
HISTORIOGRAFIA E NATUREZA DA CIÊNCIA NA SALA DE AULA[†]

Thaís Cyrino de Mello Forato

Departamento de Ciências Exatas e da Terra –UNIFESP
Diadema – SP

Maurício Pietrocola

Faculdade de Educação – USP
São Paulo – SP

Roberto de Andrade Martins

Instituto de Física Gleb Wataghin – Unicamp
Campinas – SP

Resumo

Este trabalho discute alguns desafios previstos na confluência de prescrições da historiografia, da epistemologia e da didática da ciência mediante seus respectivos referentes teóricos, para a construção dos saberes escolares voltados à escola básica. Discute-se, inicialmente, a escolha do tipo de abordagem da natureza da ciência visando propiciar os benefícios pedagógicos para a formação dos professores e estudantes propostos pela literatura educacional. Apresenta-se, a seguir, os requisitos da historiografia atual destacando as distorções históricas mais corriqueiras, bem como os processos de construção dos saberes escolares postos pela transposição didática. Finalmente, discute-se a análise teórica que confrontou essas distintas exigências apontando alguns obstáculos a serem enfrentados para o uso de conteúdos histórico-epistemológicos na educação científica. Permeando o estudo, de-

[†] Historiography and nature of Science in the classroom

* *Recebido: agosto de 2010.*
Aceito: março de 2011.

fende-se que evitar o uso da pseudo-história, ou mesmo possuir certa fundamentação teórica para problematizá-la, representa, prioritariamente, um compromisso com a formação do aluno.

Palavras-chave: *Natureza da ciência. História da ciência. Historiografia da história da ciência. Obstáculos na construção de saberes escolares. Escola Básica.*

Abstract

This work discusses some challenges that can come up when struggling to reconcile the needs of both didactic-pedagogical and historic-epistemological fields in order to introduce the nature of Science aspects in Science teaching in High School. At first, the appropriate approach of the nature of Science is discussed aiming at the pedagogical benefits for teachers and students formation from the point of view of educational literature. Current historiography requirements are presented here, pointing out the most ordinary historic distortions, as well as the construction processes for school knowledge, implemented by the didactic transposition. Finally, a theoretical analysis was performed which identified some obstacles to be faced with when one tries to construct the historical narratives for the school environment without disrespecting the requirements of current historiography. Avoiding the use of pseudo-history, or even having some theoretical basis to criticize it, is a commitment to the student education.

Keywords: *Nature of Science. History of Science. Historiography of History of Science. Obstacles to develop the school knowledge. High School.*

I. Introdução

O desenvolvimento do pensamento crítico e criativo figura entre os principais anseios de uma educação científica de qualidade em todos os níveis da educação. Preparar o estudante para lidar com as constantes inovações das ciências e tecnologias, além de entender a articulação entre os conteúdos científicos e seus

usos sociais, significa promover o desenvolvimento de competências visando contribuir para o complexo processo de ensino e aprendizagem. Mais do que a preparação acadêmica do aluno focalizada apenas em conteúdos especializados das ciências, busca-se a compreensão contextualizada desses saberes, inscritos na dinâmica e na complexidade da vida humana. Isso envolve reflexões sobre o papel da escola, as metodologias adequadas para o processo de ensino/aprendizagem, bem como sobre os conteúdos que concorrem para tais objetivos (BRASIL, 2002 a e b).

Um número crescente de pesquisas tem defendido que a inserção de conteúdos **sobre** as ciências na educação científica propicia um diálogo entre os saberes e pode contribuir para o desenvolvimento dessas competências necessárias ao cidadão do século XXI. Não se trata de negligenciar a Educação **em** Ciências, mas em agregar aos conteúdos específicos, os seus aspectos metacientíficos, formativos e culturais, ou seja, buscando uma Educação **em, sobre e pela** Ciência (SANTOS, 1999).

Dentre as diversas abordagens possíveis **sobre** a ciência – por exemplo, questões sociais, metodológicas, econômicas, políticas, ambientais – os usos da história e da filosofia da ciência (HFC) na educação científica vem sendo recomendado como um recurso útil para uma formação de qualidade, especialmente visando o ensino/aprendizagem de aspectos epistemológicos da construção da ciência (ABD EL KHALICK; LEDERMAN, 2000; BELL *et al.*, 2001; CLOGH; OLSON, 2008; FORATO *et al.*, 2008; GIL PEREZ *et al.*, 2001; HOLTON, 2003; LEDERMAN, 2007; MARTINS, 2007; MCCOMAS *et al.*, 1998; MEDEIROS; BEZERRA-FILHO, 2000; LEDERMAN, 2007).

No âmbito de tal perspectiva, destaca-se a importância de se aprender sobre o que caracteriza a ciência como um empreendimento humano, e defende-se a história da ciência como uma estratégia pedagógica adequada para discutir certas características da natureza da ciência (NDC). Relatos de episódios históricos cuidadosamente reconstruídos configuram-se modelos de natureza da ciência de cada contexto sócio-histórico-cultural, e podem conferir significado às noções epistemológicas abstratas desvendando os diferentes processos que levaram à construção de conceitos (ARDURIZ-BRAVO; IZQUIERDO-AYMERICH, 2009, p. 1179). Nesse sentido, a história da ciência (HC) tem sido amplamente considerada como adequada para atingir vários propósitos educacionais na formação científica básica, por exemplo, a compreensão da construção sócio-histórica do conhecimento, da dimensão humana da ciência, e, especialmente, promover o entendimento de aspectos da NDC (MATTHEWS, 1992; PEDUZZI, 2001).

Tais abordagens permitem uma compreensão mais ampla do papel da ciência na sociedade contemporânea, o que requer uma reflexão crítica dos pressu-

postos que permeiam seu ensino, isto é, a concepção que se tem sobre a ciência estará sempre refletida, explícita ou implicitamente, em todas as iniciativas educacionais que digam respeito à ciência, desde a seleção e abordagem de conteúdos, até as metodologias educacionais utilizadas. Gil-Perez e colaboradores (2001) defendem que as visões que os professores têm sobre o trabalho científico, conduzem sua prática educativa, refletindo implícita ou explicitamente suas concepções sobre a NDC. Para Chevallard (1991), se a ciência é entendida como uma atividade humana desenvolvida em um dado contexto sociocultural, a construção dos saberes escolares também é concebida como um processo contextualizado, influenciado por inúmeros elementos do seu entorno socio-político-cultural. Nessa perspectiva, aqui defendida, não é possível separar essas quatro instâncias: (i) a visão que se tem da ciência; (ii) a concepção sobre os processos históricos e sociais de sua construção; (iii) os elementos que guiam a seleção dos saberes escolares; e (iv) os pressupostos que guiam os métodos de seu ensino e aprendizagem.

Desse modo, quando se opta pelo uso da HC na educação científica, é necessário ter claro que qualquer narrativa histórica encerra uma visão da ciência e dos processos de sua construção (ALLCHIN, 2004; MARTINS, 2006a). Ao se construir, utilizar ou divulgar uma determinada versão da HC, está se propagando uma concepção de como a ciência foi construída. Isso requer uma severa reflexão sobre as consequências para a formação de alunos e professores quando se utiliza abordagens históricas que propagam uma concepção puramente empírico-indutivista da construção do conhecimento científico e reforçam o entendimento da ciência como produtora de verdades absolutas (ALLCHIN, 2004; BRUSH, 1974; 1979; EL-HANI, 2006; GIL-PEREZ *et al.*, 2001; HOLTON, 2003; LEDERMAN, 2007; MARTINS, 2007; MARTINS, 2006a; MATTHEWS, 1989; 1996; MCCOMAS *et al.*, 1998; MEDEIROS; BEZERRA-FILHO, 2000; PIETROCOLA, 2003).

Nessa perspectiva, a concepção de ciência e os valores que guiam a metodologia para a construção de narrativas da história da ciência – tratados pela historiografia (CANGUILHEM, 1977; DEBUS, 1991; KRAGH, 1998; KUHN, 1977; MARTINS, 2005; MARTINS, 2004; ROSSI, 2000) –, podem fornecer contribuições significativas para a adequação dos conhecimentos de história e filosofia da ciência (HFC) ao ambiente escolar. Tal preocupação fundamenta-se em estudos que apontam os problemas decorrentes das versões históricas ainda presentes no ambiente educacional que propagam e fomentam uma visão empírico-indutivista ingênua sobre a construção da ciência (ALLCHIN, 2004; GIL-PEREZ *et al.*, 2001; HOLTON, 2003; MARTINS, 2006a; PAGLIARINI, 2007; PIETROCOLA, 2003).

Adotando como pressupostos: (i) a reconhecida importância dos conhecimentos sobre a construção da ciência para a formação dos alunos (ii) considerar a

história da ciência como estratégia adequada para ensinar os processos contextualizados de produção do conhecimento científico, e, (iii) as dificuldades para a construção de narrativas históricas adequadas ao ambiente escolar, foi desenvolvida uma pesquisa que procurou analisar a adaptação dos conhecimentos especializados da HFC para a escola básica (FORATO, 2009)¹. Tal pesquisa consistiu em analisar desafios e obstáculos a serem enfrentados na construção dos saberes escolares, elaborar propostas práticas para sua superação na construção de um curso piloto, preparar o professor para implementá-lo, acompanhar a aplicação desse curso em sala de aula e analisar os dados obtidos. Foram analisadas as dificuldades e as propostas para seu enfrentamento por meio de exemplos concretos, e os resultados indicaram etapas relevantes e algumas soluções aventadas que podem ser entendidas como parâmetros iniciais para os usos da HFC na educação científica, envolvendo a elaboração de textos e o desenvolvimento de sequências de atividades didáticas. Esses resultados permitem fundamentar diferentes questões para pesquisas acadêmicas e oferecem subsídios para projetos de extensão, bem como elementos relevantes para a criação de cursos nesse tema².

O presente artigo enfoca apenas a parte inicial da pesquisa: a análise dos desafios a serem enfrentados na tentativa de harmonizar prescrições da didática das ciências e da historiografia da história da ciência na construção dos saberes escolares. Apresenta-se uma síntese do estudo que ofereceu como resultado a explicitação de tais obstáculos, algumas tensões ou dilemas inevitáveis e riscos decorrentes do processo.

A metodologia seguida em tal estudo teórico consistiu-se nas seguintes etapas: mediante as demandas propostas pelas pesquisas educacionais, foram selecionados os objetivos pedagógicos específicos almejados com o ensino/aprendizagem da NDC, definindo os aspectos a serem tratados e que, também, esclarecem a concepção de ciência adotada. A seguir, o tipo de abordagem utilizada para discutir epistemologia da ciência em ambiente escolar foi explicitada, defendendo a pertinência da HC como recurso pedagógico adequado. Discutiu-se, então, alguns requisitos da historiografia da HC e algumas prescrições da didática da ciência. Finalmente, a confluência desses diferentes referentes teóricos foi analisada na tentativa de harmonizá-los e obteve-se como resultado alguns dos obstácu-

¹ Apoio FAPESP.

² Alguns aspectos desta pesquisa foram apresentados de maneira sucinta em reuniões científicas (FORATO *et al.*, 2008; 2009; 2010a; 2010b).

los por enfrentar. Foi possível ainda prever alguns dilemas, tensões e inevitáveis riscos para os usos da HFC no ensino de ciências.

II. Aspectos selecionados da natureza da ciência

Uma análise das opiniões de numerosos grupos de professores das ciências sobre o trabalho científico foi realizada por Gil Perez e colaboradores (2001), identificando visões deformadas da natureza da ciência. Sua pesquisa evidencia concepções empírico-indutivistas e atóricas, a-históricas, dogmáticas, elitistas, exclusivamente analíticas, acumulativas e lineares dos processos de construção do conhecimento científico, em geral protagonizadas por *insights* individuais de grandes pensadores. Os autores discutem os possíveis modos de como o ensino de ciências vem reforçando e propagando tais visões.

Resultados similares são apresentados por outros pesquisadores acerca de concepções puramente empírico-indutivistas da construção do conhecimento científico que permeiam a prática educativa, tanto implícita quanto explicitamente, e perpetuam a formação de gerações e gerações de cidadãos (ABD EL KHALICK; LEDERMAN, 2000; ALLCHIN, 2004; ARDURIZ-BRAVO; IZQUIERDO-AYMERICH, 2009; EL-HANI, 2006; LEDERMAN, 2007; MATTHEWS, 1992; MCCOMAS *et al.*, 1998; MEDEIROS; BEZERRA-FILHO, 2000; PIETROCOLA, 2003, PUMFREY, 1991; WHITAKER, 1979). Essa imagem ingênua de ciência e de produção do conhecimento científico conflita com as recomendações para a formação de professores e alunos que se depreendem da literatura especializada e que defendem, de um modo geral, a importância dos seguintes aspectos:

- A compreensão da ciência como uma atividade humana, historicamente construída, imersa no contexto cultural de cada época e de cada povo, e não como uma construção puramente racional, desenvolvida por um suposto “método científico” único e universal a partir apenas de observações, experimentos, deduções e induções logicamente fundados.
- Entender a ciência se desenvolvendo em um contexto cultural de relações humanas, dilemas profissionais e necessidades econômicas revela uma ciência parcial e falível, contestável, influenciada também por fatores extra científicos.
- Conhecer sobre as ciências e não apenas os conteúdos científicos, mas também alguns de seus pressupostos e limites de validade, permite criticar o dogmatismo geralmente presente no ensino de ciências, além de promover o pensamento reflexivo e crítico.

- Possibilitar certo conhecimento metodológico como um antídoto à interpretação empírico-indutivista da ciência permite refletir sobre as relações e diferenças entre observação e hipóteses, leis e explicações e, principalmente, resultados experimentais e explicação teórica.

O descompasso entre essas recomendações e o estereótipo de ciência presente no contexto educacional intensifica a necessidade de um ensino/aprendizagem que favoreça a crítica à concepção ingênua da NDC, que inclui a ideia de verdade absoluta estabelecida por um único método empírico universal. Deve-se ter em conta que não existe uma visão única e consensual sobre o funcionamento e construção da ciência entre os filósofos da ciência (MARTINS, 1999), mas é possível identificar algumas questões emblemáticas discutidas pela literatura educacional, advogadas, inclusive, por documentos governamentais de reforma na educação científica (AAAS, 1990 e 1993; BRASIL, 2002 a e b; NRC, 1996; NSTA, 1962 e 1982). A despeito de pequenas diferenças na textualização dos aspectos da NDC, há ideias gerais semelhantes sobre certas concepções mais importantes para uma sociedade letrada cientificamente e, portanto, valiosas para constar nos currículos de ciências. Defende-se como adequado para a educação científica básica, por exemplo, a crítica ao empirismo ingênuo, a necessidade de apresentar a ciência como uma construção humana, a impossibilidade de observação neutra dos fenômenos naturais, dentre outras. Desse modo, adotou-se como concepção objetivada para essa análise alguns dos aspectos da NDC sistematizados por Pumfrey (1991) que contemplam tais ideias:

- a natureza não fornece dados suficientemente simples que permitam interpretações sem ambiguidades;
- uma observação significativa não é possível sem uma expectativa preexistente;
- a ciência é uma atividade humana influenciada pelo contexto sociocultural de cada época;
- teorias científicas não podem ser provadas e não são elaboradas unicamente a partir da experiência;
- o conhecimento científico baseia-se fortemente, mas não inteiramente, na observação, evidência experimental, argumentos racionais e ceticismo.

O próximo passo deste estudo foi estabelecer o tipo de abordagem mais adequada para discutir esses aspectos da NDC.

III. A abordagem adotada sobre a natureza da ciência

Existe mais de uma abordagem possível para a NDC envolvendo diferentes enfoques do fazer científico (MARTINS, 1999). Desse modo, ao se almejar o ensino/aprendizagem da NDC é necessário especificar a abordagem a ser adotada, pois ela pode ser enfocada sob perspectivas filosóficas, históricas ou sociológicas. Essa distinção pode ser estabelecida a partir do tipo de questões propostas e no perfil das respostas dadas, ou seja, respostas com uma abordagem empírica, normativa (axiológica) ou analítica.

Segundo Martins (1999), uma resposta de *tipo empírica* buscará analisar o que tem sido historicamente a ciência. Essa abordagem é tratada por disciplinas metacientíficas, como a história da ciência ou a sociologia da ciência, que investigam, estudam e analisam os registros históricos de fatos, e de descrições do que tem sido considerado ciência ao longo dos tempos. Tal análise histórica trata de certas características da NDC enquanto fato histórico e social, e não sob o ponto de vista filosófico. Nesse enfoque, os documentos produzidos pelos cientistas do passado são analisados à luz de sua própria época, mediante aspectos culturais do período, considerando outras teorias alternativas propostas pelos contemporâneos, fatores políticos e sociais que podem ter interferido no desenvolvimento do conhecimento (MARTINS, 2005).

Uma resposta de *tipo normativa* (axiológica) remete à avaliação dos procedimentos ou resultados da pesquisa científica. Tal enfoque axiológico pressupõe o julgamento de valores e busca avaliar o que é correto e o que é errado na prática científica. Essa resposta poderia focar aspectos internos ou externos à construção do conhecimento, mas não deveria se basear em fatos históricos. Por exemplo, utilizando um critério de valor social externo à ciência busca-se responder “como deveria ser a ciência para beneficiar a humanidade?”, enquanto uma questão metodológica interna à ciência perguntaria: “como a ciência deveria ser para permitir um melhor conhecimento da natureza?” (MARTINS, 1999, p. 7). Sendo essas questões um estudo de valores, tal enfoque sobre a NDC pertence a um domínio puramente filosófico.

Ainda no campo da filosofia, temos a terceira resposta possível de *tipo analítico*, que procuraria explicitar o que pode ou o que não pode ser a ciência. Tal abordagem filosófica ainda pressupõe uma subdivisão, que apresenta três questões: “Quais concepções de ciência já existiram? Quais concepções de ciência se pode inventar? O que é filosoficamente possível na ciência, sob o ponto de vista da capacidade do conhecimento humano?”. Tais questões receberão respostas pertencentes à filosofia.

Os enfoques de tipo *normativo/axiológico* e *analítico*, que analisam o que *deveria* ou o que *poderia ser a ciência*, discutem questões de demarcação entre ciência e não ciência. Buscam avaliar, por exemplo, o que “não é considerado ciência” mediante determinados critérios, ou seja, que tipo de conhecimento humano deveria ser considerado como uma pseudo-ciência. Tais análises, de tipo *normativo* e *analítico*, oferecem importantes contribuições, segundo Martins, no sentido de orientar e avaliar pesquisas aumentando o valor científico de cada estudo. Entretanto, elas não abordam a NDC na perspectiva desejada por este estudo, qual seja, aspectos que apresentem a construção socio-histórica do conhecimento, a dimensão humana da ciência, a impossibilidade de observações neutras, e demais aspectos listados acima.

Entende-se que tratar os aspectos da NDC que permitem refletir sobre *o que tem sido a prática científica*, favorecendo discussões no ambiente escolar sobre a dimensão cultural e temporal da ciência, como enfoque mais adequado para os propósitos educacionais deste estudo. Uma vez que as práticas científicas mudam ao longo do tempo e diferem nas diversas disciplinas científicas (MARTINS, 1999) a análise de episódios históricos permite a discussão sobre modelos de natureza da ciência envolvidos na produção do conhecimento científico. Isso favorece a compreensão do caráter dinâmico da construção da ciência, evidenciando que cada época e cada cultura adotaram critérios próprios para validar a construção do conhecimento.

Portanto, dentre as diferentes possibilidades para os usos da história da ciência na educação científica, a abordagem empírica sobre a NDC, baseada em análises históricas de episódios científicos, foi selecionada para este estudo.

Assim, a construção dos saberes escolares aqui almejados envolve a adequação de conhecimentos da história e da epistemologia da ciência para o ambiente educacional, requerendo lidar com a dimensão da historiografia da HC, atentando para algumas recomendações mais fundamentais.

IV. Recomendações da historiografia contemporânea

Qualquer narrativa da HC traz, implícita ou explicitamente, os valores, as crenças e as orientações metodológicas do seu autor. O relato histórico da criação de um conceito científico, ou de um debate entre teorias rivais, ou da realização de experimentos, por exemplo, carregam concepções sobre a natureza da ciência e sobre os processos da sua construção. Não é possível separar essas concepções pessoais (em maior ou menor grau) do trabalho de qualquer profissional ligado à

ciência, inclusive do historiador da ciência (CANGUILHEN, 1997; DEBUS, 1991; FORATO, 2008; GINSBURG, 2006; GOLINKY, 1998; GRAVOGLU *et al.*, 2008; HOLTON, 2003; JARDINE, 2003; KRAGH, 1987; KUHN, 1977; MARTINS, 2005; MARTINS, 2001; 2004; ROSSI, 2000).

Muitas vezes, as entrelinhas de um texto sugerem uma visão de ciência diferente daquela que se busca defender. Algumas concepções arraigadas acabam por surgir furtivas em breves comentários ou adjetivos revelando juízos de valor que comprometem o resultado final de um trabalho, no que diz respeito às imagens de ciência e de seu funcionamento. Desse modo, torna-se bastante relevante a preocupação voltada para as narrativas históricas, presentes no ambiente escolar, e as concepções que elas podem promover sobre os processos de construção da ciência.

Tal problemática torna-se mais visível quando se conhece a disparidade, discutida anteriormente, entre as concepções de NDC recomendadas pelas pesquisas em ensino de ciência e as visões manifestadas pelos professores em pesquisas diagnósticas (ALLCHIN, 2004; BRUSH, 1974; 1979; GIL-PEREZ *et al.*, 2001; HOLTON, 2003; MCCOMAS, 1998; PIETROCOLA, 2003; SILVA, 2006; WHITAKER, 1979). Assim, defende-se que conhecer alguns pressupostos básicos da historiografia pode auxiliar nos usos da HFC no ensino de ciência, contribuindo para uma leitura mais crítica das versões históricas presentes no ensino de ciências. Essas críticas às distorções da história presentes na educação científica devem-se menos a um preciosismo histórico em si, e voltam-se muito mais à preocupação sobre a visão de ciência que tais versões fomentam em professores e estudantes.

Com essa preocupação, Gerald Holton (2003) recomenda uma aproximação entre os educadores e os historiadores da ciência. Ele analisa várias diferenças entre os trabalhos produzidos atualmente pelo historiador da ciência e os relatos históricos presentes na educação científica. Holton advoga a necessidade de ações concretas que aproximem as duas culturas, como, por exemplo, promover encontros conjuntos entre historiadores da ciência e educadores, a produção de livros, artigos, filmes e a disponibilização de informações na *internet*, na tentativa de minimizar versões históricas que fomentem visões inadequadas sobre a NDC. Da mesma forma, Douglas Allchin (2004) defende que o educador deveria entender as distorções mais comuns, pelo menos por meio de alguns exemplos, para poder reconhecer os sinais de alerta em um texto histórico problemático, denominado pseudo-história, exemplificados a seguir.

Uma abordagem histórica considerada problemática, em geral, decorre de uma interpretação descontextualizada, equivocada ou mesmo tendenciosa das fontes e/ou de um período histórico. Em um nível especializado, é possível encontrar debates sobre orientações historiográficas e diferentes posicionamentos com rela-

ção ao grau de contextualização a se adotar. A historiografia é também uma atividade humana, dinâmica, que muda ao longo dos tempos, sofre modismos, incorpora diferentes valores e regionalismos (GRAVOGLU *et al.*, 2008; MARTINS, 2001; 2004), mas há alguns princípios básicos para os historiadores de um modo geral, como, por exemplo, o respeito pelo contexto histórico. Interpretar o passado anacronicamente, com valores, ideias e crenças de outra época, ou mediante normas e padrões atuais é um dos erros mais graves que se pode cometer e, ao mesmo tempo, um dos problemas historiográficos mais corriqueiros, encontrado tanto na divulgação científica quanto no ambiente escolar (ALLCHIN, 2004; KUHN, 1977; 1997; MARTINS, 1998; 2005; MARTINS, 2001; 2004; MONTEIRO, 2005; MOURA; SILVA, 2008; PAGLIARINI, 2007). Em geral, essas narrativas avaliam o passado de modo preconceituoso, selecionando e enaltecendo conceitos e teorias “similares” aos aceitos no presente. De modo oposto, em uma abordagem diacrônica considerada adequada para a historiografia contemporânea, espera-se que o relato e a análise de fatos históricos considerem o contexto socio-histórico-cultural em que ocorreram. As comparações adequadas deveriam ser feitas com as teorias do mesmo período, com as ideias aceitas como válidas na mesma época e mediante aos critérios da ciência aceitos em cada cultura.

Um tipo de anacronismo tendencioso conhecido como *whigguismo*³, deve-se a uma interpretação de fatos históricos com a finalidade de enaltecer a autoridade de pensadores do passado ou mesmo de algumas instituições. A história é usada como um recurso político para legitimar o poder e a heroificação de certos grupos, indivíduos ou instituições políticas ou religiosas. Esse tipo de narrativa no contexto educacional, em geral, sobrevaloriza a contribuição de um único “personagem da ciência”⁴ com a finalidade de exaltar sua genialidade e omite, por exemplo, ideias

³ Embora os termos Whig e whiggish fossem utilizados por historiadores cerca de quatro décadas antes de Herbert Butterfield ter publicado “*The Whig interpretation of history*” (1931), Jardine (2003) atribui a essa obra a disseminação do uso dessas expressões e seu significado entre os historiadores da ciência.

⁴ Quando se refere a um período amplo e não específico da história da ciência costuma-se evitar o termo cientista, pois esse foi proposto pelo filósofo William Whewell na primeira metade do século XIX, “num período em que a ciência adquiriu o seu significado atual enquanto profissão e instituição com normas, regras e valores próprios” (Simões, 2005). Ao se admitir que cada época possuía seus próprios critérios e métodos da ciência aceitos como válidos pelos seus protagonistas, o respeito às diferentes designações que os pensadores receberam busca a coerência com a visão de história da ciência contextualizada, diacrônica.

anteriormente propostas, as contribuições de outros contemporâneos, ou colaboradores de um mesmo grupo (JARDINE, 2003; MARTINS, L., 2005).

Allchin (2004) classifica como *hagiografia*⁵ um tipo específico de whiguismo que romantiza certos pensadores da ciência do passado como “heróis”, sobrevalorizando aspectos específicos de suas contribuições. Em sentido amplo, a hagiografia é geralmente definida como a biografia dos santos e mártires, ou de qualquer pessoa idealizada, de modo parcial a favor do biografado. Allchin utiliza esse termo para enfatizar as versões da HC que não apenas “santificam” um pensador “genial”, como omitem seus erros, desconsideram as contribuições anteriores ou de seus pares e apresentam suas conjecturas como um modelo idealizado de pensamento científico. Compondo a visão “santificada” de uma personagem, seus rivais são, não raro, ridicularizados de modo preconceituoso.

Naturalmente, o problema **não** está em admirar pessoas brilhantes, mas em fomentar a visão de que a construção da ciência ocorre segundo tais romances. Em geral, tais narrativas anacrônicas decorrem mais de um desconhecimento dos pressupostos historiográficos do que de uma opção consciente do seu autor.

Outro exemplo de anacronismo é a reconstrução linear de episódios da HC. Embora defendida por alguns pensadores como útil para ensinar conceitos científicos e “necessária” para evitar conflitos com o paradigma vigente, constitui outro equívoco do ponto de vista da historiografia atual (ALLCHIN, 2004; BRUSH, 1974; 1979; KUHN, 1997; MARTINS, 2001; WHITAKER, 1979). Tais narrativas trazem uma seleção apenas dos fatores que contribuem para uma reconstrução ordenada das etapas da criação de teorias e conceitos científicos aceitos pela ciência contemporânea. As ideias e os acontecimentos do passado são organizados como se o desenvolvimento da ciência seguisse etapas encadeadas logicamente, cujo resultado final seria fatalmente encontrado. Geralmente, esse tipo de anacronismo faz parecer que existe uma receita infalível para produzir a ciência: basta que um gênio excepcional siga consistentemente as etapas de um método científico universal exato, certo e único. Essas distorções costumam aparecer nas grandes sínteses, ou seja, narrativas históricas que tentam descrever um período muito longo da história (MARTINS, 2001).

Muito comuns no ambiente escolar são as anedotas e lendas sobre personagens históricos, como a “Eureka de Arquimedes” (MARTINS, 2000) e a “Maçã de Newton” (MARTINS, 2006b). Embora sejam consideradas engraçadas, e até mesmo

⁵ Veja a crítica sobre um exemplo de hagiografia em Arduriz-Bravo & Izquierdo-Aymerich (2009).

interessantes para motivar o aluno, o problema com esse tipo de versão histórica é fomentar o estereótipo do “cientista” e as concepções falsas sobre a NDC. Elas transmitem a visão do desenvolvimento da ciência como sendo fruto do acaso, produzido por pessoas que “descobrem verdades universais” observando fatos corriqueiros, por meio de *insights*. Com isso, são ignorados todos os fatores conceituais da ciência e os elementos contextuais de cada cultura que estiveram envolvidos no desenvolvimento de um determinado conhecimento científico. Inúmeros fatores, como, por exemplo, o papel dos erros e das controvérsias, a contribuição do debate entre diferentes teorias, os diversos pensadores que trabalharam no assunto, a influência de fatores sociais, políticos, econômicos, ou quaisquer outros que possam ter contribuído para o desenvolvimento da ciência, são simplesmente ignorados. Não raro, a história se resume a um tipo de calendário, repleto de datas, nomes e descobertas geniais. É fácil perceber que a imagem de ciência e de sua construção, fomentada por lendas e anedotas, conflitam diretamente com a visão perseguida como adequada pelas pesquisas em ensino de ciências.

Algumas facetas do anacronismo apresentadas acima, ou a presença de uma interpretação equivocada dos documentos históricos, trazem prejuízos à visão de ciência que tem sido recomendada para a educação científica, além de se constituírem como um desestímulo ao pensamento crítico. Aceita-se uma ideia como valorosa, por exemplo, simplesmente por ter sido proposta por uma autoridade genial ou infalível. O propósito de se compreender a ciência como uma construção cultural advogado pelas pesquisas educacionais, naturalmente fica comprometido. Essas não são, certamente, versões da HC apropriadas para ensinar sobre a NDC.

Allchin (2004) reconhece a impossibilidade de todos os professores e os autores de materiais didáticos dominarem a metodologia de pesquisa histórica e as concepções historiográficas que permeiam o trabalho do especialista, mas ele defende a importância de se conhecer alguns indícios de pseudo-história que podem auxiliar o seu trabalho. Versões problemáticas da história deixam de mencionar aspectos relevantes, como: ambiente cultural ou social; contingências humanas; ideias antecedentes; ideias alternativas; aceitação acrítica de novos conceitos. Esses sinais não seriam indicativos absolutos, mas alertas para o leitor comparar interpretações históricas com outras fontes.

Seria interessante se o professor pudesse confrontar diferentes versões históricas, produzidas pela comunidade de especialistas com as narrativas ingênuas ou tendenciosas presentes, em geral, no ambiente educacional ou mesmo na divulgação científica, auxiliando o aluno a desenvolver uma visão crítica dos processos de construção da ciência. É necessário desenvolver ações que preparem o professor

para esse desafio, baseadas em pesquisas que tragam fundamentação teórica para inserir tais conhecimentos na formação de professores.

Quando se pensa na construção dos saberes escolares, não basta considerar apenas os aspectos intrínsecos aos saberes especializados, mas deve-se respeitar, do mesmo modo, o compromisso com a dimensão didática intrínseca aos processos de ensino e aprendizagem.

V. Requisitos da didática da ciência

A produção dos saberes escolares envolve processos complexos, como, por exemplo, o norte dado pelas políticas públicas, a seleção de conteúdos, sua organização em níveis de escolarização, os métodos de ensino e aprendizagem, materiais de ensino, avaliação, etc. No caso dos saberes históricos, pode-se pensar, ingenuamente, esses processos como mera redução de dificuldades de saberes acadêmicos ou especializados (PIETROCOLA, 2008). Entretanto, a adequação de conhecimentos aos condicionantes e possibilidades do sistema de ensino pressupõe a necessidade de se considerar a pertinência dos saberes escolares, a legitimidade cultural conferida pelo seu contexto sociocultural e as necessidades didáticas de cada disciplina, respeitando a autonomia epistemológica atribuída ao saber escolar. Transformar os saberes em conteúdos adequados à escola básica requer admitir uma mudança de nicho epistemológico, reconhecer as diferentes funções sociais desses conhecimentos e sua necessária reconstrução (CHEVALLARD, 1991). Isso implica a elaboração de um novo saber, respeitando necessidades de distintos ambientes ligados à ciência.

Adota-se, nesta análise, a perspectiva epistemológica de que os conhecimentos trazidos para o ensino, em particular para a sala de aula, sofrem processos de didatização que os transformam profundamente. Alguns autores têm definido esses processos como uma Transposição Didática (CHEVALLARD, 1999; BOSCH & GASCON, 2006) que permitiria admitir patamares de saber, transpostos a partir de seu contexto original de produção até a forma como se organizam para serem objetos de ensino. Nesta perspectiva, pode-se considerar a existência de um *saber sábio*, um *saber a ensinar* e um *saber ensinado*, estes dois últimos já comprometidos com perspectivas escolares, por isso também chamados “saber escolar”.

Sob a perspectiva da transposição didática, o Saber Sábido (produzido nas esferas acadêmicas), o Saber a Ensinar (aquele que chega ao ambiente escolar nos materiais didáticos e programas) e o Saber Ensinado (aquele efetivamente trabalhado em sala de aula) são distintos conhecimentos adequados aos requisitos de

cada instância do sistema educacional. O Saber Sábido possui regras bem específicas ditadas pela comunidade acadêmica, tanto com relação a sua produção, quanto sua sistematização e comunicação, que o tornam inadequado ao sistema de ensino básico. Desse modo, é necessário ocorrer uma transformação desse conteúdo para adequá-lo às condições impostas por requisitos sociais e pedagógicos ao elemento “saber escolar”.

A construção desse saber escolar é fruto de processos de didatização: a *dessincretização* do saber, a *despersonalização* do saber, a *programabilidade* da aquisição do saber, a *publicidade* do saber e o *controle social das aprendizagens*. Esses processos são coerentes com os interesses sociais, políticos e econômicos do projeto formativo em que se insere um sistema de ensino, manifestados no seu projeto educacional (CHEVALLARD, 1991, p. 69).

Na *dessincretização* o Saber Sábido, produzido na esfera acadêmica, é separado do problema original que o motivou e do ambiente epistemológico original para ser reconstituído em um novo contexto. A essência do conhecimento é extraída para ser reformulada de modo a atender a necessidade de outra instância da ciência, a educação básica. Isso objetiva permitir uma explicitação discursiva, uma textualização, conduzindo a uma independência dos saberes, cada qual com seu discurso autônomo.

O processo da *despersonalização* é uma consequência necessária do processo de preparação didática, para retirar os conhecimentos produzidos pelos seus autores no âmbito acadêmico, no nicho interno da pesquisa, para poder ser compreendido no ambiente escolar básico. Para a construção de um saber adequado à escola básica,

[...] o saber adquire o aspecto de uma realidade a-histórica, atemporal que se impõe por ela mesma e que, não tendo produtor, aparece livre em relação a todo processo de produção, não se podendo contestar sua origem, utilidade e pertinência. [...] Ali se encontra precisamente um dos mecanismos constitutivos do apego exagerado à regras própria do ensino que define um certo modo de relação ao saber, o qual se impõe como evidente, não por emanar de uma autoridade superior, de um mestre, cuja palavra é a verdade, mas ao contrario, porque é totalmente desvinculado de qualquer pessoa. (CHEVALLARD; JOSHUA, 1982, p. 169-170).

Para que esse saber seja compreendido e apropriado pelos professores e alunos, ele necessita possuir um certo grau de *publicidade* (RICARDO, 2005, p. 161). Na construção dos manuais didáticos e demais recursos que chegarão à sala de aula (textualização), busca-se uma explicitação discursiva objetiva, impres-

cindível para tornar os saberes ensináveis. A objetividade encontrada nesses textos do saber é a evidência da *publicidade* que ali se representa (CHEVALLARD, 1991, p.73).

Depois de passar pelos processos da *desincretização*, *despersonalização* e *publicidade*, o texto do Saber a Ensinar que foi elaborado demonstra uma *programabilidade* da aquisição do saber (CHEVALLARD, 1991, p. 73). A organização do Saber a Ensinar encerra em si mesmo uma proposta de aprendizagem. Um determinado material didático, ou programa disciplinar, traz um sequenciamento de conteúdos que busca viabilizar e favorecer a relação do sujeito com o conhecimento. Tal organização evidencia a *programabilidade* da aquisição dos saberes, identificados e designados mediante um projeto social de ensino e aprendizagem.

Desses quatro processos da transposição didática, descritos acima, resulta um texto que pode ser considerado como um “instrumento de avaliação específico,” no sentido de exercer o *controle social da aprendizagem*. O texto do *Saber a Ensinar* é, portanto, autorizado didaticamente, legitimado por “uma concepção de aprendizagem, cujo modelo ordenador é o texto do saber em sua dinâmica temporal” (CHEVALLARD, 1991, p. 73). Esse processo de elaboração dos saberes a ensinar levam em conta, segundo Ricardo (2005, p. 162), as etapas da aprendizagem e o tempo escolar disponível para isso. Chevallard (1991, p. 75) designou essa relação saber/duração como *tempo didático*. Sempre tendo em mente que a produção de um sistema didático leva em conta o projeto social de ensino, ele propõe os quatro processos da transposição didática produzindo um texto de saber *que possibilita uma relação específica com o tempo didático*.

Importa compreender que, ao se submeter ao processo de didatização, o Saber Sábio é transformado, resultando em um *novo saber*. Esse saber possui função social distinta daquele. Esse novo saber possui epistemologia própria e os processos de sua construção impõe considerar os requisitos didáticos do processo de ensino-aprendizagem do nível de escolaridade a que se destina.

Esses processos acima descritos foram utilizados no confronto com requisitos historiográficos na construção dos resultados apresentados a seguir.

VI. A construção de uma proposta: alguns desafios previstos

A metodologia utilizada neste estudo, visando fundamentar a construção de uma proposta para utilizar a HFC em ambiente escolar, teve como primeiro passo a definição do objetivo educacional que se pretende atingir, qual seja, o ensino/ aprendizagem de aspectos da NDC na escola básica utilizando a HC como

estratégia pedagógica. A seguir, foram selecionados alguns aspectos da NDC, anteriormente apresentados, que contemplam concepções adequadas e desejáveis para a educação científica. Discutiui-se, então, alguns requisitos da historiografia da história da ciência que podem contribuir para a construção de narrativas históricas para o ambiente escolar, que respeitem as concepções epistemológicas da ciência recomendadas pela literatura educacional. Apresentaram-se a seguir, as contribuições da transposição didática para se pensar o processo de construção dos saberes escolares, reconhecendo a necessidade de transformação dos saberes especializados para adequá-los ao ambiente escolar. A análise que buscou articular elementos desses campos distintos – associados ao ensino de ciências/educação e à historiografia – apontou desafios e obstáculos a serem enfrentados, e alguns dos riscos a serem assumidos para a elaboração de propostas efetivas para a sala de aula.

Acredita-se que a possibilidade de conhecer tais desafios em maiores detalhes pode trazer subsídios para pesquisas, bem como auxiliar o professor no sentido de amparar sua ação em sala de aula, para lidar com diferentes narrativas históricas⁶. Tal empenho fundamenta-se na crença de os usos da HFC na educação serem viáveis e trazerem inúmeros benefícios pedagógicos (MATTHEWS, 1992; PEDUZZI, 2001).

A seguir, serão apresentados os principais desafios resultantes dessa análise teórica. Importa destacar que tais obstáculos não se configuram como categorias rígidas, pois a complexidade do fenômeno educacional por si só, traz diferentes dimensões associadas a cada um desses obstáculos. Ao mesmo tempo que podem estar relacionados explicitamente ao aluno, por exemplo, dizem respeito também, em maior ou menor grau, ao professor, à seleção dos conteúdos e à metodologia para abordá-lo, aos recursos materiais e ao próprio funcionamento do sistema escolar. Tais obstáculos, embora intimamente relacionados, foram organizados em diferentes itens, objetivando sua sistematização mais clara e objetiva, chamando a atenção para diferentes facetas dos desafios a serem enfrentados.

VI.1 Seleção do conteúdo histórico

Uma vez definidos o *propósito educacional* e os *aspectos epistemológicos* a abordar, e tendo no horizonte as recomendações da didática das ciências e da historiografia da HC, o primeiro desafio a ser enfrentado é a *seleção do conteúdo*

⁶ Este artigo enfoca apenas a análise teórica da pesquisa, mas em Forato (2009, vol. 2) é possível encontrar a proposta de um curso piloto com textos e várias atividades didáticas para superar e contornar dezessete obstáculos.

histórico. Tal seleção envolve a avaliação de tópicos extraídos da HC que possuam as características que permitem abordar, em sala de aula, as discussões em torno desses objetivos pedagógicos e epistemológicos.

É importante analisar a possibilidade de um determinado conteúdo histórico se adequar aos condicionantes do sistema de ensino, ao mesmo tempo em que satisfaz os propósitos pedagógicos e epistemológicos. Uma escolha pode se revelar estéril no sentido de possuir poucos requisitos que levem os estudantes a refletirem sobre os aspectos da NDC objetivados, ainda que pareça muito adequado ao nível de escolaridade focado. Por outro lado, deve-se considerar as dificuldades conceituais envolvidas em um conteúdo selecionado, tanto do ponto de vista conceitual da ciência quanto histórico. Assim, já como ponto de partida, há pelo menos três elementos a serem considerados: o tema histórico deve favorecer os objetivos epistemológicos pretendidos, deve estar adequado ao ambiente educacional em questão, e deve contemplar aspectos viáveis para as possibilidades do professor poder tratar o tema adequadamente.

Muitos detalhes podem influenciar na escolha do conteúdo, oriundos tanto de saberes conceituais da ciência ou da história. Suponhamos, por exemplo, que a proposição da teoria da relatividade contemple inúmeros benefícios para se discutir certos aspectos epistemológicos desejados, mas que os requisitos conceituais da ciência envolvidos nesse tema possuam um nível de dificuldade inacessível ao ambiente educacional selecionado. Nesse caso, as dificuldades conceituais da ciência tornariam o tema inadequado.

Há também a limitação histórica, como por exemplo, discutir teorias propostas na idade média. A restrição provavelmente seria estabelecida pela dificuldade em se contemplar a complexidade daquele período, a compreensão do que se entendia como ciência no período, as metodologias envolvidas para estudar a natureza e tantos outros aspectos culturais necessários para não incorrer em abordagens estereotipadas e preconceituosas. A didática da ciência prescreve a elaboração dos saberes escolares mediante processos que os tornam compreensíveis ao aluno, aqui considerados no nível da escola básica. Porém, a complexidade da ciência no medievo requer um domínio mínimo de conhecimentos históricos e filosóficos e há que se pesar os benefícios, frente às dificuldades e aos riscos de transformar o saber escolar em uma pseudo-história.

VI.2 Tempo didático

Depois de selecionado o tema ou o episódio histórico, outros pontos irão impactar tanto na seleção dos detalhes a serem abordados quanto no que precisaria

ser enfatizado. Um deles diz respeito ao *tempo didático*, ou seja, o tempo disponível em sala de aula para abordar o conteúdo histórico selecionado. Viabilizar o conteúdo histórico selecionado no tempo didático disponível em cada contexto caracteriza-se como um obstáculo específico, tanto do ponto de vista pedagógico quanto historiográfico. Além disso, desenvolver atividades didáticas adequadas para tratar os conteúdos envolve lidar tanto com o conhecimento conceitual da ciência, sua história e sua epistemologia, bem como requer opções metodológicas educacionais apropriadas a esses conteúdos.

Embora tal desafio possa parecer um tanto óbvio, é necessário atentar para julgamentos precipitados, pois trata-se de lidar com conteúdos de história e filosofia da ciência na educação científica. Pode-se supor que um professor de física ou química ou biologia tenha adquirido suficiente maturidade profissional para realizar uma boa estimativa sobre o tempo necessário para tratar um conceito da ciência em suas aulas. Entretanto, estamos diante de conteúdos de natureza distinta quando pensamos em inserir conhecimentos **sobre** a ciência, em uma perspectiva que busque contemplar requisitos didáticos e historiográficos. A característica multidisciplinar da HC a torna complexa por si só, e viabilizá-la em ambiente real de sala de aula não é trivial, ainda mais quando o propósito pedagógico envolve a aprendizagem de aspectos epistemológicos da ciência.

A complexidade do episódio histórico poderá requerer mais ou menos tempo para que o aluno compreenda os elementos envolvidos, de modo a permitir que as discussões epistemológicas sejam levadas a cabo. O *tempo didático* varia de acordo com cada ambiente educacional e em geral implicará limitar a quantidade de conteúdo histórico possível de se abordar. Por outro lado, uma excessiva simplificação pode acarretar um grande risco em termos de distorção histórica. É necessário selecionar episódios que permitam uma delimitação sem incorrer em narrativas muito superficiais. Nesse sentido, seria importante contemplar fatores que mostrem, ao menos, diferentes elementos envolvidos na construção do conhecimento científico, tanto internos à ciência quanto contextuais, evitando incorrer em narrativas históricas enciclopédicas, anacrônicas e lineares.

Esses dois desafios tratados acima – *seleção do conteúdo histórico e tempo didático* – demonstram íntima relação. Em teoria, seria possível selecionar um conteúdo histórico que contemplasse todos os requisitos didáticos e historiográficos para discutir os aspectos da NDC pretendidos. Entretanto, essa seleção irá depender diretamente do contexto ao qual se destina uma proposta. O tempo didático, nesse caso, diz respeito não apenas ao número de horas-aula disponíveis, mas também ao tempo necessário para a compreensão do conteúdo epistemológico selecionado no contexto educacional focado.

VI.3 Simplificação e omissão

Outro ponto importante surge na determinação do *nível de aprofundamento* a ser dado aos conteúdos históricos selecionados. É necessário ponderar sobre os objetivos epistemológicos visados para selecionar os elementos do episódio que precisam ser abordados em relativa profundidade. Daí decorre a necessidade de selecionar os *aspectos a omitir*, e essa seleção é tão importante quanto o que tratar. Avaliar os detalhes que deveriam ou poderiam ser omitidos, sem comprometer a qualidade da narrativa histórica, não é trivial.

Mesmo depois de estabelecido um recorte, qualquer episódio histórico das ciências contempla inúmeros aspectos conceituais e contextuais. Pode-se imaginar que basta ignorar algumas informações e simplificar aspectos “mais importantes”, entretanto, seria desejável ter claro o critério utilizado para selecionar o que é “mais importante”, e os valores implícitos nesse julgamento. Omitir certos detalhes ou construir relatos excessivamente superficiais poderão distorcer a compreensão da mensagem sobre o funcionamento da ciência que se busca defender. Para levar em conta uma necessária contextualização de elementos presentes no entorno cultural seria necessário apresentar uma quantidade mínima de detalhes significativos envolvidos na elaboração de teorias ou na observação de fenômenos naturais. Na tentativa de privilegiar os aspectos selecionados da NDC, pode-se descuidar de aspectos não óbvios e incorrer em distorções imprevistas. Veja, por exemplo, a maioria dos relatos sobre o episódio de Galileu e a recusa dos seus contemporâneos em olharem pelo telescópio. A problemática da intermediação de instrumentos para o estudo do mundo natural era um problema pertinente aos homens daquele período. A concepção em geral propagada é que os homens apenas se recusavam a olhar pelo telescópio para não admitir as mudanças no mundo supra lunar. O resultado dessa omissão pode se configurar numa visão simplista, superficial e equivocada de um episódio tão rico da história da ciência.

Cada contexto educacional, cada objetivo pedagógico, e os aspectos selecionados da NDC irão, em conjunto, definir o que enfatizar e o que omitir. Os conteúdos históricos selecionados deverão passar pelos processos da transposição didática para se adequarem ao ambiente escolar, considerando diferentes aspectos para a elaboração desse novo saber. Muito além de construir um relato em linguagem apropriada, de desenvolver uma atividade didática adequada, de considerar o tempo didático e buscar uma interpretação diacrônica, essa transposição fatalmente incorrerá em delimitações. É importante atentar para os riscos das omissões deliberadas.

Mais uma vez, é importante lembrar que a própria seleção do episódio histórico, dos aspectos a enfatizar ou omitir não estão desvinculados dos valores pessoais dos sujeitos envolvidos. Deve-se ficar atento para os alertas propostos pela historiografia (ALLCHIN, 2004, por exemplo) buscando minimizar narrativas tendenciosas. *Simplificação e omissão* são, sem dúvida, um desafio a enfrentar.

VI.4 Relativismo

A construção da narrativa histórica para o ambiente escolar apresenta outro desafio nesse contexto de análise, qual seja, o risco de fomentar ou sugerir uma concepção relativista. Os aspectos selecionados a focar sobre a NDC buscam problematizar uma visão exclusivamente empírico-indutivista da ciência, normalmente perpetuada no ensino de ciências. De modo geral, quando se afirmam os limites da observação na pesquisa científica dos fenômenos naturais, corre-se o risco de sugerir ou fomentar a falta de parâmetros objetivos. É importante haver cuidado para não incorrer ou fomentar o *relativismo*, levando o aluno a entender, por exemplo, que as diferentes teorias existentes para explicar um mesmo fenômeno sejam apenas meras opiniões pessoais. Desse modo, seria adequado que a forma de apresentar o conteúdo histórico permitisse problematizar a observação neutra dos fenômenos e experimentos, sem, entretanto, desvalorizar a importância da observação, da evidência experimental, dos argumentos racionais e do ceticismo na construção do conhecimento científico (veja MARTINS, 1999).

VI.5 Inadequação dos trabalhos históricos especializados

Muitos aspectos das dificuldades em se construir o saber escolar de HFC seriam minimizados se os trabalhos de pesquisa publicados pelo historiador da ciência fossem adequados ao ensino de ciências. O trabalho do especialista submete-se a regras bem específicas ditadas pela comunidade, tais como coerência lógica, linguagem nominalizada, formalização matemática, além de obedecer as prescrições historiográficas atuais, mediante a um recorte adequado, com um problema de pesquisa bem formulado. Tais trabalhos, geralmente, discutem os aspectos contextuais que têm impacto no objeto de análise, além dos conteúdos científicos em um nível de aprofundamento suficiente para tratar o problema levantado (MARTINS, 2005). Desse modo, os trabalhos produzidos pelo historiador da ciência poderiam ser úteis para discutir diferentes aspectos da NDC, vinculados ao recorte estabelecido em cada trabalho. Porém, a textualização, os pré-requisitos conceituais de campos normalmente envolvidos e o aprofundamento dado aos objetos históricos

tornam os *trabalhos históricos especializados inadequados* ao Ensino Médio. Em geral, tais trabalhos requerem pré-requisitos para serem compreendidos que os alunos da escola básica não possuem. Além disso, a didatização do saber não se limita a torná-lo compreensível, mas volta-se também aos aspectos motivacionais de modo a contribuir para o engajamento dos alunos nos processos de aprendizagem, levando em conta as metodologias educacionais adequadas e coerentes com as concepções de ciência, de seus processos de construção e de ensino.

Parece-nos pouco provável que o trabalho do especialista escrito para seus pares possa ser interessante e adequado ao aluno da escola básica. Contudo, é possível encontrarmos textos de divulgação da HC, ou ainda materiais escritos para a escola básica produzidos por alguns historiadores da ciência, que podem despertar o interesse dos alunos. Infelizmente, seu número ainda é bastante reduzido e nem sempre tais trabalhos são de fácil acesso. Além disso, raramente contemplam, também, uma proposta metodológica ou atividades didáticas para seu uso na sala de aula, exigindo do professor estabelecer os parâmetros para seu uso efetivo.

Há outro aspecto sobre as fontes históricas adequadas para a escola básica que merece reflexão. O uso de fontes primárias é utilizado por educadores e pesquisadores em atividades muito interessantes. Diversos autores relacionam os benefícios de se colocar o aluno em contato com os textos produzidos pelos próprios protagonistas das teorias da ciência. Vale a pena, entretanto, avaliar a replicabilidade de cada iniciativa aos diferentes contextos educacionais. A interpretação adequada de fontes primárias, compreendendo o contexto histórico de sua criação, não é elementar. Ao contrário. A metodologia para o estudo dos documentos históricos é um trabalho especializado, parte fundamental na formação de um profissional. Há inúmeros aspectos historiográficos e multidisciplinares mobilizados no trabalho de um historiador da ciência para interpretar as fontes à luz de sua própria época, buscando minimizar os valores e o imaginário pessoais, evitando ao máximo o anacronismo. Alguns problemas podem ser reduzidos quando se utilizam episódios bem conhecidos da história da ciência, dos quais a visão padrão mais popular não é aquela repleta de lendas e equívocos (ALLCHIN, 2004; MARTINS, 2004). Apoiar-se em fontes secundárias pode ajudar a minimizar alguns erros mais graves e contribuir para entender, ao menos em linhas gerais, os pressupostos do período e os valores de uma cultura específica.

VI.6 Supostos benefícios das reconstruções históricas lineares

Outro desafio a ser enfrentado no processo de elaboração dos saberes escolares da HFC diz respeito à tradição existente no ensino de ciências com o *uso*

ingênuo da história presente nos livros didáticos. Em geral, essas versões se configuram como uma pseudo-história com todos os problemas daí decorrentes (PAGLIARINI, 2007; MARTINS, 2006). Assim, a visão padrão da HC que tem se perpetuado é justamente uma visão ultrapassada, e sustentada por esses valores implícitos ou explícitos ainda presentes no ensino de ciências (ALLCHIN, 2004; GIL PEREZ *et al.*, 2001; MATTHEWS, 1992; LEDERMAN, 2007).

Ainda que se apresentem bons argumentos voltados aos imaginados benefícios pedagógicos de uma reconstrução logicamente ordenada da HC, criando uma moldura ideal para ensinar conceitos científicos, acredita-se que os prejuízos trazidos por tais versões não podem ser negados (BRUSH, 1974; 1979; MARTINS, 2006; WHITTAKER, 1979). Como apontado por Thomas Kuhn (1997), o objetivo dos manuais didáticos é familiarizar o estudante com o paradigma vigente. Nesse sentido, as versões históricas presentes nesses manuais voltam-se para ensinar conceitos científicos e não discutir epistemologia⁷. Entretanto, uma versão histórica adequada também permite o ensino/aprendizagem de conteúdos científicos, além de contribuir para uma compreensão adequada da NDC (MATTHEWS, 1992; PEDUZZI, 2001). Não ensinamos pseudociência no ensino de ciências. Por que deveríamos ensinar a pseudohistória da ciência (ALLCHIN, 2004)?

VI.7. A falta de formação específica do professor

A falta de *formação do professor* é um dos maiores desafios a serem enfrentados. Todos os obstáculos seriam minimizados se já existisse uma tradição estabelecida em se formar o professor para lidar de modo consciente e crítico com todos esses obstáculos (GIL PEREZ *et al.*, 2001; MARTINS, 2007; MEDEIROS; BEZERRA-FILHO, 2000). Mesmo considerando que não se pretende transformar o professor em historiador ou epistemólogo da ciência, é possível desenvolver ações que busquem fornecer-lhe elementos para lidar com os desafios dos usos da HFC em ambiente escolar, principalmente durante sua formação inicial e em projetos de extensão voltados à formação continuada de professores em serviço. Como ponto de partida, há as ações sugeridas por Holton (2003), anteriormente comentadas, visando aproximar os educadores e os historiadores da ciência. Além disso, inserir na formação dos professores os aspectos recomendados por Alchin (2004) alertando para indícios de pseudo-história. Desenvolver propostas como a de Arduriz-

⁷ Defendemos em Forato (2009, cap. 1) que Thomas Kuhn não se opõe ao uso da história da ciência na educação científica, mas que ele adverte para os riscos das versões distorcidas presentes nos manuais científicos.

Bravo & Izquierdo-Aymerich (2009), por exemplo, que estudam e analisam episódios históricos com professores.

Além disso, é necessário desenvolver esforços para que o resultado dessas e de outras pesquisas envolvendo os usos da HFC na sala de aula sejam acessíveis aos professores. Como Holton sugeriu, deve-se perseguir a publicação de artigos com resultados de tais pesquisas em periódicos de fácil acesso ao professor. Esse é o objetivo do presente trabalho.

Esta reflexão teórica, à luz de requisitos didáticos e historiográficos visando os aspectos selecionados da NDC, permitiu identificar alguns *desafios e obstáculos estruturais* mais gerais discutidos acima. Eles são específicos da transposição didática da HC para a educação científica, diferentes das dificuldades conjunturais que afetam todas as disciplinas, como falta de recursos materiais, baixos salários dos professores, etc. Enquanto o elevado número de alunos nas salas de aula configura-se como obstáculo conjuntural, comuns a todas as disciplinas, os obstáculos estruturais acima mencionados podem ser superados ou ao menos compensados por ações e iniciativas na construção do Saber a Ensinar e do Saber Ensinado.

VII. Conflitos, dilemas e riscos

Alguns dos desafios impostos pela necessidade de conciliar distintos campos do conhecimento tornam-se escolhas difíceis no sentido de que, algumas vezes, qualquer opção escolhida implicará em perdas inevitáveis. Conforme será discutido a seguir, há alguns aspectos dos desafios discutidos anteriormente que podem se configurar como tensões, dilemas ou conflitos entre os requisitos teóricos desses campos, dependendo dos objetivos pedagógicos e epistemológicos pretendidos e das especificidades do contexto educacional visado.

Entretanto, deve-se ter claro que enfrentar conflitos ou dilemas envolve fazer escolhas e toda escolha implica assumir alguns riscos.

VII.1 Extensão versus profundidade

As considerações teóricas historiográficas apontam, por exemplo, para a necessidade de se estabelecer um recorte para o estudo de episódios da HC (KRAGH, 1987; MARTINS, L., 2005; MARTINS, R., 2001). Em oposição aos relatos anacrônicos muito superficiais, às grandes sínteses e às reconstruções lineares, a metodologia para o estudo dos fatos históricos requer um objeto de pesquisa delimitado tematicamente e /ou temporalmente, possibilitando o estudo em seu contexto socio-histórico-cultural. Pensando nas recomendações da didática da ciência, por

outro lado, pode ser difícil para o aluno do Ensino Médio entender o papel de um determinado evento histórico “isolado” na construção da ciência ou, ainda, percebê-lo como apenas uma entre várias perspectivas de fatos que ocorreram no passado, relacionados a uma complexidade de fatores culturais. Seria possível apresentar um relato pontual de um episódio histórico sem que o aluno perca uma visão mais ampla daquele fato na história?

Tal desafio, voltado para a seleção do conteúdo histórico e à forma de abordá-lo, impõe conciliar as prescrições historiográficas e didáticas para não se construir uma HC distorcida e, ao mesmo tempo, favorecer uma compreensão da construção da ciência em uma perspectiva histórica mais ampla, de modo que o aluno entenda o tema abordado no tempo histórico. Por exemplo, quando se busca ensinar a formulação da teoria da gravitação universal por Isaac Newton (1642-1727) ou a proposição da teoria da evolução de Charles Darwin (1809-1882), seria correto esperar que o aluno conseguisse entender em que momento da história da humanidade isso ocorreu? Tal entendimento volta-se à compreensão da evolução da ciência em uma perspectiva contextualizada e não em uma sucessão de datas e nomes.

Decidir entre o recorte ou uma abordagem mais ampla, ou seja, a escolha entre *extensão versus profundidade* pode configurar-se em um conflito. Mais uma vez, a opção pelo balanceamento entre essas abordagens ou modos de conciliá-las acaba dependendo do contexto de utilização da história e das metas pedagógicas pretendidas.

VII.2 Omissão: simplificação versus distorção?

Quando se pensa no obstáculo a superar voltado à seleção ou omissão dos conteúdos relativos a um determinado tema histórico podem surgir alguns conflitos de difícil solução quanto ao aprofundamento e aos *aspectos a omitir*. Nesse caso, também torna-se necessário analisar o contexto de cada situação: os objetivos pedagógicos pretendidos, o nível de escolarização envolvido, os pré-requisitos conceituais necessários ao aluno e ao professor, ou ainda abordagens que sinalizam para aspectos especializados da história da ciência. Em que situação um determinado aspecto social, histórico ou científico pode ser considerado “desnecessário” mediante aos objetivos pedagógicos almejados? Em que situação um detalhe especializado torna-se crucial para a compreensão de um objetivo pretendido?

Esse pode ser o caso da abordagem matemática. Muitos episódios requerem conhecimentos matemáticos num nível de aprofundamento inacessível ao aluno do Ensino Médio. Por outro lado, tratar um conceito, ou um experimento, ou

uma teoria *omitindo a matemática seria simplificação ou distorção*? É possível abordar um episódio da história da ciência omitindo a matematização de suas teorias? Que tipo de problemas poderiam ocorrer?

Pode-se incorrer em um dilema também a omissão de aspectos socioculturais. Quando os interesses políticos envolvidos em um determinado episódio da história podem ser omitidos sem prejuízos para uma compreensão adequada dos fatos? Podemos lembrar como exemplos o Projeto Manhattan e o Projeto Apollo. Seria possível discutir aspectos científicos e tecnológicos sem mencionar o contexto político, social e econômico envolvido em tais momentos da história da ciência? Que visão de ciência poderia ser sugerida pela narrativa histórica que omitisse esses aspectos contextuais?

VII.3 Compreensibilidade *versus* rigor histórico

A *textualização* da narrativa histórica pode revelar-se mais difícil do que se imagina. Se optamos por construir um texto histórico muito simplificado, de modo a dar publicidade ao Saber a Ensinar para o nível de escolaridade enfocado, corremos o risco de incorrer na pseudo-história. Por outro lado, um relato profundamente comprometido com a busca pela fidedignidade histórica pode tornar-se incompreensível ou fatigante para os alunos. Transformar a HFC em saber escolar envolve não apenas a seleção dos conteúdos, mas a construção do relato adequado aos propósitos pedagógicos, epistemológicos e historiográficos. Encontrar o caminho do meio exige persistência, uma dose de criatividade e disponibilidade para ceder, ora de um lado, ora de outro. Temos, assim, *compreensibilidade versus rigor histórico*.

VII.4 Objetivismo *versus* subjetivismo

Questionar a visão exclusivamente empírico-indutivista da ciência, discutindo os aspectos selecionados da história da ciência implica riscos potenciais, como o relativismo já mencionado. De um modo mais específico, decidir por criticar uma visão exclusivamente empírica da ciência pode tornar-se um dilema, arriscando transmitir uma enganosa *desvalorização do papel da experimentação* na ciência. Além disso, quando se mostra uma ciência historicamente construída, teorias que não podem ser provadas, a existência de diferentes modelos explicativos para um fenômeno natural, e ainda, problemas e limitações nas teorias aceitas por significativos períodos de tempo pode-se sugerir, ou mesmo fomentar, o *subjetivismo*. Além do risco de relativismo, lidar com essas variáveis implica balancear

concepções envolvidas no conflito *objetivismo versus subjetivismo* presente na compreensão da construção da ciência.

VIII. Considerações finais

Os usos da HFC no ensino de ciências pode trazer inúmeros benefícios pedagógicos para a formação dos professores e estudantes, mas é necessário reconhecer que há desafios a serem enfrentados e riscos a serem assumidos. Para que se atinja o objetivo defendido pela literatura educacional aqui focado – caracterizar a ciência como um empreendimento humano, mediante a compreensão da construção sócio-histórica do conhecimento articulando conteúdos científicos, históricos e da abordagem explícita da NDC – é relevante levar em conta uma visão historiográfica contemporânea. Evitar o uso da pseudo-história, ou mesmo possuir certa fundamentação teórica para problematizá-la, representa, prioritariamente, um compromisso com a formação do aluno. Importa destacar que qualquer narrativa da história da ciência encerra uma visão de ciência e dos processos de sua construção. *Reconhecer a impossibilidade de se desvincular crenças e valores pessoais das concepções implícitas em qualquer narrativa sobre as ciências, permite ao professor selecionar as versões históricas coerentes com os objetivos de sua prática pedagógica, ou discutir criticamente narrativas consideradas inadequadas.*

Os resultados dessa análise explicitaram alguns obstáculos a serem enfrentados na busca por construir um saber escolar sobre a história e epistemologia da ciência, respeitando, na medida do possível, os requisitos da historiografia atual. O enfrentamento desses obstáculos está vinculado a diversas variáveis que dizem respeito ao aluno, ao conteúdo, aos materiais, à metodologia educacional, ao professor e à escola. Assim, um desafio que se configura como um obstáculo a enfrentar em uma circunstância, pode tornar-se um dilema em outros contextos educacionais. A construção das narrativas históricas para a escola básica, nessa perspectiva, sempre envolverá fazer escolhas e avaliar riscos.

Lidar com o “novo” requer cautela, e estar ciente dos desafios e das dificuldades que serão provavelmente enfrentadas pode amparar os sujeitos envolvidos nas diversas etapas do processo. Os resultados apresentados não se configuram como categorias rígidas, já que estão intimamente relacionados. Foram sistematizados como oito obstáculos estruturais e quatro possíveis conflitos com a finalidade de explicitar algumas das dificuldades no processo de construção dos saberes escolares.

Quando se almeja uma proposta para os usos da HFC no ensino em uma perspectiva democrática de educação, amplamente replicável, é inevitável buscar estratégias factíveis para subsidiar o trabalho dos professores para realizar tais discussões, sem pretender transformá-los em historiadores da ciência. Acredita-se que empreender análises discutindo essas problemáticas, divulgá-las tanto quanto possível, são ações que podem contribuir para se lidar com as diferentes narrativas históricas na sala de aula. Nesse sentido, essa análise teórica aqui apresentada integra uma pesquisa maior que pretendeu contribuir para se pensar os usos da HFC no ambiente escolar. Elaborou-se uma proposta envolvendo a construção de um curso em história da óptica em que os desafios aqui previstos foram ampliados e explicitados em dezessete obstáculos estruturais. Alguns foram considerados superáveis e outros revelaram-se apenas contornáveis, em função do contexto educacional em questão. As soluções propostas materializaram-se em textos e atividades didáticas aplicados em ambiente real de sala de aula. Tais propostas práticas para a inserção da HFC na escola básica foram apresentadas em eventos científicos e serão objeto de futuras publicações.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Referências bibliográficas

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. The influence of history of science courses on students' views of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 10, p. 1057-1095, 2000.

ALLCHIN, D. Pseudohistory and pseudoscience. **Science & Education**, v. 13, p. 179-195, 2004.

ALLCHIN, D. Why respect for history – and historical error – matters. **Science & Education**, v. 15, n. 1, p. 91-111, 2006.

⁸ Forato, 2009; Forato *et al*, 2008; 2009; 2010 a e b.

ARDURÍZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO-AYMERICH, M. A research-informed instructional unit to teach the nature of science to pre-service science teachers. **Science & Education**, v.18, p. 1177-1192, 2009.

BELL, R.; ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G.; MCCOMAS, W. F.; MATTHEWS, M. R. The nature of science and science education: a bibliography. **Science & Education**, v. 10, n. ½, p. 187-204, 2001.

BOSCH, M.; GASCÓN, J. Twenty-five years of didactic transposition. **ICMI Bulletin**, v. 58, p. 51-64, 2006.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002a.

BRASIL. **Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002b.

BRUSH, S. G. Should the history of science be rated X? **Science**, v. 183, p. 1164-1172, 1974.

BRUSH, S. G. Comments on "On the distortion of the history of science in science education". **Science Education**, v. 63, p. 277-278, 1979.

CANGUILHEM, G. **Ideologia e Racionalidade nas Ciências da Vida**. Trad. Emília Piedade. Lisboa: Edições 70, 1977.

CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. (Orgs.) **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Unijuí: Ed. Unijuí, 2006, p.13-48.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique, 1991.

CHEVALLARD, Y.; JOSHUA, M-A. Un exemple d'analyse de la transposition didactique : La notion de distance (1982). In: CHEVALLARD, Y. **La Transposition Didactique du savoir savant au savoir enseigné**. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1985.

DEBUS, A. G. A Ciência e as Humanidades: a Função Renovadora da Indagação

Histórica. Trad. brasileira de Vera Cecília Machline. **Revista da SBHC**, v. 5, p. 3-13, 1991.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, C. C. (Org.) **Estudos de história e filosofia das ciências. Subsídios para aplicação no Ensino**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2006. p. 3-21.

FORATO, T. C. M. A filosofia mística e a doutrina newtoniana: uma discussão historiográfica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 3, p. 29-53, 2008.

FORATO, T. C. M. **A Natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. 2009. Tese (Doutorado) – FEUSP, São Paulo.

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M Teorias da luz e Natureza da ciência: elaboração e análise de curso aplicado no ensino médio In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XII. 2008, Curitiba. **Atas...**

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M Prescrições historiográficas e saberes escolares: alguns desafios e riscos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, VII, 2009, Florianópolis. **Atas...**

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. A história e a natureza da ciência no ensino de ciências: obstáculos a superar ou contornar. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XII, 2010 a, Águas de Lindóia. **Atas...**

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M Alguns debates históricos sobre a natureza da luz: discutindo a natureza da ciência no ensino. In: MARTINS, R. A.; LEWOWICS, L.; FERREIRA, J. H.; SILVA, C. C.; MARTINS, L. A-C. P. (Orgs.). **Filosofia e história da ciência no Cone Sul. Seleção de trabalhos do 6º Encontro**. 1. ed. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul, 2010 b, v. 1, p. 616-626.

FORATO, T. C. M.; MOURA, B. A.; PRESTES, M. E. B. Bibliografia sobre a utilização da história e filosofia da ciência no ensino de ciências e biologia. **Boletim de História e Filosofia da Biologia**, v. 2, n. 3, 2008. Disponível em: <<http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-02-n3-Set-2008.htm>>. Acesso em: 4 nov. 2008.

GIL PÉREZ, D. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GOLINSKI, J. **Making Natural Knowledge. Constructivism and the History of Science**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

GRAVOGLU, K. *et al.* Science and technology in the European periphery: some historiographical reflection. **History of Science**, v. 46, p. 153-175, 2008.

HOLTON, G. What historians of science and science educators can do for one another? **Science Education**, v. 12, n. 7, p. 603-616, oct. 2003.

KRAGH, H. **An introduction to the historiography of science**. Cambridge: Cambridge U.P., 1987.

KUHN, T. S. **The essential tension: selected studies in scientific tradition and change**. Chicago/London: The University Chicago Press, 1977.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 1997.

LEDERMAN, N. G. Nature of science: past, present, and future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Handbook of research on science education**. Mahwah, N J: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. p. 831-880.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MARTINS, L. A. C. P. História da ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 2, 2005.

MARTINS, R. de A. O que é a ciência do ponto de vista da epistemologia? **Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa**, v. 9, p. 5-20, 1999.

MARTINS, R. de A. Como não escrever sobre história da física – um manifesto historiográfico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 1, p. 113-129, 2001.

MARTINS, R. de A. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 115-121, 2000.

MARTINS, R. de A. Ciência *versus* historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. **Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: Educ; Fapesp; Editora Livraria da Física, 2004. p. 115-145.

MARTINS, R. de A. Introdução: a história da ciência e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências. Subsídios para aplicação no Ensino**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2006a, p. 3-21.

MARTINS, R. de A. A maçã de Newton: lendas e história. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006b, p. 167-190.

MATTHEWS, M. R. A role for history and philosophy in science teaching. **Interchange**, v. 20, n. 2, p. 3-15, 1989.

MATTHEWS, M. R. History, philosophy and science education: the present reappraisal. **Science & Education**, v. 1, n. 1, p. 11-47, 1992.

McCOMAS, W.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M. P. The nature of science in science education: an introduction. **Science & Education**, v. 7, p. 511-532, 1998.

MEDEIROS, A.; BEZERRA FILHO, S. A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino da física. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 6, n. 2, p. 107-117, 2000.

MONTEIRO, F. C. Entre o estranho e o familiar: o uso de analogias no ensino de história. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 25, n. 67, Sept./Dec. 2005.

MOURA, B. A.; SILVA, C. C. Newton antecipou o conceito de dualidade onda-partícula da luz? **Latin American Journal Physics Education**, v. 2, n. 3, p. 218-227, Sept. 2008.

PAGLIARINI, C. R. **Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de Física para o ensino médio**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física, Universidade de São Paulo/São Carlos.

PIETROCOLA, M. A história e a epistemologia no ensino de ciências: dos processos aos modelos de realidade na educação científica. In: ANDRADE, A. M. R. (Org.) **Ciência em Perspectiva. Estudos, Ensaios e Debates**. Rio de Janeiro: MAST/SBHC, 2003. p. 133-149.

PIETROCOLA, M. A transposição da física moderna e contemporânea para o ensino médio: superando obstáculos epistemológicos e didático-pedagógicos. In: BORGES, R. (Org.). **Propostas Interativas na Educação Científica e Tecnológica**. Porto Alegre: EDUC, 2008.

PEDUZZI, L. Sobre a utilização didática da história da ciência. In: PIETROCOLA, M. (Org.) **Ensino de Física – conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora UFSC, 2001.

PUMFREY, S. History of science in the National Science Curriculum: a critical review of resources and their aims. **British Journal of History of Science**, v. 24, p. 61-78, 1991.

RICARDO, E. C. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização: dos parâmetros curriculares nacionais a uma compreensão para o ensino de ciências**. 2005. Tese (Doutorado) – UFSC, Florianópolis.

ROSSI, P. **Naufrágios sem espectador. A ideia de progresso**. Tradução A. Lorenzini. São Paulo: Unesp, 2000.

SANTOS, M. E. Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2, 1999, Valinhos. **Atas...**

SILVA, C. C. (Org.) **Estudos de história e filosofia das ciências. Subsídios para aplicação no Ensino**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2006.

SIMÕES, A. **O historiador da ciência**, 2005. Disponível em: <<http://cosmo.fis.fc.ul/~crawford/aulas/HistoriadorC2.html>>. Acesso em: 15 maio 2010.

VALENTE, W. R. Saber científico, saber escolar e suas relações: elementos para reflexão sobre a didática. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 10, p. 57-67, set./dez. 2003.

WHITAKER, M. A. B. History and quasi-history in physics education – part 1. **Physics Education**, v. 14, p. 108-112, 1979.