

A natureza da Ciência e o ensino das Ciências Naturais: Tendências e perspectivas na formação de professores.

Luiz Marcelo de Carvalho¹

Resumo: Este artigo procura, inicialmente, sistematizar os principais argumentos que têm sido apresentados por diferentes autores quando justificam a importância de se considerar aspectos da natureza da ciência em atividades de ensino das Ciências Naturais. A partir deste quadro inicial e com base em uma revisão bibliográfica, embora não exaustiva, procura-se delinear algumas tendências e perspectivas na formação de professores das Ciências Naturais, no que diz respeito à possibilidade de que os mesmos considerem em suas práticas de ensino aspectos da natureza das ciências.

Palavras-chaves: Ensino das Ciências Naturais; natureza da ciência; formação de professores.

Abstract: This paper presents the main reasonings that have been presented by different authors when they discuss the importance of considering the nature of science in science teaching activities. From this initial context and based on a non exhaustive literature review, this paper points out some trends and perspectives in teacher education in order to consider the nature of science in their teaching practices.

Descriptors: Science teaching; nature of science; teacher education.

Introdução

Já há algum tempo que educadores que trabalham com o ensino das Ciências Naturais e, mais recentemente, aqueles que se preocupam com trabalhos educativos relacionados com a temática ambiental têm apontado aspectos importantes relacionados com a natureza da ciência e as atividades educacionais.

¹ Professor assistente doutor do Departamento de Educação, Instituto de Biociências - Unesp - Rio Claro. Projeto com financiamento da Fapesp - Processo nº 98/10616-7.

A incorporação de questões relacionadas com “uma adequada compreensão da natureza da ciência” ou com a “compreensão da ciência como um caminho de conhecimento” tem sido um dos objetivos históricos para o ensino das Ciências Naturais (Miller, 1983; Gallagher, 1991; Lederman, 1992; Solomon e outros, 1992). Vários destes autores fazem referências a artigos que indicam que há quase um século os professores têm sido chamados a não enfatizar, da forma como o fazem, os aspectos fatuais ou um rol de conteúdos sem significado, mas sim de trabalhar aspectos relacionados com métodos de investigação científica, processos e aplicações da ciência junto aos alunos. A literatura a respeito desta questão é muito vasta e o artigo de Lederman, acima citado, faz uma excelente revisão das pesquisas realizadas até 1992 nesta área. Uma série de outros trabalhos acentuam a necessidade ou os caminhos possíveis para a incorporação deste tema nas atividades de ensino de Ciências (Miller, 1983; Bloom, 1989; Brickhouse, 1989; Jorge, 1991; King, 1991; Solomon, 1991; Solomon e outros, 1992; Matthews, 1994a e 1994b; Abell e Smith, 1994; Praia y Cachapuz, 1994; Thomaz e outros, 1996; Gil-Pérez, 1996; Jegede, 1997; Alters, 1997; Millar and Osborne, 1998). No Brasil vários trabalhos têm também chamado a atenção para estas possibilidades e discutido alguns aspectos particulares desta questão (Borges, 1982; Fracalanza, 1982; Fracalanza e outros, 1986; Fracalanza, 1992; Krasilchik, 1986; Carvalho, 1989; 1998; Carvalho e outros, 1996; Bizzo, 1992; Trivelato, 1993; 1994). Merece destaque, no entanto, a inclusão desta perspectiva em diferentes propostas curriculares em nível nacional (Brasil, 1998a; 1998b; São Paulo, 1988; 1992) e em nível internacional (England and Wales, 1995).

A grande produção científica nos últimos anos, nesta área, leva Matthews (1994a) a admitir a retomada de interesse em relação aos aspectos epistemológicos pela comunidade de educadores das Ciências Naturais.

Uma questão interessante a ser observada é a de que este objetivo assume significados diferentes em diferentes momentos históricos. Assim, no início do século, a inclusão deste aspecto nos programas de ensino de Ciências tinham como objetivo mais imediato o treino do que poderíamos chamar de operações mentais (“mental faculties”), ou seja, o desenvolvimento de determinadas habilidades intelectuais por parte dos estudantes. Na década de 60, no entanto, a ênfase recai sobre as diferentes etapas do “método científico” e as diferentes habilidades relacionadas com o processo de investigação. Atualmente, quando se fala em objetivos que envolvem a compreensão sobre a “natureza da ciência”, pressupõe-se uma análise que inclui um componente crítico em relação ao processo científico. Enfatiza-se, agora, a necessidade de que todos os cidadãos se apropriem desta compreensão e se situem frente a esta discussão, favorecendo o processo de alfabetização científica e tecnológica de toda a população.

Matthews (1994a) referindo-se à crise atual no ensino das ciências naturais admite que

“A história, filosofia e sociologia da ciência não têm todas as soluções para esta crise, porém, têm algumas respostas: podem humanizar as ciências e aproximá-las mais dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos; podem tornar as classes mais estimulantes e reflexivas, aumentando a capacidade de pensamento crítico; podem contribuir para uma compreensão maior dos conhecimentos científicos;

podem contribuir um pouco para superar o ‘mar de sem sentidos (‘non sense’) presente nas classes de ciências, onde se recitam fórmulas e equações, porém, poucos conhecem o seu significado; podem melhorar a formação dos professores, contribuindo para o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, isto é, um melhor conhecimento da estrutura da ciência e seu lugar no marco intelectual das coisas” (p. 256)

Segundo este autor, o que se pretende com um trabalho que lide com estas questões não é que os alunos resolvam os grandes debates epistemológicos presentes na academia nem que aprendam as teorias da filosofia da ciência como se fossem um catecismo. A expectativa é a de que os alunos “captam algo dos aspectos intelectuais que estão em jogo” nesta área e que percebam as perguntas fundamentais e as possíveis e diferentes respostas a estas indagações.

A relação hoje muito clara e apontada por Miller (1983) entre o nível de alfabetização científica da população e as possibilidades de participação da mesma nas decisões relacionadas com políticas científicas e ambientais é condição necessária para um projeto desta natureza em uma sociedade democrática. Para este autor, uma outra dimensão deve ser considerada hoje, em termos de educação da população: o reconhecimento do impacto da ciência e da tecnologia na vida social e das políticas de tomadas de decisão sobre questões desta natureza que devem inevitavelmente emergir. Este mesmo autor indica que faz aproximadamente vinte e cinco anos que as preocupações sobre o conhecimento público de vários tópicos sobre política científica começaram a emergir. Grupos ambientalistas, por exemplo, perceberam que um nível mínimo de conhecimento científico era necessário para os indivíduos acompanharem os debates sobre poluição do meio ambiente. Além disso, o grande número de plebiscitos sobre tópicos tais como energia nuclear, gerou apreensão nos meios científicos sobre a possibilidade do público em compreender questões desta natureza e fazer julgamentos bem informados. Decorridos dezoito anos desde a publicação deste artigo de Miller, temos hoje a consciência clara do significado destas observações. Desta forma, fica cada vez mais justificável a recomendação deste autor no sentido de que a comunidade científica desenvolva um grande esforço em apresentar a ciência - na sala de aula, na imprensa e através de outras atividades educativas - como um processo compreensível, justificável ao homem e por ele controlado.

Segundo Matthews (1994a) uma série de questões relacionadas com “ética aplicada” e “ética do meio ambiente”, antes tratadas apenas em cursos de filosofia, deveriam estar hoje presentes em salas de aula das Ciências Naturais. Problemas como:

“...efeito estufa, contaminação, extinção de espécies, engenharia genética, tecnologia militar e emprego de cientistas nas indústrias de defesa, custos e controles da investigação científica, energia nuclear e muitos outros...” (p. 268)

são temas trazidos pelos alunos e aparecem nos novos currículos das Ciências Naturais. Neste mesmo sentido, Wright e Govindarajan (1992) entendem que, caso o sistema

educacional tenha a intenção de “influenciar a sobrevivência da sociedade global”, não se poderá evitar a discussão no seu interior de questões sócio-ambientais, dilemas éticos e problemas relacionados com as conseqüências da atividade humana para o meio ambiente. Para Matthews, acima citado, é chegada a hora de enfrentarmos as conseqüências pedagógicas da “morte da ciência livre de valores”. Temas como estes, sem dúvida alguma, fazem emergir questões relacionadas com a nossa responsabilidade sobre a natureza. Fala-se já de uma “revolução ética e antropológica” que ocorre simultaneamente à “revolução científica e técnica”. Surgem novas visões que procuram ocupar o lugar da visão mecânica de mundo.

Para Feisinger e outros (1997) uma aprendizagem verdadeira, ou seja, aquela que leva as pessoas a observar objetivamente, pensar criticamente e decidir conscientemente, exige muito mais que a pura e simples transmissão de fatos ecológicos ou a ilustração de agressões ao ambiente. Os ecólogos hoje têm condições de trabalhar com o público, de maneira geral, outros aspectos além do conteúdo próprio da ecologia, o conjunto de fatos, conceitos e terminologia. O que esses autores admitem é a necessidade de se trazer para o público o próprio processo de produção do conhecimento científico. Trabalhar junto ao público o processo de investigação é, sem dúvida alguma, fornecer os fundamentos para o desenvolvimento do senso crítico e um dos componentes da alfabetização ecológica.

Embora esses autores indiquem a necessidade de se trazer para o público o próprio processo de produção do conhecimento científico eles admitem que o método hipotético-dedutivo popperiano, usado por muitos ecólogos no desenvolvimento de suas pesquisas, poderia ser também utilizado em sala de aula em atividades de ensino. Essa proposta, no entanto, reforça a visão de um único caminho para o desenvolvimento de pesquisas científicas e desconsidera a crítica de tendências epistemológicas mais recentes em relação a esta visão de ciência. Lederman (1992) pondera que a busca de uma concepção aceitável sobre a natureza da ciência não pode deixar de considerar as particularidades em termos de determinadas visões sobre a ciência, presentes em diferentes campos do conhecimento. Esta consideração torna-se extremamente importante porque será necessário evitar a imposição de um determinado modelo de ciência para professores e alunos. O trabalho deveria ser orientado no sentido de considerar as mudanças de concepções sobre ciência ocorridas no tempo e as diferenças e particularidades nestas concepções nas diversas áreas do conhecimento.

Alters (1997) em seu artigo com título bastante sugestivo, qual seja, “*Whose Nature of Science?*” pondera que embora muito tenha se falado sobre a natureza da Ciência como elemento importante para o ensino das Ciências, tem sido muito grande a diversidade de posições filosóficas assumidas nas pesquisas que têm sido realizadas sobre a visão dos professores em relação à natureza da ciência. Os dados apresentados por este autor trazem boas discussões sobre a crença equivocada de que o simples fato de se incentivar o trabalho relacionado com “natureza da ciência” garantiria uma proposta bem fundamentada do ponto de vista filosófico e bem sucedida em termos de construção de conhecimentos pelos alunos. É importante que se reconheça a existência de modelos conflitantes nas análises epistemológicas e que estejam muito claros os pressupostos filosóficos presentes nos critérios de análise dos resultados das pesquisas.

Reconhecendo a importância de se examinar a contribuição dos estudos relacionados com a interação entre filosofia da ciência e ensino das Ciências Naturais realizados em

décadas anteriores, Matthews (1994a) aponta para os riscos que corremos hoje, quando elegemos uma corrente epistemológica como base para o desenvolvimento de atividades de ensino das ciências naturais. Existe sempre o perigo de que professores e especialistas entendam “desenvolvimento epistemológico” como sinônimo de fazer com que os alunos acreditem naqueles pressupostos epistemológicos que os próprios professores acreditam: “...quando isto acontece, nós confundimos educação com doutrinação”. Sem dúvida, os professores devem construir os seus referenciais sobre a natureza da ciência, mas o seu papel junto aos estudantes não será o de fazê-los repetir as convicções como se fosse um “mantra” e sim desenvolver o raciocínio dos estudantes e oferecer possibilidades para que os mesmos tenham condições de explicitar suas razões e elaborar justificativas para as escolhas teóricas que os mesmos realizarem. Segundo este autor, os tópicos de filosofia ou as ‘lições sobre a natureza da ciência’, devem ser desenvolvidos a partir de:

“...questionamento e discussões de episódios da história da ciência, a partir de exercícios de laboratório, incluindo aqueles que retomam experimentos históricos, ilustração de livros didáticos, textos populares ou temas científicos relacionados com as questões sociais” (p. 311).

Natureza da ciência e a formação de professores

São vários os estudos que têm chamado a atenção para o papel do professor no sentido de formar imagens e influenciar atitudes que os estudantes apresentam em relação à ciência (Gallagher, 1991; King, 1991; Praia e Cachapuz, 1994; Lakin e Wellington, 1994; Abell e Smith, 1994; Gustafson e Rowell, 1995).

Para Gallagher (1991) dois veículos são fundamentalmente importantes para a formação de imagens sobre a ciência pelo público em geral: a escola e os meios de comunicação social. Para este autor:

“Enquanto o papel da mídia, especialmente a televisão, é muito importante na formação da imagem de ciência pelo público em geral, é a escola que tem a oportunidade de influenciar a imagem da ciência elaborada por todos os nossos cidadãos, uma vez que todos os jovens são envolvidos em atividades de ensino das ciências durante a sua vida escolar” (p.121).

Nesta mesma direção, Brickhouse (1989) afirma que a visão dos professores sobre o conhecimento científico, deve ser cuidadosamente considerada uma vez que serão as suas visões e não a visão de especialistas e filósofos que serão implementadas em sala de aula.

A relação entre a epistemologia adotada pelos professores e a prática de ensino das ciências naturais também tem sido reconhecida por vários pesquisadores (Brickhouse, 1989; Gallagher, 1991; Matthews, 1994a; Lakin e Wellington, 1994; Thomaz e outros, 1994). No entanto, Koulaidis e Ogborn (1995) alertam-nos para o necessário cuidado nas interpretações dos resultados das pesquisas nesta área, insistindo que embora haja uma

aceitação geral sobre a relação entre pressupostos filosóficos e pedagógicos, isto não quer dizer que exista, necessariamente, uma congruência entre a visão expressa pelos professores e sua prática em sala de aula.

De qualquer forma, alguns autores, a partir de trabalhos com professores de Ciências Naturais, têm tentado relacionar a visão destes professores sobre a natureza do conhecimento científico e suas práticas de sala de aula.

Os dados apresentados no trabalho acima citado mostram, claramente, esta relação. Neste artigo o autor descreve como estas visões podem ser expressas em sala de aula. A crença, por exemplo, de que o conhecimento científico está baseado na observação teórica neutra faz com que os professores solicitem observações de seus alunos sem a utilização de seus próprios conhecimentos ou sem qualquer referência teórica. Brikhouse (1989) ainda identifica em seu trabalho a possibilidade de que a visão de teoria científica como “verdade” pode levar um professor a evitar “verdades” que contradizem, por exemplo, suas crenças religiosas. A possibilidade de que determinadas visões podem levar a tomadas de decisões nem sempre razoáveis em relação a questões ambientais e tecnológicas não é descartada. Para Bloom (1989), a crença, por exemplo, de que a ciência é direcionada para o desenvolvimento da tecnologia e a melhoria da qualidade de vida de toda a população leva, muito provavelmente, à idéia de separação da humanidade em relação ao mundo natural e conseqüentemente a possíveis distorções nos processos de tomada de decisões. Segundo Praia e Cachapuz (1994) uma decorrência prática de perspectivas empiristas, por exemplo, é a de levar os alunos à compreensão de que a construção de conhecimentos é um processo inquestionavelmente dependente da observação empírica e que esta seja suficiente para tal construção. Outra decorrência desta postura é a de que os alunos dificilmente terão condições de aprender o “caráter problemático do conhecimento científico”.

O trabalho apresentado por Gallagher (1991) relata os resultados de um estudo etnográfico com 27 professores de ciências em cinco escolas de nível médio. A partir de uma série de observações sobre a prática do professor, este autor indica a ausência de aspectos relacionados com a natureza da ciência nos trabalhos desenvolvidos por estes professores. Além destas considerações o autor relata um trabalho realizado com futuros professores de ciências da escola média. Foi solicitado a estes alunos, durante o desenvolvimento de um curso de métodos de ensino, que preparassem uma unidade de ensino cujo conteúdo eles próprios escolhessem. Como parte deste planejamento, os estudantes eram solicitados a incluir objetivos relacionados com diferentes dimensões para o ensino na escola secundária, a saber:

- “1. compreensão de conceitos e princípios da ciência;
2. compreensão do processo da ciência, com ênfase especial no desenvolvimento do conhecimento científico;
3. aplicação do conhecimento científico no dia-a-dia.
4. aquisição de atitudes positivas, incluindo atividades em relação à ciência e atitudes científicas.” (p. 131)

Os estudantes tiveram alguma dificuldade no desenvolvimento de atividades relacionadas com o primeiro objetivo, mas, sem dúvida alguma, dificuldades muito maiores ao tentar planejar atividades relacionadas com os outros objetivos. A compreensão dos estu-

dantes quanto à presença nestes objetivos de aspectos relacionados com a natureza da ciência é bastante limitada.

De maneira geral, e em diferentes países, o que vamos encontrar é um quadro de professores na área das Ciências Naturais despreparado para incorporar em suas atividades de sala de aula aspectos do processo de produção do conhecimento científico. Solomon e outros (1992) admitem, por exemplo, que a proposta para o ensino de Ciências apresentada para a Inglaterra e Gales, incluindo aspectos sobre a natureza da ciência e a história da ciência, encontra o sistema escolar britânico despreparado para tal tarefa. Em última análise, quando se considera a prática do ensino das Ciências Naturais o mais comum é identificarmos a ausência de um planejamento criterioso e coerente, por parte do professor, que considere questões relacionadas com a natureza da ciência (Gallagher, 1991). Na verdade, questões relacionadas com valores, propósitos e desenvolvimento histórico das ciências não são consideradas como aspectos significativos para serem trazidos para as salas de aula. A ciência é compreendida, de maneira geral, como um corpo de conhecimentos e como resultado da aplicação objetiva e neutra do método científico (King, 1991).

De qualquer forma é importante estarmos atentos para a recomendação de Koulaidis e Ogborn (1989) no sentido de trabalharmos sempre com a possibilidade de encontrar entre os professores das Ciências Naturais um quadro, em termos de concepções sobre a ciência, muito mais complexo que os comumente indicados e denominados de indutivismo ingênuo. Segundo estes autores, este modelo, mesmo que explique em parte a posição dos professores, não será suficiente para explorar a diversidade de concepções presentes entre os mesmos e também a diversidade destas concepções presentes entre diferentes grupos de professores. O trabalho de Lakin e Wellington (1994) reforçam as considerações apresentadas por Koulaidis e Ogborn (1989).

No trabalho de revisão realizado por Lederman (1992), ao qual já nos referimos, este autor conclui que as pesquisas desenvolvidas até aquele momento permitem identificar a presença de concepções bastante inadequadas sobre a natureza da ciência entre os professores.

Pesquisas mais recentes não têm oferecido um quadro muito mais otimista em relação às concepções dos professores quanto a esta temática.

Alguns trabalhos de pesquisa continuam ainda enfatizando a presença de concepções empiristas - indutivistas entre os professores das Ciências Naturais (Praia e Cachapuz, 1994; Gil-Pérez, 1996). O trabalho realizado por Praia e Cachapuz (1994) junto a professores portugueses do ensino secundário indica que essas visões são independentes da área de formação dos professores, qual seja, Física, Química, Geografia, Biologia, Geologia e também independente do tempo de serviço de cada professor. Na verdade, os resultados de muitas pesquisas têm indicado que as concepções dos professores em relação à natureza da ciência pouco diferem das concepções que seus alunos apresentam.

A tentativa de sintetizar as considerações que diferentes autores apresentam quanto às concepções e posturas dos professores em relação à ciência levam-nos ao seguinte quadro:

1. visão muito rígida, isto é, exata, infalível, dogmática, entendendo o método científico como uma seqüência linear de estágios; visão exclusivamente analítica ou meramente acumulativa; de senso comum, elitista, individualista e socialmente neutra (Gil - Pérez, 1996);
2. visão de que o conhecimento existe no mundo ou no professor e o estudante deve recebê-lo ou redescobri-lo; desta forma, a ciência não é vista como uma invenção humana mas

sim como um processo de descoberta do conhecimento já existente ou presente na natureza (Abell e Smith, 1994);

3. compreensão em relação à natureza da ciência - seus objetivos, os processos desenvolvidos pelos cientistas em sua construção, as características deste conhecimento e seu papel na sociedade - muito distante das interpretações atualmente defendidas pelos filósofos contemporâneos (Thomaz e outros, 1996).

Além destas considerações parece-me importante entender, conforme nos alertam Koulaïdis e Ogborn (1995), que as tentativas de investigação de diferentes posições dos professores frente à natureza da ciência devem evitar pressupostos que considerem a possibilidade de encontrarmos entre os professores uma visão consistente e coerente em relação à natureza da ciência.

Natureza da ciência e ensino das Ciências Naturais: perspectivas para a formação de professores.

O reconhecimento de que a história e a filosofia da ciência deveriam formar parte da bagagem intelectual de todos os professores das ciências naturais pode ser datado do início do século (Matthews, 1994a). No entanto, os dados das pesquisas realizadas até agora e uma análise rigorosa da prática do ensino das Ciências indicam que, em nenhum nível de ensino, a dimensão epistemológica tem estado presente de forma articulada e explicitamente consciente por parte da maioria dos professores em sala de aula. Sem dúvida alguma, uma das razões para este fato centra-se na grande lacuna que se pode observar nas propostas de formação inicial e continuada dos professores. Segundo Lederman (1992), o professor que não tiver uma compreensão adequada dos conceitos e aspectos relacionados à natureza da ciência não poderia colaborar em um processo que levasse à compreensão destes conceitos pelos alunos.

Desta forma, os diferentes trabalhos realizados nesta área apontam para a necessidade de profundas alterações nas propostas de formação inicial dos professores. A possibilidade de alteração no trabalho do professor passa, necessariamente, por novas propostas de preparação e formação dos mesmos. Embora algumas experiências tenham mostrado que o desenvolvimento de cursos de graduação oferecidos a futuros professores da escola elementar nem sempre apresentam resultados muito positivos quanto a alteração das concepções destes professores em relação à natureza da ciência (Gustafson e Rowell, 1995), Lederman (1992) indica que, de maneira geral, as tentativas para ampliar as concepções dos professores têm-se mostrado viáveis e os resultados bastante positivos quando são desenvolvidas ações direcionadas a este fim.

Algumas considerações por parte dos pesquisadores interessados por esta área, constituem-se em ponto de partida em termos de reflexão para reformulações e elaborações de propostas de formação inicial dos professores.

A visão sobre a natureza da ciência vai sendo elaborada e construída pelo professor através das suas várias experiências tais como as disciplinas de seu curso de graduação, a sua prática de ensino nas instituições escolares, a sua dependência constante do livro texto. Neste processo o professor passa a acreditar que a forma

como se ensina ciências está compatível com a própria natureza da ciência (Brickhouse, 1989).

Para Gallagher (1991) as dificuldades apresentadas pelos professores estão, sem dúvida alguma, relacionadas com suas experiências na universidade e com o nível de educação científica que eles receberam nesta etapa da escolarização. As disciplinas dos cursos nas áreas das Ciências Naturais, de maneira geral, colocam muita ênfase no seu conteúdo específico e dão pouca atenção à origem ou aplicação deste conhecimento. Além disso, os alunos têm poucas oportunidades para desenvolver uma compreensão integrada dos diferentes conhecimentos com os quais entram em contato. Os professores não são encorajados a participar de cursos de história, filosofia ou sociologia da ciência. Em suas conclusões, Gallagher afirma que existem múltiplas e indesejáveis conseqüências em relação a estas deficiências na educação dos professores das ciências naturais. A mais significativa é a ênfase nos aspectos fatuais em classes de ensino fundamental e médio. A dificuldade para caracterizar o conhecimento científico como tentativo e o trabalho científico como criativo, são duas importantes falhas no trabalho do professor de ciências. A conseqüência desta falta de preparação do professor será, sem dúvida alguma, a construção de uma imagem distorcida da ciência e do cientista pela população

Os dados de pesquisa e as experiências analisadas até o momento permitem inferir que estes professores, durante suas experiências nos cursos de formação inicial, não tiveram oportunidade de elaborar conceitos relacionados com a natureza do conhecimento científico à luz de uma nova filosofia da ciência. Esta constatação pode significar que as estratégias de ensino não facilitaram a construção de idéias relacionadas com a natureza do conhecimento científico ou que os próprios professores que formam o futuro professor não possuem tais concepções. (Thomaz e outros, 1996).

Para Praia e Cachapuz (1994) não se trata de desenvolver cursos de epistemologia geral e sim dar oportunidade aos professores de discutir as suas práticas, ajudando-os a desenvolver uma progressiva conscientização em relação às concepções epistemológicas presentes nas suas estratégias de ensino. Estes autores recomendam que a vertente epistemológica deve ser inserida nos objetivos, nas estratégias e nas atividades a serem desenvolvidas, enfim, devem ser evidenciadas a partir da análise da própria prática do ensino.

De qualquer forma, os novos currículos têm incentivado a inclusão de aspectos que apresentam uma imagem mais rica de ciência e o êxito desta tentativa depende, também, da inclusão de cursos sobre história e filosofia da ciência direcionados ao professor de ciências em formação e ao professor em exercício (Matthews, 1994a).

Uma formação adequada dos professores de Ciências deve contemplar, além do conteúdo específico de cada uma das áreas do conhecimento, aspectos relacionados com “*as finalidades da ciência, seus métodos, suas relações com a sociedade e a tecnologia, a natureza do conhecimento científico e a própria construção da ciência*”. Entre as propostas colocadas por estes autores quanto às alterações a serem realizadas nos cursos de formação inicial dos professores das Ciências Naturais, uma delas é a possibilidade de que os futuros professores integrem as equipes de investigação que trabalham nas universidades ou nos institutos de pesquisa. Esta possibilidade contribuiria para uma melhor compreensão da dinâmica e da riqueza de nuances presentes no processo de produção do conhecimento científico (Thomaz e

outros, 1996). É importante também considerar que muitos cientistas, professores de disciplinas de conteúdo específico nos cursos de formação de professores na área das Ciências Naturais, nem sempre estão preparados para discutir questões relacionadas com o processo de produção do conhecimento científico e os seus conhecimentos sobre aspectos históricos de sua própria disciplina são muito pobres. Desta forma, a interação com profissionais da área da filosofia da ciência é fundamental, para que estas dificuldades relacionadas com o ensino possam ser contornadas (Gil-Perez, 1996)

Uma possibilidade interessante apontada por estes autores é a de transformar os programas de formação de professores em uma atividade de pesquisa que possibilite aos professores estudantes reconsiderar o que se compreende por conteúdo e sensibilizá-los para a inclusão de temas relacionados com a natureza da ciência.

Além destas possibilidades, consideramos pertinente destacar a sugestão de Matthews (1994a) no sentido de que questões relacionadas com história e filosofia da ciência sejam introduzidas aos professores a partir de necessidades sentidas pelos mesmos, através de suas atividades de ensino ou desenvolvimento profissional. Será necessário focalizar a atenção nas condições de trabalho do professor para que através de “*novos caminhos possam encorajá-los a olhar a ciência através de novos olhos*” (Brickhouse, 1989).

Referências bibliográficas

- Abell, S. K. e D. C. Smith. (1994). What is Science?: preservice elementary teachers' conceptions of the Nature of Science. In: *Int. J. Sci. Educ.* 16(4), pp. 475-487.
- Alters, B. J. (1997). Whose Nature of Science? In: *J. Res. Sci. Teach.* 34(1), pp. 39-55.
- Bizzo, N. M. V. (1992). História da Ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis? In: *Em Aberto*, 11 (55), pp. 29-35.
- Bloom, J. W. (1989). Preservice elementary teachers' conceptions of science: science, theories and evolution. In: *Int. J. Sci. Educ.* 11(4), pp. 401-415.
- Borges, G. L. (1982). *A Utilização do Método Científico em Livros Didáticos de Ciências para o 1º Grau*. Campinas, Faculdade de Educação/UNICAMP. (Dissertação de Mestrado).
- Brasil. Ministério da Educação e do Desporto. (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais - Temas Transversais. - 3º. e 4º. Ciclos*.
- _____. Ministério da Educação e do Desporto. (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências Naturais. - 3º. e 4º. Ciclos*.
- Brickhouse, N. W. (1989). The teaching of the philosophy of science in secondary classrooms: case studies of teachers' personal theories. In: *Int. J. Sci. Educ.* 11(4), pp. 437-449.
- Carvalho, L. M. (1989). *A Temática Ambiental e a Escola de 1º. Grau*. São Paulo, Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação. (Tese de Doutorado).
- _____; Campos, M. J. O.; Cavaliari, R. M.; Marques, A.; Mathias, A e Bonotto, D. (1996). Enfoque Pedagógico. Conceitos, Valores e Participação Política. In: Trajber, R. e Manzochi, L. H. *Avaliando a Educação Ambiental no Brasil: materiais impressos*. São Paulo, Edit. Gaia.
- _____. (1998). Para que ensinar Ciências no mundo contemporâneo? Campinas, UNICAMP, In: *Atas do I Encontro de Formação Continuada de Professores de Ciências*, 29 - 47.

- England And Wales. (1995) *Science in the National Curriculum*. London, Department for Education.
- Feisinger, P. L. Margutti e R. D. Oviedo. (1997). School yards and nature trails: ecology education outside the university. In: *Trends Ecol. Evol.* 12(3), pp. 115-120.
- Fracalanza, H. O. (1982). *O conceito de Ciência veiculado por atuais livros didáticos de Biologia*. Campinas, Faculdade de Educação/UNICAMP. (Dissertação de Mestrado).
- _____; Amaral, I. A. e Gouveia, M. S. F. (1986). *O ensino de Ciências no 1º Grau*. São Paulo, Atual.
- _____. (1992). *Crise ambiental e ensino de ecologia: O conflito na relação homem - mundo natural*. Campinas, Faculdade de Educação/ UNICAMP (Tese de Doutorado).
- Gallagher, J. J. (1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. In: *Science Education* 75(1), pp. 121-133.
- Gil-Pérez, D. (1996). New trends in science education. In: *Int. J. Sci. Educ.*, 18(8), pp. 889-901.
- Gustafson, B. J. e Rowell, P. M. (1995). Elementary preservice teachers: constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. In: *Int. J. Sci. Educ.* 17(5), pp. 589-605.
- Jegede, O. J. (1997). School science and the development of scientific culture: a review of contemporary science education in Africa. In: *Int. J. Sci. Educ.* 19(1), pp. 1-20.
- Jorge, M. M. (1991). Educação em Ciência: perspectivas atuais. In: Oliveira, M. T. M. *Didactica da Biologia*. Lisboa, Universidade Aberta, pp. 31-41.
- King, B. B. (1991). Begining Teachers' Knowledge of and attitudes toward history and philosophy of science. In: *Sci. Educ.*, 75 (1), pp. 135-142.
- Koulaidis, V. e Ogborn, J. (1989). Philosophy of Science: an empirical study of teachers' views. In: *Int. j. Sci. Educ.* 11(2), pp. 173-184.
- _____. e Ogborn. (1995). Science teachers' philosophical assumptions: how well do we understand them? In: *Int. J. Sci. Educ.* 17(3), pp. 273-283.
- Krasilchik, M. (1986). Educação Ambiental na escola brasileira - passado, presente e futuro. In: *Ciência e Cultura*. 38 (12), pp. 1958-1961..
- Lakin, S. e Wellington, T. (1994). Who will teach the "nature of science"?: teachers' views of science and their implications for science education. In: *Int. J. Sci. Educ.* 16(2), pp. 175-189.
- Lederman, H. G. (1992) Students' and teachers' conceptions of the Nature of Science: A review of the research. In: *Journal of Research in Science Teaching*. 29(4), pp. 331-359.
- Mattews, M. R. (1994a). História, Filosofia y Enseñanza de las Ciencias: La aproximación actual. In: *Enseñanza de las Ciencias*. 12(2), pp. 255-277. 1994a.
- _____. (1994b). *History, Philosophy, and Science Teaching*. New York, Routledge.
- Millar, R. e Osborne, J. (1998). Beyond 2000: Science education for the future. The report of a seminar series funded by The Nuffield Foundation. London, King's College London, School of Education.
- Miller, J. D. (1983) Scientific Literacy: a conceptual and empirical review. In: *Daedalus*. 112(2), pp. 29-48.
- Praia, J. e Cachapuz, F. (1994). Un analisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conoimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. In: *Enseñanza de las Ciencias*. 12 (3), pp. 350-354.

- São Paulo (1988). Secretaria de Estado da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Proposta curricular para o ensino de Biologia - 2º. grau*. São Paulo, SE/CENP.
- _____. (1992) Secretaria de Estado da Educação. *Proposta curricular para o ensino de Ciências e programas de saúde*. São Paulo, Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas.
- Solomon, J. (1991). Teaching about the Nature of Science in the British National Curriculum. In: *Science Education*. 75(1), pp. 95-104.
- _____.; Duveen; J.; Scot, L. e McCarthy, S. (1992). Teaching about the nature of science through history: action research in the classroom. In: *J. Res. Sci. Teach.* 29(4), pp. 409-421.
- Thomaz, M. F.; Cruz, M. M.; Martins, I. P. e Cachapuz, A. F. (1996). Concepciones de futuros profesores del primer ciclo de primaria sobre la naturaleza de la ciencia: contribuciones de la formación inicial. In: *Enseñanza de las Ciencias*. 14 (3), pp. 315 - 322.
- Trivelato, S. L. F. (1993). *Ciência/Tecnologia/Sociedade: Mudanças Curriculares e Formação de Professores*. São Paulo, Faculdade de Educação, USP. (Tese de Doutorado)
- _____. (1994). Ensino de Ciências e movimento CTS (Ciência/Tecnologia/Sociedade). In: *Escola de Verão de Prática de Ensino*. Serra Negra/São Paulo, Faculdade de Educação/USP, pp. 145-150.
- Wright, E. L. e G. A. Govindarajan. (1992) A vision of biology education for the 21 st century. In: *The American Biology Teacher*. 54(5), pp. 269-274.