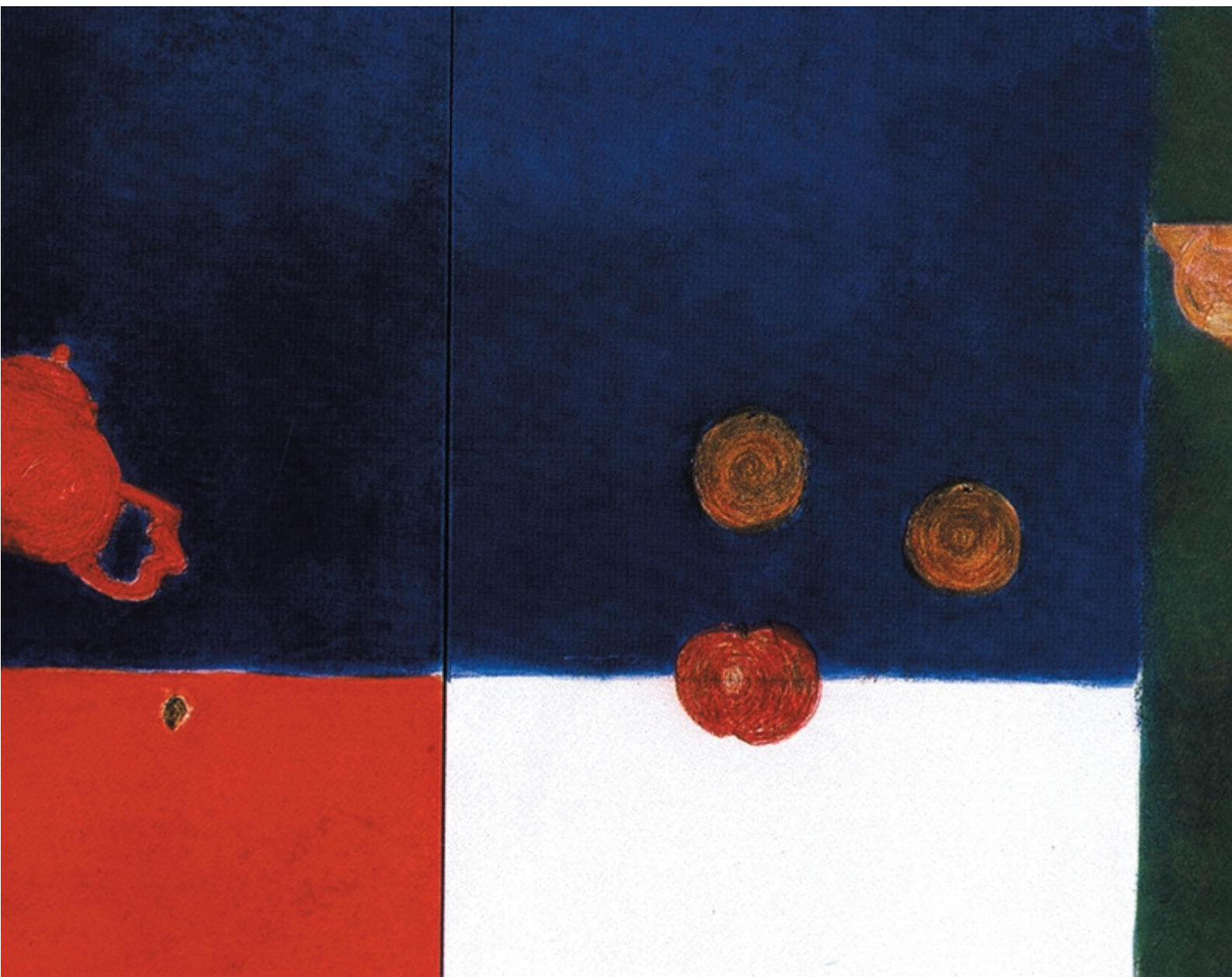


Ciências: atividades investigativas nas séries iniciais

■ ELY MAUÉS *
MARIA EMÍLIA CAIXETA DE CASTRO LIMA**

* Professor da Faculdade Pitágoras e Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix.

** Professora da Faculdade de Educação da UFMG.



S/t, Série Objetos para Oko-jumu, Martha Simões, s/d.

O ensino de ciências as séries iniciais tem um papel importante no desenvolvimento, desde que possibilite às crianças a oportunidade de expressarem seus modos de pensar, de questionar e de explicar o mundo. O papel do professor é o de um companheiro de viagem, mais experiente nos caminhos, na leitura dos mapas, no registro e na sistematização das experiências vividas.



Neste texto revisitamos alguns velhos dilemas, incansavelmente apresentados nos círculos acadêmicos. São eles: Quem ensina ciências nas séries iniciais? O que se ensina? Que objetivos se atribuem ao ensino nesse segmento? Como se ensina? Retomamos essas questões a fim de criar uma tensão no debate em um rumo um pouco diferente do que vem sendo apresentado. Isso poderá vir a enriquecer nossa compreensão sobre ensinar ciências da natureza nos cursos de Pedagogia e nos espaços de formação continuada de professores de ciências. Além disso, acreditamos que a explicitação de nossa compreensão sobre essas questões pode suscitar em nossos colegas o desejo de dar continuidade ao debate.

Na nossa experiência como formadores de docentes, percebemos que algumas professoras acreditam que não é necessário ensinar tão cedo tais conteúdos. Outras não se sentem autorizadas a ensinar ciências nas séries iniciais. O ato de ensinar ciências gera uma relação de tensão em sala de aula, o que produz nas professoras sentimentos de angústia e aflição, de acordo com relatos delas mesmas. Na disciplina "Fundamentos e Metodologias das Ciências Naturais" de um dos cursos de Pedagogia dos quais somos professores, é comum termos afirmações como a que se segue:

...começo a me lembrar de fatos que surgiram não só no primeiro dia de aula, mas que foram questões polêmicas discutidas durante o curso: grande parte da turma acreditava que para lecionar Ciências Físicas necessitava primeiramente saber Ciências. É óbvio que um professor precisa ter consciência do que deveria trabalhar com seus alunos, mas sinto que o pensamento de nós, alunos do curso de Ciências Físicas, seguia a lógica (mesmo que de forma inconsciente) de que quem conhece ciências são os biólogos, os físicos, os químicos. Como nós, pessoas "leigas" ("não aptas"), poderemos ensinar essa disciplina?

Além dessa relutância básica dos professores em ensinar ciências, outra constatação é a de que as estratégias predominantemente utilizadas são a exibição de vídeos, a leitura de livros didáticos, o estudo dirigido, o uso de questionários e a escrita de resumos.

Muitos professores desenvolvem estratégias docentes que lhes proporcionam uma sensação de segurança que os faz pensar que ensinar ciências é fácil. São os casos em que optam por:

- dar menos ênfase aos conteúdos ligados à área de ciências da natureza;
- conteúdos que apresentam maior domínio, como são os tópicos relativos à saúde, alimentos e higiene (SILVA, 2003);
- seguir o livro didático passo a passo; dar aulas expositivas em vez de fomentar o diálogo e o questionamento das coisas e de seus porquês.

As estratégias que as professoras experientes utilizam para ensinar um conteúdo que lhes é pouco familiar são eficazes. Elas são capazes de mobilizar saberes das outras áreas de conhecimento para desenvolver atividades significativas.

Raramente desenvolvem atividades experimentais e, quando o fazem, revelam que o objetivo dos experimentos é o de clarear as explicações, motivar os alunos para o aprendizado e fixar conceitos. As atividades experimentais surgem como comprovação da teoria, instaurando um divórcio entre a teoria e a prática.

É comum encontrarmos professores que não dominam conceitos básicos que ensinam, como as causas do dia e da noite, as estações do ano e as fases da lua, o circuito e a corrente elétrica. Muitos acreditam que os planetas só podem ser vistos através de telescópios; que os dinossauros viveram ao mesmo tempo em que viveram os homens das cavernas; que um prego pesa menos do que o ferro utilizado como matéria-prima para fazê-lo; que a eletricidade é consumida no interior dos eletrodomésticos e que o norte aponta para o topo do mapa da Antártida. Enfim, apresentam explicações que estão em desacordo com as explicações científicas e se aproximam daquelas dadas por crianças de onze anos (WEBB, 1992; SCHOON e BOONE, 1998).

O conhecimento precário de ciências influencia o ensino de forma crucial?

Existem pesquisas que indicam que não há diferenças significativas na aprendizagem dos alunos de conceitos científicos ensinados por professores generalistas e professores especialistas (ZUZOVSKY, TAMIR e CHEN, 1989). Decerto, temos que concordar que problemas relativos ao domínio de conteúdos conceituais existem em todos os níveis, quer seja infantil, fundamental, médio ou superior. Atualmente temos acompanhado um grupo grande de professores de ciências do segmento de 5^a a 8^a séries e de Física, Química e Biologia para o Ensino Médio no Cecimig – Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais. Sem surpresa detectamos baixo domínio dos conteúdos conceituais reconhecidos como básicos pelo currículo do Estado de Minas Gerais, o que torna maior o nosso desafio como formadores.

Na outra ponta existem também pesquisas que evidenciam que, embora algumas professoras apresen-

tem conhecimento precário de conteúdo, elas conseguem ensinar ciências satisfatoriamente, possibilitando aos seus alunos uma aprendizagem significativa (MAUÉS, 2003; MAUÉS e VAZ, 2005). Essas pesquisas concluem que as estratégias que as professoras experientes utilizam para ensinar um conteúdo que lhes é pouco familiar são eficazes. Elas são capazes de mobilizar saberes das outras áreas de conhecimento (matemática, alfabetização, conhecimentos pedagógicos gerais) para desenvolver atividades significativas, estimulando a criatividade das crianças, favorecendo sua interação com o mundo, ampliando seus conhecimentos prévios, levantando e confrontando os conhecimentos dos alunos. Assim, mesmo não tendo um domínio adequado do conteúdo de ciências, as professoras estabelecem uma mediação de qualidade entre as crianças e os objetos de conhecimento.

Afinal, as professoras não dominam o quê?

Quando os pesquisadores e formadores de professores afirmam que as professoras não dominam os conteúdos da área de ciências, por certo, estão falando dos conteúdos conceituais. Sendo assim, só nos restaria concluir que as professoras não os tendo, não sabem ou não podem ensinar ciências para as crianças. Para avançarmos nessa discussão é preciso ampliar nossa compreensão do que se entende por conteúdos escolares e sobre o que significa ensinar ciências para as crianças.

Essas pesquisas e projetos de formação inicial e continuada devem falar da primeira dimensão dos conteúdos, isto é, a do domínio de conceitos científicos. Nesse caso, a visão que se tem sobre o papel do ensino de ciências nas séries iniciais está restrita ao de ensinar conceitos científicos. Assim, para ensinar, basta dominar os conceitos. Se estivermos de acordo que é precá-



Ciências: atividades investigativas nas séries iniciais

rio o conhecimento dos conteúdos conceituais das professoras sobre ciências e que esse nível de ensino deve se ocupar em ensinar conceitos científicos, o único caminho que nos resta para sanar tais dificuldades é o de ensinar Física, Química, Biologia e Astronomia para as professoras, de modo que tenham um conhecimento especializado sobre essas disciplinas.

Entendemos os conteúdos escolares, tal como está apresentado nos PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais), em suas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais. Os conteúdos conceituais se referem à compreensão ou domínio dos conceitos científicos. Os conteúdos procedimentais são da ordem do saber fazer, no caso das professoras, do saber ensinar ou mediar a aprendizagem. Os conteúdos atitudinais se referem ao saber ser "com" e "sobre" as crianças, isto é, compreender o universo infantil com seus interesses e possibilidades.

Considerando apenas as dimensões conceituais dos conteúdos estaremos assumindo que o saber do professor pode ser compensado ou modificado apropriadamente e que, depois disso, pode ser transferido para as crianças. Nesse caso, estamos concordando que a aprendizagem resulta da transmissão de conteúdos conceituais do professor para o aluno. Portanto, faz-se necessário pesquisar o ensino de ciências para as séries iniciais e seus professores, recolocando o problema do que é ensinar ciências nas séries iniciais. Quem são as crianças nesse nível de ensino? E o que as professoras precisam saber para mediar o aprendizado das crianças? Significa inver-



S/1, Série A casa do sonhador, Martha Simões, s/d.

ter as perguntas, os referenciais teóricos e o foco do olhar sobre as professoras. Em vez de investigar a falta e o suprimento de conceitos, torna-se necessário investigar o que as professoras sabem e precisam dominar de modo mais amplo para lidar com as crianças. Quais são os saberes que as professoras têm? Como esses saberes são mobilizados quando ensinam ciências? Que saberes relevantes são esses a serem mobilizados nessas situações? Que sentido e importância isso guarda no desenvolvimento da criança?

Concluímos com Alves (2005) que o discurso sobre os professores guarda uma crença equivocada de que as pesquisas sobre o domínio conceitual fornecem ferramentas ou saberes para uma intervenção autorizada sobre o que se deve ensinar, ser e fazer com as crianças. Ao contrário disso, é preciso construir um outro olhar, de um outro lugar, para se compreender o fazer e a constituição da professora das séries iniciais (p. 28):

O que esse tipo de pesquisa deixa passar desapercibido é que a formação de professores, embora possa ser mediada e alavancada pelos formadores em seus cursos e palestras, trata-se de um processo de sujeitos que ao se pensarem são formados, reformados e transformados. Movimento interno mesmo das subjetividades.

Ensino por investigação nas séries iniciais

O ensino de ciências nas séries iniciais tem um papel importante no desenvolvimento, desde que possibilite às crianças a oportunidade de expressarem seus modos de pensar, de questionar e de explicar o mundo. Nesse caso, o papel do professor é o de um companheiro de viagem, mais experiente nos caminhos, na leitura dos mapas, no registro e na sistematização das experiências vividas. Compartilhamos a idéia de que é possível pensar o ensino de ciências nas séries iniciais como experiência compartilhada, em que a professora e as crianças vivem a cumplicidade de uma experiência conjunta, como na subida de uma montanha:

Antes de atingir os cumes, a ascensão passa por caminhos muito praticáveis que proporcionam belos pontos de vista, caminhos acessíveis tanto à criança que o descobre como ao adulto que a acompanha. E se este receia tê-los mais ou menos esquecidos ou se os encontram um pouco modificados, pode com prazer descobri-los ao lado de um jovem companheiro (CHARPAK, 1996, p.63).

Nos primeiros encontros das crianças com a aprendizagem de ciências, a linguagem científica é introduzida no plano social da sala de aula de modo que todos possam usar as palavras e ir recheando-as de sentido próprio. No processo de formação e evolução conceitual das crianças, a professora não precisa ter um domínio aprofundado do conceito em questão. Contudo, há que se ter disponibilidade e capacidade de fazer propostas e orientar os alunos na aprendizagem das idéias que se quer introduzir. Cabe a ela apresentar as idéias gerais a partir das quais um determinado processo de investigação possa se estabelecer, procurando

selecionar, organizar, hierarquizar e problematizar os conteúdos estudados.

As crianças têm grande curiosidade sobre o mundo natural. Não se cansam de perguntar o porquê, mesmo que os adultos se mostrem impacientes em responder às suas perguntas. Estão sempre disponíveis para testar suas hipóteses e apresentam características importantes para que sejam construídos novos conhecimentos. No entanto, é comum encontrarmos situações escolares em que as crianças ficam entregues à sua própria sorte. São elas, em última instância, que têm que dar coerência ao fluxo de informação que lhes chega pela interação com o mundo ou proveniente das aulas transmissivas.

Argumentamos a favor de que o ensino de ciências nas séries iniciais se constitua em um espaço rico de vivências, disponibilizadas por meio de metodologias privilegiadas, que auxiliem a criança a construir e organizar sua relação com o mundo material e a reconstruir suas impressões do mundo real, e que lhes proporcione o desenvolvimento de novos observáveis sobre aquilo que ela quer saber. É importante lembrar que, conforme estudos orientados por Carvalho (1999), as crianças das séries iniciais podem ir além da observação e descrição dos fenômenos. Elas são capazes de tomar consciência de suas ações e propor explicações causais.

A ciência adota métodos e teorias, processos e produtos. Os processos da ciência provêm da forma como os conceitos e teorias são construídos, enquanto que os produtos são seus conceitos, teorias e fatos. Assim, o conhecimento em ciências não pode ser atribuído somente aos conhecimentos de seus conceitos e fatos. É fundamental que as crianças, durante sua vida escolar, desenvolvam gradativamente um entendimento da natureza das explicações, modelos e teorias científicas, bem como das práticas utilizadas para gerar esses produtos. Em outras palavras, todos os estudantes têm o direito de aprender estratégias para pensar científica-



mente, para formar conceitos científicos. É importante que, durante o processo de escolarização, aprendam a descrever objetos e eventos, levantar questões, planejar e propor soluções, coletar e analisar dados, estabelecer relações entre explicações e evidências, aplicar e testar idéias científicas, construir e defender argumentos e comunicar suas idéias.

Um ensino de ciências por investigação dá a oportunidade de os estudantes interagirem, explorarem e experimentarem o mundo natural, mas isso precisa ser feito de modo que as crianças não fiquem abandonadas à própria sorte, nem restritas à manipulação ativista e puramente lúdica. A aprendizagem sobre a ciência, como investigação ou indagação do mundo, ao contrário do que muitos acreditam, ultrapassa a mera execução de atividades em que a criança vai adquirindo conhecimentos espontaneamente, quando possui capacidade intelectual e interesse suficiente (ALVES, 2005).

Situações-problema, quando introduzidas adequadamente, guiam e acompanham todo o processo de investigação, o que permite a construção de novos conhecimentos do que está sendo investigado. Nessa perspectiva, o professor de ciências desempenha o papel de guia. Ele propõe e discute questões, contribui no planejamento de investigação dos alunos, orienta no levantamento de evidências, auxilia no estabelecimento de relações entre evidências e explicações teóricas, possibilita a discussão e a argumentação entre os colegas, promove a sistematização do conhecimento. Conseqüentemente, o professor dá ao aluno a oportunidade de vivenciar suas experiências com parcimônia, na medida em que a construção dos sentidos pessoais é permanentemente confrontada com a significação social das idéias em circulação. Tal confronto e regulação das idéias devem-se ao fato de o professor ter o papel de crítico da comunidade científica e de responsável, em última instância, pelas idéias em circulação.

Em síntese, ao conduzir atividades investigativas o professor precisa garantir um ambiente rico de trocas de modo que permita a liberdade de inventar e propor, sem que isso gere na criança um sentimento de abandono ou de impotência.

Em síntese, ao conduzir atividades investigativas o professor precisa garantir um ambiente rico de trocas verbais em sala de aula por meio de um intenso e comprometido trabalho colaborativo. Isso requer do professor orientação intencionalmente planejada, de modo que permita a liberdade de inventar e propor, sem que isso gere na criança um sentimento de abandono ou de impotência. Sendo assim, consideramos que as atividades investigativas podem desempenhar um importante papel no desenvolvimento das crianças.

Investigando a água fora do copo

Com o objetivo de ilustrar nossas idéias sobre o papel das atividades investigativas no processo de ensino e aprendizagem em ciências nas séries iniciais, discutimos o fenômeno do embaçamento de um copo ou garrafa retirados do refrigerador. Essa atividade vem sendo discutida e avaliada junto aos professores de ciências em projetos de extensão e nas disciplinas de Metodologia de ciências de cursos de Pedagogia em que atuamos.

Uma situação comumente vivenciada pelas crianças refere-se ao fato de, ao colocar água gelada em copo de

vidro ou de alumínio, elas observarem que, depois de um certo tempo, o copo fica embaçado. Ao passarmos o dedo na superfície do copo notamos que ele está molhado. Surge daí a seguinte questão: de onde veio a água que está na superfície externa do copo? Essa questão pode ser utilizada como exemplo em uma aula expositiva sobre a composição do ar atmosférico. Por vezes, ela é apresentada como demonstração do fenômeno de condensação da água. No caso de se propor o estudo da mesma situação por meio de atividade investigativa, é diferente o modo de apresentar o problema e de conduzir os alunos na sua resolução.

Em grupo, os alunos são motivados a falar e escrever sobre o fenômeno. De onde veio a água? Ela se formou? Ela já existia? O copo deixa a água sair por meio de

pequenos orifícios que não podemos enxergar? Por que a água não "passa para fora" do copo quando ela não está gelada? Isso só acontece com a água ou com outros líquidos também? Algumas crianças

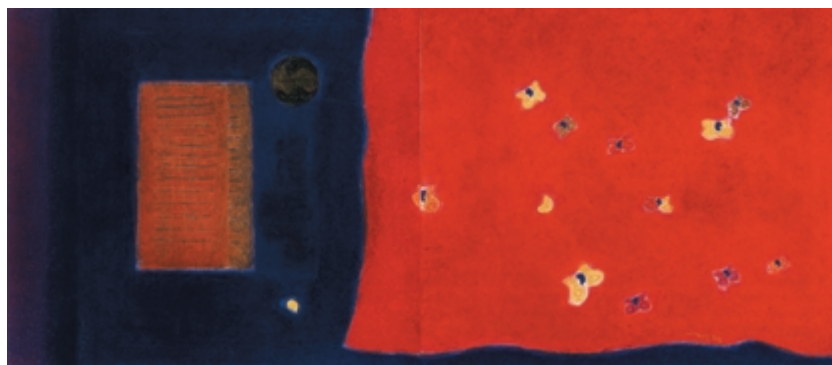
vão se lembrar de experiências semelhantes já observadas em garrafas e latas de refrigerante retiradas do refrigerador, em jarros de sucos colocados na mesa, no interior do carro quando chove e o vidro fica embaçado, na parede do banheiro de casa etc.

Como é que a gente pode fazer para investigar algumas das hipóteses levantadas? É comum os alunos associarem esse fenômeno ao vazamento do líquido do interior do copo para o exterior. Se essa hipótese aparecer na sala de aula, como podemos auxiliar os estudantes a testá-la? Supondo que a água esteja saindo do interior do copo, é de se esperar que o volume de água no inte-

rior do copo diminua. Assim, uma idéia poderia ser a de medir o volume de água colocado no copo e ver se ele se altera depois de ocorrer o suposto vazamento. Caso os estudantes não tenham essa idéia, a mediação da professora é de suma importância. Para tal, a professora pode conduzir o pensamento das crianças sobre o que seria de se esperar sobre a quantidade de água no interior do copo decorrido algum tempo, caso a água esteja "vazando"? Para monitorar o volume de água no interior do copo pode-se usar uma fita de papel milimetrado e uma caneta para marcar as quantidades. Feito isso, as crianças poderão concluir que a água não "vazou".

Caso alguns alunos digam que a origem da água é interna, mas que não ocorre vazamento dela, mas uma pas-

sagem pela boca do copo, pois ela evapora (conhecimento que muitos têm), essa hipótese pode ser testada bastando repetir o experimento usando uma tampa de papel ou de outro material qualquer.



S/t, *Série A casa do sonhador*, Martha Simões, s/d.

Assim, ao concluírem que a água não veio de dentro do copo, podemos levar as crianças a admitirem que a água que embaçou o copo seja proveniente do exterior, do ar, do ambiente externo ao copo. Descartada então a hipótese inicial, outras idéias devem ser apreciadas. No caso, a água não estaria saindo do interior do copo, mas existindo no seu exterior. Mas como estaria de fora se a gente não pode vê-la no ar?

Podemos propor com as crianças um outro teste: analisar o que acontece com um copo sem água depois de retirado do congelador? O copo também ficará embaçado pelo vapor de água da atmosfera que se condensa



ao encontrar a superfície mais fria. Assim, é preciso ajudar as crianças a darem o "pulo do gato", a sistematizar as idéias, a estabelecer relações entre evidências e explicações teóricas.

A temperatura do líquido teria alguma influência na formação dessas gotículas? Como investigar isso? Nenhum teste empírico precisa ser feito neste caso. Basta os estudantes se lembrarem de que os vidros dos carros embaçam nos dias chuvosos e frios. O mesmo fenômeno ocorre nas paredes de um banheiro quando a água está muito mais quente do que as paredes. As crianças podem ser levadas a concluir que existe água no ar, o que é razoável de se admitir se juntos trabalharmos com elas as idéias de que a água dos rios e lagos evapora e forma as nuvens que, por sua vez, se precipitam em forma de chuva.

A polivalência da professora das séries iniciais não consiste numa justaposição de especialidades, mas na capacidade de situar cada disciplina, cada noção, cada conteúdo conceitual ensinado de modo a promover e intensificar o desenvolvimento da criança.

O raciocínio lógico-abstrato vai sendo interposto aos conceitos cotidianos e forçando os estudantes a admitirem que, embora não se possa ver água na atmos-

fera, ela existe e, em determinadas situações, se manifesta na forma de gotículas.

Poderão ainda concluir que a formação dessas gotículas de água depende da diferença de temperatura entre o ar atmosférico, rico em vapor de água, e uma superfície qualquer. Assim, tanto a água gelada quanto a água quente, colocadas em um copo, podem provocar a condensação de partículas de água que existem, mesmo que os nossos olhos não possam vê-las. Admitir a existência de coisas que não se podem ver, propor e testar modos de inferir sobre a existência delas, especular e argumentar sobre os dados sensíveis, a partir do que não está imediatamente dado, significa proporcionar o aprendizado de conceitos científicos. Lembrem-se: investigação não significa, necessariamente, experimentação.

Conclusões

Acreditamos que, modificando nosso olhar para o ensino de ciências nas séries iniciais, elencando e tomando como referência os saberes dos professores que ensinam ciências, os pesquisadores e formadores de professores estarão em melhores condições para compreender a realidade do ensino de ciências e para construir caminhos juntos.

A polivalência da professora das séries iniciais não consiste numa justaposição de especialidades, mas na capacidade de situar cada disciplina, cada noção, cada conteúdo conceitual ensinado de modo a promover e intensificar o desenvolvimento da criança. Parafraseando Paulo Freire, poderíamos afirmar que a especialidade da professora das séries iniciais é *saber não ser um especialista*. Essa característica da professora permite um olhar mais integrador, uma posição diante do conhecimento que, muitas vezes, supera o modelo disciplinar. Ao contrário do que muitos acreditam, a pro-

fessora não precisa ser especialista em vários ramos do conhecimento. O pleno domínio dos conteúdos conceituais, na verdade, não é possível e, no caso das séries iniciais, nem é necessário.

Para finalizar, é bom dizer que não quisemos, com este texto, retomar as velhas crenças da década de 60, quando se acreditava que era importante estimular atitudes científicas nas crianças, com o intuito de apresentar a elas um modo seguro de se fazer ciência e uma falsa idéia de que as teorias emergem dos dados empíricos, do sensível e imediato. Essa foi uma década em que se acreditou que deveríamos formar cientistas e que isso ocorreria praticando o tal método científico. Muito dessas crenças ainda residem nos discursos dos professores de todos os níveis de ensino. Não se trata disso, em absoluto.

A investigação ou problematização do mundo não se restringe ao que pode ser experimentado e comprovado empiricamente. Investigação não é sinônimo de experimentação, mas um modo de argüir o mundo. Isso é próprio da ciência e dos cientistas, o que aproxima as pessoas de um outro modo de pensar e de explicar, para além das crenças e dogmas. Daí a importância das professoras perceberem a importância de se introduzirem atividades investigativas no plano social da sala de aula e de se ensinarem procedimentos relacionados à inventividade científica, à emissão de hipóteses e à interpretação dos resultados, à argumentação lógico-abstrata e à comunicação de idéias. Isso as professoras sabem e podem fazer.

Assim, o grande desafio para as professoras das séries iniciais e para nós formadores é superar a crítica do *déficit* conceitual, para as professoras acreditarem que podem e sabem ensinar ciências para as crianças e, para nós, formadores, compreendermos melhor quem é a criança e o que significa ensinar ciência para ela.

Referências Sugestões de leituras

ALVES, Sheila. *Ver o invisível: o olhar das professoras sob uma experiência de ensinar e aprender com as atividades de conhecimento físico nos ciclos iniciais*. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte: FaE/UFMG, 2005.

CARVALHO, Ana Maria P.; GONÇALVES, Maria Elisa et al. *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 1999.

CHARPAK, Georges. *As ciências na escola primária: uma proposta de ação*. Sintra/Portugal: Inquérito, 1996.

MAUÉS, Ely. *Ensino de ciências e conhecimento pedagógico de conteúdo: narrativas e práticas de professoras das séries iniciais*. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte: Faculdade de Educação da UFMG, 2003.

MAUÉS, Ely e VAZ, Arnaldo. Conhecimento pedagógico de conteúdo geral e o conhecimento de conteúdo de ciências das professoras das séries iniciais. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências 5*, Bauru. Anais e Cd. São Paulo, 2005.

SCHOON, Keneth e BOONE, William. *Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers*. *Science Education*, v. 82, n. 5, 1998. p. 553-568.

SILVA, Nilma Soares. *O repertório de conhecimentos de um grupo de professores de ciências específicos ao ensino de química no nível fundamental*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação da UFMG, 2003.

WEBB, Paul. Primary Teachers' Understanding of Electric Current. *Int. J. SCI EDUC.* v. 14, n.4, 1992. p. 423-429.

ZUZOVSKY, R.; TAMIR, P.; CHEN, C. Specialized science teachers and general teachers and their impact on student outcomes. *Teaching and teacher education*. v. 5, n. 3, 1989. p. 229-242.

