



Programa ReAção: uma análise das contribuições de uma pesquisa colaborativa com professores para a melhoria do ensino de ciências

ReAction Program: an analysis of contributions of the collaborative research with teachers to improving the teaching of sciences

Marco Aurélio Alvarenga Monteiro

ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Departamento de Física (Professor Colaborador)
maureliomonteiro@uol.com.br

Isabel Cristina de Castro Monteiro

UNESP – Departamento de Física e Química – Campus de Guaratinguetá
monteiro@feg.unesp.br

Resumo

O ensino de ciências constitui-se em um grande desafio não somente para os educadores, mas também para pesquisadores em nosso país. Num mundo globalizado cujos fundamentos sociais, culturais e econômicos dependem fundamentalmente da Ciência e da Tecnologia, a educação científica torna-se um requisito básico para o exercício da cidadania. Múltiplas iniciativas têm sido adotadas no sentido de contribuir para a melhoria da qualidade do ensino de ciências praticado em nossas escolas: o Programa ReAção é uma delas, resultado de um conjunto de ações desenvolvidas por uma política pública educacional que investiu na melhoria do ensino de ciências do Ensino Fundamental. Nesse trabalho, apresentamos um histórico deste Programa e investigamos a contribuição que uma das ações desenvolvidas nele, a pesquisa colaborativa com um grupo de professoras-multiplicadoras, teve sobre a melhoria do ensino de ciências, avaliado a partir de notas, frequência e discurso docente.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Ensino Fundamental; Formação de Professores de Ciências.

Abstract

The teaching of Science is one great challenge not only for educators but also for researchers in our country. In a globalized world where the social foundations, cultural and economic depend fundamentally on science and technology, science education is a basic requirement for the exercise of citizenship. Multiple initiatives have been taken to improve the quality of teaching of science practiced in our schools: the ReAction Program is the result of a set of actions developed by a public educational policy that invests in improving the Teaching of Science the elementary school. In this work, we present a history of this program and the search on the contribution and the actions developed, the collaborative research with a group of teachers-multiplier, and the evaluation of the teaching of science, measured from notes, frequency and speech teacher.

Key words: Teaching of Science, Elementary School, Training Teachers of Science.

Introdução

Os ideais educacionais e seus objetivos variam conforme as necessidades e as aspirações de cada povo e de cada época. Visando propagar as conquistas culturais humanas, a educação formal não é um simples fio transmissor passivo, mas uma ação ampla de uma sociedade sobre seus cidadãos a fim de integrá-los a um conjunto de valores que foram construídos ao longo do tempo e que se estabelecem como regra vigente. Assim, o educador deve oferecer ao educando os elementos de que ele necessita para integrar-se nas múltiplas formas culturais, facultando-lhes meios para intervir na sociedade em que vive de maneira a resolver as dificuldades e problemas que ela enfrenta. Dessa forma, a sociedade não é uma organização estática e definitivamente constituída; ao contrário, ela está sempre em contínua mudança e desenvolvimento, fato que põe a escola numa situação de constante desafio.

Levando-se em conta as múltiplas exigências da sociedade, os objetivos da escola, seu papel e sua orientação não são definidos apenas por causas intrínsecas ao sistema educacional. Estes se encontram atrelados a fatores extrínsecos à sua realidade. Processos políticos, sociais e econômicos que afetam o panorama mundial, exercem forte influência sobre a forma de como se estabelece o currículo, se desenvolve o ensino das disciplinas e sobre a maneira pela qual se definem as condições de trabalho dos professores (KRASILCHIK, 1987).

A realidade atual, ou seja, os fatores políticos, sociais e econômicos que condicionam o cotidiano de nossa sociedade têm levado os educadores a repensar o papel da escola diante da situação mundial que afeta todas as nações de maneira geral, inclusive o Brasil.

O fenômeno da globalização tem exigido de muitos países que desejam inserir-se numa economia de trocas globais um esforço amplo na busca do desenvolvimento científico e tecnológico (DE REY, 2000). Nós criamos uma civilização global, cujos elementos mais cruciais de sua estrutura, tais como o transporte, as comunicações, as indústrias, a agricultura, a medicina, o entretenimento e a proteção ao meio ambiente, dependem profundamente da Ciência e da Tecnologia. Dessa forma, não há mais como conceber nossa sociedade atual sem as conquistas científicas nos vários campos das atividades sociais.

Entendendo o conhecimento científico como valor que, quando incorporado, traduz-se em atitudes que marcam os comportamentos de diferentes agentes sociais, Penteadó (2000)

evidencia que a riqueza de um país não se baseia mais no trabalho agrário, nem no trabalho muscular das fábricas, mas no conhecimento. Nessa direção a autora afirma que em países como o Brasil, onde há a convivência entre essas três realidades, são cada vez mais acentuadas as disparidades sociais.

São exatamente essas disparidades sociais que têm levado grande parte da população brasileira a viver à margem de várias das conquistas científicas e tecnológicas do nosso tempo, o que significa dizer que, além de estarem tolhidos dos seus direitos básicos como cidadãos, ainda se encontram alheios à sua própria realidade. Essa situação, que a cada dia se agrava, ampliando cada vez mais as diferenças entre vários segmentos de nossa sociedade, tem gerado problemas insustentáveis, como o desemprego, a miséria, a violência, entre outros.

Seria ingênuo de nossa parte achar que todos esses problemas poderiam ser resolvidos somente pela escola. Por melhor que ela seja, sozinha não consegue atingir todos os objetivos a que se propõe, pois como uma das muitas instituições da sociedade relaciona-se com as demais sofrendo influências de múltiplos interesses (CASALI, 1984).

Portanto, a escola não é sozinha a instituição que tem a responsabilidade de promover as transformações sociais necessárias. As tarefas de construção de uma democracia econômica e política pertencem a várias esferas da sociedade, e a escola é apenas uma delas.

Pensando nisso é que diferentes instituições sociais do município de Guaratinguetá, cidade do interior de São Paulo, uniram esforços para criarem o Programa ReAção, cujo objetivo é a melhoria do ensino de ciências praticado nas escolas da rede municipal de Ensino Fundamental.

Contando com o financiamento da Basf, empresa do setor químico, da coordenação pedagógica de professores do Instituto de Química da USP, do Departamento de Física e Química da UNESP de Guaratinguetá, do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, do apoio da ONG Rever Juntos e da Secretaria Municipal de Educação de Guaratinguetá, o Programa ReAção desenvolve-se em cerca de 20 escolas da rede municipal de Ensino Fundamental da cidade de Guaratinguetá, envolvendo seus professores e beneficiando um número de aproximadamente 10000 alunos por ano.

A intenção precípua do Programa ReAção é a incorporação de atividades didáticas significativas nas aulas de ciências das escolas municipais de Ensino Fundamental, que propiciem o desenvolvimento de habilidades e competências das crianças em pensar cientificamente.

Essas atividades baseiam-se numa abordagem interdisciplinar do currículo de ciências que se desenvolve em sala de aula a partir da proposição de problemas abertos, da discussão, do levantamento e do teste de hipóteses, mediante a realização de práticas experimentais e de demonstração.

Nesse artigo, pretendemos investigar o processo de implementação do Programa, caracterizando as dificuldades enfrentadas pela coordenação e os meios adotados para a sua superação. Os dados que serão alvo de nossa análise foram coletados a partir de entrevistas realizadas com professores, coordenadores, diretores e alunos das escolas participantes do Programa além, de notas e frequências dos alunos, coletados a partir das planilhas finais oficiais.

Exigências Atuais do Ensino de Ciências

Sendo a Ciência uma construção humana, uma das muitas formas culturais da humanidade e um valor orientador da sociedade tecnológica contemporânea, é imprescindível à formação do cidadão crítico e atuante que haja qualidade no ensino de ciências, pois se deve prepará-lo para compreender os mais amplos significados da Ciência: sua natureza, seu fazer, suas limitações e seus potenciais de atuação na sociedade.

Nessa direção surge a idéia que parece consensual entre os pesquisadores em ensino de ciências: a de “alfabetização científica”.

A busca por critérios para se definir o que seja uma legítima “alfabetização científica” fez com que muitas propostas fossem apresentadas. Gaspar (1994) destaca os critérios consensualmente mais aceitos para se considerar alguém “alfabetizado” em ciências:

- conhecimento dos princípios básicos da Ciência e ampla consciência do impacto desta sobre a sociedade;
- habilidade de aplicar conceitos científicos para resolver problemas da vida cotidiana;
- capacidade de compreender e enfrentar os desafios do mundo atual, tanto em relação a problemas de saúde, à preservação do meio ambiente, como em relação a questionamentos de ordem política e social.

Esses critérios parecem estar em plena sintonia com as idéias expostas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), quando este discute o papel do ensino de ciências nas escolas de Ensino Fundamental:

Mostrar a ciência como um conhecimento que colabora para compreensão do mundo e suas transformações, para reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduo, é a meta que se propõe para o ensino da área na escola fundamental. (BRASIL, 1997, p.23)

(...)

O conhecimento sobre como a natureza se comporta e a vida se processa contribui para o aluno se posicionar com fundamentos acerca de questões bastante polêmicas e orientar suas ações de forma mais consciente. (BRASIL, 1997, p. 24).

(...)

Apesar de a maioria da população fazer uso e conviver com incontáveis produtos científicos e tecnológicos, os indivíduos pouco refletem sobre os produtos envolvidos na sua criação, produção e distribuição, tornando-se assim indivíduos que, pela falta de informação, não exercem opções autônomas, subordinando-se às regras do mercado e dos meios de comunicação, o que impede o exercício da cidadania crítica e consciente. (BRASIL, 1997, p.25)

A partir desse ponto de vista, a educação científica proposta para enfrentar os desafios que a modernidade nos impõe, vai além do simples domínio cognitivo; exige na verdade, a incorporação de procedimentos e a aquisição de atitudes que capacitem o indivíduo para o exercício da cidadania.

O tamanho e a complexidade desse desafio têm desencadeado vários esforços na busca de contribuir para a melhoria do ensino de ciências em nossas escolas. Autores como Gonçalves

(1997) e Paixão & Cachapuz (1999) têm proposto a iniciação de crianças, o quanto antes, no estudo das ciências, para promover cidadãos cientificamente “alfabetizados”, visto que muito da aprendizagem subsequente em ciências dependerá desse contato inicial que terão.

Posição semelhante é adotada por Ostermann & Moreira (1990), os quais chamam a atenção para o fato de que se deve ter muito cuidado para que esse primeiro contato com o ensino formal de conceitos científicos não reforce concepções do senso comum nas crianças.

A nosso ver, parece ser necessário o desenvolvimento de estratégias de ensino, adequadas ao nível de desenvolvimento cognitivo das crianças. Possibilitar a elas oportunidades de se envolverem num processo de inserção cultural que lhes permita construir bases para a apropriação de significados próprios dos enunciados científicos e, mais do que isso, que ofereça meios para que elas possam desenvolver uma ampla consciência acerca da natureza da Ciência e do trabalho científico.

Essas estratégias de ensino devem constituir verdadeiros desafios para as crianças, objetivando envolvê-las num processo de investigação que proporcione situações de exploração, construção e avaliação de hipóteses. Enfim, devem oferecer vivências motivadoras, em sala de aula, que as incentivem a ocupar um papel mais ativo e responsável no processo de ensino e de aprendizagem.

Entretanto, a atual situação do ensino de ciências nas classes das séries iniciais não parece estar estruturada para contribuir significativamente com as necessidades da realidade da sociedade contemporânea. Delizoicov & Angotti (1998) relatam que, normalmente, o ensino de ciências nas séries iniciais tem tido um caráter não uniforme, aperiódico e limitado à memorização de regras. Os autores apontam algumas razões para essa situação:

- deficiências dos cursos de formação de professores quanto aos conteúdos das ciências.
- prioridade que a maioria dos professores dão à alfabetização e à aritmética, relegando o ensino de ciências para o segundo plano.
- inexistência de “tradição” de trabalho metodológico para os programas e conteúdos de ciências nos cursos de formação do magistério.

Gonçalves (1997) evidencia que o livro didático representa a principal fonte de inspiração para a preparação das aulas de ciências. Destaca que a grande maioria dos professores estrutura o conteúdo de ciências com temas relacionados quase que exclusivamente à Biologia (animais, plantas, corpo humano, higiene e saúde), dispensando pouco ou quase nenhum tempo ao ensino de conceitos de Física ou Química. A autora ainda constata que esse ensino limita-se à descrição de fenômenos e não apresenta nenhum compromisso com a construção de uma explicação baseada na relação causa-efeito.

Essa situação nos indica que muitas de nossas escolas não conseguem ultrapassar a simples e ineficaz fórmula de ensinar a partir da transmissão de conceitos, presas que estão ao tradicionalismo, resultado de múltiplos fatores, dentre eles a inexistência de uma adequada formação de nossos professores, tanto do ponto de vista conceitual quanto do metodológico.

Entretanto, sabemos que, ao considerarmos as solicitações que se fazem necessárias em torno dos objetivos da educação científica, a formação de professores destaca-se como um tema crucial, uma vez que é o professor quem pode e deve implementar parte das mudanças que precisam ser implementadas para garantir uma educação escolar de qualidade.

Alguns trabalhos (LIMA e ALVES, 1997 e MARANDINO, 1999) têm destacado algumas evidências que revelam deficiências relativas à formação docente, principalmente no que diz respeito ao ensino de conceitos de Física para o professor das séries iniciais do Ensino Fundamental.

Marandino (1999) afirma que a formação, em nível médio, dos professores das séries iniciais do Ensino Fundamental, a antiga Escola Normal, ou também chamada de Curso de Magistério, apresenta uma estrutura curricular predominantemente voltada para disciplinas didáticas relacionadas, principalmente, com a alfabetização. As disciplinas referentes aos conteúdos de caráter geral recebem um enfoque que não tem sido suficiente para garantir uma ação docente eficaz, que possa contribuir significativamente para desenvolvimento das ferramentas culturais imprescindíveis à construção de conhecimentos científicos que, afinal, é objetivo do ensino de ciências. Assim sendo, parece existir uma maior ênfase às disciplinas ligadas às teorias pedagógicas do que um maior aprofundamento em relação aos conteúdos das várias áreas do conhecimento.

A realidade não é muito diferente quando analisamos a formação, em nível superior, desses professores. Nos cursos de Pedagogia, em geral, há um tratamento excessivamente superficial dos conhecimentos previstos para serem ensinados nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Enquanto isso, nos demais cursos de licenciatura, que formam especialistas, há um excesso de atenção ao conteúdo específico das áreas em detrimento da formação geral. Assim, se, por um lado há um exagero no “pedagogismo”, por outro, há excesso no “conteudismo” (BRASIL, 2000).

A Proposta de Diretrizes para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica, em Cursos de Nível Superior (BRASIL, 2000), propõe que os conteúdos a serem ensinados na escolaridade básica devem ser tratados de modo articulado com suas didáticas específicas, ou seja, cada área de conhecimento, em seus mais diversos conteúdos, deve ser estudada a partir de uma abordagem metodológica mais específica, evitando uma desarticulação entre os conteúdos pedagógicos e os conteúdos de ensino.

Entretanto, Delizoicov & Angotti (*opus cit.*) afirmam que o tratamento metodológico do processo de ensino e aprendizagem em ciências naturais nos cursos de formação de professores apresenta-se inconsistente e precário, mesmo porque não há, nem mesmo, uma nomenclatura homogênea para essa disciplina, às vezes ela se apresenta sob a denominação de Didática de Ciências ou Biologia Educacional, outras vezes como Programa de Saúde e Ecologia. Para os autores, esses desencontros, aliados a outras razões, como por exemplo, à falta de professores com formação específica para essas disciplinas, evidenciam um trabalho insuficiente para a capacitação adequada dos professorandos que irão desenvolver a formação inicial, em ciências, das crianças.

Essa opinião é corroborada por Cunha (1999) que vê limitações na formação do professor das séries iniciais do Ensino Fundamental para dar conta das especificidades do ensino de conceitos de Física

A situação se complica quando pensamos na professora da pré- escola e de 1a a 4a , formada nos cursos de magistério – 2o grau, que oferecem uma formação científica e pedagógica que deixa muito a desejar. Na melhor das hipóteses essas professoras fazem o curso de pedagogia, no qual existe melhor formação científico- pedagógica, mantendo-se deficitária a formação de conteúdos específicos (CUNHA, 1999, p.42).

É indiscutível o fato de que o conhecimento da disciplina é fator relevante na formação do professor. A esse respeito, Trivelato (1995) argumenta que a falta de um conhecimento mais profundo acerca do conteúdo ensinado impede o professor de selecionar a melhor atividade didática, de discriminar o essencial, de orientar o desenvolvimento das atividades, uma vez que não tem plena consciência onde quer que os alunos cheguem.

Além de uma formação conceitual deficiente, os professores das séries iniciais do Ensino Fundamental apresentam uma visão positivista da Ciência e do fazer científico. É comum a idéia de cientista como um ser isolado da realidade, neutro, que segue métodos rígidos de trabalho em laboratório, o que lhe permite extrair da natureza suas leis e princípios. Essa visão positivista acerca da Ciência e do fazer científico tem influência direta na concepção que esses professores têm do ensino de ciências. A maioria deles vê o ensino de conceitos científicos como uma transmissão de verdades absolutas (MARANDINO, *opus cit*).

Alguns autores, entre os quais Gustafson & Rowell (1995), Hashweh (1996) e Porlán *et al.* (1998), têm afirmado que a posse dessas concepções positivistas e tradicionais relativas à Ciência e ao ensino de ciências é a causa pela qual a prática desses professores é centrada em um conteúdo pretensamente verdadeiro e desvinculado da realidade dos alunos. Essa postura docente, que vai se calcificando com o tempo e conseqüentemente se tornando resistente a mudanças, contribui muito pouco ou quase nada para a formação do cidadão crítico e consciente que a atualidade exige.

Acreditamos que a dificuldade que os alunos do Ensino Médio apresentam hoje para enfrentar um ensino mais independente do professor, do qual ele participa de maneira mais ativa e assume a responsabilidade por sua aprendizagem, deve-se ao ensino acrítico e passivo que ele recebeu nas primeiras etapas de sua escolarização.

Em convergência com nossa opinião, Tomaz *et al.* (1996) entendem que isso é resultado de uma visão empírico-positivista sobre a Ciência que leva os professores a praticar um ensino com características de “transmissão cultural” em contradição com as estratégias inovadoras baseadas nas idéias construtivistas de aprendizagem. Para os autores, isso se deve ao ensino de ciências que estes professores tiveram durante os anos de sua escolarização, ou seja, eles tendem a reproduzir o ensino que receberam de seus professores.

Contudo, esses ainda não são os dados mais preocupantes relativos à formação dos professores das séries iniciais do Ensino Fundamental. A análise dos dados apresentados nos Referenciais para Formação de Professores (BRASIL,1999) permite identificar algumas características próprias do quadro atual dos níveis de formação dos professores brasileiros.

No ensino fundamental, o número de funções docentes em 1997 é da ordem de 1.413.607, tendo crescido 9,1% em relação a 1991. Desse total, 56,1% atuam de 1a a 4a séries. Os dados de 1996 revelam que houve uma melhoria no nível de formação desses professores: 44% do total têm escolaridade de nível superior e 4,7% de nível médio, restando apenas 4% com ensino fundamental completo e 5% (cerca de 64 mil) com ensino fundamental incompleto – situação mais favorável que 1991, quando os percentuais eram respectivamente: 41% - 48% - 5% e 6%. O crescimento percentual do número de professores com nível superior foi, portanto, de 14,4% nesse período. Entretanto, a existência de 225.573 professores sem habilitação para o exercício profissional representa uma situação dramática. (BRASIL,1999, p. 38).

Outra informação importante exposta por esse documento é o que diz respeito ao perfil dos alunos, futuros professores:

A maioria dos alunos matriculados nos cursos de Habilitação ao Magistério são oriundos de família com pouca escolaridade e com pouco acesso aos bens culturais. São trabalhadores, com pouca disponibilidade de tempo para os estudos e dificuldades para cumprir as cargas horárias previstas para os estágios e outras atividades escolares. Entre esses alunos, há egressos de cursos supletivos, com notórias deficiências na formação geral de base. Essas circunstâncias exigem da escola e dos professores um tratamento pedagógico diferenciado que nem sempre tem sido possível oferecer (BRASIL,1999, p. 159).

Diante desse complexo quadro, a busca por soluções tem apontado para a formação continuada de professores. Muitos trabalhos têm destacado a importância de uma formação contínua, que não termina com a formação básica dos cursos de licenciatura, mas prossegue ao longo do desenvolvimento profissional do professor, como formação continuada em serviço. A este respeito Abib afirma que “São tantos os estudos que discutem ou propõem a formação continuada de professores que podemos afirmar que sua importância já é um consenso entre os estudiosos da área” (ABIB, 1997, p.11).

A partir de tal realidade, propostas têm sido apresentadas com o intuito de se promover as necessárias mudanças na formação básica dos professores, junto aos cursos de licenciatura e também para implementar cursos de formação continuada.

Porlán *et al.* (1998) acreditam que se faz necessário uma reformulação emergente de um novo conhecimento profissional para os professores. Para esses autores, esse novo conhecimento profissional deve ser baseado na investigação crítica e rigorosa que explique e dê suporte a planos de ação, a visões menos reducionistas e estereotipadas dos processos de ensino e aprendizagem e a experimentação fundamentada em teorias que promovam mudanças progressivas e graduais.

Carvalho e Gil-Perez (1993), em posição convergente, destacam a necessidade do professor rever metodologias e atitudes e enfatizam as características essenciais do professor de ciências que desejamos:

- conhecer a matéria a ser ensinada (conhecimento dos conteúdos, de seus processos de construção e de suas relações com a tecnologia e sociedade);
- conhecer e questionar o pensamento docente espontâneo (visões relativas ao senso comum envolvendo concepções simplistas sobre Ciência e sobre seu ensino: “Ensinar é fácil”, “Os alunos que não aprendem são medíocres”, etc.);
- adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem e aprendizagem de ciências;
- saber analisar criticamente o ensino tradicional;
- saber preparar atividades;
- saber dirigir as atividades dos alunos;
- utilizar os resultados da pesquisa e a inovação.

Com essas indicações, os autores, não só evidenciam a importância do conhecimento específico da disciplina a ser ensinada, como enfatizam a necessidade de reformulação das concepções simplistas do professor acerca da natureza da Ciência e do ensino de ciências. Chamam a atenção para a importância de um professor crítico e independente, capaz, não só de refletir, questionar e mudar sua prática pedagógica, como de ter acesso à pesquisa e à inovação.

Podem-se deduzir dessas orientações algumas indicações importantes que devem balizar os cursos de formação continuada de professores, entre as quais destacamos três.

O primeiro exemplo dessas indicações diz respeito a se ter coerência entre o que se prega e o que se faz. Os professores em formação tomam como referência, positiva ou negativa, a prática de ensino dos professores que tiveram ao longo de suas vivências escolares, daí ser fundamental que a metodologia utilizada durante os cursos de formação inicial seja consistente com os modelos teóricos que propõe. Além disso, para os cursos de formação continuada, os professores de ciências não podem se limitar ao conhecimento proposicional estático, mas devem apresentar um conhecimento procedimental de esquemas estratégicos de ação, para que possam assimilar, como algo pessoal, um contexto de ensino prático que se defina mediante um processo de reflexão de seus conhecimentos científicos, de suas próprias concepções e de sua própria prática de ensino. (MELLADO,1996).

Dessa maneira, o sucesso de qualquer curso de formação continuada de professores está relacionado, entre outros fatores, com sua capacidade de proporcionar um alto grau de compreensão crítica por parte do professor em relação à proposta apresentada.

O segundo exemplo dessas indicações diz respeito à necessidade da haver uma preocupação em garantir uma visão epistemológica da Ciência. Ou seja, oferecer possibilidades de reflexão sobre a natureza, a Filosofia e a história da Ciência e sobre as implicações sociais do desenvolvimento científico, uma vez que uma visão particular da Ciência influi no que se ensina e também em como se ensina ciências. (LAKIN & WELLINGTON, 1994).

A esse respeito, Newton (1999) afirma que o conservadorismo pedagógico do professor é um dos motivos pelos quais muitas propostas inovadoras não são utilizadas em sala de aula. A prática pedagógica do professor está relacionada com suas crenças acerca da natureza da Ciência e do fazer científico, bem como com suas concepções sobre o ensino e a aprendizagem, as quais, por sua vez, estão diretamente ligadas às suas experiências como aluno e como professor.

Finalmente, o terceiro exemplo dessas indicações refere-se à necessidade de se dar oportunidade ao professor de envolver-se em uma investigação didática, para que ele possa, a partir dos resultados obtidos dessa pesquisa, fundamentar uma reflexão sobre sua prática docente e, conseqüentemente, adotar inovações que contribuam para a melhoria da aprendizagem de seus alunos.

Com relação a este ponto, ressaltamos o trabalho desenvolvido por Schön (1997), que enfatiza a formação de um professor reflexivo, que reflete sobre a ação e também sobre a reflexão-na-ação. Com essa proposta o autor ressalta a importância de o professor ter acesso ao “conhecimento tácito” do aluno, ou seja, o conhecimento espontâneo, intuitivo, experimental, do cotidiano, que revela, por exemplo, porque o aluno sabe fazer um troco, mas não é capaz de fazer operações aritméticas elementares:

Se o professor quiser familiarizar-se com este tipo de saber, tem de lhe prestar a atenção, ser curioso, ouvi-lo, surpreender-se, e atuar como uma espécie de detetive que procura descobrir as razões que levam as crianças a dizer certas coisas. Este tipo de professor esforça-se por ir ao encontro do aluno e entender o seu próprio processo de conhecimento, ajudando-o a articular o seu conhecimento-na-acção com o saber escolar. Este tipo de ensino é uma forma de reflexão-na-acção que exige do professor uma capacidade de individualizar, isto é, de prestar atenção a um aluno, mesmo numa turma de trinta, tendo a noção de seu grau de compreensão e das suas dificuldades (SCHÖN, 1997, p.82)

Diante dessas exigências, destacamos alguns apontamentos de Krasilchik (1987) que visam aumentar a possibilidade de êxito dos cursos de formação continuada de professores:

- participação voluntária: a presença de participantes aborrecidos por terem sido obrigados a uma atividade que não lhes interessa pode criar um clima de indisposição que acaba por envolver até mesmo aqueles com boa vontade e interesse. Assim, os professores deverão ser motivados a participar, mas jamais obrigados.
- existência de material de apoio: a inexistência de material de apoio tende a não contribuir para a ocorrência de debates proveitosos. A seleção ou produção de material de apoio determina uma postura comum e define as intenções e filosofias dos organizadores do curso.
- coerência e integração conteúdo-metodologia: recomenda-se que se faça o que se prega, ou seja, que exista uma compatibilidade entre o conteúdo e a metodologia do curso.
- grupos de professores de uma mesma escola: tendo em vista que os critérios de seleção dos participantes de um curso são sempre um dilema para seus organizadores, deve-se dar preferência para um grupo de uma mesma escola, em lugar de muitos professores de diferentes instituições. A experiência tem demonstrado que um professor, quando participa de um curso e volta para sua unidade, fica isolado e acaba não colocando em prática as idéias novas que conheceu.

Nessa direção, diante de tais exigências, a escola deve estar preparada para oferecer aos alunos possibilidades mais efetivas de exercício da cidadania. Só assim é possível contribuir para a formação do cidadão capaz de enfrentar os desafios que surgem nesse início de século.

Breve Histórico do Programa ReAção

Inicialmente, em março de 2006, o Programa ReAção envolveu, num curso de formação continuada em serviço, cerca de 500 professores do Ensino Fundamental da rede pública de Ensino do Município de Guaratinguetá, beneficiando 10.000 alunos¹. O curso constituiu-se no planejamento de atividades experimentais de baixo custo e de fácil reprodução a serem realizados com os alunos do Ensino Fundamental, buscando desenvolver habilidades e competências científicas nas crianças, voltadas, principalmente, para a observação, comparação e descrição de fenômenos naturais.

As aulas eram planejadas e ministradas para todos os professores da rede municipal de Guaratinguetá e estes, por sua vez, desenvolviam as atividades com seus alunos num dia especialmente dedicado a “Pensar Ciência”. Em julho de 2007 uma nova coordenação assumiu com o desafio de dar continuidade ao Programa ReAção, consolidando-o a partir de ações de sistematização que propiciassem a sua replicabilidade e sustentabilidade. Para isso foi estabelecido um projeto de pesquisa colaborativa a ser realizado em parceria com os professores da rede municipal de ensino.

Nesse projeto de pesquisa colaborativa, cujo objetivo principal era promover, juntamente com os professores, um ensino de ciências que desenvolvesse competências e habilidades científicas dos alunos da rede municipal de ensino, iniciou-se com a premissa de investigar o fazer pedagógico dos docentes praticados nas aulas de ciências. Foram selecionadas 21 professoras, denominadas de professoras-multiplicadoras, que receberam, diretamente da

¹ Conforme dados disponíveis em < <http://www2.usp.br/index.php/educacao/12680>>, acesso em 13/03/2009.

coordenação, as orientações metodológicas de como planejar, apresentar e trabalhar com as atividades experimentais e repassaram para os demais docentes da rede. As professoras-multiplicadoras foram envolvidas num processo reflexivo, baseado nas idéias de Schön (1997), que defende a importância de um professor capaz de refletir sobre sua própria prática a partir da adoção de uma metodologia de pesquisa-ação e de Apple (2002), que defende um professor autônomo.

Com esse intuito, eram realizados encontros semanais com as professoras-multiplicadoras quando se desenvolvia momentos de orientação para o planejamento de atividades de ensino. Nessas reuniões eram debatidas idéias e propostas metodológicas, sugestões de intervenções junto aos alunos, trocas de fontes de consulta utilizados para confecção de material didático, discussão sobre diferentes modos de interagir com os alunos. Além disso, cada uma das professoras-multiplicadoras apresentava as atividades de ensino para as demais professoras da rede, nos horários de planejamento pedagógico de sua escola-sede, anotando as dificuldades, resistências e facilidades acerca do uso das propostas. Tais observações eram discutidas nos encontros com os pesquisadores que orientavam diferentes estratégias de interação entre alunos-professor e experimento. Ainda assim, quando necessário, as atividades eram modificadas, adaptadas ou até suprimidas. As multiplicadoras auxiliavam também na produção de kits experimentais que foram levados para as professoras nas escolas.

Na busca pelo aprimoramento das práticas didáticas desenvolvidas ocorriam também, juntamente com os pesquisadores, avaliações das atividades de ensino aplicadas pela professora em situação real de sala de aula, e que era acompanhada pela multiplicadora. Mediante os problemas identificados, buscava-se compreender a origem das dificuldades e, a partir disso, encontrar soluções para superá-las.

Esse trabalho de aperfeiçoamento das práticas experimentais originou um Manual do Professor que não só orientava as práticas experimentais, como também a maneira como deveriam ser desenvolvidas em sala de aula.

A Pesquisa

Com o objetivo de investigar o processo de implementação do Programa ReAção, caracterizar as dificuldades enfrentadas, os meios adotados para a sua superação e o impacto do conjunto das atividades no processo de ensino e aprendizagem de ciências, configuramos a seguinte metodologia para a coleta de dados:

- Entrevistas estruturadas (durante o ano de 2008): a partir de um questionário previamente elaborado, entrevistamos 100 profissionais envolvidos no programa, entre professores, coordenadores e diretores das escolas e mais 16 professoras-multiplicadoras. Além disso, questionamos cerca de 200 alunos através de filmagens em sala de aula.
- Filmagem de dez aulas desenvolvidas durante o 3º bimestre do ano de 2008, sendo 9 aulas de professoras-multiplicadoras e 1 aula de uma professora colaboradora. Ainda que tenha havido nossa insistência para a permissão da filmagem das aulas, nenhuma das aulas foi filmada obrigatoriamente, sem permissão da professora e da direção da escola- todas foram voluntárias e são mantidas em anonimato.
- Avaliação das notas e das frequências dos alunos no transcorrer dos anos de aplicação do Programa (2005-antes do programa se iniciar, 2006 e 2007). Foram investigadas as planilhas finais dos professores em relação a:

3.342 alunos no ano de 2005,

3.609 alunos no ano de 2006, e

3.556 alunos no ano de 2007.

As notas referem-se aos conceitos finais atribuídos pelos professores aos alunos em função do desempenho destes na disciplina de ciências. Foram coletadas a partir das planilhas oficiais de notas, arquivadas nas escolas e cedidas pela Secretaria Municipal de Educação.

Em linhas gerais, os questionários aplicados aos professores visavam obter informações sobre:

- a) Como era o ensino de ciências praticado antes da implementação do Programa ReAção.
- b) Quais as contribuições que o Programa ReAção trouxe para o aprendizado das crianças em ciências.
- c) Quantos professores voltariam a adotar a mesma prática pedagógica que utilizavam antes das propostas sugeridas pelo Programa ReAção.
- d) Se houve alteração na forma de preparar as aulas em função das ações propostas pelo Programa ReAção.

Os questionários aplicados aos coordenadores e diretores de escola visavam informações sobre:

- a) Como o trabalho desses profissionais foram alterados em função da implementação do Programa ReAção.
- b) Como esses profissionais viam o trabalho dos professores antes e depois da implementação do Programa ReAção.
- c) Quais as contribuições que o Programa ReAção trouxe para o aprendizado das crianças em ciências.

As entrevistas realizadas com as crianças foram abertas e, basicamente, visavam informações e opiniões sobre:

- a) Como eram as aulas de ciências antes e depois da implementação do Programa ReAção.
- b) O que elas mais gostavam e menos gostavam das aulas planejadas pelo Programa ReAção.
- c) Se elas conversavam com os pais sobre as experiências realizadas em sala de aula.

Nas filmagens, realizadas nas escolas e em situação real da sala de aula, entrevistamos professoras e alunos com os objetivos descritos anteriormente, mas de maneira aberta. Neste trabalho foram analisadas somente como elemento de comparação entre as respostas dos professores, alunos, diretores e coordenadores. Buscou-se, assim, observar uma coerência entre o que foi respondido nos questionários e o que ocorria de fato nas aulas, avaliando-se aspectos como a motivação dos alunos, do professor, além da entrevista feita aos alunos e professoras.

Resultados e Análise de Dados

Nas entrevistas realizadas durante o ano de 2008, os alunos se mostraram muito motivados com as atividades experimentais realizadas no Programa ReAção.

Como indicam os dados apresentados no gráfico 1, a seguir, todos os alunos entrevistados afirmaram gostar das atividades que são desenvolvidas e a grande maioria destaca que repete as experiências em casa para mostrarem aos pais.

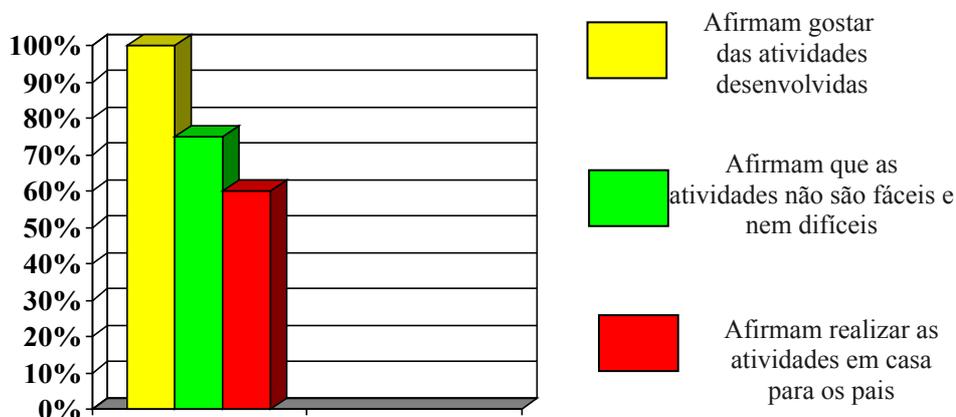


Gráfico 1: Opinião dos alunos relativa às atividades de Ciências desenvolvidas no âmbito do Programa Reação

Não há dúvidas que a motivação é uma grande aliada ao processo de ensino e de aprendizagem. Esse fato nos leva a não perder de vista a importância da ludicidade nas atividades de ensino voltadas aos alunos do Ensino Fundamental. Como afirma Bettelheim (1988): “*Brincar é muito importante porque, enquanto estimula o desenvolvimento intelectual da criança, também ensina, sem que ela perceba, os hábitos necessários a esse crescimento*” (BETTELHEIM, 1988, p.168).

No ato de brincar, a criança está tendo a oportunidade de desenvolver-se integralmente. Ela experimenta, descobre, inventa e confere suas habilidades. Brincar é indispensável à saúde física, emocional e intelectual da criança. Segundo Ramos & Ferreira (1998), o comportamento lúdico não é uma necessidade apenas das crianças, mas é inerente ao ser humano, uma vez que diversas atividades que nós adultos realizamos em nosso cotidiano estão impregnadas de ludicidade: nos mitos (jogos de fantasia), na linguagem (jogos de palavras), na religião, na culinária, etc.

Levar em conta essas necessidades, que todos carregamos ao longo de nossas vidas, possibilita a convivência mais intensa entre as crianças, facilitando a ocorrência de interações sociais que oferecerão oportunidades múltiplas para que elas possam, em grupo, descobrir que não são os únicos sujeitos da ação e que, portanto, precisam respeitar os desejos, os interesses e os direitos dos outros, contribuindo para o aprendizado de regras de socialização.

Para Piaget (1994), as atividades lúdicas são fundamentais para que as crianças possam desenvolver noções de autonomia e reciprocidade, pois, na verdade, essas atividades acabam por constituírem-se em admiráveis instituições sociais.

A escola, partindo daquilo que a criança já sabe, ou seja, das idéias ou concepções que ela traz do seu cotidiano, deve ser capaz de desencadear a construção de novos conhecimentos, estimulando processos internos que acabarão por efetivar-se e constituir-se em bases que possibilitarão novas aprendizagens, sem, no entanto, esquecer-se da importância do brincar.

De fato a motivação dos alunos repercutiu tanto na assiduidade, que aumentou depois do início do Programa ReAção, como também no desempenho dos alunos em relação a ciências, como apresentado no gráfico 2.

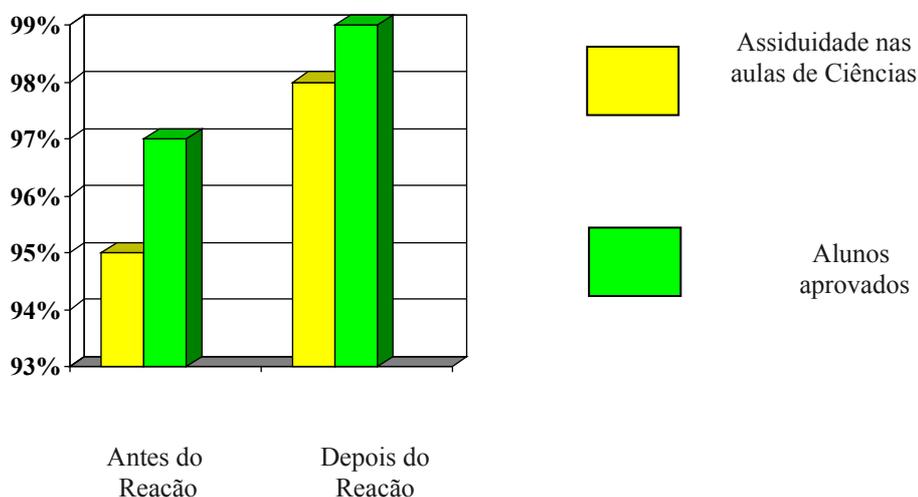


Gráfico 2 – Porcentagem relativa à assiduidade e aprovação dos alunos antes e depois da implementação do Programa Reação

Com relação ao desempenho dos alunos em 2005, portanto, antes da implementação do Programa ReAção, 40,4% dos alunos receberam conceitos bom e ótimo dos professores em ciências. No ano de 2006, com a implementação do Programa ReAção, esse percentual aumentou discretamente para 40,7%. Contudo, em 2007, no segundo ano de implementação do Programa, percebemos um aumento significativo de alunos que receberam esses conceitos, passando a ser 46,5%.

Perguntamos às professoras se a metodologia proposta pelo Programa ReAção complementou ou auxiliou o ensino de ciências. As respostas evidenciam que antes do Programa ReAção poucas atividades experimentais eram realizadas. Após o Programa ReAção houve um aumento significativo das atividades experimentais efetivamente apresentadas para os alunos. Observemos como exemplo, a afirmativa de duas professoras-multiplicadoras:

“O Programa ReAção veio complementar as aulas de ciências, porque apesar de encontrarmos experiências nos livros didáticos, não tínhamos o costume de colocá-las em prática, talvez porque não dominássemos o conteúdo trabalhado por elas. Agora com a capacitação oferecida pelo ReAção somos capazes de compreendê-las e aplicá-las”

“Ele [Programa ReAção] simplesmente deu vida às [aulas de] ciências. As aulas são prazerosas e os alunos não assistem às aulas, mas sim participam das aulas- deixando de ser um mero expectador para ser uma agente ativo”

Em duas respostas dadas pelas professoras:

“Auxiliou muito, porque temos dificuldades em elaborar ou até mesmo pesquisar experiências para passar aos alunos”.

“O projeto auxiliou na prática do ensino de ciências em classe, tornando as aulas mais dinâmicas e por isso, mais fáceis de compreender e fixar.”

Quando perguntadas quanto às dificuldades em relação à adoção das práticas didáticas propostas pelo Programa, bem como em relação à eficiência destes em relação à aprendizagem dos alunos, o número de professoras que avaliaram positivamente o Programa é significativo, conforme indica os dados apresentados no gráfico 3, a seguir.

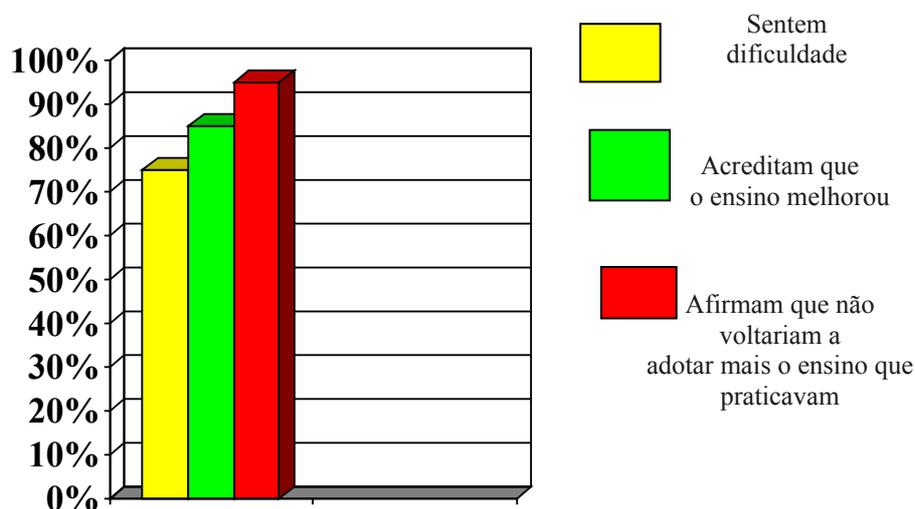


Gráfico 3 – Opinião dos professores quanto à implementação das novas práticas pedagógicas para o ensino de Ciências propostas pelo Programa Reação

No entanto, há ainda grande dependência das professoras em relação à professora-multiplicadora, que nos parece relevante, tendo em vista que, nesta suposta hierarquia, as professoras realizam as atividades que outra pessoa havia planejado. Algumas entrevistas revelaram que as professoras sentem-se inseguras quanto à realização de experiências nas aulas que ministram. Algumas afirmam que, preferiam que somente as professoras-multiplicadoras apresentassem as atividades experimentais. Além disso, algumas professoras mostram-se relutante com o fato de que as experiências não guardavam relação com os conteúdos que estavam sendo ministrados. Dessa forma, as atividades experimentais que eram realizadas se constituíam em ações didáticas extra-curriculares.

Apesar das atividades experimentais terem aumentado a motivação dos alunos e levado as professoras a planejar mais detalhadamente suas aulas, a dependência grande das professoras em relação à multiplicadora e a inadequação das atividades planejadas ao currículo de ciências comumente ministrado pelas escolas municipais evidenciavam uma insustentabilidade do Programa ReAção.

A nosso ver, ou seja, as respostas das professoras, coordenadoras e diretoras apontavam indícios de que a partir do momento em que o apoio da professora-multiplicadora cessasse, o fazer pedagógico das professoras tenderia a retornar aos padrões anteriores antes do Programa.

Nesse sentido, o trabalho de pesquisa colaborativo junto às professoras-multiplicadoras trouxe uma contribuição interessante ao Programa ReAção. Depois de implementado o trabalho de pesquisa em que elas passaram a refletir sobre a própria prática, percebeu-se uma ampliação da sua autonomia docente e passaram a reestruturar as práticas didáticas propostas pelo

Programa ReAção em seu fazer pedagógico. Assim, na análise das aulas filmadas, fica evidente a re-adequação das atividades experimentais para os espectadores da aula: os alunos. Observam-se breves teatros para representar o movimento da Lua em torno da Terra e destes em torno do Sol, metodologias de inclusão para classes com alunos especiais, debates e exposição das pesquisas realizadas pelos alunos, análise do meio-ambiente no entorno da escola, para citar algumas das inovações. Isso indica o quanto as professoras-multiplicadoras passaram a incorporar a prática experimental em ciências em sala de aula, a partir da sua própria experiência didática-pedagógica e a partir do perfil do aluno com que trabalham.

Após a implementação do trabalho reflexivo, o número de professores que fazem adaptações nas práticas didáticas propostas indica um aumento da independência do professor em relação à coordenação do Programa. Essa evidência aponta para a direção de que se está conseguindo uma sustentabilidade das inovações trazidas pelo Programa ReAção.

O professor, portanto, não é um mero técnico que aplica procedimentos determinados por programas pré-elaborados sem sua participação crítica. Ele é um profissional cuja prática está vinculada com suas idéias, concepções sobre ensino, aprendizagem, crenças e preconceitos, enfim, aspectos próprios de uma identidade construída ao longo de sua experiência com o ensino, seja na condição de alunos ou na condição de professor. Ao fechar a porta da sala de aula, o professor gerencia o ensino da maneira como entende, vê e concebe o processo de ensino e de aprendizagem e os objetivos educacionais. Assim, nenhum programa didático a ser implementado em sala de aula tem significado em si mesmo. Esse significado é conferido pelo professor a partir de sua identidade docente.

Os cursos de formação inicial privilegiam o desenvolvimento de um currículo formal com conteúdos, atividades e estágios distanciados da realidade da escola e que os cursos de formação continuada têm concentrado esforços para suprimir falhas na formação quanto aos conteúdos e, portanto, não têm contribuído para oferecer subsídios eficientes para que a prática docente possa ser discutida e conseqüentemente alterada e que a autonomia do professor possa ser estruturada a partir de uma conscientização de que a extensão do trabalho docente vai além dos limites da sala de aula.

A nosso ver a superação de tal realidade só poderá ser alcançada num processo unificado de esforços no qual os professores possam ser reunidos num trabalho colaborativo, cooperativo e reflexivo. Afinal, o professor deve ser visto como um profissional intelectual e, portanto, com extrema necessidade reflexiva, capaz de estruturar meios de intervenção da realidade em condições de promover as transformações necessárias.

Sufocar essa necessidade do professor é torná-lo alheio a si próprio, tendo em vista que sua função perde a significação. Dessa forma, nossa estratégia de sustentabilidade se estabelece em ações que visem envolver os professores em processos reflexivos, nos quais possam investigar sua própria prática para, a partir daí, alcançarem um nível de autonomia que lhes permita superar os obstáculos pessoais e institucionais que o impedem de melhorar sua prática pedagógica.

Os encontros semanais com as professoras tinham esse objetivo, de levar as professoras-multiplicadoras a investigarem a sua própria prática. As multiplicadoras, ao serem encaminhadas para refletirem sobre sua própria prática pedagógica, junto com as professoras da rede e também avaliar seu próprio trabalho, junto com os seus alunos, desenvolveram uma pesquisa colaborativa, orientadas pelos pesquisadores, na qual identificaram e explicitaram:

a) problemas nas atividades experimentais, relatando as inseguranças para se escolher entre esse ou aquele material que melhor caracterizava o fenômeno que se queria visualizar ou ainda, relatando as dificuldades práticas de alguma atividade para ser demonstrada em dias

quentes, em determinadas épocas do ano ou em alguma escola sem certas condições físicas, como por exemplo, carteiras adequadas, entorno com terra ou jardim, entre outros pequenos detalhes, mas significativos para a realidade de cada escola.

b) dificuldades didática-pedagógicas para apresentação da atividade em sala de aula: discutindo a eficiência da atividade para alunos de certa faixa etária, seja por causa da subjetividade da experiência, seja devido ao excesso de tempo gasto para que a experiência fosse visualizada ou ainda, relataram as dificuldades para se explicar esse ou aquele fenômeno físico.

Esses fatores, ainda que limitados e amplamente orientados pelos pesquisadores, indicam que as multiplicadoras buscaram delimitar problemas, formularam hipóteses sobre a origem dessas dificuldades e, a partir disso, buscaram encontrar soluções para superá-las.

Acreditamos que os dados positivos deste trabalho foram observados por que os professores foram munidos desses estímulos à pesquisa sobre a sua própria prática, pois só assim é possível a construção de um espaço reflexivo capaz de resgatar a identidade docente há muito em crise e incapaz de superar o imobilismo que corrói a possibilidade de reação.

Conclusão

A opção por se empreender um estudo sobre o desenvolvimento da autonomia de professores das séries iniciais do Ensino Fundamental surgiu quando constatamos as dificuldades de professoras, desse nível de ensino, em sustentar, por si próprias, práticas pedagógicas inovadoras no contexto do ensino de conteúdos de ciências.

No início do Programa ReAção apesar dos esforços da coordenação e da ampla dedicação e compromisso das professoras envolvidas, constatamos a grande dificuldade das professoras em implementar as atividades programadas.

A resistência de algumas docentes às inovações propostas pelo Programa é um processo próprio da natureza intelectual do professor e, por outro lado, a busca por uma “receita pronta” de como ensinar ciências, sem saberem definir os objetivos ou mesmo os conteúdos da disciplina, revelou-nos a dependência a que as professoras estavam submetidas.

Tanto a resistência quanto à dependência eram mecanismos que precisavam ser superados porque não contribuiriam para a sustentabilidade do Programa.

A implementação de um trabalho de pesquisa contribuiu para que a resistência diminuísse, pois as professoras tiveram a oportunidade de refletir sobre sua prática pedagógica, compreendendo e atribuindo significado às inovações propostas pelo Programa.

O resgate da dimensão intelectual das professoras não conseguiu oferecer mecanismos de superação da dependência. Entretanto, tornou-as mais conscientes dos processos de dependência a que estavam e estão submetidas. O processo reflexivo implementado contribuiu, apenas para a ampliação da consciência do professor quanto aos problemas relativos às ações em sala de aula, mas não permitiu que fatores extrínsecos a essa realidade, mas que interfere decisivamente no microcosmo de sala de aula, pudessem ser percebidos.

A percepção de outras dimensões da profissão docente, a nosso ver, é condição *sine qua non* para a conquista da autonomia docente, base para que o Programa atinja a desejada sustentabilidade. Assim, apesar da conquista da autonomia didática e pedagógica ser importante para a sustentabilidade do Programa, ela sozinha não basta.

Nessa direção, entendemos que os cursos de formação continuada devem levar em conta a importância de se buscar desencadear processos reflexivos que não apenas se limitem a instrumentar o professor com ferramentas de pesquisa para investigarem a própria prática. Somos da opinião de que, se o professor não estiver consciente de suas dependências com outras dimensões de sua ação profissional, suas reflexões serão apenas voltadas para a dimensão de que ele estiver mais consciente, o que não contribui para o desenvolvimento de sua autonomia profissional.

Referências

- ABIB, M.L.V.S. **A construção do conhecimento sobre o ensino na formação do professor de Física “Agora nós já temos as perguntas”**. São Paulo, 1997. (Tese de Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- APPLE, M.W. **Educação e Poder**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- BETTELHEIM, B. - **Uma vida para seu filho**. Rio de Janeiro: Campus, 1988.
- BOULTER, C. J. ; GILBERT, J. K. Argument and science education. *In*: Costello, P.J. M. e Mitchell, S. (edts). **Competing and Consensual voices: the theory and practice of argument**. Multilingual Matters LTD, 1995. Cap.6, p. 84 – 98
- BRASIL – Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília, Secretaria de Educação Fundamental, 1997.
- BRASIL- Ministério da Educação e do Desporto. **Referenciais para Formação de Professores**. Brasília, Secretaria de Educação Fundamental, 1999.
- BRASIL – Ministério da Educação e do Desporto. **Proposta de Diretrizes para a formação inicial de professores da educação básica em cursos de nível superior**. Secretaria de Educação Fundamental, 2000.
- CARVALHO, A.M.P. & GIL PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 1993. 120 p.
- CASALI, A. A relação escola, sociedade e Estado. *In*: MEC/ENAFOR, **Desenvolvimento de Recursos Humanos nas Escolas Federais – Curso de Atualização para professores**, 1984.
- CUNHA, A.M.O. **A mudança conceitual de professores num contexto de educação continuada**. São Paulo, 1999. (Tese de Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- DE REY, R.C. **Um estudo da causalidade física em atividades de ensino**. São Paulo, 2000. (Dissertação de Mestrado) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Universidade de São Paulo.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.P. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2. ed. Ver., 1992. (Magistério 2o grau. Série Formação do Professor).
- GASPAR, A. **Museus e centros de ciências: conceituação e proposta de um referencial teórico**. São Paulo, 1994. (Tese de Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- GONÇALVES, M.E.R. **As atividades de conhecimento físico na formação do professor das séries iniciais**. São Paulo, 1997. (Tese de Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

-
- GUSTAFSON, B. F. & ROWELL, P. M. Elementary preservice teachers: constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. **International Journal Science Education**, v.17, n. 5, 1995. p.589-605
- HASHWEH, M.Z. Effects of Science Teachers' Epistemological Beliefs in Teaching. **Journal of Research in Science Teacher**, v. 33, n.1, 1996. p. 47-63.
- KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1987. 80 p.
- LAKIN, S. y WELLINGTON, J. Who will teach the “ nature of science” ? : teachers' views of science and their implications for science education. **International Journal of Science Education**, v.16, p. 175-134, 1994.
- LIMA, M. C. B. ; ALVES, L. de A. Pra quem quer ensinar física nas séries iniciais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.14, n. 2, 1997. p. 146-159.
- MARANDINO, M. O papel da didática das ciências no curso de magistério. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.16, n.1, 1999. p.54-71.
- MELLADO, J. V. Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**, v.14, n. 3, 1996. p. 289-302.
- NEWTON, P. The place of argumentation in the pedagogy of school science. **International Journal of Science Education**, v.21, n. 5, 1999. p. 553-576.
- OSTERMANN, F., MOREIRA, M.A., O ensino de Física na formação de professores de 1a a 4 a série do 1 o grau: entrevistas com docentes. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.7, n.3, 1990. p.171-182.
- PAIXÃO, M.F. , CACHAPUZ, A. La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular: de la teoría a la práctica. **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n. 2, 1999 p.69-77.
- PENTEADO, H. D., et. al, A relação docência/ciência na perspectiva da pedagogia da comunicação. **Caderno Educação**, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, v.14, 2000. p.37 – 58.
- PIAGET, J. - **O Juízo Moral na criança**. São Paulo: Summus, 1994.
- PORLÁN, ARIZA. R., RIVIERO, GARCÍA. A., MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II Estudios empíricos y conclusiones. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 2, 1998. p. 271-288.
- RAMOS, E. M. de F. & FERREIRA, N. C., “Brinquedos e jogos no ensino de física”. In: NARDI, R. (Org.) **Questões atuais no ensino de ciências**, São Paulo: Escrituras, 1998. p. 127.
- SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. In: Nóvoa, A. (org.) **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1997.
- THOMAZ, M.F. ; CRUZ, M.N.; MARTINS, I.P. y CACHAPUZ, A.F. Concepciones de futuros profesores del primer ciclo de primaria sobre la naturaleza de la ciencia: contribuciones de la formación inicial. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 3, 1996. p. 315-322.

TRIVELATO, S.F. **Perspectivas para a formação de professores**. *In*: 3a Escola de verão para professores de prática de ensino de física, química e biologia, 1994. São Paulo. Coletânea. São Paulo: FEUSP, 1995.

Agradecimentos

Agradecemos à Prefeitura Municipal de Guaratinguetá, em especial à Secretaria Municipal de Educação, à BASF, à Fundação Espaço ECO, à ONG Rever Juntos e ao Instituto de Química da Universidade de São Paulo pelo apoio e visão educacional, sem os quais esse trabalho não seria possível. Agradecemos também à toda Equipe Reação, e às Professoras-Multiplicadoras do Programa ReAção, sem os quais esta pesquisa não teria se realizado.

Recebido em Março de 2009, aceito em Março de 2010.