COPYBEM
PASTA Nº 5
Folhas
F/V

CAPÍTULO 1

Critérios Estruturantes para o Ensino das Ciências

Anna Maria Pessoa de Carvalho

Ensino e aprendizagem são dois conceitos que têm ligações bastante profundas; fazer com que esses dois conceitos representem as duas faces de uma mesma moeda ou as duas vertentes de uma mesma aula é, e sempre foi, o principal objetivo da Didática. Como nos mostra Moura (2001), a possibilidade de organizar o ensino de modo que permita a melhoria da aprendizagem é uma premissa da Didática desde Comenius (1592-1604). Assim, a Didática, isto é, a área do conhecimento que procura respostas às questões: "por quê?" "o quê?", "para quem?" e "como se ensina?", deve transformar-se na mesma razão e na mesma direção do entendimento de como se aprende. Estes conceitos – de ensino e da aprendizagem, principalmente quando aparecem ligados a Ciências – sofreram muitas modificações a partir de meados do século XX, e temos de procurar uma consistência entre ambos para que realmente espelhem o trabalho em sala de aula.

Não podemos mais continuar ingênuos sobre como se ensina, pensando que basta conhecer um pouco o conteúdo e ter jogo de cintura para mantermos os alunos nos olhando e supondo que enquanto prestam atenção eles estejam aprendendo. Temos, sim, de incorporar a imensa quantidade de pesquisas feitas a partir dos anos 50 sobre a aprendizagem em geral e especificamente

sobre a aprendizagem dos conceitos científicos, incluindo, com destaque, as discussões de como os trabalhos em história e filosofia das ciências podem contribuir para uma melhor compreensão dos próprios conteúdos das Ciências, funcionando como auxiliar em seu ensino e sua aprendizagem (Drive et al., 1996 e Adúriz-Bravo et al., 2002).

Entretanto, essa incorporação não pode ser aleatória, sem uma reflexão que abarque todos os diferentes ângulos dos processos de ensino e aprendizagem. Na procura de uma lógica interna, que integre coerentemente tanto o trabalho do professor quanto o dos alunos, procuramos identificar em cada um dos grandes eixos da didática das ciências, que são aqueles que respondem às suas questões fundamentais, critérios estruturantes que visem clarear e organizar as muitas influências sofridas na disciplina.

Podemos definir critérios estruturantes aos conjuntos de idéias fundamentais, capazes de organizar teoricamente os distintos conceitos e modelos que refletem o *status* epistemológico desta área do conhecimento e suas relações com outras disciplinas acadêmicas e com a própria prática do ensino em sala de aula (Adúriz-Bravo et al., 2002). Esses critérios devem dar sentido e propor respostas a questões cotidianas do ensino e da aprendizagem em sala de aula, além de integrar e dar significado ao resultado das inúmeras pesquisas que estão sendo realizadas nessa área.

O QUE E POR QUE ENSINAR – O PROBLEMA DO CONTEÚDO A SER ENSINADO

Uma das questões mais antigas da didática das ciências refere-se ao conteúdo que queremos ensinar, e essa questão, apesar de antiga, ainda provoca muitas discussões, principalmente quando se procura responder "por que ensinar o conteúdo proposto?".

Desde as últimas décadas do século XX, estão sendo propostas modificações nos objetivos da educação científica que afetam o entendimento do conceito de *conteúdo escolar*. Essas novas propostas, que no Brasil foram direcionas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), refletiram toda uma discussão internacional sobre o entendimento desse conceito.

Exige-se agora que o ensino consiga conjugar harmoniosamente a dimensão conceptual da aprendizagem disciplinar com a dimensão formativa e cultural. Propõe-se ensinar Ciências a partir do ensino *sobre* Ciências. O conteúdo curricular ganha novas dimensões ao antigo entendimento do conceito de conteúdo. Passa a incluir, além da dimensão conceitual, as dimensões procedimentais e atitudinais, esta representada pela discussão dos valores do próprio conteúdo.

A dimensão conceitual também sofre influência das mudanças culturais de nossa sociedade, assim assume particular importância a atual reconceptualização do ensino das ciências – a passagem da concepção de ensino de ciência pura para a concepção de Ciências/Tecnologia e Sociedade – CTS (Santos, 2001 e Gil et al., 2002), isto é, não se pode conceber hoje o ensino de Ciências sem que este esteja vinculado às discussões sobre os aspectos tecnológicos e sociais que essa ciência traz na modificação de nossas sociedades.

Na dimensão processual, não se aceita mais transmitir para as próximas gerações uma ciência "fechada", de conteúdos prontos e acabados, pois o entendimento da natureza da ciência passou a ser um dos objetivos primários da educação (Lederman, 1992, Khalick e Lederman, 2000). Os trabalhos em história, filosofia e epistemologia das ciências influenciaram muitos organizadores de currículo nesta vertente de definição do conteúdo que se pretende ensinar. De acordo com essas discussões, foi introduzido para o ensino de Ciências o conceito de *aculturação científica* em oposição à *acumulação de conteúdos científicos* com perfil enciclopedista (Matthews, 1994).

Um ensino que vise à aculturação científica deve ser tal que leve os estudantes a construir o seu conteúdo conceitual participando do processo de construção e dando oportunidade de aprenderem a argumentar e exercitar a razão, em vez de fornece-lhes respostas definitivas ou impor-lhes seus próprios pontos de vista transmitindo uma visão fechada das ciências.

Entender o desenvolvimento do conteúdo a ser ensinado nesses três aspectos direciona o ensino para uma finalidade cultural mais ampla – dimensão atitudinal –, muito relacionada com objetivos tais como democracia e moral, que são aqueles que advêm da tomada de decisões fundamentadas e críticas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico das sociedades.

Logicamente, a mudança no conceito do conteúdo – qual novo conteúdo de Ciências que se deve ensinar – exige também modificações no desenvolvimento do trabalho em sala de aula desse conteúdo.

COMO ENSINAR – O PROBLEMA DAS METODOLOGIAS DE ENSINO

Queremos propor um outro conjunto de idéias para organizar teoricamente as respostas para a mais freqüente questão proposta a todos os professores: como ensinar, isto é, como planejar o trabalho cotidiano em sala de aula para alcançar os objetivos propostos? Ou, ainda, em outras palavras: como alcançar em uma seqüência de ensino (ou mesmo durante o desenvolvimento de toda uma disciplina) as três dimensões do conteúdo?

Em conseqüência da ampliação do conceito de conteúdo, principalmente levando-se em conta a nova postura na qual ensinar ciência incorpora a idéia de ensinar sobre ciência, o desenvolvimento da metodologia de ensino sofreu bastante influência das reflexões sobre filosofia das ciências e os trabalhos que estudaram o seu desenvolvimento histórico.

Ainda que a reflexão teórica sobre a ciência seja tão antiga como as ciências mesmo, somente no início do século XX se constitui como disciplina acadêmica independente, com um perfil epistemológico próprio e com um corpo profissional de investigadores. É dentro desse contexto que nos anos 20 forma-se uma escola de pensamento filosófico denominada de *positivismo lógico*. Essa primeira época da filosofia das ciências influenciou bastante a Didática das Ciências, porque os modelos gerados pelo positivismo lógico constituíram uma primeira formalização das idéias de sentido comum sobre a natureza das ciências e, por conseqüência, sobre como se ensinar Ciências (Adúriz-Bravo et al., 2002).

Uma segunda época, dentro do desenvolvimento do pensamento filosófico, surge a partir das obras que marcaram uma crítica ao positivismo lógico, abarcando desde Bachelard, quando em 1938 publicou o livro *A formação do espírito científico*, e Popper com *A lógica das investigações científicas* em 1934, recebendo grande impacto com o livro de Kuhn, *A estrutura das revoluções científicas* (1962), até a absorção aos finais dos anos 80, por parte da sociologia das ciências, do enfoque historicista iniciado por Kuhn. Essas linhas filosóficas influenciaram diretamente quase a totalidade das pesquisas em ensino de ciências feitas nas últimas décadas, as quais direcionaram para a busca de soluções para o problema da construção racional do conhecimento científico.

Entretanto, ao procurarmos soluções para o nosso problema – como podemos organizar a construção racional do conhecimento científico em sala de aula –, além da influência da filosofia da ciência sobre as concepções do que seja o próprio conhecimento científico, temos de pensar no aluno que está sendo levado a aprender.

As obras de Piaget, quando identificaram o indivíduo como construtor de seu próprio conhecimento e descreveram o processo de construção desse conhecimento, chamando atenção tanto para a continuidade como para a evolução desse processo deram ferramentas teóricas importantes para o entendimento do processo de aprendizagem em sala de aula e contribuíram com uma série de conceitos bastante utilizados nas pesquisas em Didática das Ciências, como por exemplo desequilibração, acomodação, tomada de consciência.

Também a descoberta de que os alunos trazem para as salas de aula noções já estruturadas, com toda uma lógica própria e coerente e um desenvolvimento de explicações causais que são fruto de seus intentos para dar sentido às atividades cotidianas, mas diferentes da estrutura conceitual e lógica usada na definição científica desses conceitos, abalou a didática tradicional, que tinha como pressuposto que o aluno era uma *tábula rasa*, ou seja, que não sabia nada sobre o que a escola pretendia ensinar.

Procurando conhecer como os alunos estruturavam suas concepções, começaram a surgir, a partir da década de 1970, as pesquisas em noções ou conceitos espontâneos nos mais diversos campos do conhecimento.

Essas pesquisas tiveram grande desenvolvimento na área do ensino de Física, tendo já aparecido na literatura dirigida aos professores livros e artigos sistematizando os resultados obtidos e mostrando as principais concepções espontâneas encontradas nos conteúdos ensinados na escola fundamental e média (Driver, Guesne e Tiberghien, 1989; Scott, Asoko e Driver, 1998).

Essa linha de pesquisa se estendeu a partir da área de Física para a área de investigação em ensino de Química, em que já encontramos trabalhos de revisão de literatura sobre conceitos espontâneos (Garnett e Hacking, 1995) e para a Biologia, em que também encontramos uma produção grande de pesquisas que mostram os diversos conceitos espontâneos dos alunos (Velasco, 1991; Carvalho, 1989; Trivelato Jr., 1993; Albadalejo e Lucas, 1988; Halden, 1989).

A primeira, e quem sabe a mais importante, tentativa de integração das concepções da filosofia das ciências, da teoria cognitiva de Piaget e das pesquisas de concepções espontâneas foi feita por Posner, Strike, Hewson e Gertzog,

quando em 1982 publicaram o artigo "Accommodation of a scientific conception: towars a theory of conceptual change". Segundo os autores,

> Seria preciso que o sujeito encontrasse várias contradições ou problemas sem solução em suas concepções prévias como condição para a acomodação de um novo conceito, correspondendo aos momentos em que o sujeito é motivado a fazer modificações e reorganizações em suas concepções (Posner et al., 1982).

Nesse momento, sustentam que existem algumas condições importantes que devem ser satisfeitas antes que ocorra a acomodação de uma nova concepção. Destacam quatro condições que são comuns na maioria dos casos de acomodação, as quais obedecem à seguinte ordem de etapas: *insatisfação, inteligibilidade, plausibilidade* e *utilidade.*

A esse artigo se seguiram inúmeras pesquisas que procuraram, em situações de ensino, encontrar mudanças conceituais em seus alunos. Os dados empíricos obtidos não alcançaram os resultados esperados, mas apesar disso as hipóteses feitas pelos autores ainda são aceitas até hoje.

Em um trabalho subseqüente, Strike e Posner (1992) respondem a várias críticas feitas à teoria de 1982. Propõem um novo conceito, o de ecologia conceitual, que não só determinaria as condições para mudança, como também sofreria simultaneamente modificações para ajustar novos significados. Esse novo trabalho não teve a repercussão do primeiro, já que o conceito de ecologia conceitual mostrou-se muito amplo e de pouca utilidade na descrição do ensino e aprendizagem em sala de aula.

Entretanto, não podemos nos esquecer de que a Didática das Ciências é a área da produção do conhecimento sobre o ensino e a aprendizagem em uma sala de aula para um dado conteúdo; assim, para enfrentarmos esse trabalho cotidiano, algumas perguntas se fazem necessárias: como essas pesquisas em concepções espontâneas, essa coleção de dados empíricos, podem direcionar o conteúdo desse trabalho? Como esses estudos estão relacionados, por exemplo, às atividades rotineiras do professor de Ciências: as sistematizações teóricas, as práticas de laboratório, os problemas de lápis e papel e as avaliações?

Não podemos pensar em uma nova Didática das Ciências introduzindo somente inovações pontuais, restritas a um só aspecto. Um modelo de ensino – um modelo que responda à questão: "como ensinar?" – deve ter coerência interna, já que cada atividade de ensino deve apoiar-se nas restantes de tal forma que constitua um corpo de conhecimento que integre os distintos aspectos relativos ao ensino e à aprendizagem das ciências (Hodson, 1992). Além disso, deve incluir as idéias construtivistas de que uma aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos requer a participação dos estudantes na (re)construção dos conhecimentos, que habitualmente se transmitem já elaborados, e superar os reducionismos e visões deformadas na natureza das ciências.

Na medida em que a Didática das Ciências pretende propor uma visão o mais próxima possível dos trabalhos científicos e sabendo que na atividade científica a "teoria", as "práticas de laboratório" e os "problemas", sobre um mesmo tema, aparecem absolutamente coesos, é necessário que as propostas para o ensino da "teoria", das "práticas de laboratório" e dos "problemas não" sejam diferenciadas.

Gil et al. (1999) relatam os avanços realizados pela investigação e inovação didáticas, em cada um desses três campos separadamente. E mais, apresentam uma análise desses trabalhos, demonstrando a integração dos mesmos em um único processo metodológico, já que a estratégia de ensino integradora desses campos "é a que associa a aprendizagem ao tratamento de situações problemáticas abertas que possam gerar o interesse dos estudantes"; nesses casos, "a aprendizagem das ciências é concebida assim, não como uma simples mudança conceptual, mas como uma mudança ao mesmo tempo conceitual, metodológica e atitudinal" (Gil et al., 1999).

Como afirmam Driver e Oldham (1986), talvez a mais importante implicação do modelo construtivista seja

> conceber o currículo não como um conjunto de conhecimentos e habilidades, mas como um programa de atividades através das quais esses conhecimentos e habilidades possam ser construídos e adquiridos.

Parafraseando Driver e Oldham (1986) e complementando com as posições de Gil et al. (1999), podemos propor que:

> A mais importante implicação do modelo construtivista seja conceber a Didática das Ciências Experimentais, não como um conjunto de conhecimento e habilidades, mas como um programa de atividades em que situações problemáticas abertas possam gerar o interesse dos estudantes e atra-

vés das quais consigamos uma mudança ao mesmo tempo conceitual, metodológica e atitudinal.

Procuramos alcançar uma coerência entre os objetivos propostos para o conteúdo a ser ensinado (objetivos conceituais, processuais e atitudinais) e o desenvolvimento metodológico desse ensino por meio desse programa de atividades.

COMO ENSINAR – O PROBLEMA DO PAPEL DO PROFESSOR

Vamos nesse item buscar as principais idéias para organizar respostas a duas importantes questões: "qual o papel do professor de ciências?" e "quais os principais problemas de sua formação?". Esta última questão está fora das preocupações da Didática das Ciências enquanto área de conhecimento, mas é bastante pertinente se pensarmos na Didática como uma das disciplinas formadoras de novos professores.

Um primeiro ponto a ser considerado relaciona-se ao próprio papel do professor na introdução de uma proposta didática inovadora. É preciso salientar sua importância. Embora a dinâmica interna de construção do conhecimento não possa ser ignorada, nem substituída pela intervenção pedagógica, tal intervenção é importante e consiste essencialmente na criação de condições adequadas para que a dinâmica interna ocorra e seja orientada em determinada direção, segundo as intenções educativas (Coll, 1996). A Didática sem uma prática de ensino equivalente perde todo o significado. O pensamento didático só ganha validade se for seguido de uma ação correspondente dos professores em suas classes, de tal forma que esta produza uma aprendizagem significativa de seus alunos.

A Didática e a prática de ensino são duas faces de uma mesma moeda, como o são o ensino e a aprendizagem. Nenhuma mudança educativa formal tem possibilidades de sucesso, se não conseguir assegurar a participação ativa do professor, ou seja, se, da sua parte, não houver vontade deliberada de aceitação e aplicação dessas novas propostas de ensino.

As mudanças propostas na Didática das Ciências não são só conceituais, mas elas encampam também os campos atitudinais e processuais, e esse processo diz respeito ao trabalho em sala de aula. Não basta ao professor *saber*, ele deve também *saber fazer* (Carvalho e Gil, 2000).

Não basta o professor *saber que* aprender é também apoderar-se de um novo gênero discursivo, o gênero científico escolar, ele também precisa *saber fazer* com que seus alunos aprendam a argumentar, isto é, que eles sejam capazes de reconhecer às afirmações contraditórias, as evidências que dão ou não suporte às afirmações, além da capacidade de integração dos méritos de uma afirmação. Eles precisam *saber criar* um ambiente propício para que os alunos passem a refletir sobre seus pensamentos, aprendendo a reformulá-los por meio da contribuição dos colegas, mediando conflitos pelo diálogo e tomando decisões coletivas.

A linguagem do professor é uma linguagem própria – a das ciências ensinadas na escola, construídas e validadas socialmente –, visto que uma das funções da escola é fazer com que os alunos se introduzam nessa nova linguagem, apreciando sua importância para dar novo sentido às coisas que acontecem ao seu redor, entrando em um mundo simbólico que representa o mundo real (Driver e Newton, 1997; Scott, 1997).

Para que ocorra uma mudança na linguagem dos alunos – de uma linguagem cotidiana para uma linguagem científica –, os professores precisam dar oportunidade aos estudantes de exporem suas idéias sobre os fenômenos estudados, num ambiente encorajador, para que eles adquiram segurança e envolvimento com as práticas científicas. É, portanto, necessária a criação de um espaço para a fala dos alunos nas aulas. Pela fala, além de poder tomar consciência de suas próprias idéias, o aluno também tem a oportunidade de poder ensaiar o uso de um novo gênero discursivo, que carrega consigo características da cultura científica (Mortimer, 1998; Capecchi e Carvalho, 2000).

É preciso também que os professores *saibam* construir atividades inovadoras que levem os alunos a evoluírem, em seus conceitos, habilidades e atitudes, mas é preciso também que eles *saibam dirigir os trabalhos dos alunos* para que estes realmente alcancem os objetivos propostos. O *saber fazer* nesses casos é, muitas vezes, bem mais difícil do que o *fazer* (planejar a atividade) e merece todo um trabalho de assistência e de análise crítica dessas aulas (Carvalho, 1996).

A Didática das Ciências expressa intrinsecamente uma relação entre teoria e prática. Se essa relação é importante na construção do conteúdo específico, essa mesma relação torna-se imprescindível ao domínio dos saberes da Didática das Ciências.

Uma das variáveis importantes na transposição das inovações didáticas, principalmente as propostas construtivistas, dos cursos de formação para as escolas secundárias é o conceito de ensino e de aprendizagem que esse professor possui. Semelhantemente às pesquisas descritas nos itens anteriores deste trabalho, que mostraram que os alunos, ao chegarem às salas de aula, têm modelos conceituais espontâneos sobre os mais diversos conteúdos específicos, e que esses modelos interferem no entendimento dos conceitos que o professor pretende ensinar, as pesquisas de formação de professores indicam esse mesmo mecanismo para os conceitos educacionais.

Muitos autores mostraram em suas pesquisas (Shuell, 1987; Hewson e Hewson, 1988; Azcarate, 1995) que os alunos/professores têm idéias, atitudes e comportamentos sobre o ensino devido ao tempo em que são alunos e ao tipo de aulas exclusivamente tradicionais que tiveram e ainda têm. A influência dessas aulas leva-os a terem "conceitos espontâneos de ensino" adquiridos de maneira natural, não reflexiva e não crítica e que têm se constituído em verdadeiros obstáculos à renovação do ensino.

Assim, se queremos que os futuros professores construam o seu conhecimento sobre o ensino, aqui também não podemos apresentar propostas didáticas acabadas, mas favorecer um trabalho de "mudança didática" (Carvalho e Gil, 1993) que conduza os professores, a partir de suas próprias concepções, a ampliar seus recursos e modificar suas idéias e atitudes de ensino. Temos de ser construtivistas nos nossos cursos de formação.

Essas mudanças didáticas não são fáceis. Não é só uma questão de tomada de consciência pontual, mas é preciso romper com um tratamento ateórico e colocar a Didática das Ciências como uma (re)construção de conhecimentos específicos sobre os processos de ensino e aprendizagem.

É nesse contexto que situamos a influência das pesquisas sobre reflexão de professores e os conceitos de "reflexão na ação" e "reflexão sobre a ação" (Schön, 1992 e Zeichner, 1993). Toda a atividade reflexiva leva o sujeito a pensar, em segundo grau, sobre seus próprios procedimentos ou processos intelectuais, e, como mostram os autores, nessas atividades o sujeito é levado a um olhar de outra natureza sobre o que ele fez ou aprendeu. Esse tipo de olhar induz a um desapego que autoriza críticas e permite a descentração, sendo, dessa maneira, uma atividade facilitadora na busca da reelaboração didática.

Existe um grande problema na formação de professores do qual não podemos fugir. Uma coisa é o futuro professor num curso de formação, falar sobre o ensino e mesmo planejá-lo. Outra, é esse mesmo aluno/professor pôr em prática todas as idéias que tão bem defendeu teoricamente (Carvalho, 1988). As idéias inovadoras e criativas sobre o ensino de determinado conteúdo, amplamente discutidas e aceitas em um curso de formação, quase nunca são acompanhadas por uma prática docente compatível, quando esse mesmo professor enfrenta a sua sala de aula (Trivelato, 1993).

Essa dicotomia, teoria *versus* prática, põe em xeque os cursos de Didática das Ciências. Muitas pesquisas têm sido feitas abordando esse problema, e nós mesmos nos debruçamos para estudá-lo (Abib, 1996; Darsie, 1998; Bejarano, 2001 e Tinoco, 2000).

Uma das atividades de metacognição, mais eficaz na formação de professores, é a realizada a partir da análise em conjunto executada nas aulas de Didática das Ciências, dos vídeos dos próprios alunos/professores gravados quando eles dão suas aulas nas escolas da comunidade (Carvalho, 1996).

Essas atividades de metacognição levam o aluno/professor a uma reflexão sobre a ação, permitindo a confrontação de seus conceitos teóricos sobre o ensino de uma dada disciplina com o seu desempenho em classe. Essas aulas, no curso Didática das Ciências, são desequilibradoras, mas também são muito ricas, pois as imagens em vídeo nos dão condições concretas de discutir o que acontece. É o próprio fenômeno educacional visto em outra dimensão e proporcionando uma metanálise. É durante essas aulas, em discussões coletivas, que os alunos/professores tomarão consciência de muitos aspectos da relação entre o ensino e a aprendizagem ou, mais freqüentemente, entre o ensino e a não-aprendizagem (Tabachinik e Zeichner, 1999). É a partir dessas experiências metacognitivas que obteremos condições para problematizar o ensino tradicional proporcionando aos alunos/professores "condições que os levem a investigar os problemas de ensino e aprendizagem que são colocados por sua própria atividade docente" (Gil e Carvalho, 2000 e Maiztegui et al., 2000).

Se o objetivo é propor uma mudança conceitual, atitudinal e metodológica nas aulas para que, através dessas mesmas aulas, os professores consigam que seus alunos construam um conhecimento científico que não seja somente a lembrança de uma série de conceitos prontos, mas abranja as dimensões atitudinais e processuais já discutidas anteriormente, temos que aproveitar essas atividades metacognitivas para, pelo menos, alcançarmos três condições:

1. Problematizar a influência no ensino das concepções de Ciências, de Educação e de Ensino de Ciências que os professores levam para a sala de aula.

A literatura tem mostrado a força das concepções epistemológicas dos professores sobre a natureza da ciência que ensinam, de suas concepções alternativas sobre ensino e da forma como os alunos aprendem e a influência dessas representações nas decisões sobre o ensino e nas práticas docentes (Hewson e Hewson, 1987; Trivelato, 1993; Adams e Krockover, 1997; Beach e Pearson, 1998 e Hewson et al., 1999).

A discussão dessas atividades nos leva, invariavelmente, a um questionamento das visões simplistas do processo pedagógico de ensino das ciências usualmente centradas no modelo transmissão-recepção e na concepção empirista-positivista de ciências (Silva e Schnetzler, 2000). Somente com a tomada de consciência dessa dicotomia teoria *versus* prática, aqui representada pelo que o professor pretendeu ensinar e realmente como ele ensinou, podemos produzir uma desestruturação necessária a uma possível mudança na sua proposta de ensino.

2. Favorecer a vivência de propostas inovadoras e a reflexão crítica explícita das atividades de sala de aula.

Um problema que encontramos nas nossas investigações diz respeito à dificuldade do professor em realizar as mudanças na "sua didática" (Carvalho, 1999). O ensino baseado em pressupostos construtivistas exige novas práticas docentes e discentes, inusuais na nossa cultura escolar. Introduz um novo ambiente de ensino e de aprendizagem, que apresenta dificuldades novas e insuspeitadas ao professor. Ele precisa sentir e tomar consciência desse novo contexto e do novo papel que deverá exercer na classe.

Essas transformações não são tranqüilas. Há inúmeras resistências às mudanças. Devemos estar preparados para discuti-las teórica e praticamente. Entretanto, discussões coletivas, durante o curso, permitem a conscientização das dificuldades surgidas e do novo papel desempenhado por professores e alunos, levando os participantes a um melhor entendimento dessas propostas.

3. Introduzir os professores na investigação dos problemas de ensino e aprendizagem de Ciências, tendo em vista superar o distanciamento entre contribuições da pesquisa educacional e a sua adoção.

Incentivamos a experimentação, pelos professores, dessas atividades em suas aulas e seu registro (em vídeo) como material de discussão e reflexão coletiva dos processos de ensino e aprendizagem, concebendo então a prática pedagógica cotidiana como objeto de investigação, como ponto de partida e de chegada de reflexões e ações pautada na articulação teoria-prática (Carvalho e Gil, 1993 e Carvalho e Gonçalves, 2000).

COMENTÁRIOS FINAIS

Os três grandes critérios teóricos estruturantes que apresentamos – o conteúdo, a metodologia, o papel dos professores – proporcionam um mapa dos problemas a serem enfrentados na estruturação de uma Didática das Ciências, ou seja, de uma reflexão-ação para o ensino das ciências. Nesse sentido, esses critérios teóricos estruturantes constituem uma ferramenta de análise de propostas de ensino, pois permitem identificar o grau de complexidade e coerência teórica intrínseco em cada uma delas e, portanto, permite uma avaliação de suas qualidades didáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIB, M. L. V. *A construção de conhecimentos sobre ensino na formação inicial do professor de física*: "... agora, nós já temos as perguntas", 1996. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ADAMS, P. E. e KROCKOVER, H. G. Concerns and perceptions of beginning secondary science and mathematics teachers, *Science Education*, 81, p. 29-50(a), 1997.

ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO, M. e ESTANY, A. Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencia en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), p. 465-476, 2002.

ALBADALEJO, C. e LUCAS, A. Pupils' meaning for mutation. *Journal of Biological Education*, 22(3), p. 215-219, 1988.

AZCÁRATE, P. Las concepciones de los profesores y la formación del profesorado. In: BLANCO, L. J. e MELLADO, V. (Coord.). *La formación del profesorado de ciencias y matemdticas en España y Portugal*. Imprenta de la Excma. Espanha: Badajoz, 1995, p. 39-48.

BEACH, R. e PEARSON, D. 1998. *Changes in preservice teachers' perceptions of conflicts and tensions,* Teaching and Teacher Education, 14(3), p. 337-351, 1998.

BEJARANO, N. R. R. *Tornando-se professor de física:* conflitos e preocupações. 2001. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CAPECCHI, M. C. V. M. e CARVALHO, A. M. P. *Interações discursivas na construção de explicações para fenômenos físicos em sala de aula.* VII EPEF, Florianópolis, 2000.

CARVALHO, A. M. Formação de professores: o discurso crítico-liberal em oposição ao agir dogmático repressivo. *Ciência e Cultura,* SBPC 41(5), p. 432-434, 1988.

CARVALHO, A. M. P. O uso do vídeo na tomada de dados: pesquisando o desenvolvimento do ensino em sala de aula. *Pro-Posições,* Unicamp, 7, nº 1 (19), p. 5-13, mar. 1996.

CARVALHO, A. M. P. *Uma investigação na formação continuada de professores*: a reflexão sobre as aulas e a superação de obstáculos. Atas do II ENPEC — Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. CD-ROM, 1999.

CARVALHO, A. M. P. e GIL, D. *Formação de professores de Ciências.* São Paulo: Cortez, 1993.

_____. O saber e o saber fazer dos professores. In: CASTRO A. D. e CARVALHO, A. M. P. *Ensinar a ensinar.* São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

CARVALHO, A. M. P. e GONÇALVES, M. E. R. Formación continuada de profesores: el video como tecnología propulsora de la reflexión. *Cadernos de Pesquisa da Fundação Carlos Chagas,* São Paulo, v. 111, p. 71-88, 2000.

CARVALHO, L. M. O pensamento animista em crianças e adolescentes em idade escolar. *Revista da Faculdade de Educação,* v. 15, n. 1, p. 35-48, 1989.

COLL, C. *Psicologia e currículo:* uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar. São Paulo: Ática, 1996.

DARSIE, M. M. *A reflexão distanciada na construção dos conhecimentos profissionais do professor em curso de formação.* 1998. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DRIVE, R.; LEACH, J.; MILLAR, R. e SCOTT, P. *Young people's image of science.* Bristol: Open University Press, 1996.

DRIVER, R. e NEWTON, P. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Paper prepared for presentation at the ESEARA Conference,* 2-6 September, Rome, 1997.

DRIVER, R. e OLDHAM, V. A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education,* 13, p. 105-122, 1986.

DRIVER, R.; GUESNE, E., e TIBERGHIEN, A. Children's ideas in science. Open University Press. Milton Keynes. Tradução P. Manzano. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia.* Madrid: Morata/MEC, 1989.

GARNETT, P. J. e HACKING M. W. Students' a alternativs conceptions in chemistry, review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Educations,* 25, p. 69-95, 1995.

GIL, D. et al. Trabalho publicado na revista da OEI, 2002.

GIL, D. e CARVALHO, A. M. P. Dificultades para incorporar a la enseñanza los hallazgos de la investigación y la innovación en didáctica de las ciencias, *Educación Química,* 11 (2), p. 244-251, 2000.

GIL, D. et al. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas con lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias,* Barcelona, v. 17, n. 2, p. 311-321, 1999.

HALDEN, O. The evolution of species: pupils perspectives and school perspectives. *International Journal of Science Education,* 10(5), p. 541 552, 1989.

HEWSON, P. W. e HEWSON, M. G. Science teachers' conceptions of teaching: implications for teacher education. *International Journal of Science Education,* 9(4), p. 424-44, 1987.

_____. On appropriate conception of teaching science: a view from studies of science learning. *Science Education* 72(5), p. 597-614, 1988.

HEWSON, P. W. et al. Educating prospective teachers of biology: finding, limitation, and recommendations, *Science Education,* 83 (3), p. 373- 384, 1999.

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education,* 14(5), p. 541-566, 1992.

KHALICK e LEDERMAN N. G. *International Journal of Science Education,* 22 (7), p. 665-701, 2000.

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

MAIZTEGUI, A. P. La formación de los profesores de ciencias en la Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Educación*, Buenos Aires, v. 46, p. 26-34, 2000.

MATTHEWS, M. R. *Science teaching:* the role of history and philosophy of science. New York: Rutledge, 1994.

MORTIMER, E. F. Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter. *International Journal of Science Education*, v. 20, n. 1, p. 67-82, 1998.

MOURA, M. O. A atividade de ensino como ação formadora. In: CASTRO A. D. e CARVALHO, A. M. P. *Ensinar a ensinar*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

POSNER, G. J. et al. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, v. 6, n. 2, 1982.

SANTOS, M. E. N. V. M. Análise de discursos de tipo CTS em manuais de ciências. Trabalho apresentado no Congreso de Didactica de las Ciencias, Barcelona, Espanha, set. 2001.

SCHÖN, D. Formar professores como profissional reflexivo. In: NÓVOA, António (Coord.). In *Os professores e a sua formação*, Portugal: Dom Quixote, 1992. p. 77-91.

SCOTT, P. H.; ASOKO, H. M. e DRIVER, R. H. Teaching for conceptual change: a review of strategies. In: TIBERGHIEN, A.; JOSSEM, E. L.; BAROJAS, J. *Connecting research in physics education with teacher education*. ICPE. Disponível em: http://www.physics.ohiostate.edu/~jossem/ICPE/TOC.html, 1998.

SCOTT, P. Teaching and learning science concepts in the classroom: talking a path from spontaneous to scientific knowledge. *Atas do Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências*, Belo Horizonte, 1997.

SHUELL, T. J. Cognitive psychology and conceptual change: implications for teaching Science. *Science Education* 71 (2), p. 239-250, 1987.

SILVA, L. H. A. e SCHNETZLER, R. P. Buscando o caminho do meio: a "sala dos espelhos" na criação de alianças entre professores e formadores de professores de Ciências. *Revista Ciências & Educação*, 6 (1), p. 43-53, 2000.

STRIKE, K. A.; POSNER, G. J. *A revisionist theory of conceptual change*. In: DUSCHI, R. e HAMILTON, R. (Ed.). *Philosophy of science, cognitive science and educational theory and practice*. Albany (NY): Suny Press, 1992.

TABACHINIK, B. R. e ZEICHNER, K. M. Idea and action: action research and the development of conceptual change teaching science. *Science Education*, 83 (3), p. 309-322, 1999.

TINOCO, S. C. *A mudança nas concepções dos professores sobre aprendizagem de Ciências*, 2000. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TRIVELATO JR., J. *Noções e concepções de crianças e adolescentes sobre decompositores:* fungos e bactérias. 1993. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TRIVELATO, S. L. F. *Ciência, tecnologia e sociedade:* mudanças curriculares e formação de professores. 1993. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

VELASCO, J. M. Cuando un ser vivo puede ser considerado animal? *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), p. 430-52, 1991.

ZEICHNER, K. *A formação reflexiva dos professores*: idéias e práticas. Lisboa: Educa, 1993.