

**O CONHECIMENTO FÍSICO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DO ENSINO
FUNDAMENTAL I**
(The knowledge of physics in teacher training in the first levels of elementary school)

Lenir Abreu [lenirabreu@uol.com.br]

Nelson Bejarano [bejarano@ufba.br]

Dielson Hohenfeld [dph@ufba.br]

Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências –Universidade
Federal da Bahia - UFBA e Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS

Resumo

Mudanças na forma de conceber a aprendizagem apontam que professor como aprendiz é um constructo importante para o campo de formação de professores. Isto significa que esse profissional precisa ter oportunidade para aprender continuamente sobre a sua prática pedagógica, sobre os conteúdos científicos que deve ensinar e sobre como os alunos aprendem. No caso do ensino de ciências no Ensino Fundamental I essa discussão é profícua considerando que a formação inicial da maioria dos professores não lhes prepara para ensinar tal disciplina e, principalmente, ensinar utilizando a metodologia investigativa. Este trabalho analisa a influência de estratégias formativas baseadas na resolução de problemas relativos ao conhecimento físico na aprendizagem dos professores. Os dados foram coletados por meio dos registros de professoras que participaram de um curso de formação continuada, o qual teve como foco discutir o ensino de ciências na perspectiva da investigação. Para trabalhar *com* e não *sobre* os professores adotamos uma abordagem qualitativa, utilizando a pesquisa-ação como estratégia de conhecimento e método de investigação. Concluimos que utilizar estratégias de resolução de problemas no processo de formação continuada de professores pode ser um recurso importante para possibilitar a aprendizagem da docência e dos conteúdos científicos que devem ser trabalhados com os alunos, além de aumentar a possibilidade de envolvê-los com a proposta e motivá-los para a ação. Mas para que isso aconteça é necessário oferecer uma formação contínua em longo prazo, na qual, além de vivenciar a resolução dos problemas como aprendizes, os professores possam também discutir coletivamente a sua prática.

Palavras chaves: formação de professores; ensino fundamental I; ensino de ciências investigativo; conhecimento físico.

Abstract

Changes in the way we perceive learning show that teacher training has an important role in the field of teachers' development. It means that this professional needs to have the opportunity to learn about his pedagogical practice continuously, about the scientific contents that he/she must teach and about how students learn. Regarding the teaching of science in the first levels, this discussion is very useful if we consider that the preservice teacher training of the majority of the teachers doesn't prepare them to teach such a subject, and principally, it doesn't prepare them to use the investigative methodology. This work analyses, through the teachers' records, the influence of strategies of development among teachers. This work was based on solving problems in Physics in a course of teacher training which is focused on discussing the teaching of science in the perspective of investigation. To work *with*, but not *about* the teachers, we adopted a qualitative approach, using action-research as a strategy of knowledge and a method of investigation. We concluded that using strategies of problem-solving in the process of teacher training can be an important resource to the learning of teaching and to the learning of the scientific contents that must be worked with the students. It also increases the possibility of involving them with tasks and motivates them to action. So for this to happen we need to offer continuous teaching training, where in addition to experiencing problem-solving as learners they can also collectively discuss their practice.

Keywords: teachers' development; primary school I; teaching science by inquiry; physics knowledge.

Introdução

A complexidade e sofisticação do mundo atual fazem com que o ensino de Ciências para as séries escolares mais iniciais se torne uma aspiração cada vez maior. Mas afinal o que devemos ensinar de Ciências para esse público de tão pouca idade? Defendemos ser possível uma aproximação, na qual o formalismo científico seja menos destacado, elegendo a manipulação, pelas crianças, de fenômenos controlados e a busca de explicações causais produzidas por elas. O uso de desenhos para auxiliá-las nesse processo é desejável e o professor se coloca mais na função de indagador do conhecimento e menos na de transmissor de respostas a dúvidas que, por vezes, ainda nem existem.

Não se trata, obviamente, de diminuir o papel do professor, como podem pensar alguns. Ao contrário, formá-lo nessa perspectiva de incentivo à investigação coloca-o em posição de destaque no processo de organização de seu ensino, além de poder aliar processos de aprendizagem dentro do ciclo de alfabetização e letramento, de maneira contextualizada, já que a criança, ao falar e escrever sobre a ciência que está aprendendo, dá sentido e mais significado ao aprendizado da língua materna. Consideramos, por isso, que este artigo se destina, especialmente, aos professores do Ensino Fundamental I que são agora desafiados a ensinar Ciências às crianças que estão na faixa etária entre seis a nove anos.

Estudos relacionados à formação dos professores de ciências (Delizoicov; Angotti, & Pernambuco, 2002; Maldaner, 2003; Pacca & Villani, 2000) indicam que, embora os professores não consigam modificar sozinhos a complexa situação em que se encontra a escola nos dias atuais, a atuação dos docentes é essencial para modificá-la. É fundamental, portanto, investir na formação desses profissionais.

Formar professores para lecionarem ciências nos anos iniciais do ensino fundamental é uma tarefa complexa. Isso se deve ao caráter generalista que envolve a atuação e à formação precária desses profissionais (Abreu, 2008), que precisam dominar as mais diversas áreas do conhecimento: Português, Matemática, História, Geografia, Ciências (Bizzo, 2002; Carvalho, 2007; Delizoicov; Angotti, 1992).

Consideramos fundamental a mudança nos currículos dos cursos de graduação que preparam professores para atuar no Ensino Fundamental I. No entanto, não podemos nos esquecer dos que já estão atuando, por isso a formação continuada é cada vez mais necessária. É uma tarefa para a vida toda, pois a complexidade da prática exige que os professores estejam constantemente reavaliando sua atuação. Para atender essa demanda, é importante que as Universidades promovam cursos que invistam, de forma sistemática, em programas de desenvolvimento profissional, aliando pesquisa e prática (Borko, 2004).

Experiências nesse sentido - que reforçam a importância de criar condições e oportunidades de maior aprendizado para o professor - estão sendo desenvolvidas (Abreu, 2007; Azevedo, 2008; Carvalho, 2010). Investe-se criativamente na formação continuada, a fim de que professores desenvolvam autonomia, capacidade de reflexão sobre seu nível de conhecimento e busquem uma melhor prática docente.

Segundo Loughran (2007), a compreensão construtivista da aprendizagem deu origem a abordagens de pesquisas voltadas para analisar a prática dos professores, exigindo uma maior congruência entre as finalidades e as práticas de ensino e a aprendizagem, colocando em questão as abordagens transmissivas. Nesse contexto, o conceito de professor como aprendiz emerge como um constructo 'sedutor', para ampliar a compreensão em ensino e aprendizagem de ciências, e para

desafiar ao tradicional ensino de ciências que tem transmitido na escola uma visão estereotipada da ciência como um conhecimento proposicional. Argumenta ainda que:

Professores de ciências como aprendiz sugere que a prática traz um compromisso contínuo do ensino de ciências para a compreensão. (...) oferece uma nova maneira de explorar as tensões inquietas da prática que emergem quando professores de ciências tentam melhor alinhar seu ensino com suas expectativas para a aprendizagem de ciências de seus estudantes, parcialmente derivada da compreensão do construtivismo. (Loughran, 2007, p.1043-1044. Tradução nossa.)

Essa visão exige que a formação continuada seja organizada a partir de novos parâmetros. Compreendemos que o professor precisa vivenciar, durante o processo de formação, situações de aprendizagem que possam ser levadas para sua sala de aula. Essa ideia, bem como o conceito de professor como aprendiz, também é compartilhada por Borko (2004), que considera o desenvolvimento profissional do professor um elemento chave para melhorar a qualidade do ensino.

É fundamental levar em consideração o que os professores sabem e como eles aprendem. Borko (2004), Shulman & Shulman (2004) e Loughran (2007) consideram que para compreendermos a aprendizagem e o desenvolvimento profissional do professor é necessário ampliar as lentes de análises, colocando foco tanto no individual, como no coletivo, ou seja: a) na ideia do professor como aprendiz (como o professor aprende a ensinar e como aprende os conteúdos que deve ensinar); b) na aprendizagem como processo de participação numa comunidade em contextos específicos.

Para compreender a mudança individual do professor, Borko (2004) foca três aspectos: o conhecimento do conteúdo da matéria, a compreensão sobre o pensamento do estudante e sua prática de ensino. A realização de uma revisão de pesquisas leva-a a afirmar que:

Programas de desenvolvimento profissional que incluem um foco explícito no conteúdo da matéria podem ajudar os professores a desenvolver uma poderosa compreensão. Experiências que engajam os professores como aprendizes em atividades tais como resolução de problemas matemáticos e realização de experimentos científicos são particularmente efetivos. (Borko, 2004, p. 5. Tradução nossa.)

Nesse sentido, a formação deve ser organizada a partir de atividades que favoreçam a aprendizagem dos professores e consigam envolvê-los na proposta de ensino, uma vez que se faz necessário, concomitantemente, aprender os conteúdos básicos de Ciências, conhecer os processos de construção do conhecimento científico e aprender a ensinar os conteúdos dessa disciplina (Carvalho, 2010), além das demais áreas que os professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental I precisam dominar.

Loughran (2007) chama a atenção para o cuidado que se deve ter com a ênfase “do déficit cognitivo”, que geralmente os pesquisadores ou formadores atribuem aos professores do Ensino Fundamental I, e considera que é necessário, também, investir nas dimensões pessoais e profissionais, ao invés de restringir-se à dimensão científica, para que sintam confiança em ensinar Ciências. Nessa mesma perspectiva, Shulman & Shulman (2004), que discutem os desafios em torno da preparação dos professores para criar, desenvolver e manter uma “comunidade de aprendizes”, afirmam que formar professores para atuar numa determinada perspectiva de ensino vai além de ensinar-lhes conteúdos e de trabalhar o *como ensinar*, embora esses conhecimentos sejam fundamentais. Na visão desses autores, é preciso que os professores tenham visão (compreendam a proposta de ensino), estejam motivados para atuar, saibam gerir a sala de aula, reflitam sobre a prática e participem de comunidades profissionais. Tal participação otimiza a aprendizagem, aumenta a motivação e estimula os professores a buscarem novas modalidades de ensino.

Embora a reflexão sobre a prática seja essencial para o processo de aprendizagem dos professores, segundo Putnam & Borko (2000), para pensar em novas maneiras de ensinar é importante que eles tenham oportunidade de vivenciar outros ambientes de aprendizagem que não sejam apenas a sua própria sala de aula. No entanto, o processo de integrar ideias e aprendizagens práticas não é simples. Temos que considerar *se e em que condições* a aprendizagem fora da sala – apesar de poderosa – será incorporada em sua prática de sala de aula. Consideramos necessário articular diversas possibilidades de aprender.

Nesse trabalho, discutimos uma proposta de formação em que os pesquisadores trabalharam *com* e não *sobre* os professores (Loughran, 2007), ou seja, ao invés de irem às escolas apenas para coletar dados, os pesquisadores utilizaram estratégias de pesquisa que contribuíram para melhorar a aprendizagem das professoras¹ e forneceram dados para a pesquisa de mestrado. Para isso, promovemos um curso de formação continuada com foco no ensino de Ciências baseado na metodologia investigativa.

Este estudo analisa a influência de estratégias de formação baseadas na resolução de problemas do conhecimento físico para a aprendizagem dos professores. Apresentamos e analisamos as atividades desenvolvidas durante o processo de formação, identificando seus limites, possibilidades e reflexões suscitadas.

Carvalho (2010) apresenta uma proposta de formação semelhante à que aqui apresentamos. Apesar disso, consideramos que o nosso trabalho é relevante e pode enriquecer as discussões sobre a formação dos professores, porque foi desenvolvido em outro contexto e apresenta registros dos professores. De todo modo replicar pesquisas já realizadas é algo que a pesquisa em educação deve ter como prática mais constante. Raramente, vemos artigos que se debruçam sobre aquelas já realizadas, indicando similaridades ou disparidades em relação a resultados.

Este artigo está organizado da seguinte maneira: na seção dois, discutimos sobre a concepção de ensino de Ciências na perspectiva investigativa que permeia este trabalho; na seção três, caracterizamos o grupo e a metodologia; na seção quatro, apresentamos e analisamos os dados e finalizamos com as conclusões a que chegamos até o momento.

Ensinar ciências na perspectiva investigativa

Adotamos a concepção de Ciência, assim como de conhecimento, como provisória e continuamente reconstruída, pois estamos sempre criando novos significados na tentativa de explicar nosso mundo. Ao adotarmos tal postura, convidamos os professores a assumirem o seu processo de construção do conhecimento. Conceber a Ciência nessa perspectiva implica buscar novas maneiras de ensinar.

Para propor um ensino que possibilite à criança reconstruir a Ciência, considerada como objeto cultural, os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs (Brasil, 1997) adotam a concepção epistemológica de que o conhecimento tem sua origem na interação não neutra – sofre influência do meio social - entre sujeito (alunos) e objeto (conhecimento). Tal interação é considerada a gênese do conhecimento. Cabe, portanto, à escola possibilitar que os alunos interajam de maneira significativa e funcional com o conhecimento produzido e disponível que constitui o patrimônio universal. Produzir essa interação significa desenvolver atividades que levem em consideração: I) a

¹ Sempre que nos referirmos às participantes da pesquisa utilizaremos a palavra ‘professora’. O grupo era essencialmente feminino.

problematização; II) a busca de informações em fontes variadas, envolvendo a observação, experimentação e leitura de textos informativos e III) a sistematização de conhecimentos.

Caniato (1987) amplia os pressupostos descritos acima, apontando que os conhecimentos de Ciências ensinados na escola devem contribuir para que os alunos possam entender e desfrutar do entendimento do funcionamento do mundo. O ensino, especialmente no início da escolaridade, deve ser, portanto, baseado na investigação e na experimentação a partir da resolução de problemas. Mas, como em qualquer outro segmento de ensino, os conhecimentos produzidos a partir da investigação e experimentação precisam ser discutidos e sistematizados para que os alunos possam tomar consciência sobre o que de fato aprenderam. É fundamental que o aluno seja estimulado a pensar, questionar, debater, organizar e sistematizar os conhecimentos construídos. Essas habilidades precisam ser exploradas tanto na oralidade, como por meio de registros. Os alunos devem utilizar a escrita em contextos que façam sentido, como, por exemplo, para documentar o percurso trilhado, e não apenas para aprender a ler e escrever como tem sido adotado na escola.

Agindo dessa maneira cria-se a possibilidade de os alunos não só aprenderem os conhecimentos científicos, mas também a ler e escrever com fluência e compreensão. Eles necessitam de vivências e experiências que realmente lhes possibilitem sentir o SABOR do SABER, isto é, conhecer por *sentir* o gosto, vivenciar a experiência, porque saber não é apenas ler ou ouvir falar de alguma coisa. É papel do professor, constantemente, inocular nos alunos o estímulo vitalizador da dúvida, ao invés de estimular a passividade. Ainda segundo Caniato (1987), ao referir-se à proposta de trabalho explicitada acima,

[...] está por trás e por dentro da proposta o propósito de oferecer uma “leitura” do mundo com um ideário que inclui outros ingredientes, além da Ciência: o exercício da iniciativa em suas diferentes modalidades, o prazer de descobrir e de saber e mesmo uma visão da beleza da Vida, a solidariedade entre indivíduos e entre nações (Caniato, 1987, p.14).

Como o professor pode atuar nessa perspectiva, se ele nunca teve oportunidade de aprender os conteúdos e de ensinar utilizando a metodologia investigativa? Adaptamos a pesquisa que Carvalho *et al.* (1998) desenvolveram com crianças à formação dos professores com o objetivo de: a) estimulá-los a pensar, questionar, debater, organizar e sistematizar os conhecimentos construídos (tanto relação aos conteúdos científicos quanto ao *como ensinar*); b) compreender como se dá o seu processo de aprendizagem.

A base da pesquisa são as “atividades do conhecimento físico”, expressão utilizada por esses autores quando querem se referir a situações de ensino que levam os alunos do Ensino Fundamental I a pensar e a resolver problemas do mundo físico, dentro de suas condições. Não se referem, portanto, aos conteúdos de Física que serão trabalhados no ensino médio.

Por que optamos pelas atividades do conhecimento físico? Carvalho *et al.* (1998) argumentam que uma parte significativa do programa de Ciências diz respeito ao conteúdo dessa disciplina, definindo-a como:

[...] Ciência que procura descrever o mundo utilizando-se de leis gerais, regidas por teorias amplas, com uma lógica interna muito bem definida e uma linguagem matemática que, mesmo na mais simplificada das versões, está muito além do entendimento dos nossos pequenos alunos (Carvalho, 1998, p.6).

Por isso não faz sentido ensinar um conjunto de conceitos desconectados da estrutura do pensamento físico dos alunos. Deve-se, isso sim, propor situações-problema que eles possam resolver com intervenções do professor ou interagindo com os colegas. Conforme propõe Weisz (1999), as atividades propostas devem ser, ao mesmo tempo, difíceis, mas possíveis de serem

resolvidas. Se forem difíceis a ponto de que os alunos não consigam respondê-las ou fáceis demais eles irão se desinteressar.

Quando as crianças entram em contato com o mundo físico que as cerca, de maneira organizada e problematizadora, elas podem construir conhecimentos e elaborar explicações causais sobre os fenômenos físicos. Essa relação, que inicialmente é apenas apontada, será mais tarde matematizada e estruturada em leis e teorias. Em outras palavras, no decorrer da escolaridade esses conceitos serão reorganizados e novos significados, adquiridos.

Ao propor as atividades do conhecimento físico para as professoras, criamos condições, em situações de formação, para levá-las a pensar sobre o mundo físico que as rodeia, discutir os fenômenos que as cercam e sobre a sua prática de ensino, para que, assim, também sejam capazes de promover tais reflexões entre os alunos.

A resolução de problemas pode possibilitar que os professores ponham em prática atitudes necessárias ao desenvolvimento intelectual imprescindível para o aprendizado das ciências e sobre como ensinar, uma vez que, desse modo, estaremos encorajando-os a agirem sobre os objetos, a fim de testarem suas hipóteses e resolverem o problema proposto. A ação possibilita a tomada de consciência de algumas variáveis envolvidas nos fenômenos e a construção da relação entre elas.

Organizar o ensino a partir da resolução de problemas implica mudança metodológica no ensino. “O problema é a mola propulsora das variadas ações dos alunos: ele motiva, desafia, desperta o interesse e gera discussões” (Carvalho *et al.*, 1998, p. 20). Portanto, ao invés de experimentações espontâneas, próprias das crianças, é necessário propor uma experimentação organizada que leve os alunos a questionarem e experimentarem. Mas é preciso, sobretudo, sistematizar o conhecimento, para que eles se tornem conscientes. Para que isso aconteça, propõem-se algumas etapas a serem seguidas pelos professores durante o desenvolvimento da atividade: I) apresentar um problema; II) possibilitar que os alunos ajam sobre os objetos para ver como eles reagem; III) fazer os alunos agirem sobre os objetos para obter o efeito desejado; IV) questionar como os alunos conseguiram produzir o efeito desejado, para que eles tomem consciência do processo; V) questionar aos alunos por que aconteceu o efeito, para levá-los a dar explicações causais; VI) propor que as crianças escrevam e desenhem sobre a experiência; VII) ajudar os alunos a construírem relações entre o experimento proposto e o cotidiano.

Embora a experimentação e o trabalho prático sejam indispensáveis nas aulas de Ciências, não se trata do fazer pelo fazer. É necessário saber fazer e compreender as etapas da ação. Por isso, como se pode observar nas etapas propostas acima, a ação não se limita à simples manipulação ou observação, mas envolve, também, reflexão, relatos, discussões, ponderações e explicações – características de uma investigação científica. Resolver o problema experimentalmente está ligado ao fazer, no entanto, ao se desenhar e escrever sobre ele, tem-se a possibilidade de compreender (buscar em pensamento o “como”- tomada de consciência - e o “por que” – explicação causal). Ao relatar, toma-se consciência (reconstroem-se as ações e o que se conseguiu observar durante a experiência) das coordenações dos eventos, iniciando-se, assim, a conceituação. Pensando sobre o que se fez, fazem-se ligações lógicas, estabelecem-se conexões entre suas ações e as reações dos objetos.

Conforme apontam Praia, Cahapuz e Gil-Perez (2002, p. 256), “o investigador nunca experimenta ao acaso, mas sempre guiado por uma hipótese ‘lógica’ que submete à experimentação. (...) A experiência não é uma atividade monolítica, mas uma atividade que envolve muitas ideias, muitos tipos de compreensão, bem como muitas capacidades, tem vida própria”. É necessário, portanto, destacar a importância do diálogo entre hipóteses/teorias e a própria experimentação na construção do conhecimento científico, além do papel da reflexão, que é fundamental.

Pode-se constatar o caráter interdisciplinar dessa proposta, pois, por meio dela, os alunos têm possibilidade de interagir com os conteúdos científicos e também com a leitura e a escrita de maneira significativa e funcional, uma vez que vão escrever sobre um assunto a respeito do qual já possuem argumentos, pois já vivenciaram a experiência. Essa proposta pode ser ampliada para a leitura, estimulando os alunos a buscarem mais informações sobre o conteúdo estudado.

Caracterização do grupo e metodologia

A opção pela abordagem de pesquisa qualitativa veio da necessidade de compreender, a partir de um contexto real, o que é possível fazer para formar professores Ensino Fundamental I para ensinar ciências.

Além disso, este trabalho tem outras duas orientações: a ideia de que é a ação humana que modifica a realidade (*práxis*) e o desejo de contribuir, mesmo que seja com pequenas mudanças, para uma escola pública de qualidade. Parafraseando Warschauer (1993, p.30), ao se referir à relação entre os professores e alunos, acredita-se que um pesquisador que luta pelos próprios sonhos e se torna sujeito de sua prática terá mais condições de propiciar a mesma procura aos professores envolvidos na pesquisa, escapando do círculo vicioso de estender a eles sua própria sujeição. Assim, a metodologia utilizada buscou articular o conhecer e o agir, como estratégia para investigar e responder às demandas de formação dos professores. Em outras palavras, o fundamento deste trabalho é a ação-reflexão-ação.

A “pesquisa-ação enquanto estratégia de conhecimento e método de investigação concreta e de atuação” (Thiollent, 1998, p. 97) favorece a proposta de formação apresentada acima (Schulman & Schulman, 2004; Loughran, 2007; Carvalho, 2010). Para alcançar o nosso propósito de contribuir com a formação das professoras e coletar dados para a nossa pesquisa de mestrado, promovemos, em uma escola pública, o curso de formação contínua intitulado “Ensino de Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: Desafios e Propostas de Implementação”. Escolhemos essa escola porque já conhecíamos o trabalho do grupo. É uma escola pública sem muitos recursos e com condições físicas inadequadas, características da maioria das escolas públicas brasileiras.

O curso, com carga horária de quarenta horas presenciais e quarenta horas não presenciais (planejamento, leituras e registros reflexivos), teve por objetivo discutir com os professores o ensino de ciências em uma perspectiva investigativa. O grupo era composto por treze professoras, mas apenas sete participavam regularmente dos encontros presenciais, porque as estagiárias oriundas do curso de graduação, onde atuávamos, assumiam suas classes. As demais participavam apenas quando, por algum motivo, os alunos eram liberados. Os professores aqui serão nomeados de P₁ a P₁₃ para se preservarem suas identidades, valorizando-se apenas seus depoimentos.

A formação foi dividida em três etapas. A primeira visou a apresentar as características de um ensino de Ciências baseado na investigação, por meio de vídeos sobre o ensino dessa disciplina, discussões de textos (Caniato, 1987; Carvalho *et al.* 1998) e aulas expositivas. Essa experiência está relatada em Abreu (2008). Na segunda etapa, desenvolvemos seis atividades do conhecimento físico, conforme proposto por Carvalho *et al.* (1998), mas com os kits adaptados, para fomentar a discussão sobre a metodologia investigativa, ensinar às professoras a partir da própria experiência sobre a construção do conhecimento científico e os conteúdos envolvidos nas atividades do conhecimento físico. Na última etapa, discutimos os resultados das atividades desenvolvidas por duas professoras em suas classes, utilizando as filmagens como referência.

Estudar o professor de Ciências como aprendiz (Loughran, 2007) requer considerar sua voz e o que foi aprendido a partir da perspectiva dos participantes da pesquisa. Coletamos os dados,

portanto, a partir dos registros elaborados pelas professoras, após a participação na atividade do conhecimento físico, do diário da pesquisadora, de filmagens realizadas durante o desenvolvimento das atividades por duas professoras em suas salas e dos e-mails trocados entre professoras e pesquisadores.

Para tornar o texto mais organizado, optamos, em alguns relatos, por eliminar os desenhos e transcrever os textos das professoras, quando considerados dados suficientes para ilustrar o nosso propósito. Em outros relatos, aparecerão desenhos acompanhados das explicações escritas que foram transcritas ou copiadas. Em alguns registros, o desenho vem antes; em outros, vem depois, de acordo com o original da professora.

Dados e análises

O problema do copo

Objetivo: discutir a existência do ar e do espaço ocupado por ele. Segundo Carvalho *et al.* (1998), essa atividade é importante porque:

[...] é difícil para as crianças desvincularem a ideia de ar de vento ou sopro, isto é, muitas crianças concebem a existência do ar exclusivamente quando ele se encontra em movimento. Contrariando tal hipótese, o ar aparece nesta atividade como matéria preenchendo um espaço que parece vazio (Carvalho, 1998, p. 58).

Para esses autores, “O problema do copo” é uma atividade conhecida por grande parte dos professores (como evidência P₁ no relato abaixo), porém costuma ser introduzido em sala de aula para demonstrar às crianças que o ar existe e ocupa lugar no espaço.

Numa proposta de ensino investigativo, o diferencial é modificar a atividade demonstrativa, transformando-a em um problema que os estudantes terão de resolver. E, através dessa modificação, permitir que as próprias crianças concluam que o ar existe e ocupa um lugar no espaço.

Material utilizado: copos descartáveis (furados no centro), copos de vidro, papel ofício, bacias improvisadas cheias de água.

Problemas

1 – Como colocar um pedaço de papel dentro do copo de vidro e mergulhar o copo com a boca na água sem molhar o papel?

2 - O que acontecerá quando mergulhar o copo descartável furado com a boca na água?

Reflexões: O registro abaixo indica que, além de refletir sobre o conhecimento físico, P₁ analisa o tempo todo o papel da formadora, enquanto professora, para refletir, a partir da experiência que ela vivencia, sobre como se ensina e sobre os princípios de um ensino investigativo. O relato dessa professora evidencia que, para aprender a ensinar, o professor precisa vivenciar situações significativas de aprendizagem a fim de que possa rever suas concepções sobre como se ensina e como se aprende.

No que diz respeito ao conteúdo do conhecimento físico, observamos que P₁, por já conhecer o experimento, sabe como solucioná-lo (amassar o papel, preencher o fundo do copo e mergulhá-lo verticalmente com a boca para baixo). Mas, em momento algum, ela dá uma explicação física, ou seja, consegue explicar que o ar existente no interior do copo ocupa espaço e,

por isso, não deixa a água atingir o papel. Isso só vai acontecer após as intervenções das formadoras durante a discussão dos registros.

P₁ – (...) Até aí nenhuma novidade. O novo, nesta prática, foi a forma como nos foi explicado o que ela [a formadora] queria. A formadora deu-nos um problema a resolver e não um experimento para confirmar algo. Então pude utilizar um conhecimento para resolver um problema.

Mais uma vez a formadora nos dá um problema: Relacione este experimento com a sua rotina.

Neste momento mais um conflito se instaura. Pensei muito e não consegui. Então a facilitadora fez algumas intervenções perguntando: (mais um conflito) Por exemplo, quantos furos você faz na lata de óleo e por quê?

A turma começa a colocar suas hipóteses depois de elaboradas (o ar e o óleo não podem ocupar o mesmo lugar, por isso um precisa sair para o outro entrar ou vice-versa), daí percebemos a importância do professor como mediador/interrogador.

Pensando na forma como a proposta nos foi colocada e como foi mediada nossa prática, percebo que trabalhar com experimentos não significa “reforçar” o que já se sabe, e sim, fazer para confirmar, descobrir, entender, acrescentar... ou descartar.

Achei muito significativa a atuação da mediadora, desde o momento da explicação do que ela queria, até o momento da conclusão.

P₂ – (...) Depois fizemos a mesma coisa, usando um copo plástico furado no fundo. O que podemos notar foi que, no primeiro caso, o papel não molhou, pois a presença do ar impedia. Já no segundo, o papel molhou, pois o ar existente saía pelo furo no fundo do copo.

P₃ – Através do experimento realizado, pudemos observar a presença do ar, impedindo que o papel não fosse submerso junto com a água.

Percebemos que o ar ficou comprimido e não deixou a água passar, pois colocamos o papel amassado no fundo do copo de vidro, colocado diretamente na água, e ele não molhou.

Quando fizemos o segundo experimento com o copo descartável furado no centro, percebemos que ele afundou e molhou o papel, pois o ar não estava comprimido e pode sair provocando a entrada de água.

Conclusão: o ar comprimido não deixa outro componente físico entrar no mesmo espaço.

P₄ – (...) ao ser colocado dentro do recipiente, o papel não molha devido a não presença do ar no copo fechado; porém, no copo com o furo, o papel molha.

Nessa atividade, P₁ reflete sobre a importância do papel do formador e da resolução de problemas como estratégia de aprendizagem, bem como sobre os conteúdos científicos envolvidos na atividade. As demais professoras refletem sobre o fenômeno científico em si. Os relatos nos possibilitam inferir que quando as professoras têm a oportunidade de entrar em contato com situações de aprendizagem que se aproximam da prática científica, elas podem se sentir mais motivadas para ensinar Ciências Naturais. É importante, pois, criar diversas oportunidades e situações diferentes para que elas possam interagir e refletir sobre o objeto a conhecer: como ensinar e o conteúdo científico, que, no caso em análise, trata-se do ar enquanto matéria. Ao expor suas ideias sobre o fenômeno é possível reorganizá-las e se aproximar dos conceitos aceitos dentro da comunidade científica. Segundo Carvalho *et al.* (1998), nem mesmo os cientistas propõem interpretações únicas e sempre corretas para os fenômenos observados. Assim, é preciso dar o direito de as professoras “errarem” para que elas possam aprender.

Ao final da atividade, a partir da experiência vivenciada pelas professoras, foi possível discutir um princípio importante do ensino de Ciências investigativo: o professor deve ser capaz de problematizar e permitir que os alunos cheguem ao resultado por si próprios, ao invés de mostrá-lo.

O problema da cestinha

Objetivo: permitir que os professores comecem a estruturar algumas relações referentes à transformação e conservação da energia, relacionando as transformações entre a altura de lançamento de uma bolinha e a velocidade adquirida por ela na mangueira do kit.

Segundo Carvalho *et al.* (1998), a ideia de conservação, além de ser importante para o desenvolvimento conceitual da Ciência, é fundamental para a estruturação do indivíduo, pois o conceito de energia é mais abrangente que qualquer outro para a compreensão da experiência humana.

Material utilizado: uma mangueira presa, apenas em uma extremidade, a um suporte de madeira, esferas de chumbo e copos para servir de cestinha.

Problema: Como soltar a bolinha na mangueira para que ela caia no copo?

Reflexões: Como o copo era móvel, ficou fácil demais porque as professoras levavam o copo para aparar a bolinha onde esta caísse. Foi necessário rever o encaminhamento e explicar o local em que o copo deveria ficar: na mesma direção da mangueira com a distância determinada. Para desenvolver a mesma atividade com os alunos, foi elaborada uma cestinha fixa.

Segundo Carvalho *et al.* (1998), há uma dificuldade histórica na diferenciação dos conceitos de força, energia e velocidade, variáveis relacionadas ao movimento. Esse fato, aliado às lacunas na formação das professoras, aumentou a dificuldade para dar explicações causais à resolução do problema. O relato de P₁₀ (abaixo) aponta que ao resolver a situação problema experimental ela revê sua concepção inicial segundo a qual era preciso força para atingir a distância necessária. Agora ela sabe que, para atingir essa distância, basta apenas posicionar a bolinha na altura adequada. Esse é um indicativo de que uma formação de professores planejada nessa perspectiva pode, por meio das reflexões de suas concepções iniciais, favorecer a aprendizagem dos conteúdos científicos.

O registro de P₁₀ e P₁₁ (abaixo) é uma amostra do quanto elas interagem intensamente com o problema, experimentavam outras maneiras (fizeram uma bola de massa de modelar) para ver se dava certo e como ficavam empolgadas com as descobertas. Era muito interessante observar o envolvimento do grupo. Reagiam da mesma forma que as crianças: pulavam, gritavam, evidenciando a importância da alegria no processo de aprendizagem.

P₁₀ – Eu pude observar, neste experimento, que quanto mais alta a mangueira, mais vai aumentar a velocidade e a distância em que a bola irá cair.

No começo pensei que tivesse que jogar a bola com força, mas depois vi que só precisava posicionar a mangueira para cima ou para baixo para que pudesse obter distância maior ou menor.

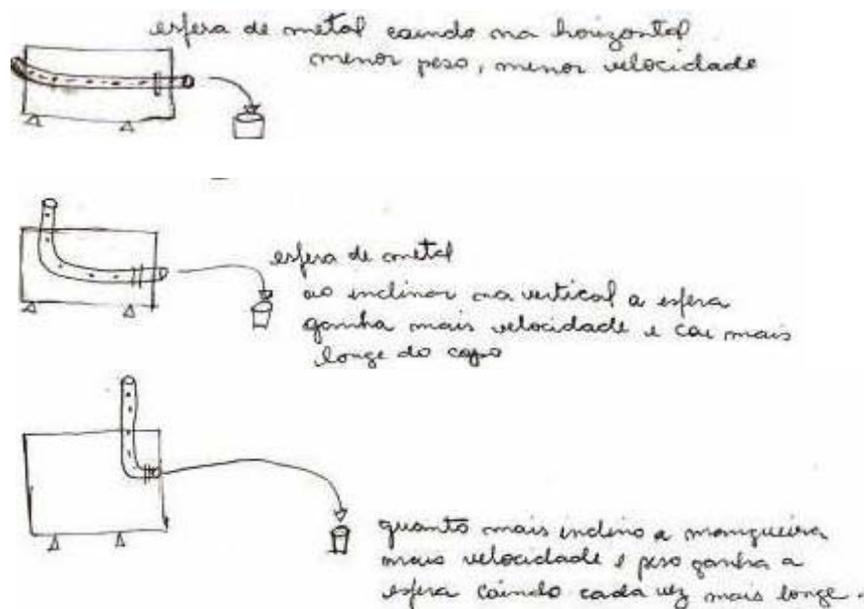
E mais interessante para mim, no final do experimento, foi perceber que a MASSA (Peso), também muda a velocidade e a distância onde a bola irá cair. [grifo da participante].

O trecho acima nos faz perceber que P₁₀ tem uma ideia de força impressa no objeto. Da mesma forma como os Gregos antigos imaginavam. Também pode ser visto como uma concepção alternativa que o corpo se move apenas enquanto está sob o efeito da força. Quando um corpo para é porque “a força acaba” e a intensidade da força aplicada é proporcional à intensidade da velocidade. Tais concepções são sintetizadas por Peduzzi in Pietrocola (2001).

Por meio dessas análises, percebemos que o processo de formação no qual os professores têm oportunidade de discutir coletivamente suas ideias pode constituir-se numa oportunidade para

os professores reverem suas ideias prévias, tanto quanto possibilitar ações formativas ajustadas às suas necessidades.

P₁₁



Quando mudamos o material da esfera por uma de madeira e outra de massa de modelar, percebemos que influenciou na velocidade da queda. Quanto mais leve for o material, menos velocidade vai ganhar.

Podemos relacionar no cotidiano a queda livre dos objetos, que parecem dobrar o peso devido a altura que são lançados.

No experimento da bolinha na cestinha, P₁₁ usa expressões que não possuem o mesmo sentido: queda livre e lançamento. No primeiro caso, a velocidade inicial do objeto é zero; já no segundo caso, a velocidade é diferente de zero.

Quando ela diz que, na queda livre, parece dobrar o peso, há um equívoco conceitual. Na realidade, o que está sendo alterado é o momento linear, ou quantidade de movimento, que é o produto da massa do objeto ou do corpo pela sua velocidade. Sendo assim, a velocidade é que está sendo alterada e não o peso, pois esse depende da massa e da aceleração gravitacional local, ambos considerados inalterados na situação problema.

P₇ (abaixo) destaca que havia diferentes grandezas envolvidas no trabalho e elabora um esquema, tentando explicar o que havia acontecido. No entanto, não coloca, em seus argumentos, o papel da energia. Quando se fala em aumentar a mangueira, na realidade o que se faz é aumentar a altura da mangueira, portanto nesse caso a discussão sobre energia é fundamental. Estando o objeto no alto da mangueira, temos energia potencial gravitacional máxima, que está relacionada com a posição. Já quando o objeto desce totalmente, temos a energia cinética, que está relacionada com a velocidade do objeto. Portanto, se a energia potencial for grande no início, ou seja, se a bolinha for lançada de uma altura grande, a energia cinética será grande no final da mangueira, com isso a bolinha irá adquirir maior velocidade. Neste caso pode-se fazer uma analogia com as hidrelétricas, nas quais temos a transformação da energia potencial em cinética durante a queda d'água.

P₇ – À proporção que a mangueira era aumentada, a velocidade da bolinha aumentava. Quando fazíamos o movimento contrário, ou seja, mangueira baixa, a velocidade diminuía. A princípio, a experiência foi feita com uma esfera de chumbo, depois fizemos com uma esfera de massa de modelar e percebemos que a massa (peso) da esfera também alterava a velocidade de arremesso.

Grandezas envolvidas: velocidade, distância, massa e altura.

No relato de P₁₀ e de P₇ (acima), há uma confusão entre o conceito de massa e peso, típica do senso comum: acreditar que massa e peso são iguais. As dúvidas sobre tais conceitos mostram a dificuldade para identificar grandezas físicas. Conseguem, no entanto, alcançar o objetivo da atividade: perceber a relação entre altura e velocidade.

Em algumas ocasiões, as professoras conseguiam relacionar as atividades com o seu cotidiano. Nessa atividade, das sete participantes, três fizeram essa relação. Quando P₃ e P₅ transpõem o problema para uma situação cotidiana, apresentam um pensamento confuso. P₅ fala em densidade que não tem relação com a atividade, já que a distância alcançada pela bolinha depende da velocidade com que ela sai da mangueira. Ao pensar dessa forma, ela está cometendo o mesmo equívoco conceitual feito por P₁₁, citado acima.

P₃ – (...) foi possível observar que, quanto mais alta a inclinação, maior a velocidade e a distância em que a bola cai. Porém, após o determinado nível de inclinação, a velocidade e a distância se mantêm quase inalterada.

Podemos comparar esse processo com a descida ou subida de um carro em uma ladeira. Quanto maior a velocidade desenvolvida pelo veículo...

P₅ – (...) pudemos observar que quanto maior a altitude da mangueira, maior a velocidade da esfera. Quando ela cai, a distância da base é menor.

Se fizermos o contrário, menor a altitude, maior é a distância da base.

Com relação ao cotidiano, ao cair um objeto de um prédio de quatro andares, sua densidade será menor do que a de um prédio de dez andares.

Conclusão: Densidade X distância dependerá da altura proposta.

Ao trabalhar em duplas, ou trios, para resolver o problema, havia uma troca significativa entre as professoras, porque cada uma tinha conhecimentos diferentes acerca do conteúdo que estava sendo discutido. A interação pode favorecer a revisão das crenças e concepções tanto a respeito de como ensinar e aprender, quanto acerca dos conteúdos científicos. O trabalho coletivo e sistemático na escola ou, como afirmam Schulman e Schulman (2004), a participação em uma comunidade de aprendizagem favorece a aprendizagem dos professores. Os equívocos conceituais apontados nos relatos indicam a necessidade de criar espaços nos cursos de formação para discutir os conteúdos científicos a serem ensinados.

O problema do equilíbrio

Objetivo: Refletir e testar as hipóteses para o equilíbrio dos corpos, percebendo a diferença entre centro de massa e centro de simetria.

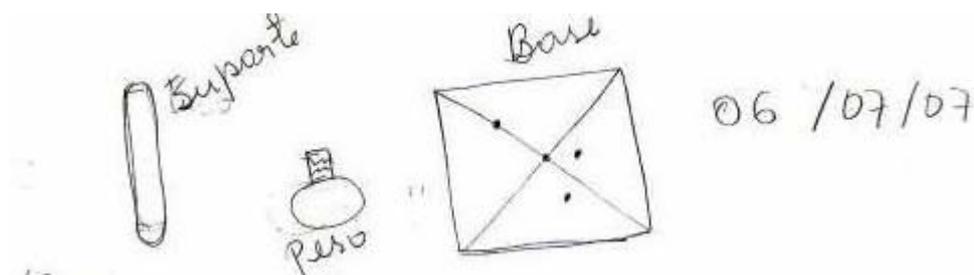
Segundo Carvalho *et al.* (1998), o equilíbrio dos corpos foi um dos primeiros problemas que os estudiosos da natureza se dedicaram, inicialmente associados à elaboração de instrumentos e dispositivos mecânicos úteis às sociedades antigas.

Material utilizado: uma placa quadrada de papelão de 30 cm com 3 furos em pontos diferentes, uma haste vertical e caixas de fósforos cheias de areia para servir como peso.

Problema: Como equilibrar o quadrado nesse suporte, apoiando-o cada vez em cima de uma das marquinhos? Se precisarem, podem usar o peso para ajudar.

Reflexões: Solicitamos que as professoras resolvessem o problema em duplas. Algumas tiveram dificuldade para encontrar a solução, como é revelado no registro de P₂. Nos desenhos dessa atividade, algumas professoras representam a solução encontrada e outras apenas apresentam os objetos utilizados. P₉ marca algumas palavras em seu texto, conforme transcrito abaixo.

P5

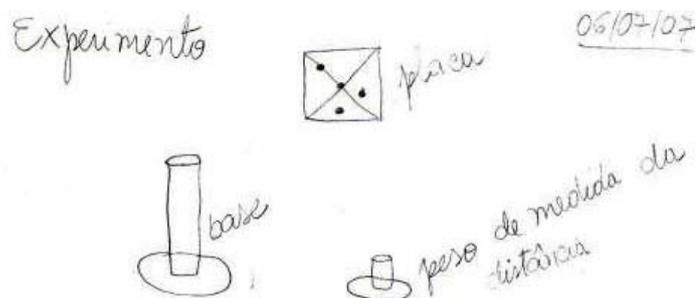


O experimento de hoje foi o seguinte:

Separou em duplas, cada uma recebeu um suporte, uma base e um peso.

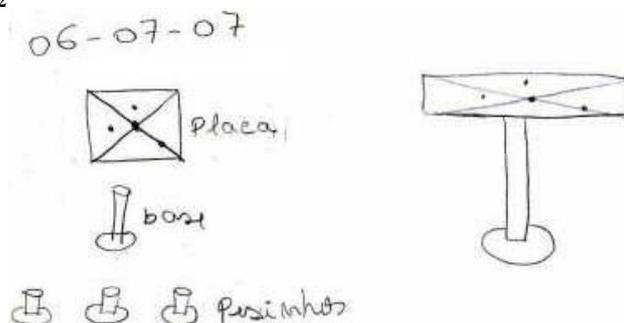
A base tinha pontos no qual deveríamos colocar a base fixa no suporte, porém teríamos que distribuir o peso para equilibrar a base. No começo foi difícil, mas depois conseguimos encontrar o ponto certo e terminar a experiência.

P3



O experimento mostra que para equilibrar a placa na base solicitada é necessário medir a distância e colocar o peso em sentido oposto ao ponto em questão. Visto que o peso é o mesmo para todos os pontos, o que efetua o acontecimento na prática é distância X base X peso; a distribuição do peso efetivará a resolução.

P2



Para equilibrar a placa nos outros pontos, sem ser o do meio, precisei utilizar os pesinhos, em locais diferentes para cada um desses pontos e assim distribuir o peso. Somente dessa forma consegui o equilíbrio.

Essa foi a última atividade do conhecimento físico que realizamos com as professoras. Ao final, solicitamos que registrassem o que sentiam, quando realizavam tais atividades e se consideravam importante realizá-las com os alunos. Os primeiros registros referem-se aos sentimentos das professoras:

P5 – No começo de cada experimento é aquela expectativa, quando ele é muito fácil não tem muita graça porque faltou o desafio. Porém se for muito difícil, se torna cansativo, pois tudo o que fazemos para nos dar prazer tem que ser bom.

P4 – Ao fazer os experimentos, tenho sentido que muitas vezes para trabalharmos alguns assuntos, temos a necessidade de ter aulas que fossem um auxílio. Sinto-me curiosa e com vontade de aprender...

P11 - Penso que seria diferente se eu tivesse aprendido assim, porque hoje eu tenho o mesmo entusiasmo e curiosidade que as crianças, quando vivencio o experimento.

P₂ – O que sinto, ao realizar os experimentos, é uma mistura de sentimentos: angústia, “pra” descobrir logo a resposta; alegria, quando consigo realizar com êxito a atividade, e um pouco de preguiça na hora de escrever.

P₃ – Ao fazer os experimentos, no início fico angustiada pela questão do novo, do manusear, do tatear. (...) Ao mesmo tempo, essa angústia traduzida na vida me leva a procurar, mexer, questionar, não me limito, vou em frente, luto comigo e enfrento as questões.

P₉ – 1° → Antes da apresentação do problema: fico curiosa, analisando o material e tentando imaginar o problema que teremos de resolver.

2° → Durante o experimento: ansiedade e euforia para encontrar a solução.

3° → Ao “encontrar” a solução, às vezes fico satisfeita, mas em alguns momentos fico mais confusa ou curiosa.

4° → As conclusões, ou melhor, discussões com o grupo ajudam a tirar dúvidas e às vezes aguçam a curiosidade. (Registros de 06/07/2007).

Ao enfatizar a importância da adequação da atividade ao nível de desenvolvimento do grupo, P₅ confirma o argumento anterior, baseado em Weisz (1999), de que as atividades de ensino devem ser, ao mesmo tempo difíceis, mas possíveis de serem respondidas. Os registros (acima): P₁₁ *quando vivencio o experimento*, P₃: *me leva a procurar, mexer, questionar...*, P₉: *fico curiosa, analisando o material... fico mais confusa e curiosa...* oferecem indícios de que se colocar no lugar de aprendiz e resolver os problemas propostos nas atividades do conhecimento físico possibilitou que as professoras: vivenciassem experiências significativas de aprendizagem para o desenvolvimento de conceitos; adotassem atitudes investigativas, importantes para a compreensão sobre a natureza do trabalho científico e refletissem sobre o objetivo da tarefa e os princípios que fundamentam a proposta de ensino investigativo.

As dúvidas, as resistências para registrar o que tinham feito e aprendido durante as atividades e a atitude das professoras durante o experimento foram utilizadas como exemplos para discutir o processo de ensino e aprendizagem ao final da atividade.

O trecho seguinte do depoimento de P₄ (acima) reforça a hipótese de que os professores querem aprender para poder ensinar: *temos a necessidade de ter aulas que fossem um auxílio*, reforça a hipótese de que os professores querem aprender para poder ensinar. É preciso, no entanto, que lhes sejam oferecidas oportunidades. O argumento de P₂ (acima), quando escreve que “tinha um pouco de preguiça”, no momento de registrar sobre o desenvolvimento das atividades, desperta a curiosidade e nos leva a pensar que a resistência das professoras com relação à escrita não é algo geral. Se essa foi uma das professoras que mais escreveu durante o processo de formação (elaborava as atividades propostas, escrevia ou respondia e-mails, registrava algumas aulas), por que “tinha preguiça” de escrever no momento de registrar a experiência vivida na resolução do problema? Seria a dificuldade de lidar com as informações relacionadas ao conteúdo científico que estava sendo trabalhado?

Esse caso nos faz pensar que cabe ao formador, no processo de formação, além de propor estratégias que sejam instigantes e que consigam mobilizar o grupo, promover diferentes tipos de atividades para que todos possam participar e aprender. As pessoas não são iguais e nem todas se interessam pelas mesmas coisas. Nesse curso, por exemplo, algumas professoras participaram de todas as atividades presenciais, mas não elaboraram as atividades escritas que deveriam fazer fora das horas de formação na escola.

Os relatos das professoras indicam que as atividades desenvolvidas contribuíram para que elas percebessem a importância (a partir da própria experiência) de propor aos alunos situações que lhes possibilitem resolver problemas a partir da elaboração de estratégias pessoais, saber pensar sobre, como e por que fizeram, sendo capazes de comunicar o que fizeram. E, além disso, percebessem a importância do lúdico e do prazer no processo de aprendizagem.

Algum tempo depois, quando P₂ teve a oportunidade de ler o livro de Carvalho et al. (1998), enviou o e-mail abaixo afirmando que participar das atividades do conhecimento físico, antes de ler o livro, ajudou-a na compreensão do texto.

P₂ – Interessante foi que à medida que fui lendo, lembrei-me de como você trabalhou conosco as experiências, vocês seguiram bem as instruções. Foi bom ter visto isso antes na prática e relacionar. (e-mail 14/02/2007)

Lidar com conceitos científicos não é uma tarefa corriqueira para os professores dos anos iniciais do ensino fundamental. As reflexões que se apresentam nos registros são bem próximas às que as crianças apresentam, quando desenvolvem essas atividades. Os relatos indicam que participar das atividades do conhecimento físico possibilitou que as professoras construíssem o conhecimento prévio necessário para compreender a proposta de Carvalho *et al.* (1998), e desfrutassem da alegria de aprender agindo e interagindo com o objeto do conhecimento e resolvendo problemas. Em outras palavras, a proposta de trabalho pode ter despertado tanto a necessidade de aprender conceitos físicos que nunca tinham sido imaginados, quanto ensinar por meio da resolução de problemas. Mas como já enfatizamos os professores necessitam de uma formação contínua em longo prazo para que possam tanto ter oportunidade de rever suas concepções quanto aprender a ensinar na perspectiva investigativa.

Ao analisar esses dados, já estando distante da ação, concluímos que a formação de professores para os anos iniciais do ensino fundamental não pode se restringir à reflexão sobre a prática. É imprescindível contemplar, de maneira sistemática e sem preconceitos, a aprendizagem sobre os conceitos científicos que devem ser ensinados nessa faixa etária, conforme indica o registro de P₄ (acima). Há uma demanda das professoras para conhecerem mais sobre tais conteúdos.

O trabalho com os alunos

Atuar numa perspectiva diferente daquela a que se está acostumado não é uma tarefa fácil para o professor. Implica ir da reflexão para a ação. Segundo Putnam e Borko (2000), os professores precisam de apoio para se sentirem encorajados a modificar sua prática.

No grupo de pesquisa, apenas uma das professoras do grupo de formação se dispôs a realizar as atividades do conhecimento físico com seus alunos – P₂. Ao realizar o experimento com seus alunos, P₂ demonstrava extremo incômodo com a “bagunça” que as crianças faziam durante a atividade. Para ajudá-la a refletir sobre o assunto, utilizamos o exemplo de como o próprio grupo de professoras reagia durante as atividades e, após a sua aula, mostramos-lhe a filmagem para que ela percebesse que não havia tanta “bagunça” assim. Queríamos que, com aquelas intervenções, ela reconhecesse que a “bagunça” era uma atitude saudável de um grupo que estava mobilizado a resolver uma situação problema e, conseqüentemente, construir seu próprio conhecimento, ou seja, queríamos possibilitar que as professoras pudessem desconstruir a ideia de que a disciplina está relacionada com alunos passivos, calados e sentados em fila e que o bom professor é aquele que consegue fazer com que os alunos permaneçam dessa forma.

P₂ demonstrou incômodo com a atitude das crianças durante a realização da atividade e manifestou conflitos em relação ao seu papel (atuar a partir de situações problemas ou seguir os conteúdos do livro didático). No entanto, conseguiu avaliar a importância de organizar o ensino de Ciências na perspectiva da investigação para que os alunos aprendam de maneira ativa, ao invés de simplesmente reproduzir. Percebeu também o quanto esse tipo de atividade pode favorecer a escrita dos alunos. Em dois momentos diferentes (conforme relatos abaixo) ela fala sobre isso: após ter vivenciado o desenvolvimento do experimento, enquanto aprendiz, e após a realização em sua

classe com as crianças. Esses depoimentos indicam que a professora estava refletindo sobre concepção de ensino e aprendizagem. Essa reflexão é muito importante para que se possa tomar consciência das concepções que guiam a sua ação. Como diz Cora Coralina: “só ensina quem aprende”.

P₂ – Gostei muito de realizar o experimento, pois ajuda os alunos a desenvolverem a fala, o pensamento, a escrita e, com isso, a resolverem os problemas propostos. Mudar a postura de entregador do conhecimento para levar os alunos a pensar, a questionar foi muito gostoso e gratificante. (Transcrição de 13/07/2007).

Faço minhas as palavras de Leite (2005, p. 136), quando argumenta:

Percebemos que a reflexão sobre a ação pedagógica permitiu às professoras a mútua articulação entre teoria e prática, originando uma atuação voltada para a construção de conhecimento. Os saberes teóricos mesclaram-se com os saberes da prática, sendo re-significados e reinterpretados de acordo com sua realidade.

O relato de P₂, acima, indica que ela se colocou como aprendiz e repensou sobre sua prática, sobre o ensino de ciências e também sobre como ensinar os alunos a ler e escrever, através de um processo ativo de busca e construção de um conhecimento profissional que atenda às necessidades dos alunos. Ela parece já ter se dado conta de que esse conhecimento não vem de fora. É ela mesma quem tem que buscá-lo, construí-lo. Além disso, demonstra ter percebido a importância da interlocução, ao expor seus questionamentos, angústias e incertezas, tanto nas conversas informais (criava sempre oportunidade para conversar com as pesquisadoras nos intervalos) como, mais timidamente, nas reuniões do grupo ou através de e-mails e ligações telefônicas. Esse é um movimento significativo para quem realmente quer modificar a sua prática. Segundo Freire:

Ensinar exige reflexão crítica sobre a prática (...). A prática docente crítica, implicante do pensar certo, envolve o movimento dinâmico, dialético, entre o fazer e o pensar sobre o fazer... é fundamental que, na prática da formação docente, o aprendiz de educador assuma que o indispensável pensar certo não é presente dos deuses nem se acha nos guias de professores que iluminados intelectuais escrevem desde o centro do poder, mas, pelo contrário, o pensar certo que supera o pensar ingênuo tem que ser produzido pelo próprio aprendiz em comunhão com o professor formador. (Freire, 1996, p.38 e 39).

O desenvolvimento das atividades foram acompanhadas e filmadas. Os pesquisadores não se limitaram a filmar as atividades, interagem com os alunos e a professora. A atividade provocava reflexões nas crianças tanto em relação aos conceitos científicos envolvidos na atividade, como em relação à escrita. Em momentos posteriores, os textos produzidos foram utilizados para fazer revisão textual. No final do ano, organizaram-se todos os textos produzidos pelos alunos em uma coletânea e, com apresentação explicativa sobre o trabalho, expuseram-nos na mostra de trabalhos da escola. Depois foram devolvidos aos alunos. No registro abaixo, P₂ destaca, mais uma vez, o desenvolvimento da oralidade e da escrita, como aspectos positivos do trabalho.

Ao ser questionada sobre as dificuldades e os pontos positivos encontrados, ao desenvolver as atividades do conhecimento físico com os seus alunos, P₂, referindo-se à questão da *bagunça* e do *barulho* feitos pelos alunos durante a atividade, volta a evidenciar o quanto os conflitos em relação à sua atuação a mobilizaram, levando-a inclusive a entender *o processo de aprendizagem dos alunos*. No entanto, ela não sucumbe a tais conflitos e, mais uma vez, evidencia, em dois momentos (no final do primeiro parágrafo e quando destaca os pontos positivos do trabalho), que está revendo sua concepção de aprendizagem, pois já é capaz de refletir na ação (Schön, 2000) e se permite lidar com a *bagunça* dos alunos durante o experimento. Esse registro também enfatiza o quanto essa professora se envolveu emocionalmente com a proposta de trabalho. Ela afirma: “Fiquei feliz comigo mesma por ter aceitado o desafio.”.

P₂ – A maior dificuldade foi o desafio de trazer algo tão novo e diferente para os meus alunos, senti medo e insegurança. Outra dificuldade foi a questão da “bagunça” e do “barulho” na hora dos experimentos. No início fiquei confusa, mas depois fui me adaptando e entendendo o processo de aprendizagem dos alunos.

Foram vários os pontos positivos nesse processo, fiquei feliz comigo mesma por ter aceitado esse desafio, Alguns pontos principais foram:

- a) O desenvolvimento da oralidade de alguns alunos que tinham muita dificuldade para expor suas opiniões;
- b) O desenvolvimento da escrita dos alunos, que tinham dificuldades de organizar textos com coerência, coesão e sentido.
- c) E também a nova forma que tive de ver a aprendizagem dos alunos.” (anexo ao e-mail de 03.10.07).

O desenvolvimento das atividades do conhecimento físico também possibilitou que P₁₁, que assistiu às aulas de P₂, avaliasse a importância de se ensinar Ciências a partir da resolução de problemas, conforme indica o registro abaixo. Ela chama a atenção para o envolvimento de alunos que, no dia a dia, não participam das atividades:

P₁₁ – Alunos que se mostram, no dia-a-dia de sala de aula, calados e pouco participativos, no momento da discussão, fizeram questão de dar a sua opinião sobre o experimento [cita alguns nomes e argumenta: que sempre andam apáticos e sem muitos interesses por causa da sua repetência]. Construíram frases argumentativas para justificar sua conclusão, tentando usar um conceito científico. (Transcrição de 13/07/2007)

P₁ não considerou adequado desenvolver as atividades do conhecimento físico com os seus alunos, porque eles ainda eram muito pequenos (6 anos). No entanto, desenvolveu outras atividades do ensino de Ciências de forma sistemática, abrindo a sua classe para a observação dos pesquisadores. Essa professora, com frequência, fez referências a Carvalho *et al.*(1998), para enfatizar suas descobertas sobre como trabalhar Ciências numa perspectiva investigativa.

P₈, que só participou de três encontros em 2007, quando estavam sendo desenvolvidas as atividades do conhecimento físico, confirma a importância de utilizar diferentes estratégias no processo de formação de professores. Seu e-mail, transcrito abaixo reforça essa ideia.

P₈ – Não acompanhei o seu trabalho desde o início (...), tive um pouco de resistência em estar presente por não me interessar muito por essa área. Mas com a leitura (ainda que superficial, sem aprofundamento) do livro “Ciências no Ensino Fundamental” de Anna Maria Pessoa de Carvalho, aos poucos, estou mudando a minha concepção. Esse ano, sei que não colocarei nada em prática,(...)” (e-mail de 02/07/2007)

Eu aceito fazer o experimento com os meus alunos, estou curiosa por saber qual será a reação deles. (...) assim quem sabe, no próximo ano, ao pensar nos projetos que pretendo trabalhar em sala de aula, o lugar do ensino de Ciências esteja melhor reservado (e-mail 07.10.07).

(...) me ajudou a sentir que tanto o experimento quanto o registro é extremamente importante para incentivá-los a também usar a escrita. (Registro 23.07.07).

É possível constatar a partir do depoimento de P₈ (acima) que à medida que os resultados dos trabalhos realizados pelas colegas em suas salas vão aparecendo, outras professoras começam a pensar em também realizar as atividades com seus alunos.

Ao discutir sobre a formação de professores, Lerner (2002, p. 107)) destaca a especificidade do conhecimento didático e sugere que se proponham atividades por meio das quais os professores possam vivenciar situações similares às que vivenciam os alunos ao aprenderem a escrever. Assim, ela considera importante: “Conseguir, por um lado, que os professores construam conhecimentos sobre o objeto de ensino e, por outro lado, que elaborem conhecimentos referentes às condições didáticas necessárias para que seus alunos possam apropriar-se desse objeto”. As

atividades do conhecimento físico possibilitaram que os professores se aproximassem dos conteúdos científicos envolvidos na tarefa e refletissem sobre concepções de ensino e aprendizagem, sobre ensino de Ciências, sobre aprender a ler e escrever de maneira significativa.

Conclusões

Assim, concluímos que as estratégias formativas precisam ser significativas e possibilitar que as professoras aprendam, a partir da resolução de problemas, sobre o conhecimento científico e sobre como ensinar Ciências de forma articulada com a leitura e a escrita. As atividades do conhecimento físico pode ser uma alternativa para desencadear o processo de discussão, mas não são suficientes por si só. As atividades devem possibilitar que os professores reflitam sobre o seu próprio processo de aprendizagem e sobre sua prática pedagógica. Ao fazerem isso, podem tornar-se capazes de identificar o que está funcionando e o que precisam melhorar em sua prática. Ao tomarem consciência dos problemas que afetam sua prática, podem assumir o seu papel com autoria, sendo capazes de definir em quais aspectos precisam de apoio pedagógico ou disciplinar.

A reflexão sobre a importância de realizar atividades de Ciências na perspectiva investigativa, articuladas com a leitura e a escrita e a possibilidade de identificar as contribuições que elas trazem para a aprendizagem das crianças podem mobilizar as professoras para investir de forma mais sistemática no ensino articulado dessas duas áreas de conhecimento mas, principalmente, no ensino de Ciências que normalmente é deixado de lado. Assim, pode tornar-se possível que o ensino de Ciências seja uma presença obrigatória nos anos iniciais do ensino fundamental.

No entanto, sabemos que esse não pode ser um trabalho isolado. É necessário criar grupos de formação interdisciplinares que contem com a participação de profissionais especialistas nas áreas da Ciência da Natureza e em outras áreas do conhecimento. Esse trabalho, por exemplo, só foi possível devido a essa troca entre profissionais com diversas formações: Pedagogia, Química, Física.

Esperamos, com esse trabalho, contribuir para a reflexão sobre o grande desafio de formar os professores do Ensino Fundamental I para ensinar Ciências, uma vez que o ensino dessa disciplina nesse segmento exige aproximações menos formais. É necessário considerar os conhecimentos prévios dos professores acerca dos conteúdos científicos e dar-lhes oportunidade para desenvolverem uma postura mais indagadora. Isso pode ser possível mediante estratégias de formação baseadas na perspectiva investigativa. O trabalho de Carvalho *et al.* (1998) aponta uma direção promissora. Justifica-se, portanto, a replicação das atividades do conhecimento físico em contexto diferente, no nosso caso a formação dos professores, para que a comunidade que pesquisa o ensino de ciências possa verificar os acertos e possíveis ajustes que a proposta merece. Esse é o nosso desejo.

Referências

Abreu, L. Bejarano, N.; Davanço, E. N., & Leite, V. F. A. (2007). *O desafio de formar professores das séries iniciais para ensinar ciências*. VI ENPEC – Encontro Nacional de pesquisa em Educação em Ciências. Atas... Florianópolis, SC.

Abreu, L. S. (2008). *O desafio de formar professores dos anos iniciais do ensino fundamental*. 147 p. dissertação (Programa Ensino, Filosofia e História das Ciências) – UFBA, Salvador.

Azevedo, M. N. (2008). *Pesquisa-Ação e atividades investigativas na aprendizagem da docência em ciências*. São Paulo, USP. Dissertação de Mestrado.

Bizzo, N. (2002). *Ciências: fácil ou difícil?* São Paulo, 2ª ed. Ed. Ática.

Bachelard, G. (1996). *A formação do Espírito Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto.

Borko, H. (2004). Professional development and Teacher Learning: Mapping the terrain. *Educational Research*, V. 33, N. 8, pp. 3-15. Nov.

Brasil, Secretária de Educação Fundamental. (1997) *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências – Brasília: MEC/SEF*.

Caniato, R. (1987). *Com ciência na educação: Ideário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino de ciência*. Campinas, SP: Ed. Papirus.

Carvalho, A. M. et al. (1998). *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione.

Carvalho, A. M. P. de. (2007) Habilidades de professores para promover a enculturação científica. *Rev. Contexto & Educação*. Acesso em 12 jan. 2008. [http://moodle.stoa.usp.br/file.php/727/n.77, janeiro/junho pp. 25-49](http://moodle.stoa.usp.br/file.php/727/n.77_janeiro/junho_pp.25-49)

Carvalho, A. M. P. de (2005). *As condições de diálogo entre professor e formador para um ensino que promova a enculturação científica dos alunos*. In: Cunha, A. M. de O. et al. XV ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino - Belo Horizonte: Autêntica, 2010. 693p.: http://www.fae.ufmg.br/endipec/livros/Livro_5.PDF

Delizoicov, D.; Angotti, J. A. P. (1992) *Metodologia do Ensino de Ciências* (Coleção Magistério – 2º grau. Série Formação do Professor). São Paulo: Cortez.

Delizoicov, D.; Angotti, J. A. & Pernanbuco, M. M. (2002) *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez.

Freire, P. (1996). *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à Prática Educativa*. 27ª. ed. São Paulo: Paz e Terra.

Leite, V. F. A. (2005). *Experimentando estratégias formativas: da reflexão à conscientização*. 160 p. Dissertação (Programa Ensino Filosofia e História das Ciências) – UFBA, Salvador, BA.

Loughran, J. J. (2007). Science teacher as learner. In: ABELL, Sandra K. and LEDERMAN, Norman G. *Handbook of research on science education* (pp.1043-1065). Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, New Jersey – London.

LAPEF - http://paje.fe.usp.br/estrutura/index_lapef.htm

Lerner, D. (2002). *Ler e escrever na escola: o real o possível e o necessário*. Porto alegre: ArtMed.

Maldaner, O. A. (2003). *A formação inicial e continuada de professores de química*. Professor/pesquisador. 2. ed. – Ijuí: E. Unijuí.

Pacca, J. L. de A. y Villani, A. (2000). La competencia dialógica del profesor de ciencias en Brasil. *Enseñanza de Las Ciencias*, 18 (1), 95-104.

Praia, J. F., Cachapuz, A. F. C., Gil-Perez, D. (2002b). A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação*, v.8, nº 2, pp.253 – 262.

Pietrocola, M. (org.). (2001). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC.

Putnam, R. T.; Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Research*, Vol. 29, No. 1, pp. 4-15, Jan/Fev.

Schon, D. A. (2000). *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.

Shulman, L. S.; Shulman, J. H. (2004). How and what teachers learn: a shifting perspective. *J. Curriculum Studies*, Vol. 36, nº. 2, pp. 257-271.

Thiollent, M. (1998). *Metodologia da pesquisa-ação*. 8ª ed. – São Paulo: Cortez.

VIDEO – *Por que aprender e ensinar ciências?* Série PCN – Ciências Naturais. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Fundamental.

VIDEO – *Ciências e Ciências na pré-escola*. Série Menino quem foi teu Mestre.

Warschauer, C. (1993). *A roda e o registro: uma perspectiva entre professor, alunos e conhecimento*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Weisz, T. (1999). *O diálogo entre o ensino e a aprendizagem*. São Paulo: Ed. Ática.

Recebido em: 17.05.2011

Aceito em: 30.04.2013