

# CIÊNCIA, CONHECIMENTO CIENTÍFICO E IDEIAS DE CIENTIFICIDADE NO ENSINO E NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

**Science, scientific knowledge and the idea of scientificity in the education and preparation of Science teachers**

**Ciencia, conocimiento científico y los ideales de cientificidad en la enseñanza y la formación de profesores de Ciencias**

Fabrício do Nascimento \*

---

**RESUMO:** Neste artigo são discutidos os principais aspectos epistemológicos que fundamentam e orientam a atividade científica e analisadas suas influências no ensino-aprendizagem das ciências e na formação de professores desta área de conhecimento. Segundo a perspectiva sócio-histórica e a idéia de ciência como processo em permanente construção, considera-se que os ideais de cientificidade, que impõem à ciência critérios e finalidades, são transpostos acriticamente ao ensino de Ciências, transformando-se em obstáculos epistemológicos e didáticos, os quais influenciam as práticas cotidianas dos sujeitos e a atuação de professores. Preconiza-se a urgente necessidade de oferecer aos professores de Ciências uma sólida formação científica, numa perspectiva reflexiva, crítica e cidadã. Refletindo e atuando criticamente sobre seu papel e sobre as possibilidades educativas do ensino de Ciências, poderão auxiliar os alunos a construir saberes estratégicos e a realizarem uma leitura mais elaborada da realidade em que vivem, com vistas à sua transformação.

---

**Palavras-chave:** Ciência e ensino de Ciências, epistemologia e didática do ensino de Ciências, formação de professores de Ciências.

**ABSTRACT:** In this article, we discuss the main epistemological aspects that support and guide the scientific activity. We also analyze its influences on both the science teaching/learning process and the preparation of teachers. According to the socio-historical perspective and the idea of science as an ever building process, we consider that the ideals of scientificity, which set criteria and purposes, are transposed uncritically to the teaching of science, transforming themselves in epistemological and didactic obstacles that influence the subjects' daily practices and the teachers' work. We call the attention to an urgent need to offer science

---

\* Docente da Universidade Federal de São Carlos - *Campus* Sorocaba – DCHE (Departamento de Ciências Humanas e Educação). Contato: fnascimento@ufscar.br

teachers a solid scientific training from a reflexive, critical and citizen point of view. Critical reflection about both the role and the educational possibilities of science teaching may help students formulate strategic skills and perform a more elaborate reading of the reality they live in, aiming its transformation.

---

**Keywords:** Science and Science teaching, epistemology and didactic approach of Science teaching, preparation of Science teachers.

**RESUMEN:** En este trabajo se discute los principales aspectos epistemológicos orientadores de la actividad científica y sus influencias en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, y en la formación de los profesores de dicha área de conocimiento. A través de la perspectiva socio-histórica y de una idea de ciencia como proceso en permanente construcción, se considera que los ideales de científicidad, los cuales determinan criterios y finalidades a la ciencia, son llevados de manera poco crítica a la enseñanza de las ciencias, convirtiéndose en obstáculos epistemológicos y didácticos, que influyen en las prácticas cotidianas de los sujetos y en la actuación de los profesores en las escuelas. Se defiende la idea de ofrecer a los profesores de ciencias una formación científica reflexiva, crítica y ciudadana. Reflejando críticamente respecto a su papel y a las posibilidades educativas de la enseñanza de las ciencias, tendrán mejores condiciones de ayudar a los alumnos en la construcción de conocimientos estratégicos y en la interpretación más elaborada de la realidad en la que viven, visando a su transformación.

---

**Palabras clave:** Ciencia y enseñanza de las Ciencias, epistemología y didáctica de las Ciencias, formación del profesorado de Ciencias.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento científico resulta da relação que se estabelece entre o sujeito cognoscente e o objeto a ser conhecido, num processo que revela o mundo em sua riqueza e diversidade.

Sua produção não pode ser considerada como um resultado exclusivo da razão, pois sofre as determinações dos sentidos, das crenças e dos valores dos sujeitos que o produzem.

A ciência moderna organizou-se a partir da dicotomia subjetivo/objetivo, da realização de observações cuidadosas e da experimentação, considerando a idéia de que o fenômeno observado é sempre o mesmo e obedece a leis universais, independentemente do observador. Nessa perspectiva, a ciência passa a restringir a experiência da natureza por eliminar os aspectos subjetivos inerentes aos processos de investigação. Ao procurar ser objetiva, a ciência exclui qualquer referência à experiência

subjetiva individual ou coletiva e age como se a humanidade não existisse (KNELLER, 1980).

Construídos a partir da ação do sujeito na investigação do real, os fatos científicos apresentam-se perpassados por ideologias, valores e crenças, não sendo, portanto, apenas dados empíricos espontâneos advindos da experiência cotidiana.

A atividade científica contemporânea tem um caráter construtivista, haja vista que fatos e fenômenos científicos novos podem exigir a elaboração de novos métodos de pesquisa, novas tecnologias e novas teorias. Segundo a concepção construtivista, a ciência caracteriza-se como uma possibilidade de construção de modelos explicativos da realidade e não como uma representação da própria realidade.

A ciência não se desenvolve linear, progressiva e continuamente, mas por saltos e revoluções (BACHELARD, 1977). Embora continuidades e rupturas epistemológicas marquem a construção do conhecimento científico, a ciência é a confiança que a cultura ocidental deposita na razão como capacidade para conhecer a realidade, mesmo que esta seja essencialmente construída pela atividade racional (CHAUÍ, 1997).

## **CIÊNCIA: PROCESSO E PRODUTO**

A ciência procura promover o crescimento controlado do saber e aperfeiçoar os meios que tornam possível seu desenvolvimento, sendo sua principal característica a adaptação constante entre um sistema representativo formalista e um sistema de ação construído segundo seqüências operatórias submetidas a um rigoroso controle, ou seja, entre a teoria e a experimentação ou a observação controlada (STORT, 1993).

A atividade experimental é, também, determinada ideologicamente, pois o dinamismo anterior ao próprio ato de compreensão do real mostra-se subjacente ao produto da atividade cognoscente (CHAUÍ, 1997).

O conhecimento científico caracteriza-se como um processo de construção do real e como produto que forma um conjunto de informações sobre o real sistematizado, elaborado e organizado. Processo e produto representam momentos dependentes, relativamente autônomos, possuem características distintas e não são negadores entre si, porém, é no momento de concretização do processo que a potencialidade transformadora do ato de apropriação do real manifesta-se plenamente, pois esse é o espaço da ideologia, da contradição e da história (LEITE, 1994).

Enquanto produto, a ciência é neutra, objetiva e impessoal. O conhecimento científico é estático, acabado e cumulativo; restringe-se a um conjunto de informações descontextualizadas e acríticas a respeito da

realidade; não evidencia a dimensão ideológica inerente ao processo de investigação, representando apenas um determinado momento do real; encobre os conflitos relacionados à produção e sistematização do saber científico através da apresentação de informações aparentemente harmoniosas, organizadas e lógicas; e não evidencia as contradições sociais que fundamentam as idéias e os conceitos, pois representa o resultado acabado, pronto e arrumado do processo de desvendamento do real. Como processo, a ciência é construtiva, parcial, subjetiva e condicionada política, econômica, social e culturalmente. O conhecimento científico é dinâmico, inacabado, provisório e contextualizado; traz subjacente compromissos e interesses que contestam sua universalidade, objetividade e neutralidade; e evidencia sua dimensão ideológica por meio de diferentes concepções e formas de explicação do mundo (LEITE, 1994).

## **O SENSO COMUM E O CONHECIMENTO CIENTÍFICO**

A realidade vivencial é construída pelos sujeitos a partir da articulação entre os eventos cotidianos e os fatores que determinam suas conseqüências. Tais aspectos são interdependentes e não apresentam significado próprio, porém, em contínuo movimento na dinâmica social, o sujeito atribui significado à realidade que constrói e integra.

A ciência e a tecnologia têm representação social concreta e, enquanto sistema de conhecimentos e como conjunto constituído pelo saber/fazer, muitas vezes orientam a vivência dos sujeitos.

Inicialmente, a ciência é percebida pelo sujeito como algo distante, aparentemente sem qualquer influência direta sobre o conjunto de conhecimentos inerentes à sua realidade vivencial. No entanto, adquirindo importância social o conhecimento científico passa a difundir-se e torna-se significativo, pois a visão científica do mundo invade profundamente o sistema de representações dos sujeitos e o transforma (STORT, 1993). Dessa forma, o sistema ciência/tecnologia atinge a realidade vivencial do sujeito e a ciência passa a questionar o saber cotidiano.

O conhecimento científico representa apenas uma parcela limitada da cultura elaborada, sendo uma forma, dentre as diversas, de compreensão da realidade, assim, não pode ser dotado de supremacia sobre as demais formas de conhecimento (AMARAL, 1991). O estabelecimento de um diálogo crítico entre o conhecimento científico sistematizado e o conhecimento proveniente do senso comum pode facilitar a compreensão das rupturas e continuidades inerentes a estas formas de conhecimento.

O conhecimento científico pode caracterizar-se como uma possibilidade de intervenção criadora do sujeito em sua realidade, tendo em vista sua (re)construção e/ou sua transformação.

O senso comum ou conhecimento espontâneo caracteriza-se como a primeira forma de compreensão do mundo pelos sujeitos. A desarticulação entre o conhecimento científico sistematizado e o conhecimento proveniente do senso comum inviabiliza o entendimento das complexas relações existentes entre as teorias científicas/técnicas, ciência pura/aplicada e teoria/prática, o que permite ao sujeito identificar as ciências apenas pelos resultados de suas aplicações, favorecendo o surgimento do cientificismo, da fusão ciência/técnica e do mito da neutralidade científica:

Como resultado desse processo, o sujeito passa a acreditar na falsa idéia de que a ciência pode e deve conhecer tudo por representar a explicação causal da realidade tal como é em si mesma, visto que percebe a ciência não pelo trabalho científico, mas por seus resultados como forma de poder social e de controle do pensamento humano. Portanto, o sujeito passa a aceitar a ideologia da competência, isto é, a idéia de que há, na sociedade, os que sabem e os que não sabem, que os primeiros são competentes e têm o direito de mandar e de exercer poderes, enquanto os demais são incompetentes, devendo obedecer e ser mandados. Em resumo, a sociedade deve ser dirigida e comandada pelos que “sabem” e os demais devem executar as tarefas que lhes são ordenadas (CHAUÍ, 1997, p. 281).

De forma geral, o senso comum tende a identificar o conhecimento científico a partir de seus efeitos tecnológicos, o que faz com que o sujeito deixe de perceber que a ciência faz parte das formas econômicas e produtivas da sociedade, as quais promovem significativas mudanças sociais na divisão social do trabalho, produção, distribuição de bens e formas de consumo.

## **A CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

A ciência inicia-se pela experiência, pois é através da atividade prática que o conhecimento da realidade objetiva torna-se possível, na medida em que a prática coloca o sujeito em contato com a natureza (FRANCO, 1986).

Por si mesma, a prática não se esclarece, porém, contribui para a reorientação e/ou reelaboração da teoria. Por sua vez, a teoria fundamenta e confere sentido à prática, não no sentido de reduzir-se a esta:

As ideias não existem separadas do plano objetivo e, portanto, desligadas da prática ou sem utilidade para esta, assim como não há um trabalho nem ação prática sobre o mundo material, que não dê em resultado uma representação teórica e não determine o aparecimento de novas ideias ou a descoberta de relações inéditas entre estas. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 45)

Segundo a concepção construtivista, a ciência não representa mera acumulação de conhecimentos historicamente produzidos, pois caracteriza-se como polêmica reconstrutiva e inovação como processo (DEMO, 1995). Sendo produção histórica e patrimônio da humanidade, a ciência deve ser colocada à disposição de todos os cidadãos, pois a educação assume a tarefa de socializar esse conhecimento produzido, institucionalizando os mecanismos sociais de sua produção/transmissão (MACHADO, 1996).

Enquanto resultado de um longo e complexo processo histórico, o conhecimento científico está em constante revisão e aprimoramento, estando sujeito a grandes e rápidas transformações.

No entanto, no âmbito escolar esse conhecimento é apresentado como verdade eterna, imutável, inquestionável. Nem sequer as ciências naturais são ensinadas como tal, isto é, experiências são feitas sem explicar o papel que desempenham na forma de conhecer da ciência empírica; não se explica o que seja a ciência empírica nem seu método; as leis científicas são apresentadas como se fossem definições; não são proporcionados os rudimentos necessários sobre a história das ciências, as origens desse tipo de conhecimento, sua evolução e modificações (TORRES, 1994, p. 98).

O ensino de Ciências não evidencia o dinamismo de um processo histórico determinado, pois o que é transmitido aos alunos é o resultado de erros corrigidos (JAPIASSÚ, 1981). O conhecimento científico, portanto, passa a ser visto pelos alunos como verdade absoluta, acabada e inquestionável, o que favorece a mitificação da ciência e do processo de produção do conhecimento científico.

O conhecimento científico veiculado pela escola também não é neutro ou objetivo, mas relacionado, ordenado e estruturado segundo uma lógica subjacente, nem sempre explicitada, representando o resultado de um confronto entre diferentes alternativas de compreensão e de concretização do mundo (LEITE, 1994).

Esse conhecimento não se caracteriza como produto estático, mas representa um conjunto de informações comprometidas com determinada visão de mundo que se manifesta no processo de compreensão e investigação do real, sendo, portanto, portador de interesses, ideologias e compromissos (CHAUÍ, 1997).

Para que os alunos possam questionar a ciência como atividade neutra e objetiva; construir uma visão de ciência como processo em permanente construção; e apropriar-se de conhecimentos científicos relevantes para a compreensão e possível transformação da realidade, é essencial que no ensino de Ciências sejam desenvolvidas atividades que lhes possibilitem a vivência da investigação em perspectiva reflexiva e crítica, o

que requer a superação da mera transmissão de conhecimentos fragmentados e descontextualizados, fundamentados pela abordagem tradicional do processo de ensino-aprendizagem e em uma visão de ciência como produto acabado.

### **A APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO**

A apropriação do conhecimento científico pressupõe a ação do aluno sobre o objeto a ser conhecido. Em função da ação/reflexão e a partir de seus próprios referenciais, o aluno confere significado ao conhecimento. Desse modo, as formas culturais internalizam-se e constituem-se no material simbólico que medeia sua relação com os objetos de conhecimento (VYGOTSKY, 1984).

A aprendizagem ocorre quando novos significados são atribuídos pelos alunos aos fatos e conceitos em um processo de interação, ou seja, quando os novos conceitos dialogam com suas percepções acerca dos fenômenos ou acontecimentos. Nesse processo, é necessário considerar que um fato científico caracteriza-se como uma aparência, como uma ocorrência acrescida de enunciado, que diferirá para cada aluno a partir de seus próprios referenciais (ZANETIC, 1991).

A construção do conhecimento científico não se restringe meramente ao objeto a ser conhecido, pois este processo pressupõe uma interação entre os conceitos científicos e os aspectos inerentes à realidade vivencial dos alunos. Nesse sentido, o movimento dialético da ação escolar acrescenta novas determinações aos conceitos espontâneos ou ao saber cotidiano, enriquecendo-os, sem excluí-los (SAVIANI, 1991). De forma reflexiva, crítica e considerando o que os conhecimentos prévios não conseguem explicar, a apropriação de conhecimentos científicos relevantes pode favorecer aos alunos uma explicação mais elaborada do mundo, um retorno mais crítico à realidade em que vivem e, possivelmente, a construção de referenciais para sua transformação.

Segundo a perspectiva sócio-histórica, o movimento cognitivo de aprendizagem inicia-se pela ação, prosseguindo para a reflexão, retornando novamente à ação, de modo que esta se diferencia da ação inicial por seu caráter mais crítico, tanto ao nível científico como social, o que se deve aos novos conhecimentos construídos, acompanhados pela reflexão correspondente (AMARAL, 1991).

A aprendizagem dos conhecimentos científicos parte, portanto, da natureza social e socializadora da educação escolar. Ensinar requer o estabelecimento de uma série de relações que devem conduzir os alunos à elaboração de representações pessoais sobre o objeto de aprendizagem, pois estes irão construir o conhecimento científico em função de suas

experiências e dos instrumentos que lhes permitem construir uma interpretação pessoal e subjetiva dos assuntos estudados.

Aprender significa elaborar uma representação pessoal do conteúdo de aprendizagem, torná-lo próprio, interiorizá-lo, integrá-lo aos próprios esquemas de conhecimento. Esta representação parte dos conhecimentos que os alunos já têm e que lhes permitem conectar com os novos conteúdos, atribuindo-lhes maior significatividade (ZABALA, 1998).

Para que o ensino de Ciências seja desenvolvido de forma reflexiva e crítica é necessário superar o mero oferecimento de conteúdos acabados aos alunos, pois estes devem ter oportunidades de atualizar seus esquemas de conhecimento, contrastando-os com o que é novo; de identificar similaridades e discrepâncias e integrá-las em seus esquemas de pensamento; e de verificar se os novos conhecimentos são coerentes em termos de explicação de fenômenos e/ou de interpretação da realidade em que vivem. À medida que os alunos estabelecem relações não arbitrarias entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos pode-se dizer que está ocorrendo uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1983; ZABALA, 1998).

Quando tais aspectos não são considerados no processo de apropriação do conhecimento científico, a aprendizagem que se realiza pode ser superficial e mecânica, por envolver um escasso número de relações entre o conhecimento científico sistematizado e os esquemas de conhecimento presentes na estrutura cognoscitiva dos alunos.

A elaboração de representações sobre o conhecimento científico não pode ser deixada apenas sob a responsabilidade do aluno, pois não é possível garantir que este conhecimento passe espontaneamente a fazer parte de sua cultura elaborada. Dessa forma, o professor deve tornar-se um participante ativo do processo de construção de conhecimentos, cujo centro não é a matéria a ser estudada, mas o aluno que atua sobre o conteúdo que deve aprender (MAURI, 1998).

O professor de Ciências deve promover o contato dos alunos com os saberes científicos; considerar seus conhecimentos prévios; organizar atividades didáticas que lhes possibilitem aprender de modo crítico, reflexivo e significativo; e auxiliar pedagogicamente os alunos para que possam atribuir significados aos conhecimentos construídos.

Em um processo educativo consistente, os alunos passam a perceber-se como sujeitos e a compreender as situações de ensino-aprendizagem, pois esta percepção influi na maneira de situarem-se ante os novos conteúdos, como também em sua aprendizagem (SOLÉ, 1993).

O processo de ensino-aprendizagem das ciências não pode ser visto de maneira essencialmente cognitiva. No entanto, na escola os



conhecimentos científicos são ensinados e apresentados sistematicamente como um sistema inter-relacionado de idéias. Apesar de levar os alunos à metacognição, ao domínio e controle consciente do sistema conceitual e ao uso de seus próprios esquemas de pensamento, na escola a atividade mental não pode limitar-se exclusivamente à ação compreensiva (SOLÉ e COLL, 1998).

Para que a aprendizagem seja significativa, o ensino de Ciências deve garantir aos alunos a vivência de um processo educativo que permita o estabelecimento de vínculos não-arbitrários entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos; a superação de atividades baseadas em mero fazer didático; uma intensa atividade de reflexão, reelaboração e construção pessoal dos conceitos científicos; a significação de conceitos e princípios científicos; e a apropriação de conhecimentos relevantes científica e socialmente que possam ser utilizados na interpretação de situações novas, na construção de outras idéias e na compreensão crítica da realidade.

Considerando que os conteúdos científicos escolares fazem parte da cultura e do conhecimento científico sistematizado e universalmente válido, a construção de conhecimentos pelos alunos caracteriza-se como uma construção peculiar e própria:

(...) constrói-se algo que já existe, o que naturalmente não impede a construção, o atribuir significado pessoal, embora obrigue que ela se realize em determinado sentido: justamente aquele que aponta a convenção social em relação ao conteúdo concreto. (SOLÉ e COLL, 1998, p. 22)

A apropriação do conhecimento científico é, portanto, um processo de construção de significados a partir de uma rede comunicativa que se estabelece entre os conhecimentos prévios dos alunos e o conhecimento científico sistematizado desenvolvido na escola.

## **O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E A REALIDADE VIVENCIAL DOS ALUNOS**

A sociedade científica e tecnológica atual tem afastado os sujeitos de seu ambiente e de sua cultura, porém, a apropriação de conhecimentos científicos de forma reflexiva e crítica pode favorecer ao mesmo a realização de uma leitura crítica do mundo e da realidade em que se insere (ZANETIC, 1991).

Enquanto condição necessária, ainda que não suficiente, a educação científica pode contribuir no processo de transformação da sociedade, pois

na formação do sujeito considera, também, o plano subjetivo da formação crítica e da conscientização.

Nessa perspectiva, a escola pode tornar-se o espaço de integração entre o conhecimento produzido pelo senso comum, a realidade cotidiana e o conhecimento sistemático e universal produzido pelas diferentes ciências (AMARAL, 1991). O ensino de Ciências, portanto, pode vir a representar para o aluno a possibilidade de desencadeamento de processos emancipatórios, ainda que em ambiente de simplicidade no âmbito de sua realidade vivencial. Pode, também, favorecer ao aluno a superação da compreensão pouco crítica que este traz da própria realidade, na medida em que proporciona condições para conhecê-la e analisá-la criticamente, através de formas mais elaboradas e abstratas de pensamento.

Tendo por finalidade colaborar com a difícil tarefa de construir o novo homem e a nova sociedade, amplamente marcados pela ciência e pela tecnologia (SILVA, 1992), o ensino de Ciências deve considerar a articulação entre o conhecimento científico sistematizado e o conhecimento proveniente do senso comum, possibilitando aos alunos a passagem do nível da aparência para o nível da interpretação científica (MENEZES, 1987).

O ensino de Ciências deve ir além do olhar crítico sobre os aspectos cientificistas de exatidão, formalismo, sistematização e objetividade, tendo em vista favorecer a transcendência do cotidiano e o surgimento de questões reveladoras da realidade do aluno onde a subjetividade pode promover a construção de novas e importantes significações.

É necessário que o aluno encontre possibilidades de superar a visão lógico-linear da atividade científica, amplamente reforçada pela forma como vêm sendo desenvolvidos os conteúdos de ensino das ciências na escola. Somente assim é que poderá estabelecer um diálogo crítico com o mundo e com sua realidade, a partir da construção de saberes significativos e estratégicos do ponto de vista da transformação social.

## **A CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS**

Enquanto atividade complexa, o ensino de Ciências não é determinado apenas pelas condições mais imediatas de formação e atuação dos professores, pois aspectos político-econômicos e ideológicos; as condições objetivas de trabalho que encontram no exercício da profissão; suas visões de mundo e suas concepções de educação e de ciência fundamentam e orientam suas práticas educativas.

Os ideais de cientificidade que impõem à ciência critérios e finalidades mostram-se explícitos ou subjacentes às práticas educativas dos professores, transformando-se em verdadeiros obstáculos epistemológicos e/ou didáticos no desenvolvimento de seu ensino.

Muitos dos problemas do ensino de Ciências apresentam uma origem epistemológica, pois a visão de ciência objetiva, neutra, descontextualizada e destituída de influências ideológicas em seus processos de produção e utilização apresenta-se nos cursos de formação docente concretizados nos discursos e nas práticas educativas dos professores formadores durante o desenvolvimento das atividades de formação profissional. Desse modo, os professores de Ciências em formação passam a assumir de modo inconsciente e/ou pouco crítico tais ideais de cientificidade, os quais influenciarão significativamente suas práticas educativas (NASCIMENTO, 2009).

Ainda durante o curso de formação, mas principalmente durante sua atuação profissional, esta visão de ciência passa a articular-se com suas teorias implícitas sobre a educação e o ensino de Ciências, refletindo-se diretamente no ensino que desenvolvem, tornando o ensino de Ciências uma atividade que pouco contribui para uma formação crítica e cidadã aos alunos.

A ênfase desses cursos restringe-se ao oferecimento de informações, fatos e conceitos científicos aos futuros professores e à realização de atividades didáticas e experimentos com a finalidade de validar e/ou concretizar as teorias estudadas, segundo o movimento observação-experimentação-fato/conceito ou experimentação-fato/conceito.

Por vivenciar atividades dessa natureza de modo pouco crítico durante o período de formação profissional, os professores de Ciências passam a reproduzir tais aspectos no ensino que desenvolvem.

Nos cursos de formação docente, a ciência não se caracteriza como parte da cultura da sociedade, o que favorece ao futuro professor a aquisição de uma visão de ciência institucionalizada e de caráter formal, que deve ser criticada e superada. A história da ciência, suas bases teóricas e os modos de produção do conhecimento científico ainda mostram-se ausentes nesses cursos. É necessário, portanto, promover rupturas com essas idéias e mudanças profundas nos cursos de formação de professores de Ciências.

Considerando a importância da educação científica nos âmbitos social, de participação democrática e de intervenção na melhoria da qualidade de vida dos sujeitos, muitos são os desafios que se apresentam para a formação de professores de Ciências.

Segundo o pressuposto da formação docente no quadro da compreensão pública da ciência (VEIGA, 2002), formar professores de Ciências pressupõe conceber e praticar uma formação científica que possibilite aos mesmos a apropriação de conhecimentos relevantes do ponto de vista científico, social e cultural; a aprendizagem de estratégias de ensino e técnicas didáticas diversificadas; possibilidades de aprender a pensar e

ensinar (MARCELO, 1988, 1999); e estímulo à motivação, à curiosidade, à problematização, ao posicionamento crítico e à participação democrática responsável (SOUSA SANTOS, 2000).

Nesse sentido, é necessário levar os professores ao desenvolvimento de atitudes reflexivas diante de problemas educativos e situações incertas; da imaginação criadora; do desejo de investigar; e da compreensão do caráter aleatório e caótico colocados pela relação ciência-tecnologia-sociedade. Essa perspectiva de formação pressupõe o estabelecimento de reflexões sobre a atividade científica e tecnológica e suas relações com a sociedade e a educação.

O acelerado processo de produção de conhecimentos científicos e tecnológicos deve levar o professor de Ciências a desenvolver uma forma de pensar que lhe possibilite refletir constantemente sobre aspectos didáticos, de ação educativa, de compreensão e de sentido a respeito da realidade física, natural e humana, tendo em vista transformar as estruturas de sentido assumidas acriticamente.

Esse processo deve considerar a possibilidade dos professores em formação virem a analisar de modo reflexivo e crítico as situações e os problemas científico-tecnológicos atuais que tenham implicações sociais, superando as formas pouco críticas de analisar as relações existentes entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente:

(...) trata-se de promover abordagens em que a incerteza não seja banida, mas gerida; em que os valores não sejam pressupostos, mas sim explicitados; em que a dimensão histórica, incluindo a reflexão sobre o passado e o futuro, torne-se parte integrante da caracterização científica da natureza; em que o local e o processo sejam relevantes para a explicação do mundo. (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1993, p. 47)

No processo de formação de professores de Ciências deve prevalecer um conhecimento-emancipação (FIORI, 1986; NASCIMENTO, 2009).

A formação de professores de Ciências deve ser desenvolvida de forma a superar a mera transmissão de fatos e conceitos científicos e o oferecimento de técnicas didáticas. É fundamental que se apropriem de conhecimentos científicos e pedagógicos relevantes; conheçam as ideologias que regem a sociedade e se manifestam nos processos educativos; assim como os aspectos que orientam e determinam suas práticas educativas. Refletindo criticamente sobre seu papel e sobre as possibilidades educativas do ensino de Ciências, os professores poderão desenvolver uma maior competência pedagógica e auxiliar os alunos na construção de saberes estratégicos.

Os cursos de formação de professores de Ciências devem, portanto, levar os futuros professores a apropriarem-se de conhecimentos científicos e pedagógicos relevantes social, cultural e socialmente; ao desenvolvimento da capacidade de reflexão crítica constante sobre a própria atuação; e ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisões em situações reais e planejadas de ensino. Nesse processo, a reflexão sobre suas próprias práticas educativas pode favorecer-lhes a construção de uma teoria adequada à singular situação na qual se encontram e possibilitar-lhes a aprendizagem de estratégias de ação educativas (PÉREZ GÓMEZ e GIMENO SACRISTÁN, 1996).

A partir da articulação das habilidades de reflexão e de ação em atitude crítica, criativa e reconstrutiva, os futuros professores de Ciências deverão desenvolver a capacidade de elaborar projeto pedagógico próprio, à medida que movimentam-se como sujeitos no espaço do conhecimento (DEMO, 1995).

O processo de formação de professores de Ciências deve considerar, também, a construção coletiva de propostas educativas no âmbito da escola de educação básica, privilegiando esta instituição como um espaço de desenvolvimento profissional para que alcancem a estrutura profissional desejada (MEDINA E DOMÍNGUEZ, 1989; NÓVOA, 1992; MARCELO, 2009).

Melhorar a formação científica de professores requer um esforço solidário que reforce o papel da socialização e da valorização humana na escola, o que pressupõe considerar os futuros professores de Ciências como pessoas cidadãs, sobre as quais recaem responsabilidades profissionais e sociais (VEIGA, 2002).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando o caráter prático da produção do conhecimento científico e a necessidade de sua divulgação/utilização na sociedade contemporânea, o poder e a autoridade da ciência caracterizam-se como fontes de ideias que concretizam-se em novas tendências para a transformação do ensino de Ciências.

As idéias e concepções dos cientistas a respeito da ciência, dos métodos e procedimentos de investigação são disseminadas e repassadas ao sistema educativo, interferindo significativamente no ensino desenvolvido pelos professores. Tais ideias e concepções fundamentam o ensino de Ciências e manifestam-se no estabelecimento de temas e conteúdos, nas estratégias didáticas e nos métodos de ensino.

Apesar da importância que desempenham a ciência e a tecnologia na sociedade contemporânea, o ensino de Ciências não tem oportunizado aos alunos a formação científica e cidadã preconizada nas propostas educativas.

No âmbito dos cursos de formação, geralmente os futuros professores percebem a ciência a partir de uma perspectiva absolutista (GILBERT, 1992). O absolutismo não é somente uma concepção sobre a ciência, mas uma poderosa teoria implícita sobre o conhecimento que faz com que muitas opiniões e decisões dos professores não levem em conta os aspectos inerentes à sua realidade de atuação (HODSON e REID, 1998). A crença na existência de um conhecimento formado por unidades de verdade científica (POPE, 1985), a teoria cumulativa como forma de explicar o desenvolvimento científico e tecnológico, a identificação da produção do conhecimento científico a partir de aspectos exclusivamente neutros e objetivos, caracterizam-se como algumas das dimensões do absolutismo epistemológico que impregnam o pensamento e a atuação de muitos professores (PORLÁN e RIVERO, 1998).

Desse modo, no âmbito dos cursos de formação de professores de Ciências é fundamental que sejam desenvolvidas atividades relacionadas à história e à epistemologia da ciência como forma de compreensão e possível substituição da concepção de ciência como produto acabado por uma concepção de ciência como processo em construção, assim como que seja considerado o papel do pensamento científico e pedagógico sobre o ensino de Ciências (NASCIMENTO, 2009).

As epistemologias pessoais dos professores caracterizam-se como obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1985) profundos que inibem a possibilidade dos professores adotarem alternativas críticas de interpretar a realidade e ensinar Ciências.

Considerando as relações existentes entre a filosofia das ciências e as teorias científicas e pedagógicas dos professores de Ciências (YOUNG, 1981; HODSON, 1986), a partir da realização de práticas reflexivas, o professor poderá compreender o significado de sua ação pedagógica, os aspectos que fundamentam e determinam o ensino que desenvolve e, conseqüentemente, assumir um compromisso com a formação do cidadão crítico e consciente.

Torna-se necessário superar o caráter fragmentalista e cumulativo da formação de professores de Ciências, considerando o papel estratégico que este ensino representa na sociedade contemporânea.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, I. A. Ambiente, educação ambiental e ensino de ciências. In: SÃO PAULO (Estado). *Ciências na escola de 1º grau - textos de apoio à proposta curricular*. São Paulo: SE/CENP, 1991, p. 39-62.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Ciudad del México: Trillas, 1983.

BACHELARD, G. *Epistemologia*. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

\_\_\_\_\_. *O novo espírito científico*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1985.

CHAUÍ, M. *Convite à filosofia*. São Paulo: Ática, 1997.

DEMO, P. *Desafios modernos da educação*. Petrópolis: Vozes, 1995.

FELT, U. A adaptação do conhecimento científico ao espaço público. In: GONÇALVES, M. E. (org.). *Cultura científica e participação pública*. Oeiras: Celta Ed., 2000, p. 27-43.

FIORI, E. M. Conscientização e educação. *Educação e Realidade*. Porto Alegre, 11 (1), 3-10, 1986.

FRANCO, L. A. C. *Problemas de educação escolar*. São Paulo: CENAFOR, 1986.

FREIRE, P. *Educação como prática da liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

FUNTOWICZ, S. O. e RAVETZ, J. Science for the post-normal age. *Futures*, 25 (7), 740-762, 1993.

GILBERT, J. K. The interface between science education and technology education. *International Journal of Science Education*, 14 (5), 563-578, 1992.

HODSON, D. Philosophy of science and science education. *Journal of Philosophy of Education*, 12, 25-57, 1986.

\_\_\_\_\_. e REID, D. J. Science for all: motives, meaning and implications. *School Science Review*, 88, 653-667, 1998.

JAPIASSÚ, H. *Questões epistemológicas*. Rio de Janeiro: Imago, 1981.

KNELLER, G. F. *Ciência como atividade humana*. Rio de Janeiro: Zahar/EDUSP, 1980.

LEITE, S. B. Considerações em torno do significado do conhecimento. In: MOREIRA, A. F. B. (org.). *Conhecimento educacional e formação do professor*. Campinas: Papirus, 1994, p. 11-25.

MACHADO, O. V. M. *Concepção do ensino de ciências de professores e alunos da escola de 1º grau*. São Paulo: PUC (tese de doutorado), 1996.

MARCELO, C. Análisis de los procesos de selección de contenido y su enseñanza en profesores de educación general básica - principiantes y expertos. In: VILLA, A. (Coord.). *Perspectivas y problemas de la función docente*. Madrid: Narcea, 1988, p. 90-98.

\_\_\_\_\_. *Formación del profesorado para el cambio educativo*. Barcelona: PPU, 1999.

\_\_\_\_\_. Desenvolvimento profissional docente: passado e futuro. *Sísifo. Revista de Ciências da Educação*. 08, p.7-22, 2009.

MAURI, T. O que faz com que o aluno e a aluna aprendam os conteúdos escolares? In: COLL, C. et alii. *O construtivismo na sala de aula*. São Paulo: Ática, 1998, p. 79-122.

MEDINA, A. e DOMÍNGUEZ GARRIDO, M. C. *La formación del profesorado en una sociedad tecnológica*. Madrid: CINCEL, 1989.

MENEZES, L. C. Formar professores: tarefa da universidade. In: CATANI, B. et alii. (Orgs.). *Universidade, escola e formação de professores*. São Paulo: Brasiliense, 1987, p. 115-125.

NASCIMENTO, F. Pressupostos para a formação crítico-reflexiva de professores de ciências na sociedade do conhecimento. In: MIZUKAMI, M. G.. N. e REALI, A. M. M. R. (orgs.). *Teorização de práticas pedagógicas: escola, universidade, pesquisa*. São Carlos: UdUFSCar, 2009, p. 35-72.

NÓVOA, A. *Formação de professores e profissão docente*. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

PÉREZ GÓMEZ, A. I. e GIMENO SACRISTÁN, J. *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata, 1996.

POPE, M. L. *Constructivist goggles: implications for process in teaching and learning*. Paper Presented at the AERA Conference, Sheffield, 1985.



PORLÁN, R. e RIVERO, A. *El conocimiento de los profesores: una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada, 1998.

SAVIANI, D. *Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações*. São Paulo: Cortez, 1991.

SILVA, J. I. A educação e a revolução científica e técnica contemporânea. *Revista ANDE*, 11 (18), 5-13, 1992.

SOLÉ, I. Disponibilidad del aprendizaje y sentido del aprendizaje. In: COLL, C. et alii. *El Constructivismo en el Aula*. Barcelona: Graó, 1993, p. 25-46.

\_\_\_\_\_. e COLL, C. Os professores e a concepção construtivista. In: COLL, C. et alii. *O construtivismo na sala de aula*. São Paulo: Ática, 1998, p. 9-28.

SOUSA SANTOS, B. *A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência*. São Paulo: Cortez, 2000.

STORT, E.V.R. *Cultura, imaginação e conhecimento: a educação e a formalização da experiência*. Campinas: Ed. UNICAMP, 1993.

TORRES, R. M. *Que (e como) é necessário aprender?* Campinas: Papirus, 1994.

VEIGA, M. L. Formar para um conhecimento emancipatório pela via da educação em ciências. *Revista Portuguesa de Formação de Professores*. 2, 49-62, 2002.

VIEIRA PINTO, A. *Ciência e existência*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

YOUNG, R. E. A. Study of teacher epistemologies. *Australian Journal of Education*, 25 (2), 194-208, 1981.

ZABALA, A. *Aprendizaje significativo: el profesor como movilizador de las competencias de sus alumnos*. Barcelona: Grão, 1998.

ZANETIC, J. Ciência, seu desenvolvimento histórico e social - implicações para o ensino. In: SÃO PAULO (Estado). *Ciências na escola de 1º grau - textos de apoio à proposta curricular*. São Paulo: SE/CENP, 1991, p. 7-19.