

**CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO E APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO FUNDAMENTAL
(Pedagogical content knowledge and meaningful learning: an elementary school experience)**

Luciana Breder P. Tran [lubreder@gmail.com]

Paulo de F. Borges [pborges@cefet-rj.br]

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Laboratório de Aprendizagem

Av. Maracanã 229, bloco E, 5º andar, 20271-110, Maracanã, Rio de Janeiro.

Resumo

Durante um período de seis anos, uma professora de Física em formação e uma professora de Ensino Fundamental, compartilharam a experiência de trabalhar juntas e com um objetivo comum: o desenvolvimento de seu conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK). Nos primeiros três anos a professora de Física foi tutora da professora do Ensino Fundamental, e nos últimos três anos, após ingressar em seu curso de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, como parceiras em um projeto de trabalho pedagógico que se completa. A Professora do Ensino Fundamental, buscando completar a formação na área do Ensino de Ciências, se submeteu à tutoria da Professora de Física durante sua graduação no Projeto Veredas da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e participou do treinamento do Projeto Mão na Massa da Academia Brasileira de Ciências (ABC) aplicado nas escolas públicas da região de Juiz de Fora - MG. Foram usados recursos pedagógicos construídos com materiais recicláveis e de baixo custo, feitos na própria escola com o auxílio dos estudantes. O referencial teórico utilizado foi a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel complementada por aspectos de outras teorias cognitivistas como, por exemplo, a piagetiana, aliados aos resultados de Ostermann e Moreira em sua prática de sala de aula. As professoras utilizaram metodologias qualitativas para a coleta de dados e avaliação de seu trabalho entre elas a entrevista, a observação participativa e a narrativa. Todo o processo pedagógico foi registrado em filme, fita e papel pelas professoras. Os resultados obtidos no processo de aprendizagem, que discutiremos neste manuscrito, demonstram que uma prática pedagógica bem planejada e apoiada em um referencial teórico sólido é fundamental para o sucesso escolar.

Palavras chave: aprendizagem significativa; ensino fundamental; ensino de ciências; formação de professores.

Abstract

During a period of six years, a physics teacher in training and an elementary school teacher shared the experience of working together with a common goal: the development of their pedagogical content knowledge (PCK). In the first three years the physics teacher was tutor of the elementary school teacher, and in the last 3 years, after joining a graduate program in Mathematics and Science Education, as partners in a complementary project of pedagogical work. The elementary school teacher, under the physics teacher guidance during her graduation at Veredas Project of Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), participated in the Brazilian Academy of Sciences (ABC) Hands-on Project applied in the public schools of Juiz de Fora-MG county. After she had finished her training, both teachers started a pedagogical partnership for the next 3 years. In their partnership pedagogical resources were constructed with recyclable and low-cost materials with the students help inside the school. The theoretical reference used was the David Ausubel's Meaningful Learning theory complemented by aspects of other cognitive theories, such as Piagetian theory, coupled with the results of Ostermann and Moreira in their classroom practice. The teachers have used qualitative methodologies for data collection and assessment of their work including the

participating observation, interview and narrative. The entire educational process was registered on film, tape, and paper by the teachers. The results obtained in the learning process, which we will discuss in this manuscript, have shown that a well-planned educational practice supported by a solid theoretical framework is essential to school success.

Keywords: meaningful learning; elementary school; science teaching; teacher education.

Introdução

A grande maioria das situações educacionais requer o equilíbrio de vários princípios pertinentes, ao invés da aplicação de uma única regra. Com um conjunto de princípios psicológicos e um sólido domínio do conteúdo, um professor talentoso pode improvisar soluções para novos problemas à medida que eles surgem em lugar de seguir cegamente regras simples que lhe são impostas ou são decorrentes da repetição das estratégias as quais foi submetido por seus professores desde o Jardim de Infância até o Ensino Médio e mesmo no Curso Superior. Ao aplicar um determinado princípio psicológico a uma situação de ensino particular envolvendo um conteúdo específico, os professores deverão fazê-lo exercitando consideravelmente o seu senso crítico profissional. Devem comparar o alcance de um princípio pertinente a outro que também o seja; considerar aspectos relevantes de sua própria preparação e personalidade; avaliar a situação momentânea na classe, por exemplo, o estado de prontidão, motivação, atenção, fadiga e níveis habituais de compreensão de seus alunos; estimar o nível de adequação da comunicação corrente; levar em consideração fatores diferenciais de sexo, capacidade, personalidade, aspiração e classe social entre os alunos da classe, entre outros aspectos importantes. Os princípios, embora mais flexíveis e menos dogmáticos que as regras, também não são mais que generalizações. Aplicá-los efetivamente a situações particulares é mais uma arte do que uma ciência. (Ausubel; Novak & Hanesian, 1980, p.07). O conjunto de princípios psicológicos, conteúdos disciplinares, conhecimento de como as pessoas aprendem, entre outros aspectos que devem ser dominados por um professor no exercício da profissão, caracterizam o conhecimento pedagógico do conteúdo deste professor ou apenas PCK no acrônimo em língua Inglesa (Shulman, 1986). O conhecimento do conteúdo pode ser resumido no conhecimento das Leis e conceitos Científicos aplicáveis ao conteúdo a ser ensinado e aos métodos de investigação científica, pertinentes. O conhecimento de como as pessoas aprendem, ou conhecimento pedagógico geral, pode ser resumido na capacidade de estabelecer um ambiente de aprendizagem em que os estudantes possam amadurecer os conhecimentos adquiridos, conhecimento de como os estudantes aprendem, de como a memória funciona e de como o cérebro se desenvolve com a idade. O entendimento e a habilidade que permitem integrar o conhecimento de conteúdo específico do professor com o processo de aprendizagem dos estudantes é especial, este é o conhecimento a que nos referimos quando falamos de Conhecimento pedagógico do conteúdo. É este conhecimento que distingue o conhecimento de ciência dos professores daquele dos cientistas (Etkina, 2010). Shulman define PCK como a fusão especial de conteúdo e Pedagogia que é uma característica única dos professores, sua maneira própria e especial de entendimento profissional (Shulman, 1987). Uma questão relevante é onde e como podem professores em formação desenvolver este tipo de conhecimento? O desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) deve estar integrado à prática da sala de aula devido ao fato que professores iniciantes ou experientes não possuem PCK sobre conteúdos que nunca ensinaram, mas, professores bem sucedidos em ensinar um dado conteúdo, ou seja, aqueles cujos alunos desenvolveram uma aprendizagem significativa provavelmente têm um PCK bem desenvolvido naquele conteúdo. Colocá-los juntos evita a reinvenção da roda pelos mais novos (Mulhall et al, 2003), é o caso em mãos.

Assim, neste artigo, narramos a influência do conhecimento pedagógico do conteúdo do professor no processo de aprendizagem significativa deste professor e seus estudantes e aquele de sua tutora durante a elaboração de sua dissertação de mestrado. O trabalho de dissertação se iniciou

devido ao interesse da professora tutora em tomar contato com os resultados da pesquisa em ensino, no caso Ensino de Física, e da circunstância especial de ser tutora no Projeto Veredas da UFJF. Dois grupos de professores de Ciências se interessam pela Educação em Ciências: o primeiro é o crescente número de professores cuja área de pesquisa é ou pode vir a ser a Pesquisa em Educação em Ciências; o segundo é a comunidade de professores cujo interesse está em fazer uso dos resultados da pesquisa como guia para obter melhores resultados de ensino e aprendizagem na sua sala de aula. A professora tutora está no primeiro grupo, enquanto a professora parceira está no segundo.

Os resultados da pesquisa em ensino têm influenciado a prática de alguns professores do ensino básico, entretanto, ainda existem muitos professores em todos os níveis de ensino e principalmente no ensino médio que não estão a par dos desafios da pesquisa em ensino e não utilizam seus resultados em sua prática (Eylon & Bagno, 2006). Como consequência, práticas educacionais e concepções de ensino tradicionais, que os resultados da pesquisa dos últimos anos do século XX e destes primeiros do século XXI têm tentado modificar, ainda podem ser encontradas em muitas escolas. Um exemplo destas práticas é: só professores falam muito em sala de aula, os estudantes muito pouco; o sentido do discurso é de professor para estudante; o discurso é focado nas idéias do professor, etc. Por outro lado, os resultados da pesquisa indicam que outro tipo de prática seria desejável, por exemplo: estudantes e professores partilhem a palavra; discurso focado nas idéias dos estudantes; estudantes fisicamente ativos; um alto grau de interatividade, etc. (Dancy & Henderson, 2007). O planejamento dos materiais curriculares e estratégias instrucionais escolhidas para servir de catalisadores da aprendizagem significativa em geral e, em particular em ciências, no âmbito de uma escola pública da periferia de Juiz de Fora – MG e sua relação com conhecimento pedagógico do conteúdo das professoras e com os resultados da pesquisa em ensino também é o objeto desta narrativa. O trabalho reporta a experiência de uma professora licenciada em Física (prof_fis), primeiro como tutora no Projeto VEREDAS – Formação Superior de Professores (veredas, 2012) (como formadora) e a observação participativa realizada por esta professora da prática pedagógica de uma professora da 1ª etapa do Ensino Fundamental (prof_fun), licencianda do Projeto Veredas e objeto de tutoria no período entre 2002 e 2004, e da parceria durante os anos 2005, 2006 e 2007, período da feitura da dissertação. A professora de Física utilizou os resultados desta atividade para fundamentar sua dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática na área de Ensino de Física. Assim, a professora de Física cumpre tanto o papel de formadora, quanto está em formação, enquanto a professora do ensino fundamental é professora em formação. Ambas já exerciam o papel de professoras para estudantes dos ensinos médio e fundamental e, portanto, sua formação se dará em serviço e será, em certo sentido, formação continuada via os projetos em que ambas estão engajadas. O Projeto Veredas que se destina a habilitação de professores atuando nas primeiras séries do ensino fundamental e que não tenham formação universitária, é realizado na modalidade ensino à distância. É neste projeto que as professoras se conhecem e a relação de confiança / parceria entre elas é estabelecida. Esta relação permitirá a realização da pesquisa qualitativa objeto desta comunicação. Além disso, ao mesmo tempo em que a parceria entre as professoras é estabelecida, a prof_fun também participa com seus estudantes do Projeto Mão na Massa da Academia Brasileira de Ciências (Projeto_Mão_na_Massa, 2012). O projeto é organizado no estado de Minas gerais pela Universidade Federal de Viçosa. O projeto Mão na Massa propõe o Ensino de Ciências nas séries iniciais do ensino fundamental como ferramenta para a alfabetização em geral e a alfabetização científica ou enculturação científica em particular (Carvalho, 2008; Lorenzetti & Delizoicov, 2001). O conhecimento pedagógico do conteúdo das professoras é modificado pela experiência formadora de ambos os projetos e tem como consequência o conjunto de alterações metodológicas observadas em sua prática de ensino cotidiana. Por exemplo, as crianças são estimuladas a trabalhar em grupo, com materiais concretos, diante de situações que desafiam sua curiosidade e participação e para aquelas que não acompanham o desenvolvimento do grupo uma abordagem clínica é realizada. Os projetos sugerem uma metodologia baseada na indagação onde as crianças primeiro discutem e escrevem sobre o que

vai acontecer durante as atividades que lhes serão propostas e, depois da experiência, conversam e relatam por escrito o que fizeram e observaram, comparando suas previsões com os resultados obtidos.

Dessa forma, a relação entre as professoras se estabelece através da tutoria (formador e formando) em um primeiro momento e depois como parceria e assistência / colaboração (ambas formandas) no âmbito da dissertação / parceria. No segundo momento, a colaboração deverá contribuir para o crescimento de ambas: a primeira no desenvolvimento de sua dissertação de mestrado em Ensino de Ciências área de Ensino de Física e a segunda ao complementar sua formação de ensino superior com especialização em Ensino de Ciências para crianças do ensino fundamental.

A colaboração entre as professoras se inicia no reconhecimento das dificuldades encontradas por ambas para ensinar Ciências. Sua formação no domínio dos conteúdos disciplinares, e sua formação pedagógica apresentavam diversas lacunas decorrentes de uma concepção de licenciatura que ora parece estar sendo abandonada. As escolhas que fizeram para vencer estas dificuldades foram por um lado procurar o desenvolvimento de uma dissertação de mestrado em Ensino para a professora do ensino médio que já possuía uma educação universitária. E por outro lado, a obtenção da educação universitária para a professora do ensino fundamental que não a possuía antes de 2005. No início de 2005, ao iniciar seu projeto de dissertação de mestrado, a prof_fis tomou contato com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (Ausubel, 1980; Moreira, 1983, 1988a, 1988b, 1997, 1999, 2000, 2006) e percebeu que, de certa forma, ela já desenvolvia um trabalho que poderia ser descrito dentro do contexto deste referencial teórico, especialmente com seus estudantes do ensino médio, esta foi a principal mudança no PCK das professoras: a aquisição de um referencial teórico capaz de justificar as escolhas de sua prática pedagógica anterior e ao mesmo tempo fundamentar o planejamento de sua prática posterior construtivista. Após suas primeiras leituras, a professora comparou sua prática de sala de aula com aquela sugerida pela teoria da aprendizagem significativa e foi capaz de inserir as estratégias que desenvolvia com seus estudantes neste contexto teórico. O resultado da comparação tornou claras as mudanças que deveriam ser feitas em seu planejamento pedagógico para melhorar o aprendizado de seus estudantes. Por exemplo, o uso dos conhecimentos prévios do aluno na escolha de procedimentos para seleção e apresentação do conteúdo, uso da mediação de um museu de ciências e seus instrumentos / acervo como objetos potencialmente significativos para a aprendizagem, uso de experimentos de baixo custo relacionados com o cotidiano de seus alunos e desenvolvidos pelos alunos como motivadores do interesse e de uma aprendizagem significativa, um aprendizado onde conteúdos contextualizados formam um conjunto coerente, etc. Neste contexto, o conhecimento do professor reflete a multiplicidade de metáforas consideradas para descrevê-lo: como computador / base de dados; como artesanato / arte; como complexidade e como mudança (Wallace, 2008). Além disso, a professora compreendeu a falta que faz o conhecimento teórico para nortear o trabalho do professor. A tutoria no Projeto Veredas havia lhe convencido que era necessário desenvolver um trabalho nas séries iniciais do Ensino Fundamental que promovesse a enculturação científica (Lorenzetti & Delizoicov, 2001; Carvalho, 2008; Sasseron & Carvalho, 2011) desde o primeiro momento em que o estudante tem seu primeiro contato com a escola. No ensino fundamental algumas considerações devem ser feitas: desenvolver um trabalho no qual o início da aprendizagem está apoiado nos conhecimentos prévios do aprendiz pode não ser uma tarefa simples. Crianças nesta fase do ensino podem não possuir conhecimentos prévios e os subsunçores necessários à construção de uma relação substantiva entre os seus conhecimentos prévios e os novos conhecimentos que se deseja ensinar. A apresentação da Ciência no contexto de significados do aprendiz deve reconhecer o papel da aprendizagem mecânica na construção de novos conceitos quando não existe uma base anterior de conhecimento. Os organizadores prévios que reduzam as dificuldades ligadas à aprendizagem de ciências e estimulem a autoconfiança dos aprendizes em relação a sua própria capacidade de aprender Ciência devem ser planejados e apresentados com grande cuidado e promover um contato

substantivo entre os aprendizes e o conhecimento de forma geral, e ao conhecimento científico em particular (Moreira, 2006). Esta consciência e o início de seu trabalho de dissertação confluíram para a proposta de parceria com a Professora do Ensino Fundamental.

Desta forma, além da formação no Projeto Veredas e posterior participação no Projeto mão na massa que completaram o domínio dos conteúdos da Professora do Ensino Fundamental, o conhecimento pedagógico da Professora também foi enriquecido. Um aspecto importante da parceria entre as professoras é o embrião da formação de uma comunidade de praticantes de ensino de ciências fortemente motivados e inovadores nas escolas públicas onde trabalham a partir da forte relação de confiança entre as professoras que esperamos se estenda para os outros colegas (Wallace, 2007a, 2007c, 2008).

Entre os diversos organizadores prévios que podem ser usados temos: o uso pelo professor da mediação dos objetos da vida cotidiana, o uso do acervo dos museus de ciência e a relação entre a evolução histórica deste acervo com o universo do aprendiz, o uso de materiais de baixo custo acessíveis à experiência de mundo dos aprendizes, a profissão dos pais, entre outros objetos pedagógicos que podem ser utilizados para facilitar a aprendizagem. O Professor por sua vez, para realizar uma prática de ensino significativa e contextualizada, deve possuir um sólido domínio dos conteúdos científicos, especialmente da fenomenologia, e do referencial teórico pedagógico escolhido para pautar sua atividade educativa. Um professor formado para atender as demandas acima contribuirá para que as mudanças que o ensino de Ciências em geral e o de Física em particular tem necessitado, venham a acontecer. Estes são dois itens fundamentais do conhecimento pedagógico do conteúdo (Shulman, 1986) que o professor deve possuir.

Desta forma, o terreno estava preparado para que a parceria entre as professoras acontecesse. Esta parceria se realizou em uma escola pública da periferia da cidade de Juiz Fora no estado de Minas Gerais. Durante o período da parceria, a professora de Física foi formadora, estudante de pós-graduação e pesquisadora da sua prática, induzindo um comportamento semelhante na Professora do Ensino Fundamental. Quase realizando o sonho do professor ideal, o professor pesquisador de sua sala de aula e de sua prática: crítico, inovador, libertário, motivador da cidadania, etc. (Moreira, 1988B; Mattos, 1995; Villani, 2009).

As atividades realizadas se referem a momentos diferentes da história das professoras:

- 1- Observação e orientação da prática pedagógica da professora do ensino fundamental e orientação na confecção de sua monografia de final de curso no Projeto Veredas, Março 2002 até Julho 2005. Esta fase é eventualmente mencionada, mas não é o objeto deste trabalho;
- 2- Início da reflexão sobre a teoria da aprendizagem significativa e sua relação com a aprendizagem das crianças. A proposta de colaboração e parceria é feita e aceita, Agosto 2005 até Dezembro 2007;
- 3- Construção e aplicação de instrumentos pedagógicos para o ensino de ciências para crianças no primeiro ciclo do Ensino Fundamental, coleta de dados de pesquisa e construção de modelos representativos de conceitos e dados de observação pelas crianças, sob supervisão das professoras. Fevereiro 2006 até Dezembro 2006;
- 4- Análise dos dados coletados e redação da dissertação da professora do ensino médio com o conhecimento da professora do ensino fundamental, Janeiro 2007 até Dezembro 2007.

No papel de pesquisadora a prof_fis usou como instrumentos o estudo de caso, a observação participante e a entrevista (Marcondes, 2003; Borba, 2006). Uma das características da pesquisa qualitativa moderna é a ênfase em gerar ações significativas com o propósito de transformar a prática profissional. Por algum tempo, uma avaliação de quarta geração definiu o ritmo com seu ethos democrático e inclusivo na proposição / solução de problemas para permitir que os participantes transformem suas comunidades de prática. Comunidades estas formadas pelo conjunto de professores que partilham as responsabilidades em uma escola. A pesquisa realizada pelo praticante, no nosso caso o professor em sua sala de aula, é julgada mais por seus resultados

práticos no processo de ensino-aprendizagem e menos por seu rigor metodológico, o que é considerado herético dentro da visão de mundo ocidental moderna do Ensino e da prática das Ciências e da Matemática. Recentemente o centro de atenções da pesquisa transformativa incorporou o apoio ao mergulho cultural na prática profissional individual do praticante pesquisador (professora de Física). O mundo vivo do pesquisador se tornou a principal fonte de dados de experiência para um retrato narrativo e para uma análise crítica auto reflexiva feita como escrita vivida, autobiografia, e auto etnografias como prática profissional e para a prática profissional. Problemas éticos e metodológicos associados com a geração de representações críveis dos colegas pesquisadores provavelmente acontecerão. Assim, sujeitá-las a uma reavaliação crítica pode ser evitado pelo uso de imaginação ficcional e pensamento filosófico (Wallace, 2007b p. 4-5 e referências do texto). Dessa forma, para relatar seus resultados, a professora escolheu a narrativa como instrumento de comunicação. Narrar pode ser entendido como dizer ou conhecer algo em forma de estória (Van Manen, 1990: p. 120; Diamond, 1995: p. 82). No entanto, uma narrativa não é um conjunto de fatos que pretende representar um conhecimento ou a verdade. O objetivo da narrativa é retratar de forma convincente a natureza problemática da vida, incluindo aí o fazer pesquisa. Uma narrativa é uma expressão da experiência vivida. Seu compromisso não é com os fatos, mas com a plausibilidade. Narrativas tem enredo e personagem e lidam com situações específicas e não com generalizações. Narrativas ocorrem no interior de um contexto sociocultural que é tornado explícito e deve revelar um sentido de intencionalidade humana revelando assim as vicissitudes destas intenções incluindo motivos, equívocos e frustrações dos personagens (Dawson, 2007 p. 84). Os recursos à disposição da prof_fis para registrar os passos de sua narrativa foram fotografia e filmagem das aulas e dos objetos feitos pelas crianças, atividades práticas supervisionadas, relatórios construídos pelos aprendizes, gravador de voz, etc. No papel de formadora, observou a prática da professora do ensino fundamental e a orientou. No papel de aprendiz, coletou dados da experiência de observação da sala de aula (Estrela, 1994) e da prática da professora do ensino fundamental e os inseriu no contexto teórico das disciplinas de seu curso de pós-graduação. Sua narrativa reflete esta experiência em que influenciou a professora do ensino fundamental e foi influenciada por ela. No entanto, apesar de ser a narrativa a abordagem deste texto, está fundamentada nos fundamentos teóricos sólidos da teoria da aprendizagem significativa. Na análise levou-se em consideração a realidade de escola pública na qual se realizou a prática pedagógica das professoras, bem como, a realidade socioeconômica dos alunos (Freire, 1987). O cotidiano da sala de aula do Ensino Fundamental ainda constitui um assunto cujo saber científico está se estruturando, daí, transferir a realidade das professoras para um contexto de interpretação científica, apresentando o resultado de práticas de ensino bem sucedidas apoiadas em uma sólida fundamentação teórica, dá relevância a este trabalho.

A escola, no entanto, não é só o professor e seus aprendizes. Devido a isso, as professoras precisaram obter uma autorização para desenvolver o trabalho que planejam. Esta autorização foi dada pelos responsáveis pelas crianças e pela administração da escola por meio de um documento de conhecimento informado.

Dessa forma, este trabalho relata, em um contexto teórico bem definido, os resultados obtidos com a prática pedagógica das professoras, buscando transferir para um contexto de cientificidade o cotidiano da sala de aula deste nível de ensino. A partir desta transferência, inferir dos dados qualitativos obtidos da observação participativa e das entrevistas, sugestões para uma boa prática pedagógica que possam ser seguidas em qualquer escola da rede pública com chances de sucesso. A descrição completa das atividades realizadas pelas professoras pode ser encontrada na página de domínio público da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação e Cultura (CAPES-MEC) (BREder, 2008).

Relato da Observação Participativa da Professora de Física

A observação participativa (Marcondes, 2003; Borba, 2006; Estrela, 1994) da prof_fis aconteceu em três momentos diferentes, com um quarto momento destinado à sistematização dos resultados:

- O primeiro momento, de mar / 2002 até jul / 2005, a prof_fis era tutora da prof_fun no Projeto Veredas, tendo observado e orientado sua prática pedagógica e a confecção da monografia de final de curso. As intervenções da prof_fis se relacionavam, neste momento, às propostas curriculares do Projeto em questão;
- No segundo momento, de ago / 2005 a dez / 2005, as professoras iniciaram sua reflexão sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A prof_fis havia tomado contato com esta teoria ao iniciar seu projeto de dissertação acadêmica e buscava relacionar a teoria com a aprendizagem significativa das crianças. A proposta de colaboração e parceria é feita e aceita pela prof_fun;
- No terceiro momento, durante o ano letivo de 2006, ocorreu a coleta de dados propriamente dita, com a observação / parceria entre as professoras acontecendo de forma regular. Esse processo finalizou com a construção de objetos (brinquedos), idealizados e projetados pelas crianças, aprendizes da prof_fun, sob a supervisão de ambas as professoras;
- Quarto momento: a prof_fis manteve um diálogo permanente com a prof_fun, para que esta acompanhasse a análise dos dados coletados e a confecção do documento final de sua dissertação.

O Contexto da Professora do Ensino Fundamental

A observação da prática pedagógica da Professora de Ciências (prof_fun) pela Professora de Física (prof_fis) no período de 2002 a 2006 mostra características importantes para o sucesso de seus estudantes e o bom resultado de seu trabalho. Entre estas características estão:

- 1- A professora reflete sobre seu trabalho, questionando se seu modo de trabalhar é adequado e se seus estudantes alcançam os níveis de aprendizado esperados. A professora pratica uma auto avaliação permanente (Amaral, 2004);
- 2- A professora procura se capacitar permanentemente para sanar suas dúvidas e as dos educandos;
- 3- A professora procura novos métodos e recursos didáticos adequados à realidade dos discentes e da comunidade escolar;
- 4- A professora ministra o conhecimento de forma clara e contextualizada, conectando teoria e prática, procurando determinar os conhecimentos prévios e os possíveis subsunçores trazidos pelo estudante de sua vida comum para a sala de aula. A partir deste procedimento a professora procura provocar o interesse do estudante pela vida escolar;
- 5- A professora é dinâmica, persistente, organizada, criativa, interessada no aprendizado próprio e no do discente;
- 6- A professora avalia de forma simultânea aspectos cognitivos e aspectos afetivos no cotidiano escolar, mostrando competência pedagógica e sensibilidade (Klaassen, 2002);
- 7- A professora tem trabalhado de maneira diferente da grande maioria dos colegas. No entanto, como é uma profissional responsável, suas dúvidas e insegurança com relação aos resultados também são grandes. A resposta dos estudantes, dos seus responsáveis e da comunidade escolar sobre sua prática em Ciências lhe deu a segurança e um aumento em sua autoestima necessário à continuação do trabalho, recompensando seu esforço de aprender coisas novas e desenvolver uma prática embasada em um conteúdo teórico bem definido.
- 8- A professora desenvolve e executa planejamentos multidisciplinares com a presença marcante de atividades lúdicas e de conteúdos interdisciplinares onde a leitura é presença fundamental (Ferreira, 2005);
- 9- A professora é exigente consigo mesma em relação à pontualidade, a um bom desempenho na docência, à confiança e à aceitação na comunidade escolar e ao modo de se expressar tanto em sala de aula quanto com seus colegas e com os responsáveis pelos estudantes;
- 10- A professora aplica muitas atividades em grupo sem esquecer a individualidade do estudante, procurando estimular a criatividade da criança;
- 11- A professora se preocupa em formar valores éticos e morais no educando (Klaassen, 2002);
- 12- A professora faz avaliações concomitantes, ou seja; aplica atividades individuais e em grupo, avalia o comportamento em classe, organiza a parte burocrática da vida escolar e busca retroalimentação do aprendiz.

A prof_fun tinha ciência das falhas em sua formação no que se refere ao conteúdo de Ciências e a sua formação pedagógica. Para aprimorar seu conhecimento pedagógico do conteúdo (Shulman, 1986), se candidatou a cursar uma nova graduação através do Projeto Veredas da

Universidade Federal de Juiz de Fora e a participar do Projeto Mão na Massa da Academia Brasileira de Ciências. Em decorrência desta decisão, a parceria com sua tutora e professora de Física, e a colaboração da equipe do Projeto Veredas e dos professores do Departamento de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora, que fazem parte da equipe do Projeto Mão na massa, se refletiu em seu trabalho, principalmente nos anos letivos de 2006 e 2007.

Em seu planejamento de 2006, cuja seção relativa à Astronomia se encontra no apêndice, mostra como a elevação de sua segurança no conteúdo lhe proporcionou um grande aperfeiçoamento de sua prática pedagógica: o diagnóstico dos conhecimentos prévios, a busca da prontidão para a aprendizagem, o uso de material empírico-concreto, o contraste entre as concepções prévias e os resultados da experiência empírico-concreta, etc.

As professoras consideram que para ensinar conceitos científicos é essencial que se leve em consideração a natureza de seus precursores espontâneos, os conhecimentos prévios do estudante; ou seja, explicitamente contrastar os dois grupos de atributos essenciais que diferenciam o conhecimento científico dos conhecimentos prévios e indicar a razão da adoção e preferência pelo grupo mais abstrato e preciso em detrimento do outro. Dentro dos limites impostos pela prontidão do desenvolvimento, a instrução verbal sistemática de conceitos abstratos num nível de escolaridade primária associada ao uso adequado de provas empírico-concretas, é pedagogicamente confiável e pode acelerar muito a aquisição de conceitos mais elaborados. Esperar que tais conceitos surjam espontaneamente da experiência direta é inútil e prejudicial para educação. Além disso, muitos conceitos abstratos (por exemplo, “fotossíntese” e “ionização”) são adquiridos verbalmente e só são suscetíveis à experiência direta via mediação tecnológica sofisticada em geral inacessível nos níveis básicos de ensino. Por outro lado, conceitos mais concretos (“casa”, “cachorro”, “vermelho”, “quente”) são praticamente sem sentido na ausência de experiência real com os objetos ou fenômenos em questão (Ausubel ; Novak & Hanesian, 1980, p.92-3).

Para dar seqüência na discussão dos conteúdos de conhecimento pedagógico necessários a uma boa prática escolar e a formação de professores é relevante traçar comparações entre a prática profissional da prof_fun com aquela das professoras em formação observadas por Ostermann e Moreira (Ostermann & Moreira, 1999), no Instituto de formação de professores em Porto Alegre – RS.

Destacam-se a seguir duas partes de entrevistas com professoras formandas da primeira etapa do Ensino Fundamental desta instituição:

(...) Quando questionada sobre o uso dos conceitos de calor e temperatura, H. respondeu: “Fala-se em frio e calor” ou “Hoje está calor, logo, devemos usar roupas leves e brancas.”. Não há preocupação em diferenciar temperatura de calor e nem dar explicação sobre o porquê de as roupas claras serem aconselháveis em dias quentes, mas somente que “é mais fresca”. Os alunos também realizaram o estudo das mudanças de estados físicos da água (ciclo da água), colocando água no congelador ou fervendo água em uma chaleira. Segundo H., os alunos observavam as experiências e relatavam o que haviam visto, mas sem entrar em explicações. (Ostermann & Moreira, 1999. p.36)

(...) Segundo E. L., os interesses dos alunos em relação às Ciências giram em torno dos seguintes assuntos: espaço (Universo), natureza, habitação, alimentação, animais. Os alunos trazem muitas curiosidades para a sala de aula, mas, em geral, a professora considera não ter o conhecimento necessário para fornecer as explicações. Com isso, os alunos “pesquisam” em casa e trazem para aula as informações obtidas, a fim de discutirem com os colegas. (Ostermann & Moreira, 1999, p.39)

Ostermann e Moreira ainda mencionam que:

É interessante observar que um conteúdo que se refere à Física – as estações do ano (o estudo do Universo, em geral) – é muito trabalhado nas três primeiras séries do ensino fundamental em nossa escola-caso. No entanto, tal conteúdo não consta do currículo de Física da modalidade Normal do IE e, segundo a professora de Geografia do Magistério, também não consta do currículo de Geografia. É impressionante que tal assunto

não seja abordado em um curso de formação de professores para as séries iniciais. (Ostermann & Moreira, 1999, p.45).

O relato de Ostermann e Moreira (1999) mostra que de um lado as futuras professoras são inseguras em relação ao seu domínio dos conhecimentos científicos que constituem o conteúdo que devem ensinar aos seus alunos, e de outro lado que os programas das disciplinas de formação científica não refletem o que de fato é trabalhado nas escolas de ensino fundamental. Uma consequência destes fatos se reflete na expectativa profissional das futuras professoras, que é aquela daquela da prof_fun. A prof_fun não se acomodou com sua formação profissional para o Magistério, bastante semelhante ao descrito por Ostermann e Moreira. Em sua busca de conhecimento e autonomia para desenvolver seu trabalho estabeleceu parcerias com professores de Física do projeto-piloto *ABC mão na massa* em escolas municipais de Juiz de Fora e com sua tutora no Projeto Veredas. Em sua monografia de graduação por este projeto desenvolveu uma investigação sobre a motivação e o desinteresse apresentado pelos estudantes em relação às atividades escolares (Ferreira, 2005). A partir do desenvolvimento desta monografia fez uma opção pelo ensino do conteúdo de Ciências como fator de promoção de uma mudança radical no comportamento destes aprendizes, atraindo-os de volta ao convívio escolar. Este resultado pode ser visto na avaliação dos estudantes com os quais as professoras trabalharam durante sua parceria (BREDER, 2008). Esta busca de conhecimento técnico-pedagógico pelas professoras reflete seu interesse em modificar a densidade do seu conhecimento pedagógico do conteúdo; o desempenho bem sucedido de sua prática pedagógica demonstra que elas foram bem sucedidas em seu objetivo.

Em relação à metodologia empregada pelas professoras, as entrevistas nos permitiram separar as séries iniciais em dois conjuntos: as três primeiras séries e a 4^o série. Da 1^o à 3^o 'serie o trabalho com os alunos se desenvolve a partir do chamado "Centro de Interesses". Com isso, o conteúdo de Ciências nunca é preestabelecido. Os assuntos a ser estudados surgem a partir dos interesses demonstrados pelos alunos. Depois que os assuntos são escolhidos, diferentes estratégias de aprendizagem são utilizadas: pesquisas bibliográficas; visita a Planetários, Parque Municipal, Departamento Municipal de Água e Esgotos, experiências propostas pelas professoras ou com materiais trazidos pelos alunos, discussões em sala de aula, trabalho em grupo, etc. O fechamento do conteúdo se dá através de relatórios feitos pelos alunos a partir da organização desse conteúdo no quadro-negro pela professora. O estudo de Ciências, de uma maneira geral, nas três primeiras séries, serve como auxiliar na alfabetização, que é prioritária (Ostermann & Moreira, 1999, p.33-4). Assim, além das atividades ligadas às ciências da natureza, atividades de leitura e escrita e artísticas também foram desenvolvidas.

A prof_fun, apesar de trabalhar o conteúdo de Ciências de forma sequencial seguindo o currículo mínimo de sua região, também desenvolveu uma prática multidisciplinar e contextualizada realizando visitas a órgãos públicos e museus, experimentos em sala de aula, discussão e trabalho em grupo, síntese das atividades com relatórios individuais e em grupo, mantendo um centro de interesses como base para abordar os mais variados temas. A manutenção do centro de interesses é importante não só como motivação e aumento de interesse dos alunos, como também para permitir o diagnóstico de conhecimentos prévios, concepções alternativas e o desenvolvimento dos organizadores prévios adequados à aprendizagem dos conteúdos em questão. Além disso, a prof_fun desenvolveu a mesma metodologia em todas as séries. O comportamento da professora reflete a natureza da educação enquanto uma instrução adequadamente dirigida que implica seleção, organização, interpretação de atividades e conteúdos, planejamento curricular das disciplinas acadêmicas e planejamento de experimentos por pessoas acadêmica e pedagogicamente competentes, ao invés de se constituir um processo de autodidatismo pelo método das tentativas (Ausubel ; Novak & Hanesian, 1980, p.30; Shulman, 1986). Possuir esta competência acadêmica e pedagógica é possuir um alto grau de conhecimento pedagógico do conteúdo. Assim, a prática da sala de aula pode se constituir em uma prática científica em seu próprio direito.

Entretanto, é importante destacar que o trabalho desenvolvido pela professora se tornou possível porque a escola em que trabalha lhe deu todo o apoio institucional necessário para o estabelecimento das parcerias, para a aquisição de uma melhor instrução formal e para sua formação continuada e em serviço, assim, favorecendo o desenvolvimento de seu conhecimento pedagógico do conteúdo e uma melhor aprendizagem dos seus estudantes (Wallace, 2007).

Os principais beneficiários da melhoria da formação da prof_fun e de suas parcerias foram os estudantes da turma de 2004 (sala de reforço). Estes estudantes eram considerados desajustados à vida escolar e a instrução verbal sistemática de conceitos abstratos, em nível apropriado, aliada a provas empírico-concretas, com atividades apoiadas nos conhecimentos prévios do estudante. Os organizadores prévios desenvolvidos com base no centro de interesses e na contextualização dos conteúdos, relacionando-os significativamente ao cotidiano dos estudantes, conduziu não só a uma aprendizagem significativa destes conteúdos, como a reaproximação entre os estudantes e a escola e entre a escola e a comunidade de seu entorno (Klaassen, 2002; Wallace, 2007, 2007a; AUTOR1, 2008).

Primeiro momento: Tutoria

A observação participativa realizada pela prof_fis nas aulas da prof_fun no período de Março de 2002 a Julho de 2005 foi dividida em duas fases devido a alterações no status profissional da prof_fun neste período. Inicialmente, nos anos 2002/2003, a prof_fun era a professora regente de turma, ou seja, era dela a responsabilidade pela educação integral dos aprendizes em todos os conteúdos do ensino fundamental e em seguida se tornou professora especialista.

Nesta fase inicial a prof_fun desenvolvia com seus aprendizes atividades em grupo, organizando de forma multidisciplinar o trabalho educativo e inserindo as atividades propostas pelo curso de graduação à distância Projeto Veredas no qual completava sua educação em nível superior. Também iniciou o processo de construção de sua monografia a ser apresentada como trabalho final do Projeto Veredas e que lhe qualificaria como licenciada em Ciências. A prof_fun escolheu um tema relacionado ao seu problema prático: “trabalhar de forma lúdica e multidisciplinar para despertar o interesse dos aprendizes rotulados como *de comportamento inadequado* e de desempenho abaixo da média escolar”. Dessa forma, a prof_fun transformou seu problema de sala de aula em um problema de investigação, se tornando, de certa forma, o professor pesquisador tão sonhado nos textos sobre formação de professores (Mattos, 1995; Ludke, 2001; Sudan, 2006, 2008; Palis, 2009; Villani, 2009; Ribeiro, 2011).

Ao participar das várias oficinas oferecidas no Projeto Veredas, a prof_fun procurou aprender novas estratégias pedagógicas para desenvolver com seus aprendizes que fossem eficazes em minimizar o desinteresse deste grupo que apresentava baixo rendimento escolar além de ser considerado de comportamento inadequado. No curso de graduação do Projeto Veredas, a prof_fun tomou conhecimento da epistemologia genética de Jean Piaget (de La Taille, 1992; Macedo, 1994) e da psicologia do desenvolvimento de Lev Vigotskii (de La Taille, 1992), que lhe fizeram refletir sobre sua prática pedagógica em bases teóricas que procuram tratar do pensamento da criança como um processo em desenvolvimento. Como tarefa do curso no Projeto Veredas, a prof_fun escreveu um memorial sobre sua prática educativa que induziu a reflexão e a um conhecimento mais preciso sobre seu próprio trabalho e sobre sua comunidade escolar. O contato com os referenciais teóricos citados orientou a busca de fontes bibliográficas (Almeida, 1996; Gaspar, 1999) que lhe orientassem na construção e desenvolvimento dos projetos de leitura aplicados durante suas aulas. Seu objetivo sendo aquele defendido por um sem número de autores modernos, que é o da alfabetização científica (Sasseron & Carvalho, 2011).

Na segunda fase, nos anos 2004/2005, o status profissional da prof_fun foi o de professora especialista. Nesta fase, a educadora desenvolveu o “*Projeto Oficina de Leitura*” nas turmas de 1^o à 4^o série, no horário da manhã. No entanto, no horário da tarde, se dedicou a aulas complementares para estudantes com baixo rendimento. O grupo se compunha pelos alunos indicados pela prof_fun e pelas professoras regentes das turmas de quarta série da escola, classificados como de comportamento inadequado e de rendimento escolar insuficiente. A sala de reforço levou ao surgimento do interesse em realizar uma simulação com as atividades desenvolvidas no Projeto “ABC mão na massa”.

Nesta fase (início de 2004 a Agosto de 2005), o “*Projeto Oficina de Leitura*”, iniciou um trabalho mais especializado em Ensino de Ciências. No contexto deste projeto e nas aulas complementares do horário da tarde, foi desenvolvido um trabalho interdisciplinar com a aplicação Projeto “ABC mão na massa”, na discussão do tema “*O Ciclo da Água na Natureza*”. Nas aulas complementares é que foram realizadas as coletas de dados para a monografia da prof_fis. Além do Projeto “Mão na Massa” foi também desenvolvido o projeto transdisciplinar denominado “*Meu endereço: Planeta Terra*”, que foi subdividido em vários subprojetos: *Projeto literatura*, *Projeto Meio Ambiente*, *Projeto Voto e Cidadania* e *Projeto Tudo pela Paz*. De acordo com a prof_fun, cada um dos projetos possuía “*seus objetivos específicos voltados para o resgate do interesse dos alunos pelos conteúdos curriculares, sempre com a preocupação de partir de sua realidade e cotidiano*” (Ferreira, 2005). A construção de organizadores prévios que se tornariam subsunçores, a partir da realidade dos estudantes estimulou o processo de aprendizagem significativa. A variedade de temas e a escolha metodológica da aprendizagem ativa (Laws, 1997), ou seja, onde os aprendizes constroem seus próprios objetos de aprendizagem, e são levados a questionar todo o tempo, atingiu ao objetivo de envolver aqueles estudantes considerados problemáticos com o processo educativo desenvolvido. O sucesso do trabalho conjunto e a confiança estabelecida entre ambas às professoras conduziram aos momentos subsequentes de sua relação e ao estabelecimento de sua parceria.

Segundo momento: A teoria da aprendizagem significativa, o início da parceria e da formação pós-graduada da prof_fis.

No início de 2005, em busca de uma melhor qualificação profissional, a prof_fis iniciou seu curso de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, que lhe proporcionaria um grau de mestre em Ensino de Física após a defesa da monografia. Neste curso a prof_fis tomou contato com a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e percebeu que sua monografia poderia conter os resultados da análise do trabalho da prof_fun ao ensinar Ciências para seus aprendizes, com base neste referencial teórico, e lhe propõe uma parceria em continuação à colaboração iniciada com a tutoria do Projeto Veredas.

Este segundo momento, entre Agosto de 2005 e Dezembro de 2005, foi caracterizado pela continuidade dos diálogos, sobre aprendizagem dos educandos, entre as professoras. A prof_fis apresentou, em linhas gerais, à prof_fun a Teoria de David Ausubel sobre a Aprendizagem Significativa. Para fundamentar as discussões e a pré-análise do trabalho que a prof_fun desenvolvia em Ciências com as crianças da quarta série, elas estudaram sobre os temas aprendizagem significativa (Moreira, 1983, 1988, 2000; Ausubel ; Novak & Hanesian, 1980) e formação de professores (Freire, 1987; Ostermann & Moreira, 1999; Menezes, 2001; Brandão, 2002; Rezende & Ostermann, 2005). Como os estudos da bibliografia referente à teoria ocorreram individualmente, cada qual construiu sua pré-análise e, ao se encontrarem, expunham uma para a outra, o que entenderam sobre o texto, e como percebiam sua importância para o trabalho desenvolvido com os estudantes.

Ainda com relação ao aprimoramento de seu conhecimento pedagógico do conteúdo, as professoras, após a leitura de Ostermann e Moreira (Ostermann & Moreira, 1999), manifestam dúvidas sobre conceitos de Física, importantes na formação de professores para o ensino básico, que são discutidos no texto. Estas dúvidas provocaram reflexão e busca de esclarecimento através de novos materiais de estudo (Almeida, 1996; Gaspar, 1999) e novos exemplos que a prof_fun trabalhou com seus aprendizes. A partir deste ponto, a influência da tutoria e do trabalho de pós-graduação da Professora de Física começa a ser evidente na prática de sala de aula da Professora do Ensino Fundamental. Esta influência se manifesta nas seguintes escolhas de atividades em sala de aula:

- a) pedir ao estudante para construir (desenhar, fazer relatório, etc.) uma hipótese individual sobre determinado assunto, acontecimento, narrativa, ou outro objeto de investigação. Se começa de uma pergunta formulada pelo professor a partir de referências do cotidiano, do centro de interesses, etc.;
- b) dividir os estudantes em grupos e estimular uma discussão sobre as hipóteses individuais de cada um e a escolha da hipótese individual que possa representar o grupo. Esta atividade deve terminar com um consenso entre os estudantes e seu objetivo é estimular a argumentação fundamentada na defesa de pontos de vista próprios, ao mesmo tempo em que estimula a tolerância e a aceitação de que outros podem ter ou parecer ter um argumento melhor. Inicia-se a negociação de significados entre os estudantes;
- c) executar uma atividade prática / experimento que represente o objeto de investigação, observando e anotando o que aconteceu durante a atividade e comparar os resultados com as hipóteses individuais abandonadas e com a hipótese escolhida pelo grupo. Esta é uma boa oportunidade para se falar sobre a natureza da ciência;
- d) relatar as observações colhidas e as conclusões que foram inferidas das mesmas. Ou seja, comunicar seus achados. As professoras usaram esta oportunidade para a multidisciplinaridade, para discutir as habilidades de escrita dos estudantes. Em particular clareza e concisão do texto e gramática da Língua Portuguesa;
- e) escolher entre os textos produzidos pelos grupos de estudantes, aquele que melhor expressa os resultados da turma. O texto poderá ser utilizado na íntegra ou com alterações feitas em conjunto por estudantes e professoras. A negociação de significados realizada caracteriza um novo consenso entre estudantes e professores.

Subjacente a estas atividades está uma busca de tornar o estudante familiar com a natureza do trabalho científico, de acordo com as recomendações de pesquisadores em História e Filosofia da Ciência, aplicadas ao ensino de ciências (Mathews, 2009).

Para o registro deste primeiro período de parceria (02/2005), a prof_fun fotografou as atividades realizadas na sala de aula, estimulou os estudantes a trabalhar em grupo, montou uma peça de teatro com os estudantes e introduziu música nas suas aulas. Esta multiplicidade de metodologias permitiu o desenvolvimento de uma prática multidisciplinar. Este registro pode ser acessado em (BREder, 2008).

Terceiro momento: A parceria e a construção de um brinquedo

O terceiro momento (2006) foi dividido em duas fases: na primeira, entre Fevereiro de 2006 e Abril de 2006, a professora do ensino fundamental se tornou responsável pelas aulas de Ciências em três turmas de quarto ano, aplicando o *Projeto ABC mão na massa* e a *Oficina de Leitura* nestas turmas. Nesse período, a prof_fis apenas observou as aulas da prof_fun. Esteve presente na sala de aula nas carteiras do fundo para não chamar muito a atenção das crianças e nem interferir nas atividades que eram executadas. O objetivo inicial era que os estudantes a conhecessem e se habituassem à sua presença, assim minimizando os efeitos da presença de uma pessoa “desconhecida” nas atitudes dos mesmos (Borba, 2006).

As observações nesta primeira fase foram realizadas nos dias alternados em que a prof_fun ministrava sua aula especializada dos conteúdos de Ciências. Nesse período, a prof_fis assistiu partes do módulo: “*O caminho da água na Natureza*” do Projeto Mão na Massa, uma parte em cada

turma, e por isso não houve acompanhamento do pensamento das crianças. A observação registrou apenas as alterações na postura da prof_fun em relação aos anos anteriores em que havia trabalhado o mesmo conteúdo (BREDER, 2008). Estas alterações foram consequência do comportamento apresentado pelas crianças durante a fase seguinte.

A segunda fase, de Maio de 2006 a Dezembro de 2006: Nesta fase a prof_fun deixou de ser professora especialista para ser professora regente de uma das três turmas de quarto ano nas quais trabalhava. Nesta nova situação todos os conteúdos da grade curricular se tornaram responsabilidade da prof_fun, além de continuar com o Projeto Mão na Massa e a oficina de leitura. No entanto, quando assumiu a turma, a prof_fun encontrou algumas dificuldades de relacionamento. Os estudantes comparavam seu estilo de trabalho com o de sua professora anterior, rejeitando o novo estilo baseado em uma prática ativa de aprendizagem onde inquirição e defesa dos próprios pontos de vista eram os comportamentos esperados. A professora do Ensino Fundamental, por meio do diálogo / entrevista, procurou inferir quais os conceitos que as crianças traziam de sua experiência com a professora anterior e de sua experiência exterior à escola. Quando percebia que os significados não estavam de acordo com os valores éticos e morais no que se refere aos hábitos sociais esperados em uma democracia, ou a conceitos cientificamente aceitos no que tange à Ciência, ela procurava orientá-los no sentido de uma mudança destes significados de forma suave e natural. Para isso, atividades como poesia, música, vídeos, etc. que conduzissem os estudantes à reflexão sobre seus conceitos e crenças e assim, verificar por si mesmos se algo deveria ser modificado. Este procedimento conduziu a uma aprendizagem ativa, mecânica, por descoberta ou por retenção conforme o estágio cognitivo das crianças. Em algumas situações houve conflito entre as crianças, particularmente durante a negociação para a escolha do trabalho final que representasse o entendimento coletivo da turma relativo às atividades do período, neste momento as professoras precisaram aprender a administrar conflitos o que enriqueceu sua prática e seu PCK. A professora não se intimidou com as dificuldades e seguiu com o trabalho que havia sido planejado buscando diminuir a rejeição dos estudantes à metodologia de suas aulas. Com a mudança de bimestre, vieram as avaliações de aprendizagem mostrando que alguns estudantes precisariam rever os conteúdos para acompanhar o resto da turma. Após a revisão dos conteúdos novas atividades de avaliação foram aplicadas com resultado satisfatório, contribuindo também para a diminuição da rejeição inicial.

As atividades de revisão utilizadas foram exercícios com jogos para trabalhar ortografia e tabuada; atividades em grupo para que a criança com mais facilidade no conteúdo auxiliasse seu colega com dificuldades; cópias de tabuadas foram utilizadas para estimular brincadeiras com números e manipulação das operações básicas de soma, subtração, multiplicação e divisão. Algumas das atividades tinham o objetivo de levar os estudantes a estudar em casa por um tempo mais longo. A prof_fun procurou realizar uma prática similar aquela das aulas especializadas as quais as crianças estavam habituadas a assistir, estimulando uma socialização cada vez maior entre as crianças e uma disciplina de trabalho mais efetiva.

Neste segundo momento, houve um período em que não foi possível fazer as experiências de Ciências quando a prof_fun precisou rever os conteúdos com os estudantes cuja avaliação de aprendizagem não era satisfatória. Passado esse período, ela iniciou o módulo “Astronomia” com as atividades de observação da ficha ambiental – vide apêndice. A prof_fis acompanhou as aulas em que prof_fun trabalhou as hipóteses dos estudantes sobre a sombra, inclusive teve a oportunidade de conversar com as crianças sobre seus desenhos (hipótese individual) e fez entrevistas informais (Breder, 2008). A prof_fis observou principalmente as aulas de discussão da hipótese individual e coletiva, no módulo “Astronomia”.

Após o recesso do meio do ano, a turma retornou às aulas com uma postura diferente. Os estudantes não estabeleciam comparações entre o trabalho da prof_fun e a regente anterior;

aceitavam a forma multidisciplinar que era aplicada em todas as aulas, respeitando a importância que era dada à leitura conectada aos demais conteúdos. Eles elaboravam relatórios individuais e participavam da discussão para construir os relatórios coletivos. Neste período a prof_fun pode retornar as aulas de Ciências com mais regularidade, como fazia quando era professora especialista. Nas aulas desenvolvidas entre agosto e meados de setembro, a prof_fis inseriu-se de forma mais direta. Ao assistir a discussão dos relatórios de grupo para formar o coletivo, ela fez perguntas sobre o conteúdo da aula a algumas crianças, dentre as quais a aluna 1 e o aluno 2, com o fim de perceber melhor o pensamento dos educandos. Na entrevista informal com a aluna 1, foi perguntado sobre o relógio do sol – Gnomon, que a prof_fun construiu e apresentou em aula. Após as várias perguntas sobre o tema da aula, foi perguntado se a aluna 1 queria construir um Gnomon para ela, que material pretendia utilizar, como procederia para fazer o objeto. Essa aluna foi escolhida porque seu relatório individual foi considerado o mais completo pela turma e, com algumas pequenas alterações, foi escolhido para compor a hipótese coletiva da turma.

Do final de setembro ao início de novembro a prof_fis não pode assistir às aulas; só retornando quando a prof_fun iniciava o assunto "sistema Sol - Terra - Lua". Após ver o processo de construção da hipótese coletiva, no qual a prof_fun colocou alguns estudantes para refazer a atividade prática (ver apêndice), como uma maneira de mediar a construção do conhecimento do próprio aprendiz e de seus colegas. Nesta fase a prof_fis fez duas entrevistas de esclarecimento. Os dois estudantes escolhidos apresentaram um comportamento, durante as aulas, bastante agitado. Nessas entrevistas, ela procurou investigar o pensamento destas crianças, pedindo para cada uma delas fazer uma simulação, de como ao chegar em casa, poderiam reproduzir a aula que haviam assistido, para as mães e os outros membros da família. Esta é a primeira tentativa de induzir a construção de modelos mentais pelas crianças. Após as entrevistas, com o intuito de aprofundar a construção de modelos, a prof_fis recomendou a prof_fun que pedisse às crianças que elaborassem um desenho de um brinquedo que simbolizasse, ou melhor, representasse o conteúdo de Astronomia discutido em sala de aula. A prof_fun sugeriu que ela própria pedisse e explicasse aos alunos o que desejava. Na fala da prof_fis: *“Eu quero que vocês pensem em um brinquedo que lembre o que vocês aprenderam com as aulas da prof_fun. É como um engenheiro que faz primeiro um desenho – esboço da casa: vocês podem desenhar primeiro o brinquedo; depois pensar nos materiais para construir o objeto – brinquedo; pensem em materiais recicláveis, baratos e fáceis de conseguir”*. A prof_fun auxiliou complementando: como vocês desenham sua hipótese individual, vocês irão desenhar seu pensamento. Neste ponto os modelos não serão só mentais, mas também concretos e resultado da reflexão das crianças.

A prof_fun marcou para a aula seguinte a realização do desenho que representaria o pensamento de cada aluno, com a descrição do material a ser utilizado para construir o brinquedo. A aula de realização do desenho, bem como, de escolha do desenho que melhor representasse a hipótese de cada grupo foi filmada pela prof_fis. Inclusive as entrevistas de esclarecimento com a criança que teve seu desenho escolhido pelo respectivo grupo (BREDEK, 2008).

Em face de essa atividade ter ocorrido nos últimos dias de aula, alguns estudantes que tiveram seu desenho escolhido, mas não haviam alcançado o rendimento suficiente na avaliação de aprendizagem do semestre e, portanto, frequentariam as aulas de recuperação – reforço com a prof_fun. Estes estudantes foram representados por um colega de equipe. Dessa forma, a prof_fis assumiu o controle dessa última atividade, visto que, a prof_fun deveria atender ao restante da turma. No decorrer da atividade a prof_fis reuniu-se com os alunos 4 e 6 e as alunas 1, 5 e 10 para que esses estudantes escolhessem o desenho que representaria a turma e a partir deste construir o brinquedo.

Durante a execução da atividade, procurou-se identificar o pensamento das crianças e fazer perguntas a respeito do processo. Ao final do horário que dispunha para ficar com os educandos, a

prof_fis procurou sistematizar o que ocorreu e perguntar aos aprendizes se haviam conseguido construir o brinquedo que desejavam (BREder, 2008). No que segue um exemplo da estratégia utilizada pelas professoras e seus resultados é descrito em função das características dos estudantes em sala de aula.

As estratégias das professoras

As duas professoras discutiram as características dos estudantes da turma classificando-os em quatro grupos. A partir desta classificação elas escolheram aquela que lhes pareceu a melhor estratégia para torná-los interessados nas atividades de sala de aula.

O entendimento das professoras sobre as condutas iniciais das crianças é como segue:

- grupo 1 - Crianças interessadas, perspicazes, que demonstram liderança e procuram mostrar que são capazes de realizar as tarefas propostas pelas professoras.
- grupo 2 - Crianças que mostram facilidade na aprendizagem, porém, são irrequietas, agressivas, com tendência a priorizar as atividades orais.
- grupo 3 - Crianças que apresentam dificuldades de aprendizagem, contudo, são muito interessadas, responsáveis, e são cordiais em sua relação com os colegas.
- grupo 4 - Crianças que apresentam atitudes inadequadas interrompendo o trabalho dos colegas e chamando para si mesmas a atenção das professoras. Estas crianças não se mantêm concentradas nas atividades em classe e tem sérias dificuldades de aprendizagem. Estas atitudes refletem a falta de interesse dos pais pelo que acontece na vida escolar de seus filhos e pelo que elas compreendem como indiferença em relação a elas e ao seu futuro. Este fato se manifesta principalmente pelo não comparecimento dos pais à escola quando solicitado por professores e administração ou quando necessário devido a um comportamento de risco ou mesmo um prêmio recebido pela criança.

Para exemplificar, a seguir, são apresentados trechos da aula em que foi desenvolvida uma experiência sobre a trajetória da Lua em relação à Terra e ao Sol do módulo Astronomia. Nesta atividade prática uma criança fazia o papel de Sol, munida de uma lanterna, enquanto outras duas crianças faziam os papéis de Lua e Terra em movimento uma ao redor da outra. O objetivo era desenvolver aprendizagem significativa com formação de conceitos via aprendizagem por descoberta. As crianças foram introduzidas na fase de formação de conceitos em relação ao Céu. Com a “criança_Sol” fixa e a “criança_Lua” entre esta e a “criança_Terra”, fazendo com que a face da Lua vista da Terra não recebesse luz solar, a professora pergunta:

Prof_fun: Que lua vocês estão vendo? Turma: Nova.

Aluno 2: Nova. (...) Prof_fun: Por que é lua nova?

Prof_fun: Agora olha a posição da Terra, da lua e do sol e me respondam uma coisa. Por que a lua fica nova? Ou seja, porque ela fica totalmente apagada e a gente não vê a claridade dela? Por que isso acontece?

Aluno 7: Por que ela ta na frente do sol? (...)

Antes da pergunta o aluno 7 parecia disperso, brincava com os colegas de fazer imagens de bichos construindo sombras com a luz do retroprojeter e surpreendeu tanto a prof_fun quanto a prof_fis com sua participação demonstrando que conhecia o tema que era discutido e fazendo questão de emitir sua opinião sobre o mesmo. O aluno 2, que não gostava de desenvolver as atividades escritas, mostrou-se bastante interessado na atividade prática e demonstrou falta de paciência com o silêncio de uma das crianças, como em geral os alunos do seu grupo. Também quis demonstrar que ele sabia a resposta e que queria estar no lugar do colega. Devido ao comportamento participativo e as manifestações verbais deste aluno, foi possível inferir que o mesmo manifestou disposição para a aprendizagem. Segundo Ausubel, essa é uma condição, não suficiente, mas necessária, para que uma aprendizagem significativa seja desenvolvida. O aluno 3 estava passeando de um lado para o outro na sala para chamar a atenção. O aluno 7 mostrou interesse na formação de conceitos relativos às estações do ano e suas relações com as fases da Lua.

Estes conceitos são relevantes para a vida em uma área rural, onde a criança vive. Esta criança apresentava atitudes inadequadas para a sala de aula, no entanto seu processo de aprendizagem se desenvolveu mais rapidamente que o da maioria de seus colegas. Este foi um dos sucessos da estratégia escolhida: atrair as crianças com desenvolvimento acima da média para participar do processo pedagógico. Isto não seria conseguido com uma exposição dialogada dirigida para a média das crianças.

Além disso, para a professora e para a psicopedagoga que acompanhavam as crianças, e que procuravam vencer os efeitos da indiferença familiar, do pouco valor dado às atividades escritas, das dificuldades de sociabilidade, e da heterogeneidade da turma, esta estratégia representou o início do processo de socialização das crianças e sua integração à vida escolar. Um exemplo foi o aluno 3 nos poucos temas em que ele obteve aprendizagem. A aprendizagem conseguida foi mecânica devido a sua falta de concentração nas atividades. No entanto, foi expressivo para a professora de Ciências, como ele aproveitou as tarefas relacionadas a texto e desenho para mostrar seus problemas familiares e, assim, abriu caminho para o diálogo com as professoras que conseguiram então auxiliá-lo em suas dificuldades. A participação da aluna 1 mostrou que a rapidez de sua aprendizagem é comparável com a do aluno 7. A compreensão que esta aluna apresentava sobre o tema demonstrava que ela se encontrava em processo de síntese de conceitos. Isto é, houve a formação de conceitos relativos ao sistema Sol-Terra-Lua e pode-se deduzir que iniciou um processo de aprendizagem significativa subordinada, apoiado nas atividades práticas realizadas. Com o aluno 7, a vontade de participar era flagrante pois o assunto lhe interessava. Esta experiência procurou conectar um novo assunto com os conhecimentos prévios do aluno e sua experiência com o ciclo de dias e noites, a partir da utilização de materiais potencialmente significativos. Os comportamentos dos alunos em aulas posteriores confirmaram aqueles acima descritos.

Nesta fase, os estudantes já sabiam que um único desenho seria escolhido para representar a turma na semana cultural da escola. A partir deste desenho, um experimento que demonstrasse a aprendizagem adquirida nas aulas seria apresentado à comunidade escolar. O resultado deste trabalho é o que chamamos "brinquedo". O brinquedo representaria uma síntese do pensamento dos alunos e a negociação final de significados entre eles e entre eles e as professoras. O brinquedo também deveria representar a transformação dos modelos mentais construídos pelas crianças em um objeto concreto. Este processo é o ponto de partida para uma discussão posterior sobre o que é fazer Ciência.

É possível inferir que quase toda a turma realizou uma aprendizagem significativa ao final do ano letivo. Mesmo que a aprendizagem não tenha sido completa para todos os temas estudados, ainda assim o processo foi iniciado. Visto que uma das condições necessárias, o aluno apresentar disposição para aprender, foi alcançada. Essa afirmativa é demonstrada através da grande participação tanto nas atividades práticas, quanto na parte burocrática, ou seja, relatórios e a construção das hipóteses. Também se pode afirmar que as experiências serviram para que conceitos elementares fossem formados. Os relatórios auxiliaram no desenvolvimento da expressão oral, na escrita, na leitura e na organização do pensamento. No caso do educando que não conseguiu formar seus conceitos, as experiências servirão em estudos futuros como organizadores prévios ou, se ocorreu aprendizagem automática como observado em alguns casos, essa ainda poderá se transformar em significativa.

À frente, serão apresentados trechos de atividades em aula para demonstrar a aprendizagem e indícios de mudança de comportamento. O aluno 2 foi entrevistado pela prof_fis ao final da aula e é possível notar que houve aprendizagem significativa e que as atividades despertaram o interesse do aluno para participar das atividades escritas.

Prof fis: aluno 2 eu quero te perguntar. Se você fosse chegar em casa, relatar para sua mãe, contar, fazer ... Um relatório pra sua mãe, tanto das suas atitudes em sala e do que você viu em sala de aula e da experiência, o que você aprendeu, o que você contaria para sua mãe?

Aluno 2: Eu contaria pra minha mãe que a gente pegou uma bola de isopor, um retroprojeter e apagou a luz e a bola de isopor ficou sendo a lua e ... E o retroprojeter ficou sendo o sol e a nossa cabeça ficou sendo a Terra e... A gente viu as fases da lua ... Viu as fases da lua e... também, e ... viu que quando o sol está se pondo a lua é crescente e quando tá nascendo, quer dizer, quando o dia tá nascendo a lua é poente, quando o dia tá indo a lua é nascente.

Prof fis: Hum mas aí como por exemplo se sua mãe virasse pra você e falasse assim: eu não estou compreendendo direito me mostra como que foi feito em sala, o que você usaria para mostrar sua mãe a experiência? Para fazer a experiência com sua mãe o que você usaria?

Aluno 2: Entraria no meu quarto fecharia a porta e a janela e... E pegaria uma lanterna e uma pedra e mostraria pra ela.

Prof fis: Mostraria o que?

Aluno 2: Mostraria que quando a lua se, quando o sol tivesse batendo de um lado da pedra era a ... a lua era minguante, do outro lado era ... ela era ... crescente, não é ... era crescente (ele põe a mão na cabeça e arregala os olhos e ajeita os olhos).

Prof fis: é ... mas se eu pedisse pra você construir um brinquedo? Pra mostrar isso, pra ensinar pra outras crianças isso que você aprendeu, como que você construiria um brinquedo que representasse toda essa aula? Tudo que você esteve aprendendo? Tudo o que você entendeu?

Aluno 2: Eu ... faria uma bola de barro deixaria secar pra ser ... a lua e ... usaria o sol pra ser, pra ser o sol mesmo.

Prof fis: Hum, e quem que seria a Terra? O que você usaria pra ser a Terra?

Aluno 2: Eh ... eu se tivesse muitas crianças eu ... falaria pra elas pra elas fazerem zerinho ou um.

Prof fis: é? Então as próprias crianças ... Cada criança ... seria simbolizaria a Terra? E como que elas teriam que se posicionar? Tem alguma maneira?

Aluno 2: elas teriam, uma seguraria a bola de barro seca e ... e ... e ficaria e eu mostraria.

Prof fis: Mas como que ficaria esse brinquedo? A criança ... a bola de barro e o sol? E num local igual, aqui dentro da escola que a gente não tá vendo o sol? Então o que você usaria?

Aluno 2: Uma lanterna.

Prof fis: Uma lanterna. E como que se posicionaria? Como que ficaria a lanterna, a bola de barro e a pessoa?

Aluno 2: A pessoa ficaria segurando a bola de barro e a lanterna ficaria em cima da mesa lumiando.

Prof fis: Ô aluno 2 e se a gente tivesse assim uma porção de sucata, uma porção de caixas, latinhas ... uma porção de sucatas assim ... pra você assim ... um material, fazer um brinquedo representando essa nossa aula pra você expor na Semana Cultural? O que você usaria e construiria pra mostrar essa aula de hoje?

Aluno 2: é ... eu pegaria umas latinhas cortaria, emendaria umas e usaria pra fazer o reflexo do sol na bola.

Prof fis: e pro sol? Vamos supor é pra por numa sala, é pra expor assim ... numa mesa. O que você usaria pra representar o sol?

Aluno 2: Eu ... eu usaria uma lanterna.

Prof fis: A lanterna. E pra representar a Terra? Por que pra expor numa mesa? E a gente não pode ser a Terra. O que você usaria pra representar a Terra?

Aluno 2: Eu usaria a bola de barro e faria, e colocaria uma pedra no lugar.

É possível perceber a mudança de comportamento nas crianças ao final da atividade: elevação da autoestima, disponibilidade para ouvir o que o colega tem a dizer e segurança no conteúdo. O estilo gentil do aluno 4 e da aluna 5 influenciou muito na construção do brinquedo que representou a hipótese coletiva da turma sobre o tema Sistema Sol - Terra - Lua, devido a ausência de conflitos com as outras crianças. Foi interessante para prof_fis observar a aluna 1 aceitar que seu desenho não era o que melhor visualizava a experiência e que, seu material não era o mais adequado para construir o brinquedo. Além disso, no decorrer do processo de construção do brinquedo, a aluna 1 teve que aceitar as sugestões dos outros colegas, já que suas tentativas não deram certo, mas mesmo assim, deu seqüência à atividade com as outras crianças. Assim, a prof_fis entendeu que a aprendizagem significativa dessa aluna não foi apenas em termos cognitivos, de conteúdo, mas também hábitos de convívio social.

O aluno 2 foi um exemplo muito especial de como o comportamento de quem ensina faz toda diferença, de como a relação afetiva e a socialização são fatores que proporcionam o crescimento – aprendizagem – ou bloqueiam a mesma. Esse aprendiz, no início do ano letivo, só participava das atividades escolares quando estava na aula com a professora especialista, por isso,

quando a prof_fun assumiu a turma não havia nenhuma atividade feita pelo discente disponível para avaliação. Foi necessário um trabalho árduo da docente, em conjunto com a psicopedagoga, para obter a participação dessa criança nas atividades propostas. Através do desenvolvimento dos trabalhos referentes às Ciências (desenho, relatórios, gráficos, textos, etc.) é que foi possível produzir documentos para avaliar o desempenho deste estudante. A mudança de comportamento apresentada pelo estudante foi expressiva, tanto para as professoras quanto para psicopedagoga, pois o mesmo não aceitava fazer as atividades com nenhuma outra criança. Após o trabalho conjunto das professoras e da psicopedagoga o estudante se integrou aos grupos. Este estudante que não aceitava dividir nada, para espanto da psicopedagoga, em seu último desenho (representação de sua hipótese individual), desenhou dois bonecos e, explicou, na entrevista com a prof_fis, que precisaria de duas pessoas para que seu brinquedo fosse utilizado. Em reunião com a equipe pedagógica, a professora decidiu avaliar esse aluno por meio das atividades feitas na aula de Ciências, e no período de revisão dos conteúdos, desenvolver um trabalho mais adequado às necessidades específicas dele. O mais importante é que esse foi um processo visto seriamente pelo corpo pedagógico da escola, tanto que seus pais ao final do ano compareceram a escola e relataram a mudança que seu filho sofrera.

O restante da turma também apresentou alterações em suas atitudes: satisfação em estudar; alegria em mostrar sua tarefa realizada; aumento da autoestima ao ver os adultos felizes e valorizando o que eles construíram; carinho e respeito para com as professoras. A aprendizagem foi significativa não apenas nos conteúdos, mas também nas habilidades sociais e na construção da cidadania.

A relação Teoria-prática

É nas séries iniciais que a criança se depara com as primeiras significações científicas de conceitos físicos e os compara com aqueles conceitos que traz de sua experiência do mundo, por isso, *“é importante que o ensino de conceitos físicos nessas séries seja feito de modo a não reforçar significados não aceitos cientificamente, a evitar a aquisição de significados errôneos e a facilitar a mudança conceitual”* (Ostermann & Moreira, 1999, p.10).

Um exemplo pode ser visto a seguir:

Prof_fun: Hein, aluna 8? Hein o que ta acontecendo com lua? Por que ela ta nova pra vocês? Por que ela ta totalmente sem claridade pra você? (...). Porque está na frente do sol? Ela está entre o quê? Entre o sol e a

Turma: Terra.

Prof_fun: Terra. Ela esta... aquilo que você falou aluno 2, só que não é um planeta, ela ta alinhada entre o sol e a Terra. Então o que acontece você que é o seu nariz quando olha a lua não vê a claridade do sol bater nela. O lado de cá ta vendo lua cheia, ta? (Maria Aparecida vai até a aluna 8 e aponta para o nariz dela e para o retroprojeter e depois fica em frente à aluna).

Aluno 7: É no Japão.

Prof_fun: Hã, isso mesmo, então a pessoa que ta do outro lado da Terra ta vendo à lua?

Turma: Cheia.

É claro que a Lua vista do Japão ou do continente americano é a mesma. A lua permanece um dia em cada fase, levando uma semana entre os dias em que é crescente; nova; cheia; minguante e 4 semanas para percorrer um ciclo inteiro, o chamado mês lunar, enquanto a Terra dá uma volta em torno de si mesma em cada 24 horas. Deste ponto de vista a Lua possui 28 fases e não quatro (Canalle, 1998). Não há assim diferença de Lua entre um e outro lado do planeta. No entanto, uma apresentação inadequada pode levar a este entendimento. As professoras corrigiram o engano e incluíram o tema em seu conhecimento pedagógico do conteúdo.

Ostermann e Moreira (1999, p.09) defendem ainda que o ensino da Física na formação de professores das séries iniciais é muito importante. Na verdade, o ensino de Química, Biologia, Matemática e Física, é fundamental na formação de professores para as séries iniciais se queremos realizar a sugestão de Ostermann e Moreira com a qual iniciamos este capítulo. É nestas séries que o aprendiz tem os primeiros contatos com conceitos científicos em situação de ensino formal; e mais, grande parte da aprendizagem que ocorre nesse período influenciará no contato inicial com as disciplinas científicas em geral e com a Física em particular quando a criança atingir o nível médio de ensino. Provavelmente esta aprendizagem inicial funcionará como organizador prévio / subsunçor nas aprendizagens subsequentes. Portanto, o trabalho desenvolvido pela prof_fun foi muito expressivo ao possibilitar às crianças ter um primeiro contato com o conteúdo da Ciência através do favorecimento da formação de conceitos e da transformação de modelos mentais em modelos concretos. Esta estratégia é embasada no ponto de vista Ausubeliano de que durante a idade pré-escolar e os primeiros anos do ensino primário, os conceitos são adquiridos primordialmente por um processo de formação de conceitos, processo este significativo e orientado por hipóteses (Ausubel ; Novak & Hanesian, 1980, p.72),.

As professoras trabalharam os conteúdos de forma a iniciar um processo de formação de conceitos através de aprendizagens por descoberta, mecânica, por retenção e conflito de hipóteses. Por meio de projetos transdisciplinares que envolviam outros projetos, a prof_fun iniciava um determinado tema com as hipóteses individuais dos alunos, a seguir pedia que em grupo construíssem uma hipótese coletiva, para depois realizar a experiência e testar as hipóteses. O teste de hipóteses se realizava após a atividade prática. O confronto entre as hipóteses com o que se observou na experiência permitia refiná-las e realizar a escolha daquela que melhor representasse o resultado da experiência. As professoras, a partir dos estágios Piagetianos do desenvolvimento cognitivo, consideraram que as crianças ainda estão no estágio operacional concreto e precisam de experiências empírico-concretas para que ocorram as fases iniciais do desenvolvimento do processo de aprendizagem.

Em vários momentos, a prof_fun compreendeu que seus estudantes não traziam nenhum organizador prévio ou mesmo um subsunçor adequado para o conteúdo que devia ser trabalhado. Nesse ponto era necessário desenvolver uma aprendizagem mecânica e / ou por descoberta para, em seguida, usar o resultado destas aprendizagens para cumprir o papel de organizador ou o de subsunçor para as aprendizagens subsequentes. A aprendizagem automática ou mecânica, que tem papel fundamental nesta fase da vida escolar, ocorre se a tarefa consistir de associações puramente arbitrárias, como na associação de pares, quebra-cabeça, labirinto, ou aprendizagem de séries e quando falta ao aluno o conhecimento prévio relevante necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa, e também (independentemente do potencial significativo contido na tarefa) se o aluno adota uma estratégia apenas para internalizá-la de uma forma arbitrária e literal (por exemplo, como uma série arbitrária de palavras) (Ausubel ; Novak & Hanesian, 1980, p.24). Na aprendizagem por descoberta, comumente utilizada em sala de aula tanto para aplicar, ampliar, clarificar, integrar e avaliar matérias, como para testar a compreensão, fornece, em situações experimentais, “insight” ao método científico “(Ausubel ; Novak & Hanesian, 1980, p.21).

Existem informações que dependem de subsunçores integrados à mente do aprendiz para que sejam assimiladas, assim, é preciso que o professor insira organizadores prévios. Entretanto, nem sempre é possível ao educador apresentar organizadores prévios que tenham conexão com o que o aluno já saiba. Nesta fase inicial da vida, uma parte extensa da aprendizagem se dá forma mecânica ou automática, arbitrária já que a experiência do mundo ainda é muito limitada. Em escolas de periferia de grandes cidades e com estudantes em situação de precariedade econômica, o acesso à informação, a um vocabulário variado e a bens de consumo que apresentem tecnologias sofisticadas não é comum (Raichelis, 2006). Além disso, estas comunidades ainda reproduzem conceitos e preconceitos comuns a cinquenta ou mais anos passados (Silva, 2000). A prof_fun

procurou determinar o conhecimento prévio dos aprendizes e utilizar este conhecimento para motivá-los à aprendizagem significativa. Conforme afirma Ausubel, a aprendizagem em determinada situação não depende das condições em que está inserida para que seja significativa ou mecânica, mas que o educando queira aprender. Por isso, a prof_fun acreditou que o conhecimento adquirido por meio de uma aprendizagem mecânica serviria em situações futuras de ponte de ligação para um novo conteúdo e, dessa forma, geraria uma aprendizagem significativa. Em várias situações sua opção foi acertada, porque motivou a criança e partiu do interesse da mesma, querer aprender.

Ao utilizar diferentes maneiras de apresentação do conteúdo para seu educando, bem como, a construção e execução de planejamentos multidisciplinares, a prof_fun buscou um equilíbrio de vários princípios; é necessário explorar tanto os pontos positivos da metodologia tradicional quanto aqueles das novas metodologias (Amaral, 2004; Pádua, 2004). Buscou, também, preparar seu aluno para saber lidar com as novas tecnologias, mesmo que estas ainda não fizessem parte de sua realidade.

Quando a prof_fun considerou os estados de prontidão e motivação das crianças, entre outros aspectos importantes para o processo de aprendizagem, ela aplicou princípios psicológicos a situações de ensino particular. O desenvolvimento de atividades práticas, sobre o conteúdo de Ciências e, a maneira como ela desenvolveu estes conteúdos, indica que utilizou o método da descoberta, visto que suas crianças encontravam-se em processo de formação de conceitos. Na aprendizagem por descoberta, o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta, a aprendizagem só será significativa se o conteúdo descoberto estabelecer ligações com conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva. Isto é, por recepção ou por descoberta, a aprendizagem só será significativa, segundo a concepção ausubeliana, se o novo conteúdo incorporar-se, de forma não arbitrária e não literal, à estrutura cognitiva (Moreira, 1999, p.15). Assim, uma característica importante no trabalho da prof_fun está no desenvolvimento das experiências concretas somente após a hipótese individual das crianças ter sido formulada. Ou seja: só após a construção dos modelos mentais pelas crianças é que se sugere a construção do modelo concreto. A partir destas hipóteses é que se tenta estabelecer uma ponte entre os conhecimentos que o aprendiz já possuía com aqueles propostos na atividade prática. Procurar as hipóteses iniciais possibilitou-lhe o diagnóstico dos subsunçores e das concepções prévias trazidas pelos alunos. Outra preocupação da prof_fun era realizar um planejamento organizado sequencialmente e de forma contextualizada ao ambiente escolar e comunitário (familiar) de seus estudantes. Para isso promoveu experiências afetivas positivas que produziram aprendizagem significativa. Também se preocupou com o estado geral do desenvolvimento e a capacidade intelectual de seu aprendiz usando como referência os estágios de desenvolvimento intelectual, propostos por Piaget (Oliveira & Chadwick, 1988, p.70), tanto quanto ao tipo do conceito e quais as operações lógicas exigidas quanto à forma de apresentação. A estratégia reflete a crença de que o ensino deve ser planejado de modo a facilitar a aprendizagem significativa e a propiciar experiências afetivas positivas (Moreira 1985 p.70). Esta forma de trabalhar está respaldada pela teoria de Ausubel, pois ele afirma:

“Aprender um conceito depende, em alguma medida, das propriedades da estrutura cognitiva existente e do estado geral do desenvolvimento e capacidade intelectual do aluno tanto quanto da natureza do conceito propriamente dito e da forma pela qual ele é apresentado”. (Moreira, 1985:70. In Moreira, 1999:52)

Através de exposição dialogada, as professoras de Física e de Ciências procuraram identificar o pensamento dos estudantes, essa estratégia pedagógica possibilitou o desenvolvimento cognitivo dos aprendizes, principalmente, no aproveitamento das atividades extraclasse como a visita a Estação de Tratamento de Água. Os alunos que participaram transmitiram aos colegas sua experiência, em forma de diálogo. Assim, as professoras utilizaram as informações como um organizador prévio para os conteúdos a serem ministrados no futuro e puderam promover uma

aprendizagem receptiva, com uma característica relevante, o modo de expressão oral aluno / aluno foi efetivo. Assim, mesmo que tenha sido desenvolvida uma aprendizagem mecânica, em atividades futuras, essa poderá se ligar a novas informações e promover uma aprendizagem significativa. Com a exposição dialogada, tanto a professora de Física quanto a de Ciências perceberam que, muitas vezes, o aluno simplesmente reproduz o que foi ensinado, isto demonstrou que ocorreu uma predisposição a querer aprender e que o processo de aprendizagem significativa foi iniciado. Ao final da análise qualitativa feita pela prof_fis, foi constatado que as professoras de Física e de Ciências auxiliaram a capacidade de criar e adquirir linguagem em seus educandos, pois esses precisavam ultrapassar as barreiras culturais para inserirem-se de fato na sociedade e, assim, exercer sua cidadania. As estratégias utilizadas motivaram-nos ao estudo, contribuindo para elevação da autoestima e para o desenvolvimento cognitivo. Sendo assim, as professoras trabalharam a prontidão cognitiva de seus alunos desenvolvendo uma atividade sistemática planejada a partir de um referencial teórico bem definido, numa tentativa de constituir o próprio trabalho como Ciência por seus próprios méritos.

Considerações finais

Este trabalho é parte daquele desenvolvido para a confecção da dissertação de mestrado em Ensino de Física da prof_fis. Utilizou-se uma metodologia de pesquisa qualitativa apoiada em análises dos relatos de experiência de uma professora de Física e uma professora de Ciências lecionando em escolas públicas na periferia de Juiz de Fora - MG. Os aprendizes que compunham as turmas, e, portanto os sujeitos desta pesquisa são estudantes com estado social e econômico em situação de risco. O uso de materiais curriculares e estratégias instrucionais adequadas e a criação de situações afetivamente positivas para servir de catalisadores da aprendizagem significativa em Ciências e de Física para estudantes colocados em situação de risco é a motivação principal deste trabalho. Além disso, procuramos dar uma fundamentação teórico-metodológica ao trabalho das professoras com o intuito de transformar a prática da sala de aula em prática científica por seu próprio mérito.

Esta fundamentação fica evidente da análise das estratégias de ensino utilizadas pelas docentes. O trabalho inovador realizado pelas professoras de Física e de Ciências constitui uma prática pedagógica respaldada nos conhecimentos prévios de seus educandos, no diagnóstico dos estágios de desenvolvimento cognitivo, no conhecimento do contexto em que os estudantes viviam, para de posse dessas informações, construir um planejamento conectado à realidade da comunidade escolar e ao currículo mínimo proposto pelo poder público. A preocupação em relacionar a teoria com atividades práticas proporcionou uma aprendizagem mais concreta, em um ambiente favorável ao desenvolvimento de um processo de aprendizagem significativa. Por isso, as professoras acreditam que o objetivo educacional foi alcançado, uma vez que, mesmo em situações em que não ocorreu a aprendizagem significativa, o processo de aprendizagem foi desencadeado. Um trabalho desenvolvido em bases construtivistas considera o processo tão relevante quanto o produto final da aprendizagem.

O sucesso da conexão entre a teoria e prática, proporcionado pelas estratégias instrucionais escolhidas, além da escolha dos materiais curriculares, trouxe mais maturidade cognitiva aliada a uma compreensão mais profunda do processo pedagógico para as professoras. Estas estratégias possibilitaram que os conteúdos de Ciências e de Física fossem desenvolvidos por meio de experiências afetivas positivas para as professoras e para seus educandos. Esta maneira de desenvolver o processo educativo espera minimizar as dificuldades que os estudantes das turmas da prof_fun poderiam apresentar quando atingirem o Ensino Médio que pudessem ser provenientes da aprendizagem dos conteúdos da escola elementar.

A preocupação constante das professoras em buscar maior capacitação teórico-metodológica, em procurar formas de apresentar o conteúdo contextualizado, em realizar avaliações contínuas e sistemáticas de suas práticas, contribuiu de forma decisiva para vencer os obstáculos encontrados e, assim, alcançar resultados tão expressivos como os que foram discutidos neste trabalho. Mas, acima de tudo, contribuiu para a consolidação de seu Conhecimento pedagógico do conteúdo, com as conseqüências para sua prática pedagógica futura e o sucesso de seus futuros alunos.

O Projeto ABC mão na massa foi potencialmente significativo para a prof_fun. Participar deste projeto e receber o treinamento correspondente proporcionou um maior embasamento dos conceitos científicos e o desenvolvimento de atividades empírico-concretas com maior significado para seus estudantes. O desenvolvimento de uma aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos por parte do professor lhe permite ter segurança sobre os conceitos que irá desenvolver, lhe permitindo mais liberdade para dialogar com o estudante e, assim, além de explorar melhor o tema proposto pode fazer um diagnóstico mais abrangente e informativo dos conhecimentos prévios dos estudantes e de suas expectativas em relação à escola. A prof_fis observou esse fato nos resultados da prática de sala de aula da prof_fun em 2006 quando repetiu o projeto “*O Caminho da Água*” e quando deu seqüência ao tema Astronomia.

O trabalho com atividades concretas abriu espaço para a criança pensar. Além disso, o acompanhamento das atividades pela professora e o diálogo mantido com os estudantes permitiu mostrar uma unidade nas coisas da natureza, ou seja, que os fenômenos sempre acontecem de forma interligada. Com isso, o conteúdo ensinado por ela se tornou mais real, produzindo aprendizagem significativa em grande parte da turma e, naqueles em que tal aprendizagem não ocorreu pelo menos uma predisposição à aprendizagem foi estabelecida. Também foi possível notar que a leitura de mundo dessas crianças foi aperfeiçoada, portanto, elas terão maior probabilidade de desenvolvimento cognitivo em sua vida futura. Um dos resultados mais importantes aparece na atividade de construção do brinquedo executada pelas crianças: aprendizes como o aluno 4 que era retraído puderam se sentir mais livres para externar suas idéias, seu pensamento, sem se preocupar com críticas dos colegas; por outro lado, estudantes como o aluno 6 que era disperso e desatento se inseriram nas atividades. Tais resultados comprovam que o objetivo de avaliar o impacto na vida dos alunos da prática de ensino utilizada pelas professoras é de grande importância na validação desta prática. Também fica evidente que os objetivos de ensino estabelecidos no início do processo pedagógico foram atingidos.

Os resultados obtidos neste trabalho podem ser encontrados em formato DVD com acesso livre pelos demais professores na página de teses e dissertações da CAPES (Breder, 2008). O conteúdo inclui também sugestões e instruções para a realização de práticas pedagógicas que visem à aprendizagem significativa em Ciências pelos estudantes.

Nossos resultados mostram que existem estratégias e materiais curriculares que podem catalisar a aprendizagem significativa em Ciências e Física, mas, para que o processo ocorra, o professor deverá conhecer seus estudantes e realizar um planejamento contextualizado com a realidade dos mesmos e da comunidade em que estão ambos inseridos. Deverá desenvolver um trabalho comprometido, com diálogo, calcado nos conhecimentos prévios do aluno, que produza motivação e experiências afetivas positivas. Sem esquecer o profundo domínio dos conteúdos e de pelo menos uma teoria pedagógica que de suporte teórico-metodológico à sua prática.

Agradecimentos

Muito especiais à Professora Maria Aparecida Carvalho Ferreira e seus estudantes;

As diretoras da Escola Municipal Dr. Adhemar Rezende de Andrade, Profa. Valéria Lopardi Mostaro Paschoalin (gestão 2002 / 2006) e Profa. Luciane Cumani Brion (gestão 2006 / 2007);
Aos professores José Roberto Tagliate e Paulo Belletaro da UFJF.

Referências

- Almeida, R. & Falcão, D. (1996). *Brincando com a Ciência Experimentos interativos de baixo Custo*. Museu de Astronomia e Ciências Afins, MAST. Rio de Janeiro.
- Amaral, A. L. (2004). *Planejamento e Avaliação do Ensino e Aprendizagem*. IN: VEREDAS – Formação superior de professores: Coleção Veredas: Guia de Estudo. SEE-MG; Organizadoras: Maria Umbelina Caiafa Salgado, Glaura Vasques de Miranda – Belo Horizonte: SEE-MG.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D. & Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução para português: Eva Nick, Heliana de Barros Conde Rodrigues, Luciana Peotta, Maria Ângela Fontes, Maria da Glória Rocha Maron. Esta 1^o edição é tradução e adaptação da 2^o edição do original *Educational Psychology: a cognitive view*, Holt Mc Dougal second edition, 1978.
- Borba, M. C. (2006). *Pesquisa qualitativa em educação matemática*. Organizado por Marcelo de Carvalho Borba e Jussara de Loiola Araújo; autores: Dario Fiorentini, Antonio Vicente Marafioti Garnica, Maria Aparecida Viggiani Bicudo. 2. ed. – Belo Horizonte: Autêntica.
- Brandão, Z. (2002). *Pesquisa em Educação: conversas com pós-graduandos*. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio; São Paulo: Loyola.
- Canalle, J. B. G. (1998). http://www.nre.seed.pr.gov.br/nre/umuarama/arquivos/File/oficina_astronomia.pdf, página 42. Consulta em 04/05/2012.
- Carvalho, A. M. P. (2008). Enculturação Científica: uma meta do ensino de Ciências. *Anais do XIV Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino*. Porto Alegre.
- Dancy, M. & Henderson, C. (2007). Framework for articulating instructional practices and conceptions. *Physical Review Special Topics - Physics education Research* 3, 010103.
- Dawson, V. (2007). *Exploring student's learning experiences through narrative tales*. In Contemporary Qualitative Research: Exemplars for Science and Mathematics Educators. P. C. Taylor and J. Wallace eds. Science and Technology Education Library, Springer – Dordrecht.
- De La Taille, Y., Oliveira, M. K. & Dantas, H. (1992). *Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão*. Summus, São Paulo.
- Diamond, C. T. P. (1995). Education and the narrative of the self: of maps and stories. *Advances in Personal Construct Psychology* 3, 79-100.
- Estrela, A. (1994). *Teoria e Prática da Observação de Classes: uma estratégia de formação de professores*. Portugal. Porto Editora, 4^a edição.
- Etkina, E. (2010). Pedagogical content Knowledge and preparation of high school Physics teachers. *Physical Review Special Topics - Physics education Research* 6, 020110.
- Eylon, B-S & Bagno, E. (2006). Research-design model for professional development of teachers: designing lesson with Physics Education Research. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research* 2, 020106.
- Ferreira, M. A. C. (2005). O lúdico na minimização do desinteresse. *Monografia de conclusão de final de curso*. www.veredas.ufjf.br. Juiz de Fora – MG. consulta em 07/2007.
- Freire, P. *Pedagogia do oprimido* (1987). 17^a ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra.

- Gaspar, A. (1999). *Experiências de ciências para o 1º grau*. São Paulo, Ática.
- Klaassen, C. A. (2002). Teacher pedagogical competence and sensibility. *Teaching and Teacher Education* 18, 151-158.
- Laws, P. (1997). Promoting active learning based on Physics Education Research in introductory Physics Courses. *Am. J. Phys.* 65, 13-21.
- Lorenzetti, L. & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio-pesquisa em educação em ciências*, 3(1) 1-17.
- Ludke, M. (2001). O professor, seu saber e sua pesquisa. *Educação & Sociedade*, ano XXII, nº 74, 77-96.
- Macedo, L. (1994). *Ensaio Construtivistas*, São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Marcondes, A. P. & Acosta, S. F. (2003). *Metodologia da Pesquisa: Abordagem Qualitativa. Unidade 2*. IN: VEREDAS – Formação superior de professores: *Coleção Veredas: Guia de Estudo*. SEE-MG; Organizadoras: Maria Umbelina Caiafa Salgado, Glauro Vasques de Miranda – Belo Horizonte: SEE-MG.
- Mathews, M. R. (2009). History, Philosophy and Science Teaching: The New Engagement. Hong Kong. Resource document. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* 10(1), http://www.ied.edu.hk/apfslt/v10_issue1/foreword/index.htm. Acesso em 10/12/2009.
- Mattos, C. L. G. (1995). Etnografia Crítica de Sala de Aula: o Professor Pesquisador e o Pesquisador Professor em Colaboração. *Brasília, Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 72 (182/183) 98-116.
- Menezes, L. C. (org.) (2001). *Formação continuada de professores de ciências no contexto ibero-americano* [tradução de Inês Prieto Schmidt e Sônia Salem]. 2. ed. - Campinas, SP. Autores Associados NUPES - Coleção Formação de Professores; São Paulo, SP.
- Moreira, M. A. (1983). *Uma abordagem cognitivista ao ensino da física; a teoria da aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de ciências*. Porto Alegre, Ed. Da Universidade, UFRGS.
- Moreira, M. A. (1988a). *Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa*. Editora EPU, São Paulo.
- Moreira, M. A. (1988b). O Professor pesquisador como instrumento de melhoria do Ensino de Ciências. *Brasília. Em Aberto* 40, 43-55.
- Moreira, M. A. (1999). *Aprendizagem Significativa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 130p.
- Moreira, M. A. (1997). *O Ensino*, *Revista Galáico Portuguesa de Sócio-pedagogia e Sociolinguística*, Pontevedra / Galícia / Espanha e Braga / Portugal, números 23 a 28, páginas 87-95. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf Acesso em 20/08/2005.
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizagem Significativa Crítica*. Versão revisada e estendida de conferência proferida no *III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de setembro de 2000. Publicada nas Atas deste Encontro, p.p. 33-45, com o título original de *Aprendizagem significativa subversiva*. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~moreira/apsiacritport.pdf Acesso em: 20/08/2005.
- Moreira, M. A. (2006). *A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua aplicação à sala de aula*. Brasília, Editora da UNB.
- Mulhall, P., Berry, A. & Loughran, J. (2003). Framework for representing science teacher's pedagogical content knowledge. *Asia-Pacific forum on Science Learning and Teaching*, v. 4, n. 2, artigo 2.

- Oliveira, J. B. A. & Chadwick, C. B. (1988). *Tecnologia Educacional Teorias da Instrução*. 9ª Edição. Petrópolis: Vozes.
- Ostermann, F. & Moreira, M. A. (1999). *A física na formação de professores do ensino fundamental*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS.
- Pádua, E. M. M. (2004). *Metodologia: Abordagem teórico-prática* Elisabete Matallo Marchesini de Pádua – 10ª ed. Ver e atual. Coleção Magistério: Formação e trabalhos: Formação e trabalho Pedagógico – Campinas, SP. Papirus.
- Palis, G. L. R. (2009). *Pesquisa sobre a própria prática no ensino superior de Matemática*. In Educação Matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates, M. C. R. Frota e L. Nasser, Org. SBEM, Recife, PE, Brasil, 203-221.
- Projeto Mão – na – massa, (2005). *Academia Brasileira de Ciências*. No estado de Minas Gerais é desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa. www.parquedaciencia.com.br/sitemm/default.asp, acesso em 06/03/2012.
- Raichelis, R. (2006). *Gestão Pública e questão Social na grande cidade*. Lua Nova, 69, 13-48.
- Ribeiro, G. F. P. (2011). *A importância do Professor Pesquisador*. Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Docência na Educação Superior da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba – MG. E-mail: meireportes@hotmail.com.
- Sasseron, L. H. & Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências* v.16, n.1, 59-77.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, v.15, n.2, 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational review* 57, 1.
- Silva, A. M. M. (2000). *Escola Pública e a formação da Cidadania: possibilidades e limites*. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Educação da USP sob a Orientação da Profª Drª Maria Victória Benevides.
- Sudan, D. C., Freitas, D. & Villani, A. (2006). *Professor-pesquisador: o caso da professora Flora*. In 29ª Reunião Anual da ANPED, Caxambu. Anais da 29ª Reunião Anual da ANPED.
- Sudan, D. C. & Freitas, D. (2008). A professora pesquisadora: contribuições dos interlocutores. *Interações*, 8, 110-133.
- Breder, L. P. T. (2008) *Aprendizagem significativa em ciências e em física: alunos da primeira etapa do ensino fundamental e do ensino médio em escolas públicas*. Dissertação de Mestrado defendida no âmbito do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do CEFET-RJ. Disponível no portal de conhecimento público da CAPES. <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa>, acesso em Setembro de 2011.
- Van Manen, M. (1990). *Researching lived experience: human science for an action sensitive pedagogy*. Albany, NY. State University of New York Press.
- Veredas (2005). *Projeto Veredas - Formação Superior de Professores*. www.fae.ufmg.br/veredas, acesso em 06/03/2012.
- Villani, A. & Guridi, V. (2009). Professor - pesquisador de sua prática: dificuldades e motivações. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, pp. 1638-1640. <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1638-1640.pdf>, acesso em 06/03/2012.
- Wallace, J. & Melville, W. (2007). Workplace as community: perspectives on Science teacher's professional learning. *Journal of Science Teacher Education* 18, 543-558.

Wallace, J. & Melville, W. (2007a). Subject, relationships and identity: the role of a science department in the professional learning of a non-university science educated teacher. *Res. Sci. Educ.* 37, 155-169.

Wallace, J. & Taylor, P. C. (2007b). *Contemporary qualitative research for Science and Mathematics educators*. In *Contemporary Qualitative Research: Exemplars for Science and Mathematics Educators*. P. C. Taylor and J. Wallace eds. Science and Technology Education Library, Springer – Dordrecht.

Wallace, J., Melville, W. & Bartley, A. (2007c). Individuals and leadership in an Australian Secondary Science Department: a qualitative study. *J. Sci. Educ. Technol.* 16, 463-472.

Wallace, J. & Mulholland, J. (2008). Computer, craft, complexity, change: explorations into science teacher knowledge. *Studies in Science Education* 44, 41-62.

Recebido em: 07.01.14

Aceito em: 06.05.14

Apêndice

MÓDULO: ASTRONOMIA

TEMA: SOL, TERRA, LUA – O Céu e a Terra.

PLANEJAMENTO PARA AS TURMAS DE 4^º ANO

ASSUNTO: Ficha ambiental

OBJETIVOS:

- Perceber mudanças que ocorrem durante o ano.
- Possibilitar ao aluno observar e interpretar fenômenos que ocorrem em períodos longos e que decorrem da configuração do sistema Sol-Terra-Lua.
- Com as perguntas, o professor deverá auxiliar na organização do pensamento e reconhecer os subsunçores e os conhecimentos prévios das crianças.

DURAÇÃO: ANO TODO

DIA: 26/04/2006

PROBLEMATIZAÇÃO: Que mudanças ocorrem no ambiente no decorrer do ano?

Com a problematização, o professor deverá destacar o pensamento da criança, seus subsunçores e seus conhecimentos prévios.

No início do ano, fazer esta pergunta aos alunos e deixar que construam hipóteses sobre o que esperam encontrar. Algumas sugestões seguem abaixo.

HIPÓTESES:

- Nascem frutas no outono, as folhas caem, o sol fica mais quente no verão e na primavera, nascem mais plantas e as folhas ficam mais verdes;
- Mudanças nas cores das folhas, as folhas secam, as árvores dão frutas e nascem novas árvores (outono);
- A cor das folhas, o tamanho, os galhos, as raízes, as cascas e o tronco;
- No verão, o ambiente é mais quente e as flores nascem, no inverno, as flores caem, as folhas mudam de cor e caem às frutas, as frutas apodrecem e caem.

Estas hipóteses funcionaram como organizador prévio para o tema astronomia, que será desenvolvido durante o período letivo. Também servem para despertar o interesse, a motivação dos aprendizes.

DIA: 10/05/2006

PROBLEMATIZAÇÃO:

Pensar e propor algumas hipóteses para as questões abaixo.

- 1 – Em que mês do ano faz mais frio? Tem mais do que um?
- 2 – Em que mês chove mais (chuva mais forte ou mais freqüente)? Tem mais do que um?
- 3 – Em que meses faz mais calor?
- 4 – A Lua só aparece de noite?
- 5 – Em quais meses anoitece mais cedo?
- 6 – Em quais meses amanhece mais tarde?
- 7 – Ao meio dia qual a posição do sol sobre nossas cabeças? Esta posição é sempre a mesma durante o ano?

ASSUNTO: AS FASES DA LUA (SISTEMA SOL-TERRA-LUA)

DIA: 10/11/1006 Fazer de conta: “AGORA EU SOU O MEU NARIZ”

MATERIAL: Um retroprojeto, Minha cabeça, Meu nariz, Uma bola de isopor.

MODELO: O retroprojeto é o Sol, a cabeça é a Terra, o nariz é a pessoa, a bola é a Lua.

MECANISMO DE DIA E NOITE

“Eu sou o meu nariz, minha cabeça é a Terra”. A rotação da Terra quando vista do Norte, é no sentido anti-horário.

Gira-se a Terra (minha cabeça), para representar que meu nariz (eu) passe o dia e a noite.

PERGUNTAS:

- Qual a posição de minha cabeça, se for 12h?
- Qual a posição de minha cabeça, se for 6h?
- Qual a posição de minha cabeça, se for 18h?

FASES DA LUA

Usar a bola que representa a Lua.

PERGUNTAS:

- Qual a posição da bola em que vemos a Lua cheia?
- Qual a posição da bola em que vemos a Meia Lua?
- Qual a posição da bola em que a Lua não está iluminada na face vista da Terra?

A LUA E O DIA E NOITE

DIA: 17/11/2006

PROBLEMATIZAÇÃO:

- Como seria meia noite e Lua Cheia? Em que posição meu nariz aponta para a Lua?
- Como seria meia noite e meia Lua?
- Como seria às 18h e Lua cheia? Como seria isso no céu. Nesta situação, onde estão estes astros em relação ao horizonte?
- Como seria 18h e Meia-lua? E 6h e Meia lua? O que isso tem a ver com o fato de vermos a Lua de dia de vez em quando?

A TRANSLAÇÃO DA LUA AO REDOR DA TERRA

- o período de translação da Lua é de 29 dias e a rotação da Terra dura 24 horas. Ambos os movimentos têm o mesmo sentido, o sentido anti-horário para quem olha do norte.
- Fazer somente a translação e, outra pessoa segura a “Lua”.
- Fazer a translação e rotação simultaneamente. Uma pessoa gira a cabeça e corpo e, outra gira a “Lua” mais devagar.

PROBLEMATIZAÇÃO: Se eu vejo a Lua num dia num certo horário, no dia seguinte eu vejo a Lua mais cedo ou mais tarde?

VERIFICAÇÃO: COMO PODEMOS SABER SE ISSO TUDO É VERDADE? O modelo que fizemos são hipóteses. Para saber se tudo isto é verdadeiro devemos observar a Lua na Natureza.

Através das atividades de verificação, o professor deverá auxiliar a criança a ultrapassar os conflitos cognitivos decorrentes do teste de hipóteses, ou seja, do confronto entre seus conhecimentos prévios e a experiência dirigida para a justificação da aceitação dos conhecimentos científicos. (vide vídeos da aula de 17/11/2006, 23/11/2006 e 05/12/2006 em AUTOR1, 2008).

É relevante ressaltar que o pensamento de cada criança será representado através de desenho como a hipótese individual. Cada equipe escolherá um desenho que melhor represente o grupo e, ao final, a turma escolherá um para representar a hipótese coletiva da sala. O desenho escolhido pela turma originará um “protótipo de brinquedo”, um modelo que servirá de representação do processo de aprendizagem significativa dos alunos. (BREDE, 2008).