

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS
CAMPUS DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA

ALESSANDRO PEDRO

**AS ATIVIDADES PRÁTICAS COMO SITUAÇÕES DEFLAGRADORAS DE
DISCUSSÕES SOBRE FATOS E MODELOS NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE
PROFESSORES DE CIÊNCIAS**

Bauru
2015

ALESSANDRO PEDRO

**AS ATIVIDADES PRÁTICAS COMO SITUAÇÕES DEFLAGRADORAS DE
DISCUSSÕES SOBRE FATOS E MODELOS NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE
PROFESSORES DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Bauru, junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência (área de concentração: Ensino de Ciências) sob a orientação do Prof. Dr. Fernando Bastos.

Bauru

2015

Pedro, Alessandro.

As atividades práticas como situações deflagradoras de discussões sobre fatos e modelos na formação continuada de professores de ciências/Alessandro Pedro, 2015

198 f.

Orientador: Fernando Bastos

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2015

1. Relação entre fatos e modelos. 2. Atividades práticas. 3. Ensino de ciências. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE ALESSANDRO PEDRO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU.

Aos 25 dias do mês de março do ano de 2015, às 10:00 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-graduação da Faculdade da Ciência, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. FERNANDO BASTOS do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, Prof. Dr. ROBERTO NARDI do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, Profa. Dra. TAITIÂNÝ KÁRITA BONZANINI FUZER do(a) ESALQ - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz - USP Piracicaba, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de ALESSANDRO PEDRO, intitulado "AS ATIVIDADES PRÁTICAS COMO SITUAÇÕES DEFLAGRADORAS DE DISCUSSÕES SOBRE FATOS E MODELOS NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Fernando Bastos
Prof. Dr. FERNANDO BASTOS


Prof. Dr. ROBERTO NARDI


Profa. Dra. TAITIÂNÝ KÁRITA BONZANINI FUZER

À minha família, pelo amor desprendido, dedicação, companheirismo,
caminhos compartilhados e amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Felipe e ao Marco, pelos momentos de companheirismo e apoio.

Aos meus pais, pelo dom da vida.

Ao professor Fernando Bastos, pela amizade, orientação e caminhos apresentados.

Aos pesquisadores Eliane Cerdas Labarce e Bruno Tadashi Takahashi, e aos professores participantes do Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais, pela parceria e experiências compartilhadas.

Aos professores do PPG em *Educação para a Ciência* da UNESP- Bauru e aos colegas do *Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências*, que contribuíram ao longo de dois anos, por meio das disciplinas e debates, para o desenvolvimento desta pesquisa.

A amiga Ivy pela contribuição.

Aos funcionários do PPG em *Educação para a Ciência* da UNESP- Bauru, pela presteza e atendimento quando foi necessário.

À Secretaria de Estado da Educação, pelo financiamento dessa pesquisa.

“O processo de formação é tanto mais feliz quanto mais as suas diversas fases assumirem o carácter de acontecimentos vividos”.

Hugo Hofmannsthal

RESUMO

PEDRO, A. **As atividades práticas como deflagradoras de discussões sobre fatos e modelos na formação continuada de professores de ciências.** Dissertação (mestrado) – faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2015.

Apresentamos aqui resultados de uma investigação realizada junto a um projeto maior, intitulado *Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*, de caráter colaborativo entre universidade e escola básica. O objetivo da pesquisa foi gerar subsídios para discussões acerca da relação entre fatos e modelos em um projeto de formação de professores da área de Ciências da Natureza, cujo enfoque principal foi o uso das atividades práticas como estratégia formativa. A pesquisa utilizou uma abordagem qualitativa; os dados foram coletados por meio de notas de campo, com posterior elaboração de relatórios de observação. Os dados gerados ao longo dos anos de 2011 e 2012 demonstram que (a) os professores possuíam determinadas lacunas em suas noções epistemológicas; (b) os professores puderam ampliar seus saberes disciplinares, curriculares e experienciais à medida que tentaram implementar propostas de aula incorporando animações em vídeos e trabalho com modelos; (c) os diálogos com os professores forneceram subsídios importantes para que os colaboradores externos pensassem ações subsequentes do projeto. Consideramos, também, que as diversas estratégias utilizadas aliadas ao uso das atividades práticas contribuíram para a mobilização de diversos saberes docentes.

Palavras chave: Relação entre fatos e modelos. Atividades práticas. Formação continuada. Ensino de Ciências. Saberes docentes.

ABSTRACT

PEDRO, A. **The practical activities as discussion deflagrate on facts and models in the continuing education of science teachers.** Dissertação (mestrado) – faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2015.

Here we present results of a study conducted with a larger project entitled Dialogues on Natural Science Education, a collaborative nature between university and elementary school. The aim was to generate input to discussions about the relationship between facts and models in a teacher training project of Natural Sciences area, whose main focus was the use of practical activities as a formative strategy. The research used a qualitative approach; Data were collected through field notes, with further development of observation reports. The data generated over the years of 2011 and 2012 show that (a) teachers had certain gaps in their epistemological notions; (B) teachers could expand their disciplinary, curricular and experiential knowledge as they tried to implement class proposals incorporating animations videos and work with models; (C) the dialogue with teachers provided critical input for the external collaborators think subsequent actions of the project. We also consider that the various strategies used combined with the use of practical activities helped to mobilize many teaching knowledge.

Keywords: Facts and models. Practical activities. Continuing education. Science Teaching. Teaching knowledges.

LISTA DE QUADROS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| QUADRO 1 - RESUMO DA CLASSIFICAÇÃO DOS SABERES DOCENTES DE ACORDO COM TARDIF | 38 |
| QUADRO 2 - TIPOLOGIA DOS SABERES DOCENTES DE ACORDO COM A FONTE DE AQUISIÇÃO DO SABER | 40 |
| QUADRO 3 - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS AO LONGO DO PROJETO <i>DIÁLOGOS SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIA NATURAIS</i> | 69 |
| QUADRO 4 - SÍNTESE DE CORRENTES EPISTEMOLÓGICAS QUE INFLUENCIAM O TRABALHO DIDÁTICO DOS PROFESSORES..... | 80 |
| QUADRO 5 - SÍNTESE DAS CARACTERÍSTICAS DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL | 107 |

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| APRESENTAÇÃO | 13 |
| 1 INTRODUÇÃO | 17 |
| 2 FORMAÇÃO DE PROFESSORES | 20 |
| 2.1 ASPECTOS HISTÓRICOS..... | 20 |
| 2.2 ORIENTAÇÕES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES | 23 |
| 2.3 SABERES E FORMAÇÃO DE PROFESSORES | 30 |
| 2.4 A FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES | 42 |
| 3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO PROBLEMA DE PESQUISA | 48 |
| 4 OBJETIVOS | 53 |
| 5 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 54 |
| 5.1 APORTES TEÓRICO-METODOLÓGICOS..... | 54 |
| 5.2 A ESCOLA E O INÍCIO DO PROJETO <i>DIÁLOGOS SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS</i> | 59 |
| 5.3 OS PROFESSORES PARTICIPANTES: CARACTERIZAÇÃO E ESTABELECIMENTO DE ENCONTROS | 64 |
| 5.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO | 69 |
| 5.5 CARACTERIZAÇÃO DOS PROFESSORES PARTICIPANTES | 74 |
| 6 ABORDAGENS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS | 77 |
| 6.1 DEFININDO O TERMO ATIVIDADE PRÁTICA..... | 90 |
| 6.2 O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS..... | 94 |
| 6.3 O PROFESSOR E AS CONDIÇÕES PARA O TRABALHO EXPERIMENTAL ... | 99 |
| 6.3.1 Atividade demonstrativa..... | 101 |
| 6.3.2 Atividade de verificação | 103 |
| 6.3.3 Atividade investigativa..... | 105 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7 OS MODELOS E A ABSTRAÇÃO | 109 |
| 7.1 MODELOS, ABSTRAÇÃO E O ENSINO DE CIÊNCIAS: O PAPEL DO PROFESSOR E DA SUA FORMAÇÃO | 114 |
| 7.2 O PAPEL DAS SIMULAÇÕES E DAS ANIMAÇÕES NO ENSINO DE CIÊNCIAS | 118 |
| | |
| 8 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 122 |
| 8.1 CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES ACERCA DAS ATIVIDADES PRÁTICAS | 122 |
| 8.2 CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES ACERCA DA RELAÇÃO ENTRE FATOS E MODELOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS | 134 |
| 8.3 ATIVIDADES PRÁTICAS COMO FONTES DE CONHECIMENTO FACTUAL | 139 |
| 8.4 CONTRIBUIÇÕES PARA A PRÁTICA PEDAGÓGICA..... | 142 |
| 8.4.1 O uso de animações como ferramenta para facilitar o entendimento dos modelos | 142 |
| 8.4.2 Modelagem na formação dos professores | 153 |
| 8.4.3 O uso da história da Ciência | 168 |
| | |
| 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 174 |
| | |
| REFERÊNCIAS | 179 |
| | |
| ANEXOS | 192 |

APRESENTAÇÃO

As atividades práticas, e em particular as experimentais, sempre me despertaram interesse, curiosidade e fascinação, desde a época em que eu era estudante do ensino fundamental e médio. Lembro-me vivamente de uma determinada ocasião, quando minha professora de Química propôs um experimento no qual, dentro de um frasco, queimou enxofre na presença de uma pétala de rosa. Ao verificar a descoloração daquela flor, fiquei fascinado. Fascinado e instigado em saber o porquê daquele fenômeno. Eu nunca havia observado algo semelhante no meu dia-a-dia e, infelizmente, minha inquietação durou muitos anos. Mas acho que foi naquele momento que percebi o que queria ser quando crescer. Quantas coisas maravilhosas a Química ainda poderia me revelar? Quanto ainda estava oculto aos meus olhos e à minha mente? Eu precisava saber.

Após este episódio, não me lembro de nenhum outro em que eu fora colocado em contato direto com algum experimento em sala de aula. Na verdade, a referida professora apenas tentava colocar em prática um projeto desenvolvido pela universidade, o qual buscava ampliar o uso de atividades experimentais na escola.

Uma vez, outra professora (pois tínhamos uma grande rotatividade do docente nesta disciplina) nos levou a uma universidade para que participássemos da “Semana da Química”, quando a instituição abria as portas para alunos da rede pública de ensino. Mais uma vez o fascínio. Era ali que eu queria estar. O que eram aqueles líquidos coloridos? Porque eles passavam por aquele tubo de vidro sem cor alguma enquanto outra “coisa” ficava no frasco de origem? Mais tarde, muito mais tarde, pude entender que se tratava do processo físico de destilação, tão importante para diversos segmentos industriais, pela gasolina que usamos nos carros e o álcool que usamos no “churrasquinho”. Quanto tempo demorou para eu saber disso!

Alguns anos depois ingressei no curso de licenciatura em Química e o fato de eu estar em contato com aqueles laboratórios, todos equipados, com os mais diversos reagentes me trouxe um enorme sentimento de satisfação. Várias foram as aulas em que estávamos no laboratório. Destilações, reações de precipitação e marcha analítica. Quanta coisa! Mas, onde uso isto? Minha mente ainda estava inquieta. Nada havia mudado muito em relação às aulas das quais eu participara no

Ensino Médio, a não ser pela grande quantidade de atividades no laboratório. Mas estas ainda estavam desvinculadas das aulas teóricas, das aplicações tecnológicas, do significado histórico de estudos como aqueles, de um sentido mais claro para as aprendizagens propostas.

No terceiro ano começamos com as aulas que visavam nos proporcionar conhecimentos de natureza pedagógica. Didática, Psicologia da Educação, Estrutura e Funcionamento do Ensino, Prática de Ensino. Esta última, em uma tentativa de articular tudo o que havíamos construído até então (saberes disciplinares e da formação profissional), nos levou a uma escola pública e solicitou a elaboração, em pequenos grupos, de algumas aulas experimentais. Não tínhamos nenhum contato com a professora da sala, não conhecíamos os alunos e, muito menos, nos reunimos para articular aquilo que seria feito. Apenas nos apresentaram algumas técnicas que tinham como objetivo manter a atenção do aluno. Aquilo que preparamos não precisaria, necessariamente, estar em contato com o cotidiano dos deles, apenas precisávamos demonstrar tais atividades. Assim, vivi desde minha escolarização básica, até o final da minha formação acadêmica, aulas experimentais totalmente desvinculadas das respectivas aulas teóricas ou de discussões que procurassem fazer a relação entre o conteúdo e o cotidiano do aluno. Não havia uma articulação.

Mas, só tive condições de realmente perceber isto quando iniciei a carreira do magistério, no ano de 2008. As atividades práticas, que até então conhecia, eram aquelas mesmas da universidade, sempre ocorrendo da mesma maneira e sem quaisquer articulações com alguma problemática. Além disso, para que as mesmas pudessem ser realizadas, os materiais e vidrarias também deveriam ser semelhantes. Porém, tanto reagentes quanto vidrarias eram muito caros, distantes da realidade da escola pública, na qual nos deparávamos com condições precárias de infraestrutura e muitos alunos por sala de aula. Eu acreditava que algo precisava ser feito de diferente. Eu não queria que meus alunos vivenciassem apenas as atividades enfadonhas como ficar sempre sentado em uma cadeira ouvindo as falas que o professor transmitia.

Comecei então a procurar alternativas para que pudesse implementar as atividades experimentais e outras atividades práticas, de modo que as aulas

pudessem ser mais condizentes com aquilo que se espera da formação escolar. Experimentos, visitas a uma estação de tratamento de água e esgoto, apresentação de vídeos e filmes foram algumas estratégias e recursos que utilizei na tentativa de deixar a aula mais dinâmica e articulada com as várias facetas que o entendimento do conhecimento científico requer.

Mas eu ainda não estava satisfeito. Muitos dos conteúdos que eu precisava ensinar ainda não eram entendidos pelos alunos. Assim, com a facilidade que a internet proporcionou, e com as pesquisas que eu realizava em casa, acabei encontrando algumas ferramentas que me auxiliaram neste sentido.

Portanto, após ingressar no magistério, e alguns anos depois, já no mestrado, fui percebendo que pouca coisa havia mudado desde quando eu fora estudante do Ensino Médio. As atividades práticas ainda eram poucas e estavam totalmente desarticuladas das teorias e modelos científicos e de outros questionamentos relevantes. Mas porque, após tantos anos, após tantas pesquisas na área, isto continuava a acontecer? Quais conhecimentos os professores construíram ao longo do tempo, quais as suas concepções que ainda permitiam que a escola continuasse a ser tão desinteressante para o aluno?

Tais questões impulsionaram essa pesquisa, que visou desenvolver uma investigação junto a professores da rede pública, com a finalidade de compreender aspectos de sua formação continuada, principalmente no que diz respeito ao uso de atividades práticas como recursos para o ensino. Durante o referido processo de interação com os professores, discussões surgiram gradativamente, quanto à questão da relação entre fatos e modelos no ensino de Ciências, sendo que tais discussões passaram a ser acompanhadas para análise e tentativa de compreensão de seu significado.

A presente dissertação está organizada da seguinte maneira: no capítulo 1, realizamos uma breve introdução sobre aquilo que motivou e nos interessou em investigar a relação entre as atividades práticas e os modelos. Passamos então, no capítulo 2, a resgatar e dialogar com os aportes teóricos sobre a formação de professores, buscando identificar conceitos que possam ajudar a dialogar com o processo de formação docente.

O capítulo 3 é destinado a realizar a caracterização geral do problema de pesquisa, seguido pelo capítulo 4 no qual apresentamos nossos objetivos. Os aspectos relevantes ao desenvolvimento da pesquisa, como características dos participantes, as atividades desenvolvidas e a metodologia adotada são apresentados no capítulo 5.

Já no capítulo 6 realizamos uma breve revisão da literatura acerca do ensino de Ciências. Este capítulo dialoga e discute como as pesquisas contextualizam as atividades práticas e o ensino de Ciências, definindo neste capítulo o conceito de atividade prática, o papel da experimentação dentro deste enfoque e, também, o papel do professor.

Prosseguimos, no capítulo 7, fazendo um levantamento do que é apresentado na literatura a respeito dos modelos no ensino de Ciências, definindo tal termo e quais os obstáculos que os mesmos podem proporcionar às concepções dos alunos e dos professores, além do papel do professor no ensino dos mesmos frente a um conteúdo tão abstrato como é o caso dos modelos científicos.

Os resultados da pesquisa e as discussões que foram levantadas a partir deles são apresentados no capítulo 8, seguido das considerações finais no capítulo 9.

Passamos então a realizar um levantamento sobre a formação dos professores para o ensino de Ciências, com foco nos processos de formação continuada e como está inserida no contexto escolar e educacional.

Espero contribuir para a discussão dessa questão sem ter, no entanto, a pretensão de esgotá-la.

1 INTRODUÇÃO

A formação de um cidadão crítico exige sua atuação em uma sociedade em que o conhecimento científico e tecnológico está cada vez mais presente. Para que esta expectativa se realize da melhor maneira possível, é importante que o indivíduo tenha acesso a diversas formas de conhecimento produzidas pela humanidade, no sentido de se adequar melhor à realidade em que vive e exercer sua autonomia enquanto cidadão detentor de direitos e deveres. Sob essa ótica, o papel das Ciências Naturais é colaborar para que este cidadão desenvolva a capacidade de interagir com a natureza e com a sociedade de maneira consciente, com melhor compreensão do mundo e das suas transformações. Em um cenário no qual a educação se defronta com a introdução de novas tecnologias de sobrevivência e de existência, ganha força a tese de alfabetização científica e tecnológica, no sentido de que conhecer as Ciências, suas linguagens e estruturas, pode auxiliar na construção de competências básicas de inserção do indivíduo na sociedade (GOUVEA; LEAL, 2001; CACHAPUZ et al, 2005).

A possibilidade de inserção na sociedade através do conhecimento científico também possibilita ao cidadão uma visão mais crítica da Ciência. É comum a sociedade considerar a Ciência como motora do progresso, trazendo avanços não apenas ao conhecimento humano, mas também ganhos materiais à sociedade. Porém para Pinheiro et al (2007) pode ser perigoso confiar excessivamente na ciência e na tecnologia pois isso supõe um distanciamento de ambas em relação às questões com as quais se envolvem, como por exemplo, o meio ambiente. Portanto, conhecer a Ciência e seus impactos na sociedade possibilita ao indivíduo questioná-la de maneira crítica, fazer escolhas com base em critérios a ela relacionados, bem como intervir na realidade de maneira mais consciente.

Sob esta ótica, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN"s) argumentam que o ensino de Ciências pode ser instrumento da formação humana, o qual amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, caso estes conhecimentos sejam promovidos como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como

construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade (BRASIL, 2002).

Entendemos que um dos recursos importantes para a realização de tais objetivos é o uso de atividades práticas, na medida em que essas atividades podem articular diferentes tipos de conteúdos (observações, explicações, procedimentos de investigação e argumentação, discussões sobre relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA, etc.). Os PCN defendem, por exemplo, que o aprendizado escolar deva envolver as atividades práticas e suas relações com as teorias explicativas para os fenômenos observados, implicando na compreensão do mundo natural de forma integrada, de maneira que o educando possa julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola, tomando decisões autonomamente enquanto indivíduos e cidadãos. Este aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos, da realidade física e aspectos biológicos que permitam a construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.

Porém, segundo Rosa et al (2001), o advento dos PCN's gerou expectativas e dilemas no ideário dos professores. Estes dilemas podem ser explicados pelo fato de na escola, de modo geral, os indivíduos interagirem com um conhecimento puramente acadêmico, principalmente através da transmissão de informações, com memorização de fórmulas e equações, pela aplicação de regras desvinculadas de sua real compreensão e supondo que o estudante, memorizando-as passivamente, adquira o conhecimento acumulado. Dessa maneira torna-se difícil a participação do estudante na construção do seu próprio conhecimento, o que inviabiliza a proposição de formação de um cidadão crítico e atuante na sociedade. Estes dilemas, acreditamos, podem ser sanados em parte por meio de um trabalho de formação continuada de professores.

A discussão em torno da formação intermediária (a qual definiremos em detalhes no capítulo sobre formação de professores) e da formação continuada tem se desenvolvido de maneira bastante vigorosa nos últimos anos. As pesquisas produzidas têm buscado salientar a necessidade de promover a autonomia do professor, buscando desenvolver processos de formação que instiguem o docente a

refletir sobre sua própria prática, reflexão essa que permitirá a ele construir e renovar seus saberes sobre a mesma (MARCELO GARCIA, 1999; SHULMAN, 1986).

Segundo Schnetzler (2002), são três as razões para justificar a formação continuada de professores:

- A necessidade de contínuo aprimoramento profissional e de reflexões críticas sobre a própria prática pedagógica, pois a efetiva melhoria do processo de ensino aprendizagem só acontece pela ação do professor;
- A necessidade de se superar o distanciamento entre contribuições da pesquisa educacional e a sua utilização para a melhoria da sala de aula, implicando que o professor seja também pesquisador da sua própria prática;
- Desmistificar a concepção simplista da atividade docente, ao conceberem que para ensinar basta conhecer os conteúdos e algumas práticas pedagógicas.

Considerando os enfoques abordados, nas diversas pesquisas que tratam da formação continuada de professores, acreditamos que um trabalho envolvendo estudos sobre atividades práticas pode ser importante não apenas no desenvolvimento da autonomia dos professores, mas também no preenchimento de lacunas deixadas por sua formação intermediária, como por exemplo, a dificuldade em relacionar as observações realizadas com os modelos explicativos. Aliás, o uso de atividades práticas como estratégia de ensino de Ciências tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de minimizar as dificuldades em se aprender e ensinar Ciências de modo significativo e consistente (MORAES; MORAES, 2000). Neste sentido, acreditamos que projetos de formação continuada que levem em consideração tal aspecto podem contribuir para que o professor construa e reconstrua seus saberes, de modo a ampliar sua autonomia profissional.

Passamos neste momento a dialogar sobre referenciais concernentes à formação de professores de maneira a garantir maior clareza quanto a termos e concepções que nos ajudarão a elaborar as discussões apresentadas nessa dissertação.

2 FORMAÇÃO DE PROFESSORES

2.1 ASPECTOS HISTÓRICOS

A sociedade está em constante mutação. Experimentamos na contemporaneidade mudanças drásticas nas relações interpessoais, socioculturais, nas famílias e no mundo do trabalho. Além disso, o avanço tecnológico impôs à atual sociedade maior velocidade de troca e divulgação de informações, sendo essas disseminadas das mais diferentes formas. Neste sentido, os modos como os seres humanos passam a se enxergar e a se relacionar com o mundo tornaram-se mais complexos, com novos valores e novas referências a serem seguidas.

Decorrente dessas mudanças, novas tarefas são atribuídas à escola além de seu papel histórico clássico, ou seja, o de transmitir o conhecimento construído ao longo dos tempos. As necessidades educativas que se põem à nova sociedade demandam uma escola que forneça educação integral ao aluno, quais sejam, a transmissão de valores socioculturais, as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e o preparo para o mundo do trabalho. Além destas novas atribuições as origens dos alunos também são agora diversas, impondo à instituição e aos professores uma nova postura frente a turmas heterogêneas, diferentes daquelas de outrora. Portanto tais mudanças, associadas à multiplicação e diferenciação dos conhecimentos produzidos pelas Ciências e artes, ressoam no campo educacional tendo como consequência novas formas de se pensar o currículo e a formação docente (KRONBAUER; SIMIONATO, 2008).

Historicamente, a problemática da formação docente surge após a revolução francesa quando é colocado o problema da educação popular, derivando daí a criação das Escolas Normais como as instituições encarregadas da formação docente (SAVIANI, 2009). Em Portugal, o professorado constituiu-se como profissão docente a partir do momento que é encampado pelo Estado, que substitui a igreja como entidade de tutela do ensino (NÓVOA, 1992). Frente a uma necessidade de maior controle sobre o conhecimento disseminado, o Estado impôs à profissão docente mecanismos de controle seja no exercício da profissão, seja em sua formação (por exemplo, por meio das Escolas Normais). Através de tais escolas foi

possível o controle do saber disseminado para as grandes massas, no qual a ideologia dominante era difundida. Ainda segundo Nóvoa, as escolas normais

[...] legitimam um saber produzido no exterior da profissão docente, que veicula uma concepção dos professores centrada na difusão e na transmissão de conhecimentos; mas são também um lugar de reflexão sobre as práticas, o que permite vislumbrar uma perspectiva dos professores como profissionais produtores de saber e de saber-fazer (NÓVOA 1992, p.3).

No Brasil, a preocupação com a formação docente aparece pela primeira vez, segundo Saviani (2009), em 1827, quando é instituída a Lei das Escolas de Primeiras Letras. Porém a partir de 1834 as províncias tendem a adotar a via de formação docente que estava em voga na Europa, ou seja, o modelo das Escolas Normais, que acaba se difundindo pelo território nacional. As Escolas Normais implantadas no Brasil possuíam o mesmo currículo das Escolas de Primeiras Letras no qual ao professor bastava aprender o conteúdo a ser transmitido, desconsiderando-se o preparo didático pedagógico (SAVIANI, 2009).

A Escola Normal firma-se no Brasil a partir da reforma estabelecida em São Paulo em 1890. Ainda segundo Saviani (2009), a principal inovação desta reforma foi a anexação da escola modelo à Escola Normal. Os professores em formação nesta instituição, que agora possuíam um conteúdo curricular enriquecido, poderiam vivenciar a prática de ensino na escola modelo. Assim, os idealizadores de tal modelo de formação docente estavam assumindo seu entendimento da necessidade não apenas da transmissão de conhecimento aos professores, mas que a prática da atividade docente seria um fator preponderante para sua formação.

Porém, a partir de 1932, as Escolas Normais começam a ser substituídas pela Escola de Professores dentro dos Institutos de Educação. A justificativa para tal mudança foi a de que a expansão desse padrão não se traduziu em avanços muito significativos, trazendo ainda a marca da força do padrão até então dominante centrado na preocupação com o domínio dos conhecimentos a serem transmitidos (SAVIANI, 2009).

Em 1934 e 1935 são fundadas, respectivamente, as Universidade de São Paulo e a Universidade do Distrito Federal, que acabam anexando os Institutos de Educação de São Paulo e do Rio de Janeiro e elevando tais institutos ao nível

universitário, sendo estas as bases para a formação de professores para o nível secundário. A necessidade de implantação das universidades no Brasil se dá em um momento de maior industrialização e uma necessidade crescente de expansão do sistema de ensino, quando a elite intelectual sonhava com um país mais urbano. A expansão para o restante do país se dá por meio do Decreto 1.190, de 4 de abril de 1939, dando organização definitiva à Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, que seria parâmetro para o restante da nação.

O modelo de formação implantado pela Universidade de São Paulo adota o chamado esquema 3+1, sendo que 3 anos seriam destinados para as disciplinas do currículo secundário e 1 ano dedicado ao estudo para formação didática (SAVIANI, 2009). Tal esquema fora adotado tanto para os cursos de Licenciatura (para formação de professores para o ensino secundário) quanto para o de Pedagogia (para a formação de professores para as Escolas Normais). Esboça-se neste momento, no que se refere à formação de professores, o início da dicotomia entre as disciplinas do currículo secundário e as de cunho pedagógico, sendo que a proposta do modelo 3 + 1 cria dois universos distintos, a formação de bacharéis e licenciados, sem qualquer articulação entre eles. Segundo Ayres,

É nesse modelo que então foram formados, conjuntamente, as gerações de professores e de cientistas brasileiros dentro de um padrão direcionado para áreas específicas. Isso explica, em parte, a tensão permanente existente entre o bacharelado e a licenciatura nas universidades brasileiras. É esse modelo de separação entre os dois campos de conhecimento necessários à formação docente – o específico, voltado para o mundo científico-cultural, e o pedagógico, voltado para a formação didático-profissional – que marca a formação dos professores até os dias de hoje (AYRES; SELLES 2012, p.98).

Já o modelo adotado pela Universidade do Distrito Federal propunha a articulação entre as Escolas responsáveis pelo conhecimento específico e a Escola de Educação buscando não apenas a articulação entre os campos de conhecimento envolvidos na formação do professor, mas também entre os diferentes níveis de ensino (AYRES; SELLES, 2012). Tal modelo teve seu fim no ano de 1939.

A partir de 1964, com o golpe militar, foram realizadas novas mudanças na organização educacional brasileira com conseqüências diretas na formação dos professores. Primeiramente, a denominação de ensino primário e secundário foi

alterada para primeiro e segundo grau, respectivamente. Para a docência em primeiro grau basta agora a formação específica de segundo grau para o exercício do magistério. A partir da 6ª série é exigida a licenciatura, formação ocorrida nas universidades. O currículo mínimo compreendia o núcleo comum, obrigatório em todo o território nacional para todo o ensino de 1º e 2º graus, destinado a garantir a formação geral; e uma parte diversificada, visando à formação especial. Desaparecem as Escolas Normais. Ao curso de Pedagogia, além da formação de professores para habilitação específica de Magistério, conferiu-se a atribuição de formar os especialistas em Educação.

Finalmente, uma década após o fim do regime militar, é promulgada a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) que introduz como alternativa aos cursos de pedagogia e licenciaturas os institutos superiores de educação e as Escolas Normais Superiores. Segundo Saviani (2009) os institutos superiores de educação emergem como instituições de nível superior de segunda categoria, provendo uma formação mais aligeirada, mais barata, por meio de cursos de curta duração.

Esse breve resumo histórico nos leva a concluir que desde o final do século XIX várias foram as mudanças introduzidas no processo de formação docente, processo esse realizado de maneira descontínua. Verifica-se também a crescente valorização da questão pedagógica, sendo esta questão central nos ensaios de reformas propostas nos anos 1930. Porém, o que se verifica principalmente é a precariedade e a falta de sistemática das políticas públicas para formação de professores, não produzindo um padrão consistente para tal formação.

2.2 ORIENTAÇÕES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Após breve revisão sobre aspectos das políticas de formação de professores no Brasil, passamos a analisar quais foram as orientações para a formação docente que fizeram parte de discussões ao longo do tempo. Buscaremos na medida do possível relacionar tais orientações à formação dos professores de Ciências. Não pretendemos, no entanto, fazer uma revisão aprofundada da literatura, mas sim situar alguns aspectos que auxiliarão nas discussões dos resultados desta dissertação.

Rosa (2005) considera que o ensino das disciplinas de Biologia, Física e Química ganhou grande *status* no século XX devido ao grande avanço tecnológico e importantes invenções relacionadas ao seu desenvolvimento, provocando mudanças na mentalidade e nas práticas sociais. Acreditamos nesta afirmação uma vez que vivemos nos dias atuais novos valores decorrentes, dentre outras coisas, do progresso e das novas ferramentas que possibilitam diferentes formas de interação. Além disso, o conhecimento construído em consequência do desenvolvimento das ciências naturais impacta diretamente a vida do ser humano como, por exemplo, no aumento da expectativa de vida e de novas formas de reprodução.

Algumas reformas educacionais da educação científica aconteceram nos últimos cinquenta anos. A primeira reforma curricular, ocorrida entre as décadas de 1950 e 1970, foi patrocinada pela National Science Foundation (NSF), dos Estados Unidos, e pela Fundação Nuffield, do Reino Unido. Um importante fator estimulador dessa reforma foi o lançamento do satélite Sputnik pela antiga União Soviética (DUSCHL, 2008 apud BASSOLI, 2014). O objetivo do acordo da reforma curricular era produzir programas que levassem os estudantes a “pensarem como cientistas”, estimulando-os a seguir carreiras da área. Pretendia-se, assim, fazer frente ao avanço tecnológico dos países do bloco socialista.

A partir dos anos 1950 a ciência e a tecnologia produzidas no Brasil estavam fortemente ancoradas e envolvidas pelo Estado. Nessa época, de intenso otimismo desenvolvimentista, preconizava-se que a gestão da Ciência e da tecnologia deveria ficar a cargo dos próprios cientistas e especialistas (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Segundo estes mesmos autores, a tecnologia seria responsável pela resolução de problemas práticos, enquanto a Ciência focalizava principalmente os interesses internacionais. Ainda de acordo com eles:

Mediante a aplicação de um método científico baseado na razão instrumental, na observação cuidadosa de fenômenos e na neutralidade do pesquisador esperava-se que a ciência produzisse essencialmente conhecimentos objetivos acerca das realidades natural e social (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA 2010, p.226).

Sob a ótica da época, as propostas educativas para o ensino de Ciências procuraram possibilitar aos estudantes o acesso às verdades científicas e o desenvolvimento de uma maneira científica de pensar e agir (NASCIMENTO;

FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Tal modelo refletia a ideologia dominante que via uma maneira mecanicista de analisar as interferências da ciência e da tecnologia sobre a sociedade. Tais propostas impactaram diretamente as discussões sobre as concepções de formação docente e em especial os professores de ciências.

Entendemos que as concepções sobre formação de professores estão diretamente relacionadas às imagens que se tem do professor (técnico, sujeito que reflete, mediador, eficaz, profissional, investigador etc.), impactando diretamente os conteúdos e estratégias utilizadas na proposição de modelos de formação docente. Neste sentido, as orientações para a formação de professores estão ancoradas em estruturas de racionalidade que dão características especiais à formação, com objetivos definidos e levando-se em consideração a natureza única e específica do trabalho do professor.

Marcelo Garcia (1999) descreve cinco orientações de formações de professores, em uma tentativa de clarificar diferentes plataformas conceituais que influenciaram a prática de formação docente. A primeira das orientações descritas pelo autor é a orientação acadêmica a qual, no nosso entender, domina a maioria dos cursos de formação de professores. Em tal orientação os processos devem buscar, por meio da transmissão dos conhecimentos científicos e culturais, dotar os professores de sólidos conhecimentos do conteúdo a ser ensinado, tornando-os especialistas em uma ou mais áreas. Os conteúdos transmitidos aos futuros professores devem torná-los capazes de entender não apenas os conhecimentos factuais, teorias e modelos próprias da Ciência a ser aprendida, mas os critérios de validação desse conhecimento. Tal orientação, na busca pela sólida formação científica, proporciona escassa formação pedagógica. Entendemos que tal orientação, da maneira como é desenvolvida no país, muito se aproxima do modelo 3 + 1 proposto na década de 1930, na qual as articulações entre os conteúdos científicos e pedagógicos eram praticamente inexistentes.

A orientação tecnológica é descrita em seguida pelo autor. Nela, a formação docente deve proporcionar formação técnica ao professor, uma vez que considera este como portador de destrezas que o tornam capaz de aplicar os conhecimentos científicos produzidos por outros. Segundo esta orientação, aprender a ensinar implica a aquisição de princípios e práticas decorrentes de estudos científicos sobre

o ensino (MARCELO GARCIA, 1999). Os programas sob tal orientação podem definir quais são as habilidades e competências que os mesmos desejam desenvolver nos professores em formação e, então, propor estratégias para este fim.

Relacionando tal orientação de formação docente ao ensino de Ciências, uma das propostas surgidas nos anos 1960 e alicerçadas na preocupação crescente em despertar interesse para a formação de futuros cientistas, preconizava a substituição dos métodos expositivos por métodos ativos, os quais enfatizavam o uso do laboratório e de atividades experimentais. Nesta perspectiva, o aluno era colocado em situações em que deveria “aprender fazendo”, com atividades derivadas da racionalidade científica. Apesar destes esforços para que ocorressem mudanças, o ensino de Ciências continuou focalizando essencialmente os produtos da atividade científica, possibilitando aos estudantes a aquisição de uma visão neutra e objetiva da ciência (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Iniciava-se no âmbito do ensino escolar de Ciências, perdurando pela década de 1970, uma concepção empirista segundo a qual as teorias eram originadas a partir da experimentação.

Neste sentido, e de acordo com a orientação tecnológica, a formação de professores da área vislumbrava um modelo tecnicista ancorado em um tratamento neutro e distante dos problemas sociais e escolares. Era uma concepção apoiada na lógica da racionalidade técnica na qual o papel do professor de Ciências se resumia meramente à execução de tarefas anteriormente sugeridas pelos especialistas em educação. Cabe ao professor neste modelo o repasse de informações científicas que serão repetidas pelos estudantes.

Marcelo Garcia (1999) cita ainda em sua obra alguns projetos, dentro da orientação tecnológica, nos quais é proposto o desenvolvimento de algumas competências nos professores que julgamos serem mais condizentes com a formação docente. Em tais projetos as estratégias são pensadas com objetivo de desenvolver nos professores a tomada de decisão, estratégias de resoluções de problemas, reflexão dos professores, flexibilidade.

A terceira orientação citada por Marcelo Garcia (1999) é a personalista. Nela o ponto central do desenvolvimento é a pessoa, com todos os seus limites e possibilidades. A formação docente segundo esta orientação deve possibilitar aos

professores serem sujeitos com autoconceito positivo, de maneira que estes descubram suas potencialidades. Pode ser utilizado nesta orientação o conceito de professor suficiente, sendo este um ser humano que descobriu fazer uso de si próprio de modo realista e exato, ciente do seu papel e o da sociedade na educação. Nesta orientação, ao contrário da tecnológica, os conhecimentos e as competências dos futuros professores não são definidos de antemão, uma vez que é necessário conhecer o indivíduo, embora esteja implícita a preocupação por reorganizar as percepções e as convicções dos futuros professores. Entendemos que o contexto é condição necessária para o desenvolvimento do indivíduo uma vez que é atribuído ao sujeito papel central e primordial na elaboração do conhecimento.

Marcelo Garcia (1999) apresenta ainda a orientação prática. Segundo o autor, juntamente com a orientação acadêmica, a orientação prática é a abordagem mais aceita para se aprender o ofício docente. O pressuposto de tal orientação é de que a prática proporciona ao professor em formação a experiência como fonte de conhecimento sobre o ensino e sobre o aprender a ensinar (MARCELO GARCIA, 1999). Ainda, tal orientação leva em consideração que a atividade docente é complexa e se desenvolve em cenários singulares, cheios de conflitos e claramente determinada pelo contexto. Neste sentido, a prática de ensino pode ajudar a preparar o futuro professor para o exercício da profissão docente.

Além da prática pela experiência, esta orientação pressupõe a aprendizagem do ofício pela observação. Nesta perspectiva,

o aprender a ensinar se inicia por meio da observação de mestres que são considerados bons professores, durante um período de tempo prolongado. Isso significa trabalhar com um mestre durante determinado período de tempo ao longo do qual o aprendiz adquire as competências práticas e aprende a funcionar em situações reais (MARCELO GARCIA 1999, p. 39).

As experiências vivenciadas pelos professores pela prática estão relacionadas diretamente ao contexto e as concepções prévias dos professores. Neste sentido, os conhecimentos que os professores ou futuros docentes trazem podem potencializar ou não as vivências posteriores que esses sujeitos experimentarão. Os sentidos que os docentes em formação darão às práticas

vivenciadas dependerão, portanto, das estruturas conceituais que os mesmos possuem, que servirão para dar sentido às experiências.

O autor recorre ainda às ideias de Perez Gomez (1992) que define duas abordagens para a orientação prática: a abordagem tradicional e a abordagem reflexiva sobre a prática. Na abordagem tradicional há separação nítida entre teoria e prática de ensino. Assim, um professor ensina a seus alunos (professores em formação) seu estilo docente. Os estudantes realizam a observação passiva, a imitação e vivenciam a prática dirigida, imitando o seu mestre nas suas práticas docentes.

A segunda abordagem é a denominada reflexão sobre a prática. Não é possível falar em tal abordagem sem uma referência a Dewey que em 1933 já se referia ao ensino reflexivo. Segundo este último autor, o ensino reflexivo é aquele no qual se realiza exame ativo, persistente e cuidadoso de qualquer crença ou forma de conhecimento, levando-se em consideração os fundamentos que a eles estão diretamente ligados. Levando-se esta concepção para o campo de formação de professores, a orientação prática ancorada em tal preceito preconiza a formação de um professor que seja aberto a mudanças, flexível, que possa refletir sobre sua prática de maneira crítica e objetiva, que possua domínio em competências cognitivas e relacionais (MARCELO GARCIA, 1999).

Finalizando a descrição dos pressupostos da orientação prática, destacamos a influência das ideias de Dewey na obra de Schön, o qual contribui sobremaneira para a popularização do pressuposto reflexivo na formação de professores. Este último autor propôs o conceito de reflexão-na-ação como sendo um processo que permite a aprendizagem por meio de análise e interpretação da atividade docente. Entendemos que tal pressuposto pode permitir ao docente a construção de saberes (os quais nos referiremos adiante) através de, por exemplo, processos de auto análise.

Finalizando a descrição das orientações para formação de professores proposta por Marcelo Garcia (1999) nos referiremos agora à orientação social-reconstrucionista, a qual pressupõe que

A reflexão não pode ser concebida como uma mera atividade de análise técnica ou prática, mas incorpora um compromisso ético e social de procura

de práticas educativas e sociais mais justas e democráticas, sendo os professores concebidos como ativistas políticos e sujeitos comprometidos com o seu tempo (MARCELO GARCIA 1999, p. 44).

Neste sentido, a reflexão está diretamente relacionada ao contexto, uma vez que a mesma é realizada levando-se em consideração interesses políticos, sociais, práticas ideológicas, valores e cultura. A formação de professores de acordo com tal orientação deve desenvolver nos alunos a capacidade de análise do contexto social que rodeia os processos de ensino e aprendizagem. A formação de professores sob esta orientação visa, portanto, desenvolver nos docentes a capacidade de criticar as concepções estáticas prévias acerca do ensino, currículo, autoridade e contexto. A prática é vista nesta orientação como elemento crucial desde que a mesma possa proporcionar conhecimento, ou seja, não pode ser desenvolvida de maneira acrítica e sem sistematizações. Sob tal orientação, a formação de professores de Ciências deveria desenvolver nos professores competências tais que permitiriam a estes a crítica à concepção de ciência neutra e empírica, mas que esta é influenciada diretamente pelos valores e crenças da cultura na qual está inserida. Os cursos de licenciatura em Ciências deveriam, portanto, formar educadores, ressaltando assim a primazia do ato de educar sobre o ato de ensinar.

As orientações anteriormente destacadas se aplicam mais diretamente, como afirma Marcelo Garcia (1999), à formação docente intermediária (a qual conceituaremos adiante). Atualmente, defende-se a formação docente de caráter permanente e que valorize a prática educativa realizada pelos professores, sem esquecer de fornecer uma sólida formação científica e pedagógica ao professor, pois parece haver um consenso de que apenas a formação intermediária é insuficiente para garantir o desenvolvimento profissional.

Neste sentido, entendemos que a pesquisa realizada buscou proporcionar aos professores em formação continuada o desenvolvimento de sua capacidade reflexiva. Entendemos que em sua prática pedagógica o docente vivencia situações diversas para as quais não existem respostas pré-elaboradas. Assim, torna-se necessária a proposição de estratégias que possam munir os docentes de capacidade de reflexão para a tomada de melhores decisões. Além disso, e pensando no foco da presente dissertação, entendemos ser necessário que o professor reflita sobre os objetivos didáticos das atividades práticas, suas

potencialidades e limitações, buscando auxílio em diversas estratégias que o possibilite articular o conhecimento factual à explicação por meio da utilização de teorias e modelos. A implementação dessas estratégias devem ser validadas pelo professor após reflexão crítica sobre sua prática, de maneira a redirecioná-la caso seja necessário, para que seus objetivos didáticos sejam atingidos.

2.3 SABERES E FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Refletir sobre suas ações é uma capacidade inerente do ser humano. No intuito de melhorar e progredir, o ser humano tem a capacidade de analisar suas falhas e buscar novos caminhos para superar suas dificuldades. Aquele que não reflete pode voltar a cometer os mesmos erros. Tal característica humana foi proposta por Zeichner (1993) como meio de conduzir práticas formativas que pudessem contribuir para a formação docente.

Em face de uma complexidade da atividade docente cada vez mais acentuada, a necessidade da prática reflexiva acaba por se tornar fator preponderante na formação do professor. A formação desta característica para este profissional passa a ser uma preocupação apontada por Zeichner (1993) para quem o “professor reflexivo tem a capacidade de identificar suas dificuldades e refletir e buscar melhores soluções para resolvê-los”. Tais professores não aceitam a realidade imposta por terceiros. Portanto, os profissionais que desenvolvem tal competência têm a capacidade de criticar a formação ancorada em preceitos de racionalidade técnica, dominante até o início da década de 1980, nas quais os debates sobre os cursos de formação de professores de Ciências estavam pautados na tendência tecnicista (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

A capacidade de reflexão dos professores pode gerar nos docentes conhecimentos relativos à sua experiência, visto que ao refletirem sobre sua prática os mesmos diagnosticam os melhores caminhos a serem seguidos, incorporando-os à sua prática diária. Para Liston e Zeichner (2003), as ações dos professores reflexivos devem ser planejadas de acordo com os objetivos a serem alcançados, o que lhes permite saber quem são e quando agem. A reflexão deve ser realizada antes, durante e após a ação docente. Dewey apud Liston e Zeichner (2003) define

três atitudes necessárias para a ação reflexiva: a abertura de espírito, a responsabilidade e a sinceridade. Com relação à atitude de responsabilidade, esta demanda a ponderação cuidadosa das conseqüências de determinada ação. Para Liston e Zeichner (2003) esta atitude implica que cada um reflita sobre ao menos três conseqüências do seu ensino: as conseqüências pessoais, as acadêmicas e as conseqüências sociais e políticas.

Schön (1992) foi outro pesquisador que se preocupou com a formação do professor reflexivo. Para este autor o professor deve refletir na ação e sobre ela, de maneira a tomar decisões que possam ir ao encontro das reais necessidades educativas do aluno, reflexões estas que devem ser realizadas em diversos momentos, sutilmente combinadas, numa habilidosa prática de ensino. A reflexão na ação e sobre ela poderá então direcionar o professor, permitindo que o mesmo perceba se o trabalho desenvolvido atende às suas expectativas e às dos alunos.

Porém alguns fatores podem se tornar verdadeiros entraves à prática reflexiva. Schön (1992) cita que “a medida que os professores tentam criar condições para a prática reflexiva, é muito possível que venham a esbarrar na burocracia escolar”. Portanto, além da ação-reflexão-ação, o professor deve navegar pela burocracia da escola. Além da burocracia, os condicionantes e o contexto escolar podem também influenciar, por exemplo, projetos de formação continuada *in loco* que tenham como premissa a formação de professores reflexivos. A visão dos gestores deve estar em compasso com a dos formadores, de maneira que as ações desses últimos possam refletir na melhor formação docente possível e em possibilidades de melhoria educacional.

Ao falar de formação, não podemos deixar de mencionar as fases pelas quais o professor passa durante sua vida e que contribuem para a construção das suas concepções sobre o ensino. Definiremos então o que entendemos por formação inicial e formação continuada utilizando as ideias de Langhi e Nardi (2012). Estes autores consideram a existência de ao menos três trajetórias formativas docentes importantes e principais: *trajetória formativa docente inicial; trajetória formativa docente intermediária; trajetória formativa docente na carreira.*

Desde o seu nascimento, o ser humano passa a estar em constante processo formativo, uma vez que aprende desde então. Neste sentido, mesmo antes de optar

pela carreira docente, o futuro professor vivencia situações que irão influenciar seu modo de ensinar, pois o professor age conforme sua personalidade, seus hábitos, caprichos, preferências, automatismos, angústias ou culpabilidades e sem um controle da racionalidade. Assim, boa parte dos professores sabe algo sobre sua profissão mesmo antes de pensarem em serem professores (LANGHI; NARDI, 2012). Portanto, mesmo antes daquilo que se considera formação inicial, o professor já tem ideias de como é ser professor. Neste sentido, acreditamos que o termo *formação inicial* (trajetória formativa docente inicial) deva ser utilizado para a fase de formação docente vivenciada pelo indivíduo antes dele ingressar no curso superior.

Langhi e Nardi (2012) ainda utilizam o termo *trajetória formativa docente intermediária* para designar a fase de formação na qual os docentes constroem concepções acerca do ensino por intermédio dos conteúdos e práticas que lhes são apresentados durante o curso acadêmico de formação de professores. Muitas críticas são tecidas a esta etapa formativa, até mesmo pelos próprios professores formados, uma vez que os estes julgam que as instituições formadoras não têm cumprido seu papel de entregar para a escola básica um profissional pronto e acabado. Porém, concordamos com os autores de que as situações vivenciadas pelo docente em sala de aula são ímpares, sem respostas pré-elaboradas e que estes momentos, tão diversos, não podem ser previstos durante a sua *formação intermediária* (trajetória formativa docente intermediária).

As propostas de *formação continuada* surgem então em um contexto no qual a necessidade de aprimoramento está estabelecida. Verifica-se que a *formação continuada* abarca toda a carreira do professor, desde a fase de *formação inicial*, passando por sua *formação intermediária* e, também, pelos cursos de *formação em carreira*. Assim, ela, a formação continuada, não fica limitada apenas a momentos que ocorrem após o início da carreira profissional (LANGHI; NARDI, 2012).

As demandas que a atual sociedade impõe sobre a escola confirmam a necessidade de projetos de formação continuada em carreira (a qual denominaremos apenas por formação continuada) que tenham intuito de aflorar nos professores sua capacidade de reflexão. As condicionantes sociais e as necessidades escolares trazem todos os dias, situações nas quais o professor se vê obrigado a refletir sobre a situação e, a partir desta reflexão, replanejar sua ação.

Questões novas trazidas por alunos e experiências pessoais destes podem ser alguns fatores motivadores de situações novas em aula, para as quais o professor precisa pensar e redirecionar sua ação.

Em se falando de projetos e modelos de formação, desde o final do século passado muitas são as proposições que foram elaboradas no sentido de nortear a formação docente. Neste sentido, diversos autores se ocuparam em pensar quais os melhores caminhos e os melhores modelos que deveriam direcionar tal formação. Desde a década de 1980 autores vêm investigando sobre os saberes necessários para uma prática docente mais condizente com aquilo que se espera da escola. Tais pesquisas empregam uma diversidade de métodos e teorias, propondo as mais diversas concepções sobre o saber docente.

É consenso entre estes pesquisadores que ao realizar sua prática pedagógica os professores mobilizam diversos saberes. Dentre os saberes estudados, podemos citar os saberes da sua formação, os saberes curriculares, os saberes pedagógicos do conteúdo a ser ensinado, saberes experienciais e os disciplinares [GALTHIER et al, 1998; TARDIF; LESSARD; LAHAYE, 1991; TARDIF 2011 apud AIRES; TOBALDINI (2013)]. Tardif faz uma argumentação sobre a necessidade de se repensar a formação dos professores a partir desses saberes:

Até agora, a formação para o magistério esteve dominada, sobretudo pelos conhecimentos disciplinares, conhecimentos esses produzidos geralmente numa redoma de vidro, sem nenhuma conexão com a ação profissional, devendo, em seguida, serem aplicados na prática por meio de estágios ou de outras atividades do gênero. Essa visão disciplinar e aplicacionista da formação profissional não tem sentido hoje em dia, não somente no campo do ensino, mas também nos outros setores profissionais (TARDIF 2012, p.23).

As tipologias dos saberes docentes, as quais citamos anteriormente, serão neste momento revisadas para que possamos relacioná-los à discussão a ser realizada. Para tanto utilizaremos os saberes discutidos por Tardif, os quais darão embasamento à presente dissertação.

O professor, ao desenvolver a sua prática pedagógica, mobiliza diversos saberes, construindo-os e reconstruindo-os conforme a necessidade de utilização destes, das suas experiências de vida, sua formação humana e profissional. Acreditamos que tais saberes não são guardados pelo professor em uma “gaveta” e

utilizados separadamente pelo docente. Acreditamos sim que os docentes os utilizam de maneira articulada e em estreita dependência à situação a qual vivencia.

Internacionalmente, o movimento de profissionalização do professorado, iniciado nos anos 1980 e 1990, desencadeou para a emergência das investigações sobre os saberes mobilizados pelos professores em sua atuação profissional. No Brasil, tal preocupação começa a tomar forma a partir dos anos 1990, período no qual se buscam novos enfoques e paradigmas para compreender a prática pedagógica e os saberes pedagógicos e epistemológicos relativos ao conteúdo escolar a ser ensinado/aprendido (NUNES, 2001). Ainda de acordo com esta autora, é neste período que a complexidade da prática pedagógica e dos saberes docentes começa a fazer parte das pesquisas em uma tentativa de resgatar o papel do professor, dando destaque a abordagens que vão além da formação acadêmica, mas que buscam envolver o desenvolvimento pessoal, profissional e organizacional da profissão.

Neste contexto, as pesquisas sobre os saberes docentes buscam dar voz ao professor a partir da análise da história de vida e de suas trajetórias formativas, buscando verificar o quanto o modo de vida pessoal acaba por interferir no profissional (NUNES, 2001). Segundo Nóvoa (1995) tal abordagem veio a se opor aquela da racionalidade técnica, dominante até meados dos anos 1980, que reduziam a profissão docente a um conjunto de competências e técnicas, não levando em consideração a relação entre o profissional e o pessoal.

Verifica-se então que a partir do momento que o professor mobiliza seus saberes em sua prática diária e reflete na ação e sobre ela, reelabora e constrói novos saberes. Estes podem ser manifestados de maneira implícita ou explícita pelo professor. As pesquisas buscam, neste sentido, meios pelos quais possam analisá-los de forma a permitir que o professor possa novamente refletir sobre os mesmos, validando-o ou refutando-o.

Tardif (2012), em uma tentativa de responder diversas questões que se colocam à atividade docente, elabora uma extensa discussão sobre a integração dos saberes experienciais, disciplinares, curriculares e da formação profissional. Não exclui de sua análise, no entanto, outros fatores que interferem diretamente nestes

saberes, mas ao contrário, busca relacioná-los a outras dimensões do ensino. Considera assim o saber dos professores como um saber social, pois:

- a) É partilhado por um grupo de agentes, os professores, que possuem uma formação comum e trabalham numa mesma organização;
- b) Este é produzido socialmente e resulta de uma negociação entre diversos grupos (universidade, administração escolar, sindicatos, associações profissionais, etc.);
- c) Manifesta-se em relações complexas entre professor e aluno, ou seja, os objetos dos saberes dos professores são objetos sociais;
- d) Os saberes a serem ensinados e o saber ensinar mudam de acordo com o contexto e as mudanças sociais;
- e) Pode ser adquirido no contexto de uma socialização profissional, ou seja, o saber dos professores não é um conjunto de conteúdos cognitivos definidos de uma vez por todas, mas um processo de construção ao longo de uma carreira profissional.

Porém, afirma o autor, apesar do saber do professor ser social, ele também é individual, pois os professores incorporam à sua prática seus saberes, adaptando-os e transformando-os. Neste sentido, o saber docente é visto como transações constantes entre o que o professor é e o que ele faz.

As análises elaboradas por Tardif são realizadas tendo como base seis fios condutores, a saber:

- 1) **Saber e trabalho:** os saberes dos professores não podem ser desvinculados da sua atividade, ou seja, aquilo que o professor faz está intimamente ligado ao seu trabalho e em função dele. Trata-se, portanto, de um trabalho multidimensional que incorpora elementos relativos à identidade pessoal e profissional do professor, à sua situação socioprofissional, ao seu trabalho diário na escola e na sala de aula.

- 2) **Diversidade do saber:** a diversidade de saberes mobilizados pelo professor é chamada por Tardif de saber plural. Este saber é compósito, heterogêneo, envolvendo, no exercício da ação docente, conhecimentos bastante variados e, normalmente, de natureza diferente. Fazem parte deste saber plural:
- a) Saberes da formação profissional: são aqueles transmitidos aos professores pelos processos de formação, seja inicial (*intermediária*) ou continuada (*em carreira*). Os conhecimentos produzidos pelas ciências humanas e da educação podem ser incorporados à prática do professor, transformando-se em saberes destinados à formação científica e erudita dos professores. Os saberes pedagógicos (relacionados às técnicas) também são transmitidos ao professor ao longo do processo de formação;
 - b) Os saberes disciplinares, que são aqueles socialmente construídos e selecionados pela universidade. Estes saberes integram-se à prática docente por meio das formações *intermediária* e continuada. Os saberes disciplinares, segundo o autor, emergem da tradição cultural e dos grupos sociais produtores de saberes. Correspondem a diversos campos de conhecimento, aos saberes de que dispõe a nossa sociedade, tais como se encontram integrados nas universidades, sob forma de disciplinas (química, física, matemática, história);
 - c) Os saberes curriculares: Tardif entende que estes correspondem aos discursos, objetivos, conteúdos e métodos a partir dos quais a instituição escolar organiza e apresenta os saberes sociais. Apresenta-os sob a forma de objetivos, conteúdos e métodos que professores devem aprender e aplicar;
 - d) Saberes experienciais: estes se caracterizam pela incorporação de habilidades, do saber fazer e do saber ser, quer em âmbito individual ou coletivo, à prática pedagógica. Segundo ele os saberes experienciais

[...] surgem como núcleo vital do saber docente, a partir do qual o(a)s professor(a)s tentam transformar suas relações de exterioridade com os saberes em relações de interioridade com sua própria prática. Nesse sentido os saberes da experiência não são saberes como os demais, eles são, ao contrário, formados de todos os demais, porém retraduzidos,

“polidos” e submetidos às certezas construídas na prática e no vivido (TARDIF 1991 apud AIRES; TOBALDINI 2013, p.4).

- 3) **Temporalidade do saber:** o saber dos professores é temporal, uma vez que o saber é adquirido dentro de um contexto histórico de vida e de uma carreira profissional. O autor cita como exemplo a extensa carga horária na qual o professor é exposto mesmo antes da sua formação inicial enquanto ainda é aluno, período que Langhi e Nardi (2012) consideram a verdadeira formação inicial. As ideias que o mesmo constrói ao longo da sua escolarização são necessariamente formadoras, pois leva os futuros professores a adquirirem crenças, representações e certezas sobre a prática do ofício. Tais concepções orientam as ações durante a formação universitária. Sendo assim, os professores em formação tendem a prestar mais atenção àquilo que lhe é familiar, vivenciado em sua trajetória pré-formação intermediária. Também as ideias que o docente constrói se modificam ao longo de sua carreira, desde a consolidação da experiência de trabalho inicial, as fases de transformação, de continuidade e de ruptura que marcam a trajetória profissional.
- 4) **A experiência de trabalho enquanto fundamento do saber:** os professores tendem a hierarquizar os seus saberes profissionais em função de sua utilidade no ensino, de forma que os saberes oriundos da experiência, na prática docente, constituem o alicerce da prática e da competência profissionais, sendo a experiência a condição para aquisição e produção de seus saberes.
- 5) **Saberes humanos a respeito de seres humanos:** o saber docente está ligado a questões de poderes e regras, valores e ética. Neste sentido, Tardif busca entender como se dão as relações entre professores e objeto de trabalho, o aluno. Além disso, busca entender como o fato de trabalhar seres humanos e com seres humanos repercute no professores, em seus conhecimentos, suas técnicas, sua identidade e sua vivência profissional.

6) Saberes e formação de professores: o último fio condutor preconiza a necessidade de repensar os modelos de formação docente, abandonando uma visão disciplinar e aplicacionista da formação profissional, mas sim articulando os conhecimentos produzidos pela universidade a respeito do ensino e os saberes desenvolvidos pelos professores em sua prática cotidiana.

Quadro 1 – Resumo da classificação dos saberes docentes de acordo com Tardif (2004):

| SABER | DEFINIÇÃO |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Saberes da Formação Profissional | Conjunto de saberes que, baseados nas ciências e na erudição, são transmitidos aos professores durante o processo de formação inicial e/ou continuada. Também se constituem o conjunto dos saberes da formação profissional os conhecimentos pedagógicos relacionados às técnicas e métodos de ensino (saber-fazer), legitimados cientificamente e igualmente transmitidos aos professores ao longo do seu processo de formação. |
| Saberes Disciplinares | São os saberes reconhecidos e identificados como pertencentes aos diferentes campos do conhecimento (linguagem, ciências exatas, ciências humanas, ciências biológicas, etc.). Esses saberes, produzidos e acumulados pela sociedade ao longo da história da humanidade, são administrados pela comunidade científica e o acesso a eles deve ser possibilitado por meio das instituições educacionais. |
| Saberes Curriculares | São conhecimentos relacionados à forma como as instituições educacionais fazem a gestão dos conhecimentos socialmente produzidos e que devem ser transmitidos aos estudantes (saberes disciplinares). Apresentam-se, concretamente, sob a forma de programas escolares (objetivos, conteúdos, métodos) que os professores devem aprender e aplicar. |
| Saberes Experienciais | São os saberes que resultam do próprio exercício da atividade profissional dos professores. Esses saberes são produzidos pelos docentes por meio da vivência de situações específicas relacionadas ao espaço da escola e às relações estabelecidas com alunos e colegas de profissão. Nesse sentido, “incorporam-se à experiência individual e coletiva sob a forma de <i>habitus</i> e de habilidades, de saber-fazer e de saber ser” (p. 38). |

Nota-se a preocupação do autor em situar o trabalho do professor no contexto social no qual está inserido, sem deixar de levar em consideração a natureza relacional do seu trabalho. Valoriza as relações que o professor estabelece com o ser humano e a concepção plural e heterogênea do saber docente. As diversas fontes (história de vida, escolarização, cultura pessoal, formação inicial) pelas quais os saberes do professor são construídos enriquecem a profissão e são ricas fontes para as pesquisas em educação. Neste sentido, os saberes dos professores são polivalentes. Tal polivalência é explícita quando o professor mobiliza a sua gama de saberes em busca de atingir seus objetivos. Como já mencionado anteriormente, a reflexão sobre a prática é fator preponderante na (re)construção desses saberes.

Os saberes são ainda temporais já que são construídos em toda a trajetória de vida do professor, vindo desde as primeiras experiências escolares, as quais podem arraigar determinadas representações do “ser professor” no futuro professor. Estas representações podem perdurar por longo tempo, mesmo após a exposição sistemática a outras representações. Com referência a esta trajetória, entendemos que não se pode esquecer que a construção dos saberes se dá em estreita relação ao ambiente no qual o professor está inserido, ou seja, na escola. Neste sentido, os diversos atores escolares, as condições sociais, a localização da escola, a abertura e a pró-atividade dos membros da equipe gestora podem ser fatores preponderantes à manutenção, abandono ou a reelaboração destes saberes.

A partir destes pressupostos, Raymond e Tardif (2000) propõem um modelo tipológico de classificação dos saberes, associando a natureza dos saberes do professor às suas fontes de aquisição. O modelo proposto pelos autores está resumido no quadro 2, que segue abaixo. Verifica-se que, além da diversidade de saberes que podem ser construídos pelo professor, as fontes de aquisição dos mesmos também são variadas.

Quadro 2 - Tipologia dos Saberes Docentes de acordo com a fonte de aquisição do saber

| Saberes dos professores | Fontes de aquisição | Modos de integração ao trabalho docente |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Saberes pessoais dos professores. | Família, ambiente de vida, a educação no sentido lato etc. | Pela história de vida e pela socialização primária |
| Saberes provenientes da formação escolar anterior. | A escola primária e secundária, os estudos pós-secundários não especializados etc. | Pela formação e pela socialização pré-profissionais. |
| Saberes provenientes da formação profissional para o magistério | Os estabelecimentos de formação de professores, os estágios, os cursos de reciclagem etc. | Pela formação e pela socialização profissionais nas instituições de formação de professores. |
| Saberes provenientes dos programas e livros didáticos usados no trabalho. | Na utilização das “ferramentas” dos professores: programas, livros didáticos, cadernos de exercícios, fichas, etc. | Pela utilização das “ferramentas” de trabalho, sua adaptação às tarefas. |
| Saberes provenientes de sua própria experiência na profissão, na sala de aula e na escola | A prática do ofício na escola e na sala de aula, a experiência dos pares etc | Pela prática do trabalho e pela socialização profissional. |

Fonte: (TARDIF; RAYMOND, 2000).

Analisando o que foi exposto até então, verifica-se que as orientações para os processos de formação passam por uma valorização quase que exclusiva dos saberes disciplinares, por maior valorização das questões didático-metodológicas, por um discurso dominado pela dimensão política e ideológica da prática pedagógica e propõem novos enfoques e paradigmas para a compreensão da prática docente e dos saberes dos professores. Neste sentido, valoriza-se crescentemente ao longo do tempo o estudo dos saberes docentes na formação dos professores.

Acreditamos, neste sentido, que as investigações sobre os saberes docentes e o *corpus* de conhecimentos produzidos a eles relacionados têm potencial na

proposição de ações formativas que vão além da formação intermediária, mas sim relacionado as dimensões pessoal, profissional e organizacional da profissão docente.

2.4 A FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES

Após conceber qual o modelo de profissional se busca e que seja capaz de proporcionar melhorias ao ensino, se faz necessário pensar os modelos de formação que podem contribuir para tal. Entendemos neste contexto o significado de modelo como aquele defendido por Marcelo Garcia para quem modelo seria um desenho para aprender, que inclui um conjunto de suposições acerca, em primeiro lugar, da origem do conhecimento, e, em segundo lugar, de como os professores adquirem ou desenvolvem tal conhecimento (MARCELO GARCIA, 1999).

Visto que parece ser consenso entre os pesquisadores da área que apenas a formação intermediária não é suficiente para suprir as necessidades formativas dos professores, passa-se neste momento a analisar quais as concepções que tem norteado a formação docente que estão no exercício da profissão. Neste sentido, partimos do pressuposto de que a formação de professores abarca toda a carreira docente e que os professores são atores fundamentais no processo de mudança educacional, cabendo à universidade encontrar meios adequados para que os conhecimentos por ela produzidos possam chegar a eles, ajudando-os no aprimoramento de sua prática.

Necessitamos, então, definir qual o modelo de formação continuada que julgamos mais condizente com as reais necessidades formativas e qual o perfil de profissional que objetivamos com tal formação. Neste sentido, pensamos que tais atividades devem ser realizadas *in locu*, ou seja, na própria escola. Tal concepção está ancorada na ideia de que a formação continuada de professores deve levar em consideração as demandas e necessidades do professor, além do contexto no qual o mesmo está inserido. Não se trata de desconsiderar a importância dos conhecimentos produzidos pela universidade, já que entendemos que esta gera conhecimentos teóricos que devem balizar as reflexões dos professores, mas sim de desenvolver práticas formativas no ambiente em que o docente constrói sua identidade profissional (CANÁRIO, 1998). Além disto, entendemos que as formações docentes proporcionadas na própria escola contribuem para uma melhor percepção do fenômeno educativo, e a elucidação de aspectos ainda pouco conhecidos acerca

da realidade escolar e das mudanças possíveis e necessárias nos quadros atuais (LABARCE, 2013).

Acreditamos também que a formação continuada deve ser conduzida de maneira que possa permitir que os professores em exercício da profissão renovem seus saberes e desenvolvam a capacidade de pesquisa. Estes elementos são essenciais para que eles possam refletir sobre sua prática, identificando problemas internos a ela e a escola, elaborando elementos para superação dos obstáculos que porventura possam surgir. Espera-se que tal abordagem possa proporcionar ao docente maior capacidade de crítica ao modelo de racionalidade técnica, proporcionando ao mesmo um modelo de racionalidade prática.

Para que tal modelo de formação possa realmente possibilitar a formação docente, e que esta esteja condizente com as reais necessidades educativas, pensamos que a mesma deva ser desenvolvida em sistema colaborativo em grupos de professores. Muitas vezes os processos formativos acabam sendo realizados individualmente pelos docentes, sem grandes compromissos de que os conhecimentos adquiridos realmente cheguem até a sala de aula e proporcionem melhoras no sistema de ensino. Contudo, pensamos que o trabalho colaborativo reforça o compromisso de que os saberes construídos durante o processo de formação sejam realmente aplicados para melhora da prática educativa. Esta postura de colaboração é potencializada pela existência de objetivos compartilhados entre os professores (MARCELO GARCIA, 1999).

Tal abordagem tem um de seus pressupostos a ideia de que a formação continuada de professores é potencializada significativamente quando as ideias sobre como organizar o processo de ensino deixam de existir somente como ideias e se materializam em tentativas concretas de estruturação da ação pedagógica. Mais especificamente, consideramos que os docentes, ao experimentar inovações, têm a oportunidade de avaliar diversos aspectos do trabalho realizado, dialogar com as teorias sobre ensino, construir saberes experienciais e adquirir maior segurança e autonomia para a transformação de sua prática pedagógica (TARDIF, 2012).

Vários são os critérios que podem ser adotados quando da proposição de um programa de formação. Conforme apontam Oldroy e Hall (1991) apud Marcelo Garcia (1999), as atividades podem ser classificadas em função do diagnóstico das

necessidades serem individuais ou coletivas, de forma voluntária ou obrigatória, participarem todos os professores ou apenas alguns, do objetivo da atividade ser de treino ou assessoria da coordenação ser feita por especialista externo ou pelos próprios professores, ser realizado na própria escola ou fora dela. Além disso, os cursos de formação que podemos considerar eficazes se caracterizam por contar com a opinião dos professores, por se centrar nas necessidades destes e com possibilidade de aplicações nas aulas e posteriores sessões do curso (MARCELO GARCÍA 1999). Acreditamos neste sentido que os critérios devem ser pensados de acordo com os objetivos não apenas dos idealizadores do processo, mas que isto seja realizado em estreita concordância com os professores.

Contudo, o objetivo de qualquer estratégia que pretenda proporcionar a reflexão, consiste em desenvolver nos professores competências metacognitivas que lhes permitam conhecer, analisar, avaliar e questionar a sua própria prática docente, assim como os substratos éticos e de valor a ela subjacentes (MARCELO GARCIA, 1999). Uma das estratégias sugeridas pelo referido autor para desencadear e orientar tal reflexão é a análise dos construtos pessoais e das teorias implícitas dos docentes.

Os construtos pessoais são definidos, segundo o autor, como objetos mentais que permitem ordenar o mundo e estabelecer relações com ele. Neste sentido, em face das relações que tais construtos estabelecem com o mundo, os mesmos são modificados à medida que o indivíduo vai vivenciando novas experiências. Tal proposta inclui as fases de descrição (na qual os professores emitiriam suas concepções sobre ensino, alunos, aprendizagem, etc.), de reconhecimentos (apontando as diferenças entre as descrições e a teorias), de exploração (por meio de leituras e conversas sobre teorias complementares às teorias pessoais dos professores), de partilha (na qual os professores podem contrastar as diferenças entre suas teorias pessoais e teorias mais formais), de negociação (quando se buscam acordos para que se chegue a definições consensuais), e de comparação (entre as novas definições e as concepções apresentadas pelos docentes no início).

Com relação às teorias implícitas, o autor recorre as ideias de Marrero para defini-la:

Falamos de teorias para nos referirmos a sínteses dinâmicas de conhecimentos e crenças, cuja ativação tem uma certa recorrência, na medida em que permitem interpretar o currículo e pô-lo em prática. Tais conhecimentos e crenças são abstraídos a partir de conjuntos de experiências episódicas relativas ao ensino (MARRERO, 1991 apud MARCELO GARCIA 1999, p. 158).

Neste sentido, cada professor possui teorias que guiam a sua prática. Portanto, os modelos de formação devem buscar a explicitação de tais teorias, buscando uma articulação consciente, procurando elaborá-la e torná-la suscetível a mudança (MARCELO GARCIA, 1999).

A segunda estratégia que apresentamos mencionada pelo autor refere-se à análise do pensamento através das metáforas. Segundo Marcelo Garcia (1999) as metáforas “podem aparecer através da realização de entrevistas em profundidade ou através da análise de diários ou da observação direta do professor na classe”. A tarefa do formador consistiria em “selecionar aquelas metáforas que podem ser mais relevantes e apresentá-las ao professor, pedindo-lhe que as justifique, explique ou reflita sobre a sua utilização”.

Por último, destacamos a estratégia de análise do conhecimento didático do conteúdo através de árvores ordenadas. Esta estratégia objetiva “indagar os professores sobre suas teorias implícitas não em termos gerais (o ensino, os alunos, etc.), mas em relação a matérias concretas (Matemáticas, Física, etc.)”. Pede-se aos professores “que redijam uma ampla lista de palavras sobre um tópico selecionado”. A seguir, o professor “agrupa as palavras em categorias, atribuindo um título a cada uma delas, para finalmente fazer uma árvore”. A árvore serve “de início a um processo de diálogo com os professores em que se lhes pede que justifiquem suas decisões e que pensem em como transformar uma árvore de conteúdo num esquema de ensino”.

Entendemos que um dos possíveis entraves para o desenvolvimento das estratégias acima citadas é conseguir com que os professores aprofundem a discussão (e reconheçam as eventuais lacunas e inconsistências) de suas concepções e metáforas pessoais. Impasses desse tipo talvez ocorram por resistências de ordem pessoal, mas também porque, muitas vezes, os professores não possuem conhecimento especializado que lhes permita a crítica da ideia a ser analisada. Assim, algumas das fases citadas na estratégia de análise de construtos

peçoais e teorias implícitas [exploração dos construtos peçoais através de leituras e diálogos sobre teorias complementares; partilha e análise de diferenças entre as teorias peçoais e teorias mais formais] podem ser de suma importância na qualificação do processo de reflexão que se almeja.

Para Joyce (1980) apud Marcelo García (1999), os cursos de formação devem incluir as seguintes componentes:

1. Apresentação da teoria.
2. Modelagem ou demonstração de competências ou modelos.
3. Prática em situações simuladas e de classe.
4. Retroação estruturada.
5. Retroação não estruturada.
6. Assessoria durante a aplicação.

Com relação à componente modelagem, e considerando as contribuições de Joyce e Showers (1988), Marcelo e Estebanz (1992) apud Marcelo Garcia (1999) apresentam as seguintes sugestões para a estruturação de cursos de formação continuada:

[...] qualquer tipo de apresentação teórica sobre determinado conteúdo ou competência didática deve ser necessariamente exemplificado através de casos práticos que facilitem a demonstração, e podem servir aos professores como modelos em relação ao modo como se pratica ou executa uma competência ou estratégia didática. A demonstração pode ser realizada diretamente, através de vídeos ou de casos. À ideia-modelo deve seguir-se a prática em condições de simulação. A simulação implica que cada sujeito que participa num programa realize a prática correspondente às competências a adquirir, seguindo os princípios e normas de aplicação da teoria, que servem de guia para estruturar a análise da prática e os comentários críticos correspondentes (MARCELO GARCIA 1999, p. 179).

Um elemento a salientar, pela sua importância para a formação reflexiva, é a preparação da prática simulada através da planificação no microgrupo. A transferência da aprendizagem (entre situações vivenciadas nos cursos de formação continuada e situações da prática profissional real) é favorecida a) pela semelhança entre as tarefas; b) pela compreensão e interiorização dos princípios teóricos que orientam a ação; c) pela “quantidade de prática numa tarefa”; e d) pela continuidade e aprofundamento das atividades através do *coaching* [“observação e análise das

classes nas quais os professores põem em prática novas estratégias docentes”] (MARCELO GARCIA, 1999).

Portanto, a discussão apresentada anteriormente enfoca a necessidade de estratégias de formação que sejam adequadas as reais necessidades dos professores, colocando estes em vivência de situações modelo que favoreçam a (re)construção dos seus saberes. Tais estratégias devem provocar a análise por parte dos professores das suas concepções de ensino, porém os mesmos devem ter condições para poder realizar tais discussões e justificar suas concepções.

3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO PROBLEMA DE PESQUISA

A postura construtivista disseminada nas últimas décadas tem como premissa o aluno como construtor do seu conhecimento e o professor como mediador dessa construção, valorizando a participação ativa do estudante por meio de questões que os levem a testar hipóteses, argumentar e a discutir com seus pares a compreensão dos conteúdos (STUART; MARCONDES, 2008).

Dessa forma, quando o professor define os objetivos a serem atingidos e os conteúdos básicos a serem ensinados, ele deve selecionar, a seguir, as modalidades didáticas e atividades que melhor levem a consecução dos objetivos propostos (KRASILCHIK, 1996).

São modalidades didáticas aulas expositivas, discussões, debates, aulas práticas, jogos, projetos, filmes, demonstrações, etc., e sua escolha dependerá do conteúdo e dos objetivos selecionados, do grupo de alunos a que se destina, do tempo e dos recursos disponíveis, assim como a epistemologia do professor (KRASILCHIK, 1996). Porém é consenso entre professores, especialistas e os próprios alunos, que as aulas de Ciências, Química, Física e Biologia têm se mostrado pouco eficazes na motivação dos alunos. No levantamento realizado por Nardi, Bastos e Terrazzan (2008), 39% dos professores consultados apontaram dificuldades dessa natureza, o que sugere a necessidade de atenção ao problema.

Cabe notar que nossos alunos na escola básica estão vivenciando transformações típicas da adolescência, as quais envolvem as primeiras experiências amorosas, conflitos e necessidade de aceitação em seus grupos ou em suas comunidades. Há ainda, nos dias atuais, o apelo cada vez mais forte para a participação dos jovens em atividades que se dão no universo das interações virtuais. Nesse contexto, a escola torna-se uma obrigação imposta pelos pais e pela sociedade. Portanto, dentre as muitas estratégias que o professor pode encontrar para a motivação do aluno, fazendo com que o mesmo participe ativamente do processo ensino/aprendizagem, está a realização de atividades práticas.

Porém, é necessário munir as atividades práticas de intencionalidade, com finalidade primeira de estudo dos fenômenos em estreita relação com a teoria. Os PCN"s advogam, por exemplo, que o aprendizado deve contribuir não apenas para o

conhecimento técnico, mas também que estes estejam em estreita relação com aspectos do mundo social e profissional [BRASIL, 1996].

Gonçalves e Marques (2006) criticam a utilização de atividades práticas com a finalidade apenas de motivar os alunos. Em seu trabalho, no qual analisam a seção “Experimentação em Química” da revista Química Nova na Escola, os autores identificam, nos artigos publicados, uma ênfase em aspectos como produção de som, luminosidade e cores, ao invés de uma ênfase pela busca de compreensão dos fenômenos estudados. Em suas palavras, “é preciso transcender a intenção de fomentar a mera curiosidade ingênua em direção a uma curiosidade crítica”. Entendemos que a utilização das atividades práticas apenas como fim motivacional está longe das possibilidades de uso destas, tornando-se necessários processos formativos que possibilitem ao professor refletir melhor sobre as possibilidades para sua utilização.

Embora seja praticamente consensual a importância das atividades práticas nas aulas de disciplinas escolares da área de ciências naturais, é importante destacar algumas limitações relativas ao seu uso na aprendizagem de conceitos caracterizados por alto grau de abstração, como o rearranjo dos átomos durante uma transformação química, processos intramoleculares e intermoleculares, ligações químicas entre os elementos, partículas subatômicas, processos bioquímicos que, muitas vezes, dependem do uso da matemática para seu estudo. Por estarem fora do alcance dos sentidos humanos, os conceitos mais abstratos das Ciências criam obstáculos tanto para os alunos, que se sentem confusos e entediados diante de tais conteúdos, como para os professores, que têm a difícil tarefa de tornar esses assuntos interessantes e significativos para os estudantes.

A necessidade de que a ciência elabore modelos e outros conhecimentos de caráter abstrato, se dá pelo fato dos cientistas não poderem observar nem o infinitamente grande, nem o infinitamente pequeno, nem a extensão temporal excessivamente longa, nem a extensão temporal ínfima. Não podem observar o que ocorre a distâncias infinitas, nem o que aconteceu num passado cada vez mais remoto. Não podem dar conta da totalidade e da complexidade dos sistemas apenas por meio de uma observação que é intrinsecamente limitada e fragmentada. Daí a necessidade de permanente diálogo entre a observação e os modelos. Também os

modelos e teorias podem sugerir a existência de fenômenos ainda desconhecidos e, assim, guiar as observações que poderão ser realizadas na sequência para a constatação e estudo desses fenômenos. A Ciência busca um conhecimento que vá “além das aparências”, e são as teorias, os modelos, as hipóteses, os conceitos etc. que oferecem esse tipo de conhecimento.

Kneller (1980) adverte para o fato de que, embora um modelo teórico possa expressar-se na forma de equações matemáticas, ele deve ser distinguido de quaisquer diagramas, desenhos ou outras construções usadas para ilustrá-los. Esses últimos são modelos representacionais, ou seja, representações físicas do modelo teórico, como um modelo do sistema solar em um museu, os desenhos da molécula de DNA, do átomo, representações de reações químicas e vias metabólicas, diagramas de diversificação biológica, entre outros.

Na tentativa de tornar inteligível tais modelos para os alunos, os livros didáticos recorrem ao uso de ilustrações, muitas delas referentes a fenômenos dinâmicos, cuja dificuldade de representação não deve ser subestimada. Essas imagens precisam criar movimento, ou seja, ser animadas pela mente dos leitores, e a experiência tem mostrado que em muitos casos esse tipo de ilustração não tem resultados positivos na aprendizagem dos alunos. Nesse cenário, emergem as simulações e as animações.

Krasilchik (1996) inclui sob a denominação de simulações, atividades muito diversas, desde dramatizações, jogos, teatros, até representações em computadores, pelas quais é possível a análise de processos complexos, o estudo de situações em que muitos fatores intervêm simultaneamente, a visualização de eventos hipotéticos em nível submicroscópico, ou a compreensão de modelos teóricos. Parte desses recursos é designada pelo termo animações (imagens dotadas de movimento e produzidas artificialmente através de recursos de vídeo e computador).

Assim, animações, simulações ou modelos computacionais são considerados objetos virtuais que possibilitam ao indivíduo visualizar a reprodução de um evento várias vezes e de vários modos, colaborando para a estruturação mental de um fenômeno (LEVY, 1999).

Na verdade, as animações estão baseadas em modelos, que são construções mentais, matematizadas e processadas pelo computador para explicar a realidade. A construção de uma animação pressupõe, necessariamente, a existência de um modelo que lhe dá suporte e significado (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002). Assim, podemos dizer que as animações são representações dos modelos teóricos e, portanto, objetos de aprendizagem muito úteis para a sua compreensão.

Neste sentido, pode-se dizer que atividades práticas, as representações e as simulações ajudam a construir conhecimentos diferentes e, por isso, são complementares. As atividades práticas favorecem conhecimentos sobre o que é observável (fatos), enquanto que as simulações e animações apresentam estruturas e processos hipotéticos ou não observáveis; por sua vez, as representações usam linguagens e simbologias de forma a concretizar determinados modelos que os cientistas postularam a fim de explicar a realidade. Isoladamente, as observações realizadas em atividades práticas são insuficientes para que o aluno chegue ao modelo. E o modelo, por sua vez, torna-se um conjunto de informações sem sentido, se o aluno não conseguir relacioná-lo com situações da prática.

Assim, do ponto de vista do ensino, é importante considerar, em alusão à atividade prática de perfil motivador, que esta deve ser encarada como uma das componentes dentro de uma estratégia mais global de ensino, sem deixar de reconhecer a sua curta influência, porém significativa, como promotora da aprendizagem.

Sob esta ótica, o papel do professor é o de mediador do processo. Cabe a ele a organização da atividade prática de modo a favorecer o desenvolvimento cognitivo do estudante, não se esquecendo de propor uma atividade prática que faça do aluno sujeito participante do processo. Isso não quer dizer que as atividades práticas não possam ser realizadas de maneira demonstrativa, mas sim que a mesma seja desafiadora e problematizadora ao aluno.

Diante do exposto até o momento, interessou-nos investigar, com maior detalhe, a questão da formação continuada de professores de Ciências da Natureza, principalmente em sua relação com a utilização de atividades práticas e modelos explicativos no ensino. Para tanto, iniciamos em 2011 um trabalho colaborativo com alguns professores de Química, Física, Biologia e Ciências, atuantes em uma escola

estadual de ensino médio localizada no Estado de São Paulo. Os professores participantes interessavam-se fortemente em ampliar o uso de atividades práticas em suas aulas, e o projeto então desenvolvido foi denominado “*Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*”.

Neste sentido, esta pesquisa aborda as seguintes questões de estudo:

- 1- O que pensam os professores, participantes do projeto, sobre o uso de atividades práticas no ensino de ciências?
- 2- De acordo com esses professores, quais são os objetivos do uso de atividades práticas em aula?
- 3- Como os professores participantes do projeto interagem com situações em que modelos, simulações e animações são propostas como recursos para o ensino de ciências?
- 4- De que maneira o processo desencadeado com o auxílio do pesquisador - ao enfatizar a discussão sobre atividades práticas e sobre a relação entre fatos e modelos no ensino de Ciências da Natureza - contribuiu para a formação continuada dos professores participantes do projeto?
- 5- Quais são as principais dificuldades em se desenvolver um processo de formação continuada?
- 6- Como o projeto contribui para a formação docente com enfoque na relação entre Universidade e Escola Básica?

Assim, partimos da hipótese de que um projeto de formação continuada que tenha como premissa o diálogo entre universidade e escola básica pode proporcionar aos professores participantes a re(construção) dos seus saberes da formação profissional, experienciais, curriculares e disciplinares. Ao lado disso, pensamos que atividades práticas podem ser utilizadas como deflagadoras de discussões que possibilitem a (re) construção de tais saberes.

4 OBJETIVOS

Para responder as questões de pesquisas citadas anteriormente, o presente trabalho possui os seguintes objetivos:

- Analisar um processo de formação continuada que adota como ponto de partida a discussão sobre o uso de atividades práticas no Ensino de Ciências, e depois considera a necessidade de articulação entre a observação e o trabalho com modelos, simulações e animações nas situações de aula;
- Verificar como os professores participantes do projeto se posicionam quanto (a) ao uso das atividades práticas no ensino de ciência; (b) ao trabalho em aula com modelos, simulações e animações;
- Verificar de que maneira a abordagem escolhida contribuiu para alguns aspectos da formação continuada de professores;
- Verificar quais foram as dificuldades encontradas ao longo do processo;
- Analisar as contribuições de um projeto de formação continuada docente na relação entre Universidade e Escola Básica.

5 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Apresentamos neste capítulo os fundamentos metodológicos que consideramos em nossa pesquisa, as etapas de elaboração e desenvolvimento da mesma, bem como as estratégias e técnicas para a coleta e análise dos dados.

5.1 APORTES TEÓRICO-METODOLÓGICOS

O presente trabalho é resultado de uma pesquisa com abordagem qualitativa (FLICK, 2009; BOGDAN; BIKLEN, 1994). Tal abordagem é considerada por nós como aquela que melhor se apresenta para a obtenção de informações referentes às práticas educativas e a formação docente, uma vez que preocupa-se em estudar os fenômenos que envolvem as relações que os seres humanos estabelecem com a sociedade, com o conhecimento e com o contexto no qual estão inseridos.

A pesquisa qualitativa é defendida por Flick (2009) devido ao fato da grande diversidade de relações sociais e à pluralização das esferas da vida como, por exemplo, a crescente individualização das formas de viver e dos padrões biográficos. Neste sentido, a diversidade de ambientes, subculturas, estilos e formas de vida exigem uma nova sensibilidade para a aquisição de dados empíricos, ou seja, o pesquisador deve estar atento acerca de como o contexto social e local da realização da pesquisa influenciam nos resultados por ele obtidos, sendo que a subjetividade tem papel importante. Neste sentido,

A subjetividade do pesquisador, bem como daqueles que estão sendo estudados, tornam-se parte do processo de pesquisa. As reflexões dos pesquisadores sobre suas próprias atitudes e observações em campo, suas impressões, irritações, sentimentos, etc., tornam-se dados em si mesmos, construindo parte de interpretação e são, portanto, documentados em diários de pesquisa ou em protocolos de contexto (FLICK 2009, p.25).

Além disso, tal abordagem não tem como objetivo central o teste daquilo que é de conhecimento da literatura, mas sim em detalhar se as descobertas estão embasadas no material empírico, se os métodos foram corretamente selecionados e aplicados, assim como na relevância das descobertas e na reflexividade dos procedimentos (FLICK, 2009). Neste sentido, para este autor, tal abordagem tem

como objetivo auxiliar os pesquisadores a entenderem os fenômenos sociais, com menor ruptura possível do ambiente natural em que ocorrem.

Tais ideias também são defendidas por Ludke e André (1986) e Bogdan e Biklen (1994), os quais relacionam à pesquisa qualitativa cinco características básicas:

- 1) O ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. No sentido de que o ambiente exerce influência sobre o investigado, o investigador pode se dirigir ao ambiente de forma que fará seu registro com posterior análise.
- 2) Os dados coletados são predominantemente descritivos, ou seja, o recolhimento dos dados pode ser realizado por meio de notas de campo, gravação de áudio e filmagens, já que os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens. O que importa é que os dados sejam coletados de maneira minuciosa e os pesquisadores tentem analisar os dados em toda a sua riqueza, respeitando, tanto quanto possível, a forma em que estes foram registrados ou transcritos.
- 3) A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto (os termos que cada investigado usa possuem, para eles, significados diferentes, com foco em como tais significados se formam).
- 4) O significado dado pelos sujeitos participantes às coisas e à vida é foco de atenção do pesquisador, ou seja, as visões e particularidades do sujeito de pesquisa exercem influência sobre dados, implícita e explicitamente. Os investigadores qualitativos estabelecem estratégias e procedimentos que lhes permitam tomar em consideração as experiências do ponto de vista do informador. O processo de condução de investigação qualitativa reflete uma espécie de diálogo entre os investigadores e os respectivos sujeitos, sendo que estes não são abordados por aqueles de uma forma neutra.
- 5) A análise de dados tende a seguir um processo indutivo. Assim, não se coletam dados ou provas com o objetivo primário de confirmar hipóteses constituídas previamente. As análises e generalizações são construídas à medida que os dados particulares vão sendo recolhidos e agrupados.

Ainda segundo estes autores (FLICK, 2009; LUDKE; ANDRÉ, 1986; BOGDAN; BIKLEN, 1994), a pesquisa qualitativa pode assumir várias formas, tais como a etnografia, o estudo de caso, a pesquisa-ação, a fenomenologia. Porém, é importante destacar que a escolha da metodologia está relacionada à pergunta de pesquisa, que por sua vez dependerá da área ou contexto de estudo. Sendo assim, em face às diversidades de contextos e das metodologias disponíveis, as técnicas utilizadas como forma de coleta de dados se torna igualmente importante. Dentre tais técnicas podemos destacar a observação participante, a observação direta, as entrevistas, a análise documental, dentre outras, sempre de acordo com aquilo que o pesquisador achar mais adequado ao contexto em estudo e ao problema de pesquisa.

Nesta ótica, a observação constitui um dos principais instrumentos da coleta de dados nas abordagens qualitativas, uma vez que permite ao observador chegar mais perto da perspectiva do sujeito e do contexto no qual este está inserido. Assim, tal abordagem impõe papel importante ao pesquisador. Uma vez que os dados podem ser obtidos por meio da observação, seja ela participante ou não, o observador pode recorrer às suas experiências pessoais e conhecimentos adquiridos para que possa, assim, compreender e interpretar o fenômeno estudado (LUDKE; ANDRÉ, 1986). A observação na pesquisa qualitativa pode ser participante ou direta. No caso da observação participante, Moreira (2002) a define como “uma estratégia de campo que combina ao mesmo tempo a participação ativa com os sujeitos, a observação intensiva em ambientes naturais, entrevistas abertas informais e análise documental”.

Em tal observação, a coleta de dados pode ser realizada por meio de gravações, filmagens ou notas de campo. Notas de campo são registros coletados durante uma observação, representando um instrumento de coleta de dados para pesquisa qualitativa. Para que as anotações estejam de acordo com o objetivo da pesquisa, é necessário um planejamento prévio a respeito do que deve ser anotado e observado, delimitando claramente o foco da investigação para não desviar da proposta inicial da pesquisa.

Após ser efetivada a negociação, o investigador tem acesso às atividades cotidianas dos sujeitos, sendo sua tarefa ganhar mais confiança do grupo e compreender como os informantes constroem os sentidos que são de importância para eles. Uma dessas formas de pesquisar coincide com os pressupostos da *pesquisa colaborativa*, a qual Ibiapina (2008) define como uma proposta de investigação educacional capaz de articular a pesquisa e o desenvolvimento profissional por intermédio de aproximações entre universidades e escolas, em que participantes trabalham conjuntamente e se apóiam mutuamente, visando atingir objetivos comuns negociados pelo coletivo do grupo.

A coleta de dados no âmbito do projeto que levou a esta pesquisa foi realizada por meio de observação participante. Em sua maior parte os registros foram feitos por meio de notas de campo, as quais foram utilizadas posteriormente para a escrita de relatórios de observação (ver explicação adiante). Tal estratégia foi escolhida devido ao fato de percebermos que uma eventual realização de gravações de áudio ou vídeo poderia constranger e afetar o interesse dos professores em participar do projeto. Mais que isso: pareceu-nos que a proposição de gravações inviabilizaria completamente a parceria que tentávamos estabelecer. Aliás, esse limite de acesso se confirmou cerca de um ano mais tarde, quando uma das professoras se negou a participar de uma entrevista que lhe foi solicitada.

Os dados de pesquisa também podem ser coletados mediante entrevistas. Uma entrevista é utilizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo (BOGDAN; BIKLEN, 1994), sendo permeada pelo caráter de interação, criando uma atmosfera de influência recíproca entre entrevistador e entrevistado (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). No caso desta pesquisa, tais entrevistas foram realizadas individualmente, com uma das professoras que concordou com esse tipo de consulta.

Ainda, para a obtenção de dados é possível realizar-se também a análise documental. De acordo com Lüdke e André (1986), a análise documental tem por objetivo identificar informações factuais nos textos/documentos tendo por base questões ou hipóteses levantadas *a priori*. São considerados documentos quaisquer materiais escritos (como jornais, revistas, roteiros de programas de rádio e televisão,

leis, atas, regulamentos, normas, pareceres, cartas, memorandos, diários pessoais, autobiografias, discursos, arquivos escolares etc.), que forneçam informações sobre o evento estudado. Assim, se há dados registrados e eles são considerados de interesse, a análise documental pode ser uma técnica de pesquisa bastante valiosa (BARIANI et al, 2004).

Na presente pesquisa a análise documental foi utilizada para que tivéssemos uma noção sobre as características do principal material didático que dava direcionamento às aulas das diferentes disciplinas escolares: o *Caderno do Aluno*, fornecido aos alunos matriculados nas escolas estaduais de SP em volumes bimestrais, específicos para cada disciplina e para cada ano do ensino fundamental II e ensino médio (cf., por exemplo, SÃO PAULO, 2011).

Durante o desenvolvimento do projeto *Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*, várias reuniões foram realizadas entre os anos de 2011 e 2012, sendo que quatro pesquisadores participaram delas com o grupo de professores. Sempre antes do início da reunião, conversas informais eram realizadas entre professores e pesquisadores, conversas estas bastante importantes para o esclarecimento sobre diferentes aspectos do dia-a-dia e das concepções dos professores. Já nas reuniões propriamente ditas, todos os pesquisadores elaboravam suas notas de campos e, posteriormente, as mesmas eram usadas para a troca de ideias entre os mesmos. Durante esta troca, os pesquisadores manifestavam suas impressões sobre significados dos episódios ocorridos durante a reunião. Finalmente, após todo este esforço conjunto de busca de contemplação de todos os aspectos possíveis, os resultados eram colocados em um relatório de observação, referentes a cada reunião ou sessão de trabalho, relatórios estes que foram aprofundados por todos. Entendemos que tal estratégia gerou material factual consistente para discussão das questões de pesquisa propostas, uma vez que em vários momentos foi possível inclusive reconstruir pequenos trechos das falas dos professores de forma próxima ao que seria a transcrição literal dessas falas.

Portanto, o processo foi acompanhado por meio de observação participante, elaboração de notas de campo e posterior estruturação de relatórios de observação, organizados de forma a permitir a discussão das questões de estudo colocadas. Cabe ressaltar que os referidos relatórios de observação incluíram, além dos

resultados da observação *in loco*, dados provenientes de entrevistas individuais e de análise documental (BOGDAN & BIKLEN, 1994), bem como outras informações relevantes para a compreensão das interações ocorridas (roteiros de discussão utilizados pelos pesquisadores e fornecidos aos professores etc.).

Finalmente, foi possível realizar a observação de algumas poucas aulas de uma das professoras integrantes do projeto, e com isso tivemos informação sobre como ela utilizou subsídios do projeto a fim de organizar seu trabalho com os alunos. Quanto aos demais professores, não autorizaram observações de suas aulas. Assim, embora contemos com dados de observação de aulas, a parte principal dos dados de pesquisa obtidos é proveniente da observação participante durante as reuniões de trabalho com os professores.

5.2 A ESCOLA E O INÍCIO DO PROJETO *DIÁLOGOS SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS*

O projeto *Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* teve início de estruturação no segundo semestre do ano de 2010, com a realização de uma reunião entre os pesquisadores do *Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências da UNESP de Bauru (SP)*, quando surgiu a ideia de uma pesquisa que pudesse contemplar, de modo colaborativo e articulado, diversos temas relativos ao ensino de Ciências, com foco na maneira como esses temas dialogavam com a formação continuada dos professores. O projeto teria como principais características a pesquisa *in loco*, o levantamento das necessidades dos professores e propostas de articulação entre as possíveis contribuições da universidade e desafios com que a escola se defronta na área de ensino de ciências.

Neste momento, algumas questões foram levantadas:

- 1) Face ao Currículo Oficial¹ vigente nas escolas públicas do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2010), cujas atividades de aula são fortemente

¹ Currículo básico comum para as escolas da rede estadual do Estado de São Paulo nos níveis de Ensino Fundamental (Ciclo II) e Ensino Médio. Os materiais que compõem este currículo são: Caderno do Gestor; Caderno do Professor e Caderno do Aluno.

estabelecidas segundo os *Cadernos do Aluno*², qual seria o grau de liberdade para que um projeto de formação continuada, visando à autonomia dos professores, pudesse ser desenvolvido?

- 2) Em vista de vários projetos já estarem em andamento no grupo de pesquisa, como seria dada a negociação entre pesquisadores e professores da escola com referência aos temas de trabalho, uma vez que acreditávamos que esses temas deveriam estar de acordo tanto com as demandas dos professores, quanto com os compromissos acadêmicos assumidos pelos pesquisadores?
- 3) Frente a comentários desestimuladores de algumas pessoas que conhecíamos no que se refere à escola escolhida para o desenvolvimento do projeto e à comunidade na qual a mesma está inserida, ponderamos se tais problemas não poderiam prejudicar o andamento dos estudos que pretendíamos realizar, estudos esses vinculados a projetos de mestrado e doutorado que tinham prazos a serem cumpridos. Vale ressaltar que a escolha desta determinada escola se deu devido a vários motivos, entre eles os fatos de aquele estabelecimento de ensino localizar-se próximo à universidade e oferecer tanto o ensino fundamental quanto o médio. A escola selecionada possuía uma fama muito ruim no município (dizia-se geralmente que nesse local o ensino era “fraco”, e havia sérios problemas de indisciplina, influência do tráfico de drogas e violência; dois pais de alunos, com os quais tivemos oportunidade de conversar durante o período, relataram que queriam transferir seus filhos para outras escolas, já que, na opinião deles, a escola pesquisada não apenas “não ensinava”, como era um local em que as crianças aprendiam comportamentos “errados”). Dentre os critérios para escolha da escola na qual o projeto seria desenvolvido, não tínhamos em mente a “má fama”, mas é evidente que nossa inserção numa escola considerada “muito ruim” teve o aspecto positivo de permitir que a pesquisa fosse realizada num ambiente bem

² O Caderno do Aluno traz atividades que estão divididas em Expectativas de Aprendizagem. Cada expectativa é composta por diversas atividades que têm como finalidade o desenvolvimento de determinadas habilidades no aluno.

representativo dos inúmeros problemas que afetam o ensino público no país (AQUINO, 1996, p.40).

Uma das queixas dos professores com relação à universidade é que o conhecimento por esta produzido dificilmente chega até a escola (NARDI; BASTOS; TERRAZAN, 2008). Neste sentido, mesmo com as dificuldades que porventura pudessem surgir, decidimos procurar a escola, uma vez que acreditamos que a produção acadêmica pode chegar à escola básica por meio de projetos de formação continuada. Além disto, acreditamos que as relações entre estas duas instâncias educacionais devem ser estreitadas e que ambas necessitam trabalhar de maneira colaborativa com a finalidade de produzir conhecimento e melhorar a educação.

No dia 22/11/2010 entramos em contato com a direção da escola e na ocasião levantamos a possibilidade de um trabalho colaborativo entre a escola e a universidade. Pela maneira como a conversa foi encaminhada pela diretora nos foi mostrado bastante interesse, sendo solicitado a nós comparecer no dia seguinte para que pudéssemos participar da HTPC/ATPC (Horário de Trabalho Pedagógico Coletivo, termo alterado posteriormente para Atividade de Trabalho Pedagógico Coletivo)³ e assim apresentar aos professores nossa proposta, sendo que estes últimos decidiriam sobre viabilidade deste trabalho colaborativo.

Assim procedemos. No dia 23/11/2010 comparecemos à escola para que pudéssemos conhecer os professores. Porém, antes deste momento, a diretora nos solicitou uma conversa em particular, na qual relatou que estagiários de licenciatura da universidade compareceram à escola em uma sexta-feira, no período noturno, para oferecer aulas práticas de Química. Segundo a diretora, foram realizadas atividades muito interessantes, mas, naquele dia, a escola contava com poucos alunos, e alguém da equipe da universidade promoveu uma reclamação junto à Diretoria de Ensino. Após este episódio a Diretoria de Ensino contactou a escola para averiguar os fatos, o que causou constrangimento tanto para a direção escolar quanto aos professores. Acreditamos que episódios como este afetam a relação entre universidade e escola básica, reforçando ainda mais a ideia, comum entre os

³ O Horário de Trabalho Pedagógico Coletivo (HTPC) alterado posteriormente para Atividade de Trabalho Pedagógico Coletivo (ATPC) é um encontro de professores destinado para discussões de natureza pedagógica. São destinadas para esta finalidade 2 ou 3 horas semanais, dependendo da carga horária do professor.

professores de escola, de que a universidade só está preocupada com seus próprios interesses (NARDI; BASTOS; TERRAZAN, 2008). Neste sentido, percebemos que tal conversa fora no sentido de impedir que situação similar voltasse a acontecer. Procuramos tranquilizá-la argumentando que nosso projeto possuía características diferentes daquele: era um projeto de formação de professores e não de ensino, e que o mesmo seria desenvolvido por nós mesmos e não por intermédio dos estagiários.

Após esse comentário da diretora, expusemos para ela nossa ideia a respeito de como conduzir o projeto de formação continuada, explicando que, devido à nossa área de formação, poderíamos contribuir com alguns temas que faziam parte do currículo da área de Ciências: sequenciamento de DNA, clonagem, manipulação gênica, organismos transgênicos etc.; atividades práticas para o ensino de Ciências; uso da história da ciência no apoio ao ensino; e ensino de Química apoiado por atividades práticas e elementos de história da ciência. Esta era uma ideia ainda geral e que deveria ser melhor detalhada nas reuniões com os professores, caso houvesse realmente interesse na efetivação da colaboração proposta. Após tais esclarecimentos junto à Direção da escola, seguimos para o HTPC.

Havia cerca de 20 professores na reunião, quantidade esta que provavelmente estava muito próxima do número total esperado para aquela atividade. Após a sequência da pauta elaborada pelos coordenadores, nos foi dada a oportunidade de expor nosso projeto. Apresentamos assim as características gerais das ações de formação continuada que pretendíamos realizar, de modo semelhante ao que havíamos feito ao descrevê-las à direção, e deixando bem claro que seria um trabalho que valorizaria as demandas dos professores e se estruturaria conforme o comum acordo entre os docentes da escola e os colaboradores externos. Durante nossa explanação, uma professora que leciona a disciplina Química citou as atividades experimentais realizadas pela equipe da universidade (a mesma citada pela diretora, anteriormente), salientando que tinham sido produtivas, e que considerava importante dar atenção ao ensino prático. Esse foi o primeiro indício que tivemos de que o ensino prático seria de interesse para os professores daquela escola. Destacamos, também, que pretendíamos trabalhar a partir do que já estava

previsto no currículo oficial e no planejamento da escola, isto é, não tínhamos intenção de desestruturar o que já existia.

Terminada a reunião com os professores conversamos novamente com a diretora, a qual ratificou o interesse na parceria que propusemos. Relatou neste momento que a escola possui um laboratório, mas que os professores não utilizavam, alegando que os alunos poderiam danificar as vidrarias e os aparelhos que lá estavam e que, por isso, o espaço estava sendo usado na disciplina de artes. Inclusive relatou que recentemente a escola havia recebido um *kit* com materiais que visavam equipar melhor o laboratório didático.

Concluimos que seria interessante analisarmos o Currículo Oficial do Estado de São Paulo para verificar de que maneira nossa ação poderia aproximar-se das demandas ligadas ao currículo existente e, então, solicitamos um exemplar do referido Currículo para o ensino de Ciências Naturais (SÃO PAULO, 2010), o qual nos foi fornecido. A diretora nos solicitou que comparecêssemos à escola no primeiro dia letivo do ano de 2011, no dia do planejamento, para que pudéssemos novamente falar com os professores.

Assim, conforme combinado, no dia 09/02/2011 comparecemos à escola, quando fizemos o convite aos professores da área de Ciências da Natureza para que os mesmos participassem do projeto. Embora a escola possuísse outros professores que ministravam aulas na área, apenas três deles aceitaram participar, sendo uma professora de Biologia, uma professora de Química e um professor de Física. Mais tarde (em maio de 2012), outra professora, esta da disciplina de Ciências, foi inserida no projeto. Essa limitada adesão dos professores pareceu-nos estar vinculada à experiência anteriormente vivenciada com a outra equipe ligada à universidade, bem como ao temor por mais sobrecarga de trabalho. Alguns professores não demonstraram interesse nem mesmo em conhecer nossa proposta. Identificaremos ao longo deste trabalho os professores participantes do projeto pelas siglas B, Q, F e C, siglas estas relacionadas às disciplinas que ministram (Biologia, Química, Física e Ciências).

Com relação aos pesquisadores, utilizaremos a expressão *colaboradores externos* quando a eles nos referirmos. Estes eram em um total de quatro, sendo três deles da área de Biologia e um da área de Química. Todos os colaboradores

acompanharam o processo durante o período de investigação sem, no entanto, terem participado de todas as reuniões.

Assim, estava formada a equipe participante do Projeto *Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*, cujo objetivo era a formação continuada de professores de Ciências da Natureza por meio de um projeto de trabalho colaborativo entre a universidade e a escola básica. A palavra diálogo denota conversação entre duas ou mais pessoas, significado este que busca refletir as características do projeto, o qual se procurou ater-se a um sistema colaborativo entre universidade e escola, com interação realizada de maneira horizontal.

5.3 OS PROFESSORES PARTICIPANTES: CARACTERIZAÇÃO E ESTABELECIMENTO DE ENCONTROS

O presente trabalho é resultado de um projeto mais amplo - o projeto "*Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*", mencionado acima. Tal projeto foi realizado entre os anos de 2011 e 2012 em uma escola da rede pública do Estado de São Paulo, com a participação inicial de 4 professores da área de Ciências da Natureza. O objetivo geral do projeto, no aspecto da extensão universitária, era o de contribuir para a formação continuada dos docentes interessados. Inicialmente, e por solicitação dos participantes, o projeto focalizou a questão das atividades práticas no ensino de Ciências. Durante tal processo, os integrantes do projeto se depararam com situações em que a relação entre fatos e modelos não poderia ser traçada de forma simples e direta. As dificuldades que apresentaram neste momento nos interessaram, levando-nos às seguintes questões: qual o posicionamento que os professores tiveram diante deste desafio? Quais os saberes que carregavam consigo sobre a relação entre modelos e atividades práticas? Como o projeto contribuiu para tais discussões? Sendo assim, tentando responder tais questionamentos, o presente trabalho analisa alguns diálogos desenvolvidos pelos professores participantes do projeto sobre temas que remetem às relações entre fatos e modelos, pensando em possíveis alternativas de desenvolvimento de situações de ensino-aprendizagem de conteúdos abstratos com utilização de recursos como simulações, animações e modelos tridimensionais.

Neste sentido, o projeto foi desenvolvido por meio de reuniões periódicas com os professores (geralmente quinzenais, e em datas combinadas em comum acordo entre os participantes das atividades). Durante essas reuniões os interesses e demandas dos professores foram colocados e incorporados e numerosas discussões foram feitas sobre o ensino de diversos tópicos integrantes do currículo oficial vigente.

A dinâmica dos encontros de formação continuada, nessa parceria entre universidade e escola básica, geralmente se constituía em duas etapas. A primeira era o momento inicial, quando chegávamos à escola para os encontros quinzenais. Nessas ocasiões os professores, em conversa bastante informal, costumavam relatar acontecimentos da semana referentes à escola, às ações da Diretoria de Ensino (unidade local da Secretaria Estadual da Educação), à sua vida extraescolar etc.; também falavam sobre suas turmas de alunos, as dificuldades de trabalho enfrentadas etc. Esses momentos, que muitas vezes se constituíam em verdadeiro “desabafos”, tornaram-se muito relevantes para a manutenção dos vínculos de confiança com os pesquisadores, além de serem importantes fontes de dados sobre as concepções que estes professores apresentavam sobre os diferentes temas envolvidos com seu trabalho.

Num segundo momento, o grupo se reunia no laboratório didático de Ciências da escola ou outro local, onde eram realizadas diversas atividades:

- discussões sobre os rumos a serem adotados durante o trabalho quinzenal;
- atividades práticas (professores e colaboradores externos, em conjunto, manipulavam materiais e realizavam observações e experimentos, analisando diversos de seus aspectos);
- discussões sobre conceitos de Química, Física, Biologia, Astronomia etc.;
- discussão sobre questões didático-pedagógicas associadas aos temas de ensino e atividades práticas propostos;
- leitura de algum material de apoio (roteiros, textos etc.);
- comentário e ou discussão sobre diversos episódios da história da ciência;
- análise de alguns documentários;

--- discussão de questões epistemológicas (por exemplo, articulação entre fatos e modelos, papel da observação e do experimento etc.);

--- identificação, nos *Cadernos do Aluno*, de textos e Situações de Aprendizagem que não se mostravam adequados para o trabalho em aula; análise desses textos e Situações, a fim de propor formas de contornar as lacunas constatadas;

--- análise de vídeos, animações e simulações, passíveis de uso no ensino de Química, Biologia, Ciências etc.;

--- outras atividades, conforme interesse do grupo.

As atividades práticas para discussão com o grupo foram selecionadas, ora pelos próprios professores, que manifestavam interesse ou dificuldade com determinado assunto, ora pelos pesquisadores, pela necessidade em discutir algum aspecto, metodologia didática ou conceito, inclusive a fim de obter maiores informações em relação aos saberes, concepções e dificuldades dos professores frente às atividades práticas. Bassoli (2014) acredita que se devam discutir as atividades práticas em contextos reais, nos quais se conflitam as deficiências formativas dos professores e dos alunos com a falta de “infraestrutura”, tanto das escolas, como dos professores, dos alunos e de suas famílias.

As atividades e discussões foram sempre realizadas de modo a ter relação com tópicos de ensino e Situações de Aprendizagem propostos nos *Cadernos do Aluno* do Currículo Oficial do Estado de São Paulo. Além disso, no decorrer do projeto, muitas atividades de discussão e estudo tiveram lugar como desdobramentos e aprofundamentos de questões levantadas anteriormente; nesse caso, os colaboradores externos utilizaram o *feedback* colhido em cada etapa quinzenal para então criar novas atividades, como, por exemplo, a discussão sobre objetivos das atividades práticas, ou a discussão (em etapas) sobre características da atividade científica.

Como o projeto *Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*, por interesse de todos os participantes, deu destaque especial ao estudo sobre atividades práticas, resultou que os professores integrantes do grupo acabaram realizando em aula, com seus alunos, algumas das atividades as analisadas durante as reuniões.

Após a formação de equipe que iria participar do projeto passamos, no mesmo dia (09/02/2011), a levantar as demandas dos professores e a identificar as dificuldades e interesses que os mesmos apresentavam. Neste sentido, solicitamos que os mesmos pudessem explicitar tais aspectos da sua prática.

Como dificuldades, os mesmos apresentaram os seguintes aspectos:

- O conteúdo do currículo oficial é extenso frente às poucas aulas disponíveis para cumpri-lo;
- A abordagem apresentada pelo currículo é superficial, em virtude da reduzida carga horária das disciplinas Química, Física, Biologia e Ciências no currículo das escolas estaduais;
- Ausência de explicações teóricas e questões excessivamente abertas (nos *Cadernos do Aluno*);
- Falta de equipamentos;
- Caráter abstrato dos conteúdos aliado ao grande desinteresse dos alunos;
- Indisciplina dos alunos;
- Dificuldades do professor em desenvolver atividades práticas.

Tal levantamento nos levou ao questionamento sobre a influência que as políticas públicas adotadas podem ter no desenvolvimento profissional dos professores e a importância de discutir tais questões em nossas pesquisas. Por exemplo, a implementação do currículo oficial não deixa espaços para decisões dos professores, de forma que os mesmos não conseguem mobilizar seus saberes para tomar decisões de natureza pedagógica, sendo as reuniões de planejamento repetitivas e pouco frutíferas. As professoras relataram que o mais comum nessas reuniões era os professores combinarem alguma alteração na ordem dos tópicos e atividades, a fim de facilitar a aprendizagem dos alunos.

Conforme indicado acima, os professores enfatizaram, nessa conversa preliminar, as dificuldades dos alunos com a aprendizagem de uma série de conteúdos altamente abstratos que caracterizam o ensino das Ciências (modelos atômicos, forças intermoleculares, biologia celular, origem e evolução da vida etc.). Isso fez com que os professores se mostrassem interessados em que o projeto

abordasse o uso de atividades práticas nas aulas de Biologia, Química e Ciências, entendendo que essas atividades contribuiriam para diminuir o caráter abstrato dos conteúdos propostos. Assim, pode-se dizer que o presente trabalho nasce de uma necessidade intrínseca dos docentes.

Neste sentido, a partir das dificuldades apresentadas pelos professores da escola, o trabalho colaborativo seria caracterizado por dois focos:

- a) O estudo permanente de possibilidades para a implementação do ensino prático;
- b) A abordagem calcada na discussão de determinados conteúdos e Situações de Aprendizagem propostas pelo currículo oficial do Estado de São Paulo através dos *Cadernos do Aluno*.

Durante o período de desenvolvimento do projeto houve certa rotatividade entre os professores que trabalharam na escola; assim, quando o projeto foi iniciado, participavam dele B, Q e F; após alguns meses, F desligou-se; mais tarde, C passou a integrar o grupo, prosseguindo até o final; e, no último semestre do projeto, Q afastou-se, enquanto que Q2 e C2 tiveram participações de curtíssima duração (uma ou duas reuniões apenas). Portanto, na maior parte das reuniões realizadas, contamos principalmente com a participação das professoras B, Q e C. Apesar disso, em alguns momentos, outras pessoas (professores, coordenadores etc.) também contribuíram pontualmente para as discussões realizadas e serão citadas em caso de necessidade.

Assim, para responder as questões apresentadas neste trabalho, três professoras de uma escola da rede pública do Estado de São Paulo (B, Q e C) foram acompanhadas pelos pesquisadores, que tiveram a função de mediação universidade/escola, promovendo um processo de formação continuada por meio do qual os dados foram coletados.

5.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

O quadro 3 apresenta de maneira sintética como se desenvolveram os contatos e as sessões de trabalho do projeto. Cabe destacar que em várias ocasiões nas quais visitamos a escola o tempo de que os professores dispunham precisou ser em grande parte utilizado para reuniões gerais de HTPC ou ATPC, as quais não tinham vínculo direto com o projeto *Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*.

Quadro 3: Atividades desenvolvidas ao longo do projeto *Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*

| Data | Atividade desenvolvida |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22/11/2010 | Primeiro contato com a escola. |
| 23/11/2010 | Visita à escola e apresentação à direção e aos professores para o estabelecimento de parceria visando o desenvolvimento do projeto <i>Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i> . |
| 09/02/2011 | Reunião para o levantamento dos interesses dos possíveis professores participantes do projeto. |
| 14/02/2011 | Reunião de planejamento e levantamento dos interesses do professor F. |
| 23/02/2011 | Participação dos colaboradores externos em reunião de HTPC, não diretamente vinculada ao projeto " <i>Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i> ". Diálogos com F, Q e B sobre possibilidades para o desenvolvimento do projeto, incluindo a realização de estudos sobre o uso da História da Ciência no ensino. Solicitação pelo professor F de materiais que contemplassem questões relacionadas à História da Ciência. |
| 16/03/2011 | Diálogos com Q e B sobre a intenção de reativar o laboratório da escola. Atividades práticas: observação de foto composta por retícula; uso do tato para verificação da sensação térmica. |
| 18/03/2011 | Visita para o fortalecimento do vínculo com a escola. |
| 23/03/2011 | Demonstração de interesse por parte de B em realizar a atividade sobre microscopia celular em aula. Relato de Q sobre visita ao laboratório com os alunos. Atividade prática: difusão da anilina em água quente e água |

| | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>gelada.</p> <p>Análise crítica de aspectos dos cadernos de Física.</p> |
| 30/03/2011 | <p>Atividade prática: microscopia celular de tecido vegetal.</p> <p>Solicitação dos dirigentes da escola quanto ao auxílio dos pesquisadores na elaboração de projeto para participação em Feira de Ciência de uma universidade particular da cidade.</p> <p>Obs: Afastamento do professor F por motivo de doença.</p> |
| 01/04/2011 | <p>Discussões sobre a Feira de Ciências.</p> <p>Realização de atividade prática em sala de aula, pela professora B, com auxílio de colaborador externo: observação de células ao microscópio óptico.</p> |
| 13/04/2011 | <p>Discussões sobre a Feira de Ciências.</p> <p>Atividade prática: oxidação do prego e da palha de aço.</p> <p>Relato de Q sobre atividade prática realizada anteriormente em sala de aula sobre os fatores que influenciam a velocidade das reações químicas (temperatura, superfície de contato).</p> |
| 27/04/2011 | <p>Participação dos colaboradores externos em reunião de HTPC, não diretamente vinculada ao projeto "<i>Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i>".</p> <p>Relato de B sobre atividade de construção de modelo de célula</p> <p>Observação dos resultados da atividade prática: oxidação do prego e da palha de aço.</p> |
| 11/05/2011 | <p>Discussões sobre a Feira de Ciências</p> <p>Atividade prática: cálculo da superfície e do volume usando caixas de fósforo</p> |
| 20/05/2011 | Entrevista com B |
| 25/05/2011 | <p>Relato de Q sobre atividade prática realizada anteriormente sobre extração de DNA vegetal e construção do modelo tridimensional do DNA.</p> <p>Atividade prática: extração de DNA vegetal.</p> |
| 27/05/2011 | Entrevista com B sobre sua visão acerca a História da Ciência em materiais didáticos. |
| 08/06/2011 | <p>Atividade prática: fermentação por ação de leveduras</p> <p>Exposição de B sobre sua intenção de realizar atividade prática de germinação de feijões.</p> |
| 17/06/2011 | Entrevista com B acerca de sua visão sobre o uso da História da Ciência no ensino escolar |
| 27/07/2011 | Participação dos colaboradores externos em reunião de HTPC, |

| | |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>não diretamente vinculada ao projeto “<i>Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i>”.</p> <p>Contato para o reinício do projeto “<i>Diálogos...</i>” no segundo semestre letivo</p> |
| 10/08/2011 | <p>Participação dos colaboradores externos em reunião de HTPC, não diretamente vinculada ao projeto “<i>Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i>”. Tal atividade contou com a participação da supervisora de ensino e da PCOP (Professor Coordenador da Oficina Pedagógica)⁴ e desenvolveu o tema “avaliação externa”</p> |
| 24/08/2011 | <p>Reunião de planejamento para a continuidade do projeto <i>Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i>, ficando decidido que os colaboradores externos auxiliariam as professoras quanto a pensar o trabalho com os cadernos de Química e Biologia do 3º Bimestre do 2º Ano do Ensino Médio.</p> <p>Exposição de Q sobre sua intenção de realizar atividade prática sobre sensações térmicas para desenvolvimento do tópico do 8º anos sobre sentidos</p> |
| 02/09/2011 | <p>Planejamento de algumas aulas de B com utilização de uma abordagem histórica</p> |
| 06/09/2011 | <p>Aula de B envolvendo o uso da História da Biologia, com acompanhamento de um dos colaboradores externos.</p> <p>Levantamento de necessidades do professor Q e planejamento de ações (tema: forças intermoleculares).</p> |
| 09/09/2011 | <p>Análise de vídeo, juntamente com B, sobre a história das pesquisas acerca do DNA.</p> |
| 14/09/2011 | <p>Participação dos colaboradores externos em reunião de HTPC, não diretamente vinculada ao projeto “<i>Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i>” na qual foi desenvolvido o tema “avaliação externa”.</p> |
| 05/10/2011 | <p>Discussão sobre possibilidades para o trabalho prático com conteúdos de Biologia e Química no 3º Bimestre do 2º Ano do Ensino Médio.</p> <p>Reunião com Q para apresentação de algumas animações e suas relações com algumas atividades práticas.</p> <p>Relato de B sobre visita com os alunos ao Jardim Botânico.</p> |
| 06/10/2011 | <p>Relato dos professores Q e B sobre o andamento dos preparativos para a Feira de Ciências.</p> <p>Entrevista com B sobre a História da Biologia e seus saberes</p> |

⁴ O Professor Coordenador da Oficina Pedagógica é docente especialista de determinada área de conhecimento que tem papel de referência na Diretoria de Ensino de formação continuada da disciplina na qual atua.

| | |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | acerca deste tema. |
| 11/10/2011 | Desenvolvimento em aula, por B, de conteúdos ligados à história das pesquisas sobre a estrutura tridimensional do DNA, com a participação de colaborador externo. Atividades práticas: forças intermoleculares na mistura água + álcool; pressão de vapor da acetona. Relato de Q sobre o andamento dos preparativos para a Feira de Ciências. |
| 18/10/2011 | Acompanhamento da aula de B sobre o modelo em dupla hélice para a molécula de DNA. |
| 26/10/2011 | Relato de Q sobre aula em que utilizou vídeos sobre forças intermoleculares aliado à atividade prática de mistura água + álcool. Relato de B sobre aulas referentes à estrutura e ao funcionamento do DNA, nas quais utilizou animações em vídeo, um kit para montagem de um modelo tridimensional da molécula de DNA e um documentário sobre episódios da história da ciência relacionados ao tema. Atividade prática: teste da condutibilidade elétrica de vários materiais. |
| 09/11/2011 | Participação dos colaboradores externos em reunião de HTPC, não diretamente vinculada ao projeto " <i>Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i> " na qual o vice-diretor discute sobre a viabilidade da realização de um sistema de avaliação interna. Relato dos professores B e Q sobre algumas atividades práticas por elas desenvolvidas em sala de aula |
| 23/11/2011 | Jantar de confraternização da escola |
| 13/03/2012 | Participação dos colaboradores externos em reunião de ATPC, não diretamente vinculada ao projeto " <i>Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i> ", com a participação da PCOP de História. |
| 20/03/2012 | Participação dos colaboradores externos em reunião de ATPC, não diretamente vinculada ao projeto " <i>Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i> ", reunião na qual foi proferida palestra sobre dificuldades de aprendizagem ministrada por uma psicopedagoga |
| 10/04/2012 | Participação dos colaboradores externos em reunião de ATPC, não diretamente vinculada ao projeto " <i>Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i> ". |
| 24/04/2012 | Visita à escola para definição dos melhores horários para o desenvolvimento do projeto |

| | |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 04/05/2012 | Nova conversa para definição dos melhores horários que viabilizassem o desenvolvimento do projeto |
| 08/05/2012 | Atividade de classificação dos objetivos das atividades práticas enfatizados por Q e B em sua prática pedagógica. |
| 10/05/2012 | Conversa com C, recentemente integrada ao projeto |
| 22/05/2012 | Atividade de classificação dos objetivos das atividades práticas enfatizados por C em sua prática pedagógica. Continuação das discussões sobre os objetivos das atividades práticas enfatizadas pelos professores Q e B, e agora C, com ênfase no objetivo “entender a natureza da ciência” |
| 05/06/2012 | Discussão acerca da natureza da ciência Leitura e análise do texto de Rezende (2001) e intitulado Eijkam, o detetive do Beribéri |
| 14/06/2012 | Conversa com Q sobre a possibilidade de emissão de certificados pela participação no projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais |
| 19/06/2012 | Síntese das discussões anteriormente realizadas sobre natureza da ciência Atividade prática: cromatografia de pigmentos de vegetais em papel filtro |
| 26/06/2012 | Discussão sobre os conceitos de previsão, hipótese e experimentação e sua importância para o ensino |
| 07/08/2012 | Atividade prática: observação de estruturas vegetais em flor de Lírio (<i>Lilium speciosum</i>) |
| 21/08/2012 | Atividade prática: experimento sobre o Princípio da Conservação das Massas usando vinagre e bicarbonato de sódio |
| 18/09/2012 | Atividade prática: dissolução do sal de cozinha e de copos descartáveis em água e gasolina |
| 09/10/2012 | Atividade prática: Experimento sobre o Princípio da Conservação das Massas entre sulfato de cobre e hidróxido de sódio, com uso de roteiro |
| 23/10/2012 | Atividade prática: demonstração da variação de volume de uma amostra de ar em função do aquecimento, com roteiro |
| 06/11/2012 | Atividade prática: visita dos professores e dos colaboradores externos ao Jardim Botânico Finalização do projeto <i>Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i> |

5.5 CARACTERIZAÇÃO DOS PROFESSORES PARTICIPANTES

Neste momento, traçamos um breve perfil dos professores participantes do projeto *Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* com a intenção de que o leitor possa ter uma noção do contexto no qual o mesmo fora produzido. As características individuais apresentadas pelos sujeitos da pesquisa podem proporcionar uma compreensão melhor sobre os resultados obtidos, suas falas e suas concepções que apareceram no presente trabalho.

Q – Possui formação inicial em Licenciatura em Química por uma instituição particular de ensino. É efetiva da rede pública de ensino do Estado de São Paulo há cerca de dez anos, na qual também realizou sua educação básica. Possui residência em cidade distante daquela onde leciona e, por isso, espera remover o seu cargo para lá. A professora procurou ao longo do projeto evitar situações em que seus saberes disciplinares e pedagógicos pudessem ser expostos. No entanto participava ativamente do projeto até que passou a exercer o cargo de vice-diretora daquela unidade escolar, ficando gradativamente impedida de participar das reuniões do projeto. Demonstrou sempre buscar atividades de formação continuada, sendo que no período do projeto participara de dois cursos oferecidos pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Não possuímos grandes informações sobre a vida pessoal da referida professora, uma vez que a mesma preferiu não ser entrevistada. Ao final de dois anos do projeto, a mesma conseguiu a remoção para a cidade onde deseja residir, não mais fazendo parte do corpo docente da escola na atualidade.

B: Licenciada em Ciências, com Habilitação em Biologia, em uma instituição superior particular de ensino. De acordo com suas declarações, interessou-se pela Biologia porque sempre gostou da “natureza”, mas seu sonho sempre foi cursar odontologia. Quando criança morou na zona rural e, por isso, teve grandes dificuldades para realizar os estudos (“a escola era longe, o ensino era fraquinho”). Quando a família mudou-se para a zona urbana, já na época do “ginásio”, terminou os estudos na

rede pública no período noturno. Anos após concluir o curso de Biologia, realizou um curso de habilitação em Matemática por se tratar de disciplina que “*sempre falta professor*”, em uma faculdade que, posteriormente, foi extinta.

Tendo concluído o curso, deu aula em muitas escolas da região e também da cidade durante 15 anos, sendo efetivada em 2010 na escola que foi a sede do projeto em questão. Fez pós-graduação *lato sensu* em Gestão Escolar e realizou, concomitantemente à sua participação no *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*, uma Especialização em Ensino de Biologia, promovida pelo Programa Rede São Paulo de Formação Docente (REDEFOR)⁵.

A professora relatou possuir muitas dificuldades com os conteúdos de sua disciplina, afirmou não gostar de Zoologia ou de ensinar Zoologia, tentava inclusive não assumir aulas junto a turmas em que esses conteúdos deveriam ser desenvolvidos; por outro lado, afirmou gostar de Ecologia, sendo este o tema que mais apreciava trabalhar com os alunos. Relatou sentir-se bastante insegurança para o trabalho com alguns tópicos do conteúdo e avaliou que essa insegurança vinha sendo um fator determinante em sua prática docente, no sentido negativo. B atribui essas dificuldades a falhas na sua formação inicial. No entanto, demonstrou grande interesse para com a aprendizagem e o desenvolvimento profissional, embora, em muitos momentos, tenha se manifestado intensamente desestimulada com a profissão docente, devido a problemas frequentes com a indisciplina dos alunos, os horários “picados” das aulas que lhe são atribuídas, falta de tempo hábil para aperfeiçoamento e, principalmente, o descaso dos dirigentes e do governo com relação a essa situação. Entre os professores que participaram do projeto, B era a professora que mais se destacava em se mostrar à vontade para colocar suas dúvidas e perguntar. Essa atitude foi incentivada pelos colaboradores externos por entenderem que contribuiria para desenvolvimento profissional dos professores participantes. B mostrou, em geral, uma significativa disposição para experimentar e investigar, característica esta que se manifestou desde o início do projeto, não tendo ocorrido por influência deste.

⁵ O REDEFOR é um curso de formação continuada, modalidade semipresencial, oferecido pela Secretaria Estadual de Educação aos professores da rede, em diversas disciplinas.

C – Professora de Ciências, formada inicialmente em Fisioterapia, e depois em Pedagogia, ambos os cursos realizados em instituição particular de ensino da região. Buscou o diploma em Pedagogia porque o campo de trabalho na sua primeira área de formação estava “saturado” e “nunca falta aula para o professor”. Não é efetiva da rede pública, de forma que participou do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* apenas no segundo ano do projeto. Demonstrava-se interessada e comprometida com as ações do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*, mas não expressava claramente suas dúvidas e dificuldades. Deu indícios em vários momentos de que não enxergava valor em discussões pertinentes ao campo da didática das Ciências, e frequentemente criou contendas em relação às explicações científicas apresentadas pelos colaboradores externos, mesmo quando não havia razão perceptível para isso; assim, em vários momentos, parecia estar preocupada primeiramente em demonstrar conhecimentos e desafiar a “autoridade” dos colaboradores externos, e não tanto em verificar se o projeto poderia trazer alguma contribuição para os participantes.

Colaboradores externos – grupo formado por quatro pesquisadores atuantes na área de Educação em Ciências, sendo o coordenador do projeto, biólogo, docente da universidade e orientador dos demais. Um segundo membro do grupo era mestrando, licenciado em Química, autor da presente pesquisa e cujo interesse principal era a investigar a relação entre fatos e modelos da formação continuada dos professores de Ciências. Um terceiro componente também era mestrando, licenciado em Biologia, cujo enfoque da pesquisa era o uso da história da Ciência por professores de Biologia e, por último, uma doutoranda, licenciada em Biologia, cujo interesse era a investigação sobre a formação dos professores por meio das atividades práticas.

6 ABORDAGENS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

No decorrer dos tempos, e com o advento de novas concepções sobre o processo de produção de conhecimentos nas Ciências Naturais, novas abordagens têm sido propostas para o ensino de Ciências, modificando e diversificando a compreensão sobre o papel das atividades práticas nas aulas escolares.

Alguns autores, como Silva et al (2012) relacionam o desenvolvimento de atividades práticas pelo professor às suas concepções pedagógicas, construídas ao longo da sua vivência. Esta ideia também aparece em Galiazzi e Gonçalves (2004) para quem alunos e professores têm teorias epistemológicas arraigadas que necessitam ser problematizadas, pois de maneira geral, são simplistas, cunhadas em uma visão de ciência neutra, objetiva, progressista, empirista. Acreditamos, neste sentido, que tais concepções podem dificultar o planejamento, por parte do professor, de atividades de aula que superem as abordagens tradicionais.

Silva et al (2012) discutem três correntes epistemológicas que podem aparecer na concepção do professor: o modelo empirista, o apriorista e o construtivista. Analisemos primeiramente o modelo empirista, que considera o conhecimento como algo exterior ao sujeito. Em tal corrente o professor executa papel central como organizador das informações do meio externo sendo que os alunos apenas recebem tais informações, cabendo a eles memorizá-las. Nesta corrente o conhecimento é apresentado de modo acabado, com as informações tratadas de maneira fragmentada e desvinculada da realidade do aluno. Tal modelo se caracteriza pela crença de que o conhecimento é algo que vem do objeto e, sendo assim, é o objeto que é determinante para aprendizagem, não o sujeito (SILVA et al, 2012).

Portanto, nas situações de atividade prática, todo o conhecimento seria adquirido pela observação e pela experimentação, já que só assim é possível adquirir o conhecimento que esteja fora do sujeito. O professor que possua tal concepção de ensino considera que o aluno nada sabe, ficando ele responsável pela apresentação do experimento, cabendo ao aluno apenas a observação. Acreditamos que tal concepção não cabe mais nos processos educativos. Segundo demonstrado pelas pesquisas educacionais nas décadas de 1970 e 1980, as crianças e jovens

chegam à escola munidas de uma série conhecimentos (BASTOS et al., 2004). Além disso, como já citado anteriormente, o estudante de hoje possui diversas fontes de informação que não apenas a escola. Ele diversas vezes traz à sala de aula informações que até o professor desconhece. Neste sentido, considerar o aluno como não detentor de conhecimentos sobre determinado assunto é desconsiderar que o mesmo está inserido, por exemplo, em uma sociedade que interage intensamente com diferentes tecnologias da informação e da comunicação.

Analisemos agora as características do modelo apriorista (SILVA et al, 2012). Nesse modelo considera-se que o conhecimento possa estar dentro do sujeito de forma latente. As condições de aprendizagem estão postas e a aprendizagem depende exclusivamente do aluno, sendo este o centro do processo ensino-aprendizagem. O conhecimento é, neste sentido, elaborado de forma autônoma pelo sujeito com relação ao objeto ou ao contexto, necessitando apenas de uma ação exterior para que possa ser despertado. O sujeito reúne todas as condições para a aquisição do conhecimento já que estas são inatas a ele, determinadas por herança genética, dependendo apenas de seu amadurecimento para a compreensão. A pessoa deve fazer esforço não para aprender, mas para recordar, trazer à tona aquilo que já está inato em sua alma (ALBERTI; CIGOLINI; FRANCO, 2009).

Contrariamente ao modelo empirista, o conhecimento não advém do meio. Nas atividades experimentais propostas por professores que desenvolvem suas práticas a partir desta concepção epistemológica, o aluno só a desenvolveria caso estivesse intelectualmente maduro para tal e o conhecimento seria, então, despertado facilmente (SILVA et al, 2012). O professor nesta corrente interfere o mínimo possível, pois o aluno aprende por si mesmo, cabendo ao docente apenas auxiliar sua aprendizagem. Assim, tal como no caso anterior, os conhecimentos que o aluno traz a respeito do mundo que o cerca podem ser um entrave ao desenvolvimento do modelo proposto. Delegar todo o processo ao aluno pode fazer com que o desenvolvimento do seu conhecimento seja realizado em associação com concepções equivocadas sobre determinado fenômeno, contribuindo possivelmente para confirmação de suas concepções alternativas. Tal modelo também pode gerar nos estudantes uma visão equivocada do papel do professor, como se este não fosse essencial a todo o processo.

Por último destacamos o modelo construtivista (SILVA et al, 2012), que é o modelo defendido pelos autores citados. Na perspectiva deste modelo, o conhecimento é resultado da interação entre meio e indivíduo, interação esta na qual ambos são modificados após a ação, sendo que a aprendizagem ocorre em um processo ativo de interações (ALBERTI; CIGOLINI; FRANCO, 2009), ou seja, é na interação entre o sujeito e o meio que o processo de aquisição de conhecimento ocorre. Em um contexto de aprendizagem construtivista é papel do professor organizar a aula de maneira que tal organização possibilite a interação e a construção do conhecimento por parte do aluno, já que é a atividade do aluno que proporcionará a aprendizagem. Sendo importante a interação para que possa causar modificações no sujeito, é necessário explicitar os conhecimentos que o aluno já carrega consigo, pois estes podem interferir no processo de interação e (re)construção do conhecimento. Neste sentido, a atividade experimental deve ser iniciada com questionamentos de modo que o conhecimento prévio do aluno venha à tona. Portanto,

a atividade experimental, neste fundamento epistemológico, traz a possibilidade de o professor problematizar aquilo que está ocorrendo com o experimento. Seria o caso de fazer perguntas com a intenção de provocar dúvidas e desestabilizar as concepções que os alunos já criaram em torno do fenômeno; podemos dizer, em suma, desequilibrar o sujeito, antes, durante e depois da experimentação (SILVA et al 2012, p.133).

Sabe-se que a interação entre as pessoas, seja ela presencial ou virtual, é realizada em todo momento. A gama de possibilidades de aquisição de informações é enorme (TV, jornais, revistas, internet, rádio, celulares, etc.). Neste sentido, a velocidade com que essas trocas ocorrem não deixaria de influenciar as relações e as práticas em sala de aula. Tal abordagem, como se pode verificar, leva em consideração os conhecimentos que o estudantes traz do seu cotidiano. Este conhecimento se torna ponto de partida para a prática do professor, que deverá encontrar os meios adequados que levem em consideração o estágio de conhecimento do aluno, de modo que seus objetivos didáticos sejam atingidos. Uma síntese elaborada por Silva et al (2012) é apresentada no quadro 4.

Quadro 4: Síntese de correntes epistemológicas que influenciam o trabalho didático dos professores (Silva et al, 2012)

| | Características epistemológicas | Características pedagógicas | Características das atividades experimentais |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EMPIRISMO | <ul style="list-style-type: none"> - O conhecimento está fora do sujeito. - A experiência sensorial e os estímulos exteriores levam à aprendizagem. - Os modos de conhecer dependem de condicionamento do comportamento. | <ul style="list-style-type: none"> - O professor é detentor do conhecimento. - O ensino gera a aprendizagem através da organização dos estímulos. - Aprendem todos os que podem absorver o que é transmitido pelo professor. | <ul style="list-style-type: none"> - Demonstração da prática. - Repetição pelo aluno do que foi demonstrado. - Materiais bem organizados e roteiros passo a passo. - Criação de um cotidiano artificializado. |
| APRIORISMO | <ul style="list-style-type: none"> - O conhecimento provém exclusivamente do sujeito. - Os dons e os talentos inatos determinam as possibilidades de aprender. - O conhecimento depende da bagagem hereditária e do amadurecimento das estruturas biológicas. | <ul style="list-style-type: none"> - O aluno detém o conhecimento e o professor não pode intervir. - A aprendizagem surge da capacidade inata de conhecer, então a aula é para despertar esse conhecimento preexistente. - Aprendem os que têm vocação e dom para o campo de conhecimento. | <ul style="list-style-type: none"> - Identificação dos mais aptos e com talento natural. - Materiais atrativos para despertar o conhecimento. - Perspectiva lúdica e de recreação, a fim de identificar os que gostam. - Parte apenas do desejo dos alunos. |
| | Características epistemológicas | Características pedagógicas | Características das atividades experimentais |
| CONSTRUTIVISMO | <ul style="list-style-type: none"> - Os processos de conhecer situam-se em uma interação entre sujeito e objeto. - Aprender é síntese entre os conhecimentos prévios e as novas aquisições. - A ação é a origem do conhecimento. | <ul style="list-style-type: none"> - O professor é um problematizador das situações. - As situações didáticas mobilizam experiências anteriores e procuram desafiar os alunos para irem além. - Aprendem aqueles que podem agir sobre seus objetos de conhecimento. | <ul style="list-style-type: none"> - O experimento mobiliza saberes existentes, mas procura avançar. - O experimento é organizado para proporcionar <i>feedback</i>. - Envolve reelaboração e construção de hipóteses e novidades. |

Neste sentido, em uma perspectiva construtivista, as atividades experimentais devem ser encaradas como estratégias que possibilitam, dentro do grupo, a explicitação de teorias individuais e que estas possam desencadear processos de argumentação a fim de validar tais teorias. Ao contrário da perspectiva empirista, na qual o papel do professor era o de apresentar um experimento para que se pudesse confirmar uma teoria, no modelo construtivista o professor deve propor experimentos que possam, além de colocar em xeque os conhecimentos prévios dos alunos, gerar interações entre professor/aluno/objeto, de maneira que o docente direcione os caminhos para que se possa chegar à aprendizagem, intervindo no processo quando necessário.

Essa discussão sobre o modo como concepções empiristas, aprioristas e construtivistas influenciam o trabalho do professor em aula ajuda a analisar as abordagens de ensino que são referências para a educação científica. Cachapuz et al (2005) identificam quatro abordagens de ensino principais que caracterizam a educação em Ciências: o ensino por transmissão (correspondente ao ensino habitual ou tradicional), o ensino por descoberta, o ensino por mudança conceitual e o ensino por investigação. É também possível identificar na literatura (por exemplo, MORTIMER, 1996) a proposta de um ensino “baseado na noção de perfil conceitual” (BASTOS et al, 2004). Conforme apontamos a seguir, essas abordagens diferenciam-se quanto ao vínculo que possuem com concepções empiristas, aprioristas e construtivistas e, portanto, quanto aos papéis que atribuem às atividades práticas.

Conforme mostram García Barros, Martínez Losada e Mondelo Alonso (1998), os objetivos das atividades práticas nos diferentes currículos estão de acordo com o modelo de ensino ao qual se integram. Assim, no modelo tradicional de transmissão, as atividades terão o objetivo de exemplificar a teoria e, portanto, o tempo dedicado a elas será curto. Essas atividades são geralmente desenvolvidas ao final da transmissão teórica e utilizadas apenas para verificação da teoria. Muitas vezes ocorrem como atividades sem objetivos didáticos explícitos, sem conexão espaço-temporal, carentes de oportunidades de criação pelo aluno e pouco significativas, frustrando a possibilidade de se tornarem instrumentos importantes para a articulação entre a teoria e a prática.

Cachapuz et al (2005) fazem uma análise do que eles chamam de deformação empiro-indutivista da prática científica. Segundo estes autores, as escassas práticas escolares escamoteiam aos estudantes toda a riqueza do trabalho experimental, dado que apresentam montagens já elaboradas, para seu simples manuseamento seguindo guias de tipo “receita de cozinha”. Assim, o ensino por transmissão adota uma visão empirista, já que entende o conhecimento como algo totalmente externo à mente do aluno (algo que flui do professor, da aula e dos livros para o aluno), e acredita que a observação tem o poder de comprovar a teoria.

Por outro lado, no modelo de ensino por descoberta, as atividades práticas são consideradas essenciais e, portanto, o tempo dedicado a elas é grande já que o objetivo é aprender Ciências “fazendo Ciências”. O modelo de ensino por descoberta surgiu como reação à insuficiência do modelo tradicional, com ênfase nos procedimentos científicos e sua contribuição para a aquisição de habilidades por parte dos alunos. Seu objetivo primordial é pôr o aluno em condição de aplicação do método científico em situações experimentais que passaram a ter um papel principal, ou seja, o aluno mediante a experimentação poderia descobrir as leis e teorias implicadas. Neste sentido, o ensino por descoberta sofre a mesma influência do empirismo ao acreditar que a observação e a experimentação são bases seguras para conduzir o aluno à teoria (e que não há concepções prévias do aluno que possam influenciar esse processo), mas também apresenta uma faceta apriorista ao propor que o aluno descubra por si mesmo.

García Barros, Martínez Losada e Mondelo Alonso (1998) mostram que em ambos modelos de ensino as atividades experimentais adquirem características que as tornam deficientes (a) na motivação dos alunos (HODSON, 1990; GIL; PAYÁ, 1988); (b) no favorecimento da aprendizagem de conceitos científicos (HODSON, 1990); (c) no desenvolvimento de habilidades e procedimentos investigativos (GIL; PAYÁ, 1988; HODSON, 1990; TAMIR; LUNETTA, 1981; MIGUÉNS; GARRET, 1991); e (d) na promoção de uma imagem adequada da natureza das ciências experimentais e da investigação científica (HODSON, 1990; GIL; PAYÁ, 1988).

Por conseguinte, grande parte dos problemas apontados é resultado das interpretações simplistas que se fazem das atividades práticas, tanto pelos defensores dos modelos de ensino acima citados, quanto pelos professores que

ocasionalmente os realizam. Alguns professores ainda apresentam uma visão de aprendizagem que considera que ela, a aprendizagem, pode ser alcançada por meio do trabalho autônomo do aluno. Essa representa uma visão espontaneísta e reducionista do trabalho científico, pois considera que o aluno pode “investigar sozinho”. As atividades associadas ao ensino por descoberta foram intensamente criticadas nesse sentido (GIL, 1983). Além disso, não se deve esquecer que as atividades desenvolvidas por cientistas e por alunos possuem características e objetivos diferentes.

Os modelos de ensino discutidos anteriormente, como já comentado, receberam críticas devido ao fato de não considerarem os conhecimentos que os estudantes trazem do seu cotidiano. Nesta perspectiva, discutiremos o ensino baseado na noção de mudança conceitual. A ideia de colocar em xeque as concepções que os alunos trazem a respeito de determinado fenômeno foram amplamente discutidas e investigadas quando da proposição de tal modelo de ensino. Tal linha de investigação pressupõe que os estudantes, devido às suas interações com o mundo e ao contexto no qual estão inseridos, produzem concepções alternativas que são parcialmente consistentes, o que pode entrar o desenvolvimento do conhecimento científico. Vários são os exemplos apresentados pela literatura sobre as concepções alternativas dos estudantes (FIGUEIRA et al, 2000; MORTIMER, 1995). Podemos citar, como exemplos de tais concepções, a dilatação das moléculas quando da dilatação de gases e líquidos, a consideração de que mudanças de estados físicos são transformações químicas, a terra como alimento das plantas. Sob essa perspectiva

O problema central da educação científica seria o de promover uma mudança conceitual no aprendiz, ou seja, de criar condições para que o aluno abandone suas pré-concepções, ou pelo menos limite o seu uso e adote como instrumento de interpretação do mundo as concepções aceitas pela comunidade científica (ARRUDA; VILLANI 1994, p.88).

As atividades práticas poderiam, então, ser utilizadas para provocar conflitos cognitivos nos estudantes, causando nestes uma insatisfação com as concepções existentes. Assim, para que tal estratégia seja utilizada, é necessário que o professor conheça as ideias que o aluno traz para as aulas, a fim de propor

atividades que possam confrontá-las. Sob esta ótica, Galiazzi e Gonçalves (2004) acreditam que as atividades experimentais podem favorecer a explicitação do conhecimento do aluno por meio de uma previsão ou justificativa de determinado fenômeno. Tais previsões podem promover expectativas nos alunos, que serão confrontadas com os resultados da atividade podendo promover insatisfação, questionamentos e percepção de lacunas nos conhecimentos dos mesmos. Insatisfeito com as concepções existentes o estudante pode, então, mudar o conceito e as explicações para o fenômeno, aproximando-se das ideias científicas. Cabe notar, porém, que na proposta mais conhecida de ensino por mudança conceitual (POSNER et al, 1982) a insatisfação em relação aos conhecimentos prévios é somente uma entre as quatro condições para a mudança, pois a mudança só ocorrerá caso o estudante tenha a acesso a uma nova concepção que seja “inteligível”, “plausível” e “frutífera”. Dentro dessa abordagem, é papel do professor introduzir essa nova concepção, isto é, uma concepção aceita pela ciência que possa substituir a concepção alternativa do aluno.

Ainda, alternativa a ideia de mudança conceitual, Mortimer (1996) propõe a noção de perfil conceitual, a qual

nos fornece elementos para entender a permanência das idéias prévias entre estudantes que passaram por um processo de ensino de noções científicas. Ao mesmo tempo, muda-se a expectativa em relação ao destino dessas idéias, já que se reconhece que elas podem permanecer e conviver com as idéias científicas, cada qual sendo usada em contextos apropriados (MORTIMER 1996, p. 34).

Tal ideia foi proposta devido ao fato da percepção das pesquisas quanto ao fato de, mesmo exposto a atividades que apresentassem novas concepções que fossem inteligíveis, plausíveis e frutíferas, muitas das concepções alternativas permanecerem nos estudantes.

O ensino por mudança conceitual e o ensino baseado na noção de perfil conceitual são enquadrados dentre as abordagens construtivistas para o ensino de Ciências, uma vez que procuram considerar os conhecimentos prévios dos estudantes e propor situações que estimulem a atividade intelectual e a interação dos alunos com os objetos de aprendizagem. Entretanto, conforme a condução que recebem, podem tender para uma abordagem empirista (atividades práticas como

fonte de dados para derrubar concepções alternativas, ou para propor modelos e construir conhecimentos de natureza conceitual).

Ainda, cabe a nós discutirmos o ensino por investigação. O envolvimento do aluno em atividades práticas depende da forma como o problema é proposto e das instruções e informações fornecidas pelo professor aos estudantes. Uma mesma observação pode ser usada num exercício que apenas vise à confirmação de uma teoria, ou estar vinculada a um processo de pesquisa. Neste sentido, para que uma atividade seja considerada de investigação, a ação do aluno não pode ficar no nível da manipulação ou observação, mas deve também conter características do trabalho científico, ou seja, o aluno deve refletir, discutir, explicar e relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004). Carvalho et al (1995) propõem que sejam realizadas diferentes atividades, que devem estar acompanhadas de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, envolvendo a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos para que os alunos possam construir seu conhecimento. Essa construção só ocorrerá se houver ação do estudante durante a resolução de um problema, colocado pelo professor, mas sobre o qual o aluno deve refletir, buscar explicações, criar hipóteses e testá-las.

Gil e Castro (1996) apud Azevedo (2004) descrevem alguns aspectos da atividade científica que podem ser explorados em uma atividade investigativa, a saber:

- 1) Apresentar situações problemáticas abertas;
- 2) Favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas;
- 3) Potencializar análises qualitativas significativas, que ajudem a compreender e acatar as situações planejadas e formular perguntas operativas sobre o que se busca;
- 4) Considerar a elaboração de hipóteses como atividade central da investigação científica, sendo esse processo capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as pré-concepções dos estudantes;

- 5) Considerar as análises, com atenção nos resultados (sua interpretação física, confiabilidade, etc.), de acordo com os conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudantes;
- 6) Conceder uma importância especial às memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e que possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica;
- 7) Ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por meio de grupos de trabalho, que interajam entre si.

Ainda, as atividades investigativas, diferentemente das abordagens tradicionais, não buscam a verificação pura e simples de uma lei, mas outros objetivos são considerados como, por exemplo, o desenvolvimento de habilidades que levam o estudante em busca de uma metodologia adequada para chegar a solução do problema. Ao explorar tais características na atividade investigativa, o professor permite que o aluno construa seu próprio conhecimento, que seja agente de sua formação, saindo de uma postura passiva para uma postura ativa, interagindo com o objeto de estudo, manipulando-o, relacionando os objetos com o conhecimento, buscando as causas do fenômeno observado, a partir dos conhecimentos que traz consigo das experiências cotidianas. Além disso, as atividades investigativas proporcionam o desenvolvimento não apenas de conteúdos conceituais, mas também dos procedimentais e atitudinais. Essa abordagem também possibilita ao estudante desenvolver as três categorias de conteúdos procedimentais propostas por Pozo (1998): habilidades de investigar, manipular e comunicar.

Cabe ressaltar ainda a ideia do pluralismo metodológico, que defende o uso de diferentes abordagens ou estratégias conforme a necessidade de adequação do ensino aos objetivos educativos propostos, à faixa etária dos alunos, às características dos conteúdos de ensino, ao estilo do professor etc. (BASTOS et al, 2004). Tal perspectiva é defendida com base no pressuposto de que todo processo de ensino-aprendizagem é altamente complexo, mutável no tempo, envolve múltiplos saberes e está longe de ser trivial (LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003). Em

outras palavras, uma única teoria, abordagem ou método é incapaz de dar conta da complexidade das situações de aula. Portanto, também as atividades práticas deveriam assumir diferentes objetivos e características conforme a intencionalidade do professor e os desafios de contexto. Dentro desse enfoque, o professor, ao longo do curso, e considerando as características de cada situação de ensino, pode estruturar as atividades práticas de modo a contribuírem para diferentes objetivos, tais como “comprovar a teoria”, “levantar as concepções dos alunos”, “colocar em xeque as concepções dos alunos”, “auxiliar na investigação uma situação problemática aberta”, “promover o conhecimento do fenômeno”, “apoiar a aprendizagem de conceitos”, “trabalhar conteúdos procedimentais”, “trabalhar a argumentação e a linguagem” etc.

Nota-se, portanto, que o potencial das atividades práticas como recursos para o ensino de ensino de ciências é muito rico e diversificado. Assim, passamos neste momento a dialogar a respeito das mesmas.

Desde tempos mais remotos os processos de aprendizagem foram importantes para que o indivíduo pudesse agir na sociedade. Hoje não é diferente. Frente ao mundo contemporâneo e familiarizado com a alta tecnologia, a escola tem o importante papel não apenas de preparar o aluno para a atuação em sociedade, mas, também, de tornar a aprendizagem significativa e agradável para este. São tantos os atrativos externos à escola que esta missão acaba sendo cada dia mais difícil. Para Arruda (2001) apud Laburú (2006),

[...] para uma grande parte dos alunos estudar, freqüentar as aulas, fazer as lições constituem tarefas árduas, pior ainda, maçantes, e muitos só o fazem porque são obrigados, devido à pressão da família, da sociedade ou para obter um certificado, na tentativa de garantir um futuro profissional. Comportamentos observados de alienação e apatia são comuns dentro da sala de aula, isto quando não se é defrontado com casos extremos de rejeição direta, de desprezo para com o conhecimento escolar, em que o professor é, muitas vezes, considerado um inimigo, assim como a escola e o conhecimento não representam nenhum valor, traduzindo-se em desrespeito à ordem vigente, estando a motivação e o interesse nas emoções fortes fora da escola (ARRUDA 2001 apud LABURÚ, 2006, p.383).

Neste contexto está imersa a educação científica, que tem como objetivo apresentar a este aluno uma nova visão de mundo, com sua linguagem, seus

códigos e conteúdos altamente abstratos, o que pode se tornar um entrave à aprendizagem. No entanto, no ensino escolar ainda está arraigada uma concepção puramente tradicional, na qual o ensino de Ciências é colocado de modo desconexo da realidade do aluno, o que provoca ainda mais dificuldades para o professor. Não são estas práticas condizentes com as necessidades formativas dos estudantes da escola básica.

O ensino de Ciências, frente a um contexto como o citado anteriormente deve ser atrativo para o aluno não apenas para que o mesmo aprenda a linguagem e os conteúdos próprios da ciência, mas que promova aprendizagens que possam ser usadas conscientemente pelo aluno enquanto cidadão, no conhecimento do mundo natural, nas tomadas de decisão e nas interações com o outro, com o mundo e consigo mesmo (CHARLOT, 2000). Levando-se em consideração uma abordagem problematizadora e instigante, na qual o aluno possui papel central no desenvolvimento do próprio conhecimento, o uso das atividades práticas pode ser um auxílio na árdua missão de educar o cidadão de forma agradável e efetiva.

O desenvolvimento de habilidades que possibilitem a problematização, o trabalho com hipóteses, a investigação, a experimentação, o debate de ideias e o estabelecimento de relações (por exemplo, entre fatos e suas explicações) é parte fundamental da formação a ser oferecida pela escola básica. Essas aquisições devem estar inseridas em um contexto em que se desenvolvam algumas competências, tais como compreensão, interpretação e reflexão. A construção de habilidades e competências dessa ordem pode ser favorecida pelo envolvimento do aluno em atividades experimentais investigativas, nas quais ele pode participar de todas as fases, desde a formulação das questões iniciais até o estabelecimento das estratégias e a resolução dos problemas propostos. Além disso, esta abordagem pode fazer com que o aluno reflita sobre suas concepções, em um processo de (re)construção do conhecimento, desenvolvendo neste habilidades cognitivas mais elaboradas. Acreditamos que em um mundo no qual há grande rapidez das transformações, proporcionar aos alunos apenas a aprendizagem dos conceitos científicos é insuficiente. Ao contrário, pensamos que tais conceitos devem ser apropriadamente articulados no sentido de desenvolver habilidades que favoreçam a atuação consciente na sociedade. Assim, as atividades práticas podem ser utilizadas

para proporcionar habilidades de exposição oral e escrita, argumentação, leitura de textos, trabalho em grupos etc. Essas habilidades são essenciais no mundo atual.

É nesse contexto que o uso de atividades práticas como estratégia de ensino de Ciências tem sido apontado, tanto por professores quanto por alunos, como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades em se aprender e se ensinar Ciências de modo significativo e consistente (MORAES; MORAES, 2000). Há consenso entre pesquisadores e professores quanto à importância do uso das atividades práticas em contextos de ensino-aprendizagem. No entanto, esse aparente consenso deriva, sobretudo, de uma concepção empirista a respeito da Ciência e seus métodos (BASSOLI, 2014) e entra em choque com o fato de que, na realidade, há pouco ou nenhum ensino prático nas escolas. Além disso, as atividades práticas, quando utilizadas em sala de aula, não contam com objetivos claros e uma diversidade de abordagens metodológicas, servindo apenas para a demonstração da teoria (BASSOLI, 2014), o que acreditamos estar abaixo das possibilidades de uso das mesmas.

O uso de atividades práticas por parte do professor não depende apenas da sua boa vontade, mas também do seu preparo e das condições existentes na escola. Dependendo de sua condução as atividades práticas podem favorecer, entre os estudantes, modos de pensar, atitudes e até interconexões entre ciência, tecnologia, ambiente e sociedade (ANDRADE; MASSABNI, 2011). Visitas a museus e experimentos que mostrem as consequências do efeito estufa são exemplos de algumas atividades que podem contribuir para o estabelecimento destas interconexões.

A utilização destas atividades, mesmo frente aos obstáculos que porventura possam apresentar-se, pode ser um indicativo da importância dada pelo professor a elas, pois tais atividades desenvolvem nos estudantes conhecimentos que apenas as aulas teóricas não proporcionariam (ANDRADE; MASSABNI, 2011). Ao contrário, um professor que pouco valoriza tais atividades provavelmente está ancorado em uma visão tradicional de ensino, sem maiores reflexões sobre o uso de tais atividades em um contexto de ensino-aprendizagem de Ciências. Percebe-se assim, a necessidade de um esforço conjunto entre professor, escola, governo, currículo e sociedade para que o uso destas atividades sejam algo contínuo e permanente nas

escolas, já que as mesmas fazem parte das fontes de aquisição de conhecimentos que estão disponíveis aos alunos, não sendo possível ignorá-las.

Contudo, o entendimento sobre o que é atividade prática nem sempre está muito claro no campo do Ensino de Ciências. Tal termo é polissêmico, aparecendo em diversos trabalhos referindo-se a diversas abordagens, uma mais ampla do que a outra. Neste sentido, passa-se neste momento a uma revisão do termo, em uma tentativa de clarificação, para posterior enquadramento do presente trabalho.

6.1 DEFININDO O TERMO ATIVIDADE PRÁTICA

Muitos são os trabalhos oriundos das pesquisas em educação em Ciência nos quais o termo atividade prática aparece com concepções diversas, ou seja, o conceito de atividade prática não é consensual na literatura, sendo que várias denominações são usadas para tal: experimentos, atividades práticas, trabalho de laboratório, entre outros. Silva et al (2012) inclusive utilizam as denominações atividade prática e experimentos como sinônimos. Não obstante, o segundo termo se refere a apenas um dos tipos de atividades práticas que podem ser utilizados pelo professor, a experimentação (abordaremos essa questão mais adiante).

Rosito (2003) retoma as ideias de Hodson (1994) e define como atividade prática qualquer trabalho em que o aluno esteja ativo e não passivo. Assim, algumas destas atividades poderiam ser de análises gráficas, realização de experimentos, interpretação de dados, resolução de problemas, elaboração de modelos, pesquisas bibliográficas dentre outras. Portanto, o aluno necessita apenas estar ativo intelectualmente não sendo necessário, por exemplo, a aquisição de dados, mas apenas a interpretação dos mesmos.

Barreto Filho (2001) apud Andrade e Massabni (2011) assim define atividade prática

[...] modalidades de procedimento que objetivam conseguir informações, como nos casos da observação ambiental, observação laboratorial, da leitura, da escrita, do dialogar com colegas e professor, e ainda, desenvolvidas de forma que se complementem e possam contribuir com o aluno, no sentido de chegar a internalização do conhecimento formal (BARRETO FILHO, 2001 apud ANDRADE; MASSABNI 2011, p.839).

Dourado (2001) em uma tentativa de clarificação dos termos define Trabalho Prático (TP) como aquela atividade em que o aluno esteja ativamente envolvido. As atividades de pesquisa em biblioteca, de desenho de estratégias e as atividades de resolução de problemas de lápis e papel, segundo o autor, também podem ser consideradas como TP, visto que as mesmas requerem participação ativa do estudante. Assim, o autor considera como “prático” todo trabalho que envolva investigação ou resolução de problemas.

Verifica-se, portanto, que algumas das definições trazidas acima englobam fazeres muito diversos sob o mesmo rótulo, considerando-os todos como atividades práticas. Assim, qualquer tarefa em que se reconheça algum grau de envolvimento ativo por parte do aluno poderia ser classificada como atividade prática (participação em um debate, estudo de um texto, confecção de um cartaz temático, realização de um *experimento* etc.). Em outras palavras, essas definições não consideram a especificidade de cada uma das atividades possíveis de serem realizadas pelo aluno em aula (ANDRADE; MASSABNI, 2011). Além disso, tal enfoque mascara a profunda escassez de atividades práticas no ensino escolar de ciências naturais, já que permite afirmar que essas atividades estão presentes mesmo em cursos que não ofereçam aulas práticas (isto é, aulas que coloquem os alunos em contato direto com os fenômenos naturais a serem estudados - materiais, espécimes, amostras, estruturas, acontecimentos, processos, paisagens etc.).

A partir desse entendimento, adotamos para as discussões que serão realizadas na presente dissertação a definição de Andrade e Massabni (2011) que concebem atividade prática como aquela tarefa educativa que requer do estudante a experiência direta com o material presente fisicamente, com o fenômeno e/ou com dados brutos obtidos do mundo natural ou social, ou seja, o aluno deve ter contato direto com o objeto, seja por meio de uma demonstração pelo professor ou manipulando-o. O importante, segundo os autores, é que se apresente o objeto materialmente ao aluno de modo que ele seja capaz de agir sobre o mesmo ou elaborá-lo mentalmente a partir de observações, ou seja, a experiência física deve ocorrer para que o aluno tenha condições de abstrair do fenômeno estudado. Neste sentido, para que uma atividade prática seja desenvolvida, é essencial a presença material do objeto de estudo, independentemente da forma como o mesmo é

estudado. Correspondem a atividades práticas, por exemplo, a observação do céu noturno, a realização de um experimento de química ou de física, a visita a um jardim botânico, o cultivo de vegetais para fins de estudo, a observação das estruturas que compõem o organismo de uma planta, o contato com espécimes conservados em museus etc. Contudo, nas palavras dos próprios autores, entende-se que a atividade prática não deve se constituir apenas em atividade mecânica de medição, observação, descrição, entre outras, sem que se extraiam “lições” sobre o objeto estudado (ANDRADE; MASSABNI, 2011). Por outro lado, de acordo com essa mesma linha de abordagem, o experimento mental não seria classificado como atividade prática, uma vez que tem como base principal a imaginação ou a representação (de uma situação a ser discutida em relação a certos princípios científicos).

Consideramos que a concepção acima descrita (ANDRADE; MASSABNI, 2011) não apenas delimita melhor a característica fundamental das atividades de natureza prática, como também é mais coerente com as demandas de professores como os que participaram da presente pesquisa, os quais veem as atividades práticas como recursos para enfrentar o problema da falta de vínculo entre os conteúdos teóricos de suas disciplinas e as situações da realidade material.

Outra questão importante a ser discutida e receber considerações de ordem terminológica é aquela que diz respeito às diferenças entre as observações conduzidas por cientistas profissionais e aquelas passíveis de serem realizadas no âmbito do ensino fundamental e médio. As pesquisas em Educação em Ciências frequentemente se valem de subsídios oriundos dos debates em História e Filosofia da Ciência [exemplos conhecidos desse diálogo interdisciplinar são os trabalhos de Posner et al (1982) e Gil Pérez et al (1999)]. Assim, em muitas dessas pesquisas (e inclusive na nossa), processos relacionados ao ensino e processos ligados ao fazer científico são citados no âmbito de um mesmo conjunto de discussões; porém, em não sendo diretamente comparáveis os movimentos realizados pelas duas categorias de sujeitos da ação implicados (alunos e cientistas), é conveniente evitar confusões e distinguir, em nível terminológico, o fazer de cada um desses dois grupos.

Por conseguinte, reservaremos a expressão “atividade prática” para designar apenas atividades integrantes do ensino formal, que envolvam alunos e sejam coordenadas por professores. Trata-se de destacar, pois, a função didático-pedagógica de tais atividades, e também o fato de que as atividades práticas aparecem em um processo (referimo-nos aqui ao processo de ensino) que apresenta as seguintes peculiaridades, entre outras:

- (a) os conhecimentos de referência já existem de antemão, e muito frequentemente correspondem a conhecimentos que se encontram elaborados e sistematizados em alto grau, não podendo, assim, ser igualado a ideias em estado nascente; assim, numa comparação mais ou menos grosseira entre o papel da instituição escolar e o papel das instituições científicas, pode-se dizer que o aluno trabalha com aquilo que já se sabe, e o cientista, com aquilo que não se sabe;
- (b) o professor figura como detentor dos conhecimentos de referência e, em virtude de tal posição, auxilia o aluno a construir significados para os enunciados científicos que constituem objetos de estudo no âmbito do ensino escolar; nesse processo formativo do aluno são considerados, também, os conhecimentos de caráter observacional (eventualmente obtidos através de atividades práticas) e a compreensão sobre as relações entre o que é observável e aquilo que a ciência propõe como explicação para os aspectos observáveis do mundo; assim, o aluno, na especificidade da posição que ocupa, é auxiliado por um mentor que supostamente conhece grande parte das respostas que são buscadas, o que nem de longe se assemelha à situação à qual o cientista está submetido.

Em suma, o aluno não está fazendo ciência, e sim se apropriando de algo que já existe anteriormente à aprendizagem dele, com o auxílio de um “mentor” (o professor).

Caracterizadas as atividades práticas como atividades de natureza didático-pedagógica, não caberia utilizar a expressão “atividade prática” para denominar quaisquer componentes do trabalho voltado para a produção de conhecimentos

científicos, mesmo reconhecendo que esse trabalho, como qualquer outro, envolve “atividade”, e que parte dessa atividade é de ordem “prática”.

Conforme mencionado anteriormente, é frequente na literatura estabelecer uma igualdade entre atividades práticas e experimentação. Pensamos ser esta ideia equivocada uma vez que entendemos que as atividades práticas são mais abrangentes do que a observação de fenômenos em situações controladas, havendo outras atividades nas quais o aluno pode ter contato direto com o objeto de estudo como, por exemplo, a visita planejada a um jardim botânico ou a um observatório astronômico. A observação do céu noturno ou da fisionomia da vegetação em uma área de cerrado é uma atividade prática, mas não é um experimento. Não pretendemos, porém, com este argumento, diminuir a importância do papel da experimentação. A ideia é apenas identificar uma expressão que possa abranger todos os tipos de atividades em que o aluno tem contato direto com objeto de estudo, sejam elas experimentais ou não. Essa expressão é a expressão “atividade prática” que, segundo vimos acima, acolhe várias formas pelas quais o aluno poder obter um conhecimento autenticamente observacional, sem abrir mão das discussões sobre a relação entre a observação e a explicação teórica. Passamos então, neste momento, a dialogar sobre experimentação e o seu importante papel no ensino de Ciências.

6.2 O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

O ensino com atividades práticas, principalmente as experimentais, foi introduzido no Brasil nas escolas superiores, no século passado. Para Krasilchik (1987), as justificativas para o uso de tais atividades foram se modificando ao mesmo tempo em que os objetivos do ensino de Ciências também o foram, passando desde uma forma de ilustrar o conhecimento teórico aprendido até a vivência do processo de investigação científica. Embora estes motivos fossem se alterando, sempre houve a percepção da necessidade do aumento de atividades de laboratório como parte da solução dos problemas enfrentados no processo de ensino-aprendizagem das Ciências.

O ensino escolar que ainda impera no Brasil é aquele tradicional em que o aluno passivamente ouve e registra o que o professor, o detentor do conhecimento, fala. Neste sentido, a escola acaba por não cumprir o seu papel social de formar um cidadão mais atuante na sociedade, consciente de seus direitos e deveres, justamente porque não promove momentos de análise e discussões em sala de aula. O aluno, ao terminar o ciclo de estudos básicos, não compreende a importância do seu aprendizado escolar e acaba por não utilizar o conhecimento construído na sua vida cotidiana. Erra-se ao pensar que tais problemas decorrem exclusivamente do modo de agir do professor ou do aluno, já que currículo, gestão e políticas públicas são co-responsáveis por este quadro. Então cabe ao professor, no chão da sala de aula, procurar formas de reinventar sua prática, no sentido de deixá-la mais dinâmica e condizente com o público que hoje a frequenta a despeito dos problemas que a ele possam se apresentar.

Neste sentido, com o passar dos anos e frente ao marasmo e a baixa qualidade do ensino por meio dos métodos tradicionais, depositou-se nas atividades experimentais uma fé inabalável como sendo a principal condição para a melhora do processo de ensino aprendizagem em Ciências. Tal crença pode ser advinda da constatação de que as diversas disciplinas científicas foram evoluindo à medida que suas hipóteses puderam ser testadas (AXT, 1991). A forte presença da técnica e da experimentação na produção do conhecimento científico provavelmente marca, por um processo de transferência imediata, o ensino escolar das Ciências (RABONI, 2002). Kneller (1980) define experimento (na ciência) como uma situação criada intencionalmente pelo cientista, na qual um fenômeno [um processo] ocorre sob condições controladas, tendo em vista o seu estudo. Assim, através do experimento é possível ao cientista manipular o fenômeno.

Vários autores apontam os objetivos que se pretendem conseguir com o uso da experimentação em sala de aula e várias são as pesquisas nas quais professores colocam como objetivo central de tais experimentos o papel de motivação do aluno (OLIVEIRA, 2010). No entanto, por muitas vezes, os professores os utilizam intuitivamente, sem definição prévia dos objetivos a serem atingidos, sendo que os mesmos acabam por servir apenas para registro de dados. Mesmo no que se refere à motivação, como aponta Laború (2006), é papel do professor o de planejar

atividades experimentais que possam ser cativantes ao aluno e que, a partir delas, os mesmos possam se engajar no conteúdo a ser ensinado. O autor chama a atenção para o fato do caráter limitado da atividade prática enquanto motivadora, pois esta motivação não deve ser pontual, mas sim inserida em um processo no qual várias atividades possam manter o aluno desperto.

Laburú (2006) considera que um experimento cativante deve ser novo e lúdico, ou seja, deve despertar a curiosidade e provocar as sensações de prazer pelo desafio. Para que tal tarefa não acabe em simples entretenimento, as atividades devem explorar duas dimensões do interesse, exploração esta que deve ser realizada de forma conjugada:

- A do apelo de satisfação de baixo nível, que deve instigar ao recorrer ao bizarro, ao chocante, à magia (restrito ao superficial, observável);
- E o apelo de satisfação de alto nível que pretende instigar a motivação recorrendo à competência intelectual, a fim de controlar o ambiente experimental defrontado (abstração conceitual);

Tais ideias estão de acordo com Gonçalves e Marques (2006) que criticam a utilização de atividades práticas com a finalidade apenas de motivar os alunos. Em seu trabalho, no qual analisam a seção “Experimentação em Química” da revista Química Nova na Escola, os autores identificam, nos artigos publicados, uma ênfase em aspectos como produção de som, luminosidade e cores, ao invés de uma ênfase pela busca de compreensão dos fenômenos estudados. Em suas palavras, “é preciso transcender a intenção de fomentar a mera curiosidade ingênua em direção a uma curiosidade crítica”. Neste mesmo sentido, a experimentação no ensino de Ciências pode ser considerada um importante recurso no desenvolvimento de saberes conceituais, procedimentais e atitudinais (GALIAZZI et al, 2001).

Partindo deste princípio, Oliveira (2010), em uma tentativa de reunir elementos que pudessem fornecer um quadro mais esclarecedor sobre o tema, realizou a seleção de alguns trabalhos, analisando-os em seguida, com o intuito de auxiliar a prática pedagógica nas aulas de Ciências. Neste estudo, elencou com base em sua análise dos trabalhos selecionados, alguns objetivos para o uso das

atividades experimentais em sala de aula. Destacou que as atividades experimentais poderiam ser usadas para:

- Motivar e despertar a atenção do aluno;
- Desenvolver a capacidade de trabalho em grupo;
- Desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão;
- Estimular a criatividade;
- Aprimorar a capacidade de observação e registro de dados;
- Aprender a analisar dados e propor hipóteses para explicação dos fenômenos observados;
- Aprender conceitos científicos;
- Detectar e corrigir [rediscutir] erros conceituais [concepções alternativas] dos alunos;
- Compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação;
- Compreender a relação entre ciência, tecnologia e sociedade;
- Aprimorar habilidades manipulativas.

Muitos destes objetivos recebem críticas em alguns outros trabalhos. Citaremos como exemplo o objetivo de compreender a natureza e o papel do cientista em uma investigação. Segundo Borges (2002), e como já discutido anteriormente, a natureza do trabalho experimental na escola é diferente da natureza do trabalho experimental do cientista. No primeiro caso, a atividade experimental desenvolvida visa à construção de um conhecimento escolar a partir de um conhecimento já estabelecido ao passo que o cientista parte para a descoberta do novo. Portanto, a atividade experimental por si só não é capaz de desenvolver tal compreensão, mas a mesma deve ser inserida em um contexto no qual outras estratégias podem ser utilizadas para tal fim.

Cabe destacar ainda que os cientistas não trabalham apenas em situações de laboratório, mas escrevem projetos, elaboram conceitos e modelos, devem convencer os agentes financiadores, a opinião pública, trabalhar no sentido de obter a infraestrutura para a pesquisa etc. Sob esta ótica, cientistas e professores

trabalham segundo objetivos diferentes: o cientista visa o progresso da ciência, enquanto o professor visa o progresso dos estudantes. Portanto, as atividades experimentais na escola não são meras simplificações dos experimentos realizados em pesquisas científicas mas sim atividades que tem como intuito desenvolver determinadas habilidades e conhecimentos nos alunos. Em consequência desta diferença de objetivos passa ser importante o modo como o professor organiza o experimento, para que se possa realizar a devida transposição didática do conceito científico em benefício do desenvolvimento do estudante. Acreditamos que caso uma gama de estratégias seja utilizada, como debates, manipulação, elaboração de hipóteses, previsões, etc., a atividade desenvolvida pode fornecer noções ao estudante acerca da atividade científica.

Aprender conceitos científicos por meio das atividades práticas é também um objetivo bastante criticado na literatura científica. Pedro, Bastos e Labarce (2013), por exemplo, argumentam que há diferenças entre os conceitos científicos quanto à sua maior ou menor proximidade em relação à superfície ou aparência dos fenômenos. Assim, a observação de fenômenos poderia ser importante para aprendizagem de conceitos tais como “célula”, mas tende a ser insuficiente para o aluno chegar a conceitos relacionados ao átomo, rearranjo de átomos etc. Isto é, dependendo do conteúdo a ser ensinado não há como o processo de aprendizagem basear-se fortemente em indução a partir dos fatos. Além disso, devemos lembrar que o aluno encontra-se em um estágio diferente do cientista e pode ter maior dificuldade em relacionar a atividade prática com conceitos científicos.

Note-se que vários outros trabalhos abordam esse tema dos objetivos didáticos das atividades práticas empregadas pelos professores no ensino de Ciências (MORDEGLIA; MENGASCINI, 2014; SILVA et al, 2012; GALIAZZI et al, 2001), tendo obtido resultados semelhantes aos da análise feita por Borges (2002).

Assim, o papel da experimentação nas aulas de Ciências está voltado para o desenvolvimento de diversas habilidades nos estudantes, sejam estas habilidades mais complexas ou não. Consideramos habilidades complexas aquelas que são desenvolvidas não apenas pela observação superficial do fenômeno, mas sim as que procuram associar tais observações ao correspondente modelo explicativo, de forma a proporcionar níveis altos de abstração aos estudantes.

Para Miranda et al (2013), a experimentação pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas como a capacidade de argumentação. De fato, a capacidade argumentação é uma das habilidades mais importantes para a formação do estudante enquanto cidadão e trabalhador, sendo que a capacidade de argumentar mobiliza diversos saberes no indivíduo, tornando-o competente para usar o conhecimento científico no seu cotidiano. Sob esta ótica, as atividades experimentais, e as atividades práticas em geral, podem ser utilizadas, por exemplo, para gerar e ampliar discussões de cunho ambiental, social e ético, proporcionando o desenvolvimento de diversas habilidades nos estudantes. Ao se propor uma experiência de produção do carvão vegetal, por exemplo, o professor pode trazer diversas opiniões sobre a problemática do uso de crianças nas carvoarias, os impactos ambientais de tal atividade econômica e as doenças que podem ser causadas pela respiração dos gases resultantes da combustão. Tal estratégia pode desenvolver situações de discussão e argumentação em sala de aula, o que está mais condizente com a formação cidadã que se espera da escola.

Porém, para que as atividades experimentais possam ser usadas na sua potencialidade, é necessário que o professor tenha conhecimento do seu papel frente à proposição de tais atividades, uma vez que é ele que será o mediador do conhecimento proporcionado ao aluno.

6.3 O PROFESSOR E AS CONDIÇÕES PARA O TRABALHO EXPERIMENTAL

Ao escolher um objetivo didático, o professor passa então a escolher qual a melhor estratégia para que tal objetivo seja alcançado. Essas estratégias podem ser pesquisas, debates, análise de vídeos, resolução de problemas e atividades experimentais, entre outras. Porém o professor, ao escolher qual a estratégia melhor atende ao objetivo que tem em mente, não o faz livre de seus valores, crenças e conhecimentos adquiridos durante o exercício da sua profissão (ANDRADE; MASSABNI, 2011), sendo a escolha um reflexo de todos esses condicionantes.

Acreditamos que o contexto e as condições materiais encontrados na escola também contribuem para a escolha das estratégias de trabalho utilizadas pelo professor a fim de alcançar seus objetivos didáticos. Assim, alguns fatores podem

contribuir para a escolha ou não, por parte do professor, da utilização de atividades experimentais em sua prática pedagógica. Falta de equipamentos e recursos, indisponibilidade de horário para preparação do aparato a ser usado, falta de verbas e local apropriado, dentre outras, podem interferir na escolha da melhor maneira para programação e realização de tais atividades. Mordeglia, Cordero e Dumrauf (2006) apud Mordeglia e Mengacini (2014), classificam da seguinte forma as origens para as limitações do uso deste tipo de atividade:

- De origem institucional, tais como falta de laboratório e dificuldades organizativas;
- De origem pessoal por parte dos professores, tais como em sua formação conceitual e teórica, ou não ser da área específica do conhecimento em qual leciona;
- De origem curricular, como, por exemplo, a grande quantidade de conteúdos a serem ensinados;
- De origem contextual, tal como a desvalorização da escola e do olhar sobre a ciência por ela transmitida.

Verifica-se que as razões para o não uso das atividades experimentais em sala de aula são de diversas naturezas, não podendo o professor se eximir, neste contexto, da busca de formação para melhorar sua prática. Muitas das falas dos professores atribuem o não uso de atividades práticas por fatores externos a ele, tais como a falta de laboratório e material adequado (MORDEGLIA; MENGACINI, 2014; SANTOS; PIASSI; FERREIRA, 2004), desconsiderando que as atividades experimentais escolares não necessariamente necessitam deste espaço e de materiais sofisticados para que se possa atingir o objetivo de formação do conhecimento científico, podendo ser utilizados para este fim materiais de baixo custo com atividades mesmo em sala de aula (SANTOS; PIASSI; FERREIRA, 2004; SALVADEGO, 2007). Nesta ótica pode-se, por exemplo, nas atividades experimentais que objetivam o estudo dos indicadores ácido-base, substituir os indicadores alaranjado de metila ou fenolftaleína por extrato de repolho roxo, realizando-se assim a transposição didática do conteúdo a ser ensinado. Portanto,

[...] podemos constatar que a ideia que se tem de um “verdadeiro” experimento no ensino de Ciências é a daquele realizado em um laboratório específico, com uso de instrumentos como *becker* e pipeta, líquidos coloridos e fumaças exóticas. Para uma parcela considerável de professores há a crença de que, para ser considerado um experimento de Ciências, uma atividade escolar deve reproduzir ou se aproximar das práticas de laboratório vendidas pela mídia. Por isso, necessita de materiais próprios ou sofisticados. O uso de um jaleco e de microscópico garantiria o *status* de experimentação (SILVA et al 2012, p.138).

Além destes obstáculos, e em um contexto no qual a atividade experimental possui uma gama de objetivos, o papel do professor torna-se fundamental não apenas no sentido de propor a atividade, mas a maneira como tal será mediada em sala de aula.

As atividades experimentais podem ser abordadas de três maneiras pelo professor em acordo com suas perspectivas, seus objetivos e as ferramentas que possui, segundo Oliveira (2010), conforme segue abaixo.

6.3.1 Atividade demonstrativa

Atividades demonstrativas são aquelas em que o professor executa o experimento e o aluno observa o fenômeno, não chegando a manipular materiais (OLIVEIRA, 2010). Para Bassoli (2014) as demonstrações práticas são atividades realizadas pelo professor, às quais o aluno assiste sem poder intervir, mas que possibilitam a este maior contato com fenômenos já conhecidos, mesmo que ele não tenha se dado conta deles. Krasilchik (1996) afirma que este tipo de atividade prática pode ser utilizada pelo professor quando este deseja economizar tempo ou não possui materiais para toda a turma, servindo para que o docente garanta que todos vejam o mesmo fenômeno simultaneamente.

Para Rosito (2008), um experimento demonstrativo propõe atividades práticas para demonstração de verdades estabelecidas. Tal ideia se contrapõe a de Oliveira (2010), para quem tal abordagem pode converter-se em algo que vai além da simples demonstração. Para tanto, este tipo de abordagem requer uma reflexão prévia do professor, principalmente no que se refere aos questionamentos que devem ser realizados durante o desenvolvimento, de maneira que o aluno não fique em passividade intelectual. Ao professor cabe também o preparo, a montagem, as

indicações daquilo que deve ser observado. Esta abordagem geralmente é escolhida quando não existem na escola recursos para a montagem dos grupos ou quando o tempo é demasiado escasso.

Oliveira (2010), ainda sugere alguns passos que devem ser seguidos para que os resultados desta abordagem sejam potencializados:

- a) Levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes e previsões sobre os fenômenos a serem observados antes do início da demonstração;
- b) Chamar a atenção para aquilo que deve ser observado durante a execução do experimento e solicitar que os alunos registrem suas observações;
- c) Ao final do experimento, chamar novamente a atenção dos alunos sobre as explicações dos fenômenos observados, com posterior sistematização através da consideração dos modelos científicos pertinentes, comparando tais explicações com àquelas apresentadas previamente pelos alunos;
- d) Utilizar questionários para serem respondidos em grupos sobre a atividade realizada, de modo que os alunos possam novamente discutir sobre os fenômenos observados e os conteúdos científicos abordados.

Verifica-se, portanto, a gama de possibilidades para a utilização de experimentos demonstrativos. Uma dessas possibilidades é a de levantar e questionar as concepções alternativas dos alunos. Muitos dos estudantes acreditam, por exemplo, que a massa dos produtos resultantes de uma transformação química na qual são formadas substâncias gasosas, é menor do que a massa do sistema inicial, pois os gases “são mais leves”. A atividade experimental em sistema fechado pode alterar tal concepção, uma vez que a massa se conserva durante a referida transformação.

Durante a execução deste experimento o professor pode chamar a atenção para a ocorrência de fenômenos (aparecimento de “bolhas” e espuma, enrijecimento da garrafa PET que serviu como recipiente etc.) indicativos da formação dos gases.

Pode também solicitar que os estudantes registrem a massa do sistema no seu estado inicial e no seu estado final (considerando situações de sistema aberto e fechado). Com isso o aluno pode perceber que a massa realmente se conserva em uma transformação química e que apenas em sistema aberto não é possível a aferição, uma vez que substâncias gasosas são perdidas para o meio. A utilização do modelo atômico de Dalton para explicar tal fenômeno pode ser um facilitador do entendimento uma vez que o aluno pode estabelecer relações entre os fatos e os modelos explicativos.

Ao final da atividade o professor pode utilizar um questionário, com questões previamente pensadas e relacionadas ao objetivo de tal atividade. O mesmo pode ser utilizado para comparar os dados registrados com as concepções que o aluno possuía antes da atividade experimental.

Acreditamos ainda ser possível no desenvolvimento de tal abordagem o incentivo por parte do professor para que os alunos possam promover questionamentos, diálogos, reflexões e mesmo considerações de caráter conceitual durante a própria realização do experimento demonstrativo. Assim, ao se testar a solubilidade de diversos materiais em água, álcool e óleo, por exemplo, é possível questionar os alunos durante a demonstração sobre as previsões dos mesmos a respeito da solubilidade ou não destes materiais, e o porquê de pensarem dessa forma (suas hipóteses e teorias acerca dos processos de solubilização).

Portanto, esta é uma estratégia que pode se tornar apropriada para o uso de atividades experimentais, desde que o professor possa refletir previamente sobre a condução da mesma, em acordo com o objetivo a ser atingido.

6.3.2 Atividade de verificação

Atividades de verificação são aquelas empregadas com a finalidade de se verificar ou confirmar alguma lei ou teoria. Os resultados de tais experimentos são facilmente previsíveis e as explicações para os fenômenos geralmente conhecidas pelos alunos (OLIVEIRA, 2011). Tal estratégia recebe críticas de alguns autores (MORDEGLIA; MENGACINI, 2014; SERÉ, 2002) devido ao fato de os professores a utilizarem com o objetivo apenas de demonstrar que a teoria trabalhada previamente

por meio de aula expositiva é verdadeira. Para que essas atividades não fiquem apenas em um nível observacional e superficial de análise do fenômeno, Oliveira (2011) propõe alguns passos para o desenvolvimento desse tipo de atividade.

- a) O aluno deve relacionar teoria e fatos observados por meio de relatório, seja oral ou escrito;
- b) Sugerir variações dentro do experimento de forma que os alunos possam elaborar previsões e levantar hipóteses sobre as conseqüências e suas explicações devido às alterações;
- c) Testar o experimento com as alterações e verificar se as previsões e hipóteses levantadas pelos alunos estavam ou não coerentes;
- d) Comparar os dados obtidos pelos grupos, discutindo possíveis divergências.

Bassoli (2014) refere-se a este tipo de atividade prática como experimentos ilustrativos. Para a autora, estas atividades podem ser realizadas em grupo, favorecendo a interatividade intelectual. A ocorrência dessa interatividade dependerá de estímulos do professor, por exemplo, por meio de indagações. Porém, tal atividade depende muito do engajamento do aluno em interagir com o objeto de estudo.

Neste sentido, entendemos que tal estratégia pode ser profícua caso a mesma seja problematizada adequadamente. A proposição de questionamentos que levem o aluno a pensar, a criticar e argumentar sobre o conteúdo trabalhado pode potencializar a mesma no sentido de não ficar meramente em confirmação de leis ou teorias, mas servir de subsídios, por exemplo, para a introdução de novos conteúdos relacionados.

Ao se trabalhar o conteúdo sobre fermentação, com posterior realização do experimento para comprovação da teoria trabalhada em sala de aula, pode-se utilizar fermento químico colocando-se solução de sacarose em um frasco e acoplado-se à sua boca uma bexiga. Os alunos terão condições de prever que o balão irá inflar pela produção de gás carbônico (dióxido de carbono - CO_2), visto que isto já foi trabalhado previamente. Entretanto, é possível substituir o fermento químico pelo biológico em outro experimento de forma que o aluno possa

realizar previsões e levantar hipóteses quanto a este segundo. Provavelmente o estudante ficará instigado quanto a não visualização rápida do balão inflado, dando oportunidade para que estes comparem os resultados obtidos nos dois experimentos. Tal estratégia pode ser, portanto, muito mais do que uma simples verificação da teoria, podendo contribuir sobremaneira para que o aluno adquira outras habilidades que sejam mais condizentes com uma postura construtivista.

Acreditamos que a aprendizagem de conteúdos complexos (tais como os conteúdos das disciplinas escolares de Ciências Naturais) é construída e se expressa conforme o aluno vai desenvolvendo a capacidade de transitar bidirecionalmente entre o geral e o particular. Assim, em nossa opinião, independentemente de a atividade prática ser realizada antes ou depois da explicação da teoria, ou concomitantemente a essa explicação, o essencial é que sejam dadas aos alunos condições para que eles estabeleçam relações entre as afirmações gerais (e, portanto, abstratas) que compõem o conhecimento científico e uma variedade de casos particulares a que essas afirmações se aplicam (fatos observados em atividades práticas, presentes no cotidiano, conhecidos através do contato com a mídia etc.).

6.3.3 Atividade investigativa

Tal abordagem está ancorada nos pressupostos construtivistas, os quais colocam o aluno no centro do processo de ensino-aprendizagem, cabendo ao professor o papel do mediador do conhecimento. Tal mediação deve começar com a proposição de uma atividade que seja instigadora e desafiadora para os alunos, além do auxílio na busca de explicações causais, na busca de melhores estratégias para que o problema possa ser resolvido, questionando incessantemente os alunos com respeito às concepções dos mesmos e os caminhos por eles seguidos. A vantagem desta abordagem é o maior grau de liberdade que o aluno tem no desenvolvimento de todas as etapas da investigação (levantamento e confirmação de hipóteses, construção de estratégias de verificação) (CARVALHO, 2013).

A abordagem investigativa tem se revelado como alternativa no desenvolvimento de aspectos fundamentais para a educação científica. Esta

abordagem estimula ao máximo a interatividade intelectual, social e manipulativa, contribuindo sobremaneira para a construção de diversas habilidades por parte do estudante, tais como levantar hipóteses, realizar inferências, observar, propor explicações, realizar testes experimentais e discutir seus resultados. Verifica-se que tal abordagem pode ajudar a desenvolver habilidades mais complexas no estudante.

Exemplificamos agora uma atividade experimental investigativa. Pode-se fornecer a um grupo de alunos um pequeno pote contendo uma mistura de substâncias (por exemplo, sal, areia e água) e solicitar que estes alunos entreguem ao professor tais substâncias separadamente. Os alunos deverão, de início, levantar algumas hipóteses de processos que os mesmos utilizariam para separar tais componentes. Posteriormente podem testar as hipóteses previamente levantadas. Dependendo do tipo de mistura e do grau de dificuldade, os erros que porventura possam aparecer deverão ser discutidos dentro do grupo e, assim, a reconstrução do experimento. Nota-se que tal estratégia pode ser útil também para o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes acerca do assunto, uma vez que suas hipóteses estarão ancoradas nos conhecimentos que os mesmos trazem.

Uma síntese das caracterizações sobre as atividades experimentais, realizada por Oliveira (2011), é apresentada no quadro 5.

**Quadro 5: Síntese das características de uma atividade experimental
(OLIVEIRA, 2011)**

| | Tipos de abordagem atividades experimentais | | |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | DEMONSTRAÇÃO | VERIFICAÇÃO | INVESTIGAÇÃO |
| Papel do professor | Executar o experimento; fornecer as explicações para os fenômenos | Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros | Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos |
| Papel do aluno | Observar o experimento; em alguns casos, sugerir explicações | Executar o experimento; explicar os fenômenos observados | Pesquisar, planejar e executar a atividade; discutir explicações |
| Roteiro de atividade experimental | Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor | Fechado e estruturado | Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado |
| Posição ocupada na aula | Central, para ilustração; ou após a abordagem expositiva | Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva | A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo |
| Algumas vantagens | Demandam pouco tempo; podem ser integrada à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática | Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos | Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o "erro" é mais aceito e contribui para o aprendizado |
| Algumas desvantagens | A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos | Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos | Requer maior tempo para sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais |

Neste sentido, estamos de acordo com Santos, Piassi e Ferreira (2004) para quem as atividades práticas, como recursos educacionais, devem ser desenvolvidas levando-se em consideração os objetivos da educação científica, os processos de aprendizagem e a formação de conceitos, o papel social e cultural das Ciências e as habilidades a serem desenvolvidas. Porém, as pesquisas indicam que os professores pouco se preocupam com estas questões, talvez pela má qualidade da sua *formação intermediária* que não contemplou tais aspectos, o que deve ser realizado nas discussões conduzidas durante a formação continuada.

Atividades práticas e aulas teóricas são estratégias didáticas com características distintas, as quais deveriam operar em conjunto para explorar diferentes aspectos do conteúdo. Em geral, as atividades práticas fornecem

conhecimentos sobre fatos, fenômenos, suas variações etc., enquanto que as aulas teóricas se incumbem de explicar tais observações por meio da compreensão de leis, princípios, teorias e modelos, aprendizagens estas mais abstratas. Não obstante, o ideal é que haja forte articulação entre esses dois âmbitos, com o diálogo entre fatos e teoria ocorrendo de forma bidirecional e tanto nos momentos de observação de fenômenos quanto nos momentos de apresentação de teoria. Conseqüentemente, é importante que o professor possa realizar a articulação entre os resultados observáveis das atividades práticas em consonância com os modelos, leis, teorias e princípios estudados nas aulas teóricas. Nesse sentido, para que todas as possibilidades sejam devidamente utilizadas pelos professores em sua prática pedagógica, é necessário que os mesmos possam passar por processos formativos que proporcionem discussões sobre as atividades práticas e as articulações dos fenômenos observados com os modelos científicos.

As discussões que antecederam mostram o papel do professor na qualidade de mediador do processo educacional. Tal mediação deve levar em consideração os fatos observados nas atividades práticas e os modelos explicativos para os mesmos. Enquanto as atividades práticas proporcionam o observável, os modelos científicos descrevem o não observável. Para que tal mediação seja potencializada é necessário que o docente possua formação adequada para este fim. Portanto, passamos agora a dialogar sobre a formação docente e os saberes necessários para que o professor possa atuar de forma mais condizente com os objetivos que propõe.

7 OS MODELOS E A ABSTRAÇÃO

A construção de conhecimentos pelo aluno, segundo uma visão científica acerca dos fenômenos naturais, requer que ele articule várias formas de representação. Para efeito desta dissertação, utilizaremos a classificação realizada por Gibin e Ferreira (2010), para quem o conhecimento das ciências envolve três níveis diferentes de representação: submicroscópico, macroscópico e simbólico. Tendo em vista as especificidades dos estudos em biologia e outras áreas, julgamos interessante acrescentar também, entre os níveis submicroscópico e macroscópico, o nível microscópico. A representação *submicroscópica* é aquela que utiliza entidades elementares e seus comportamentos para a explicação dos fenômenos por meio dos modelos, uma vez que as entidades e processos (hipotéticos) que os cientistas propõem estar atuando neste nível não estão sujeitos à observação direta, enquanto o nível *microscópico* é parcialmente acessível com o uso de determinados equipamentos (os microscópios), e também requer formas de representação (por exemplo, as representações de células e tecidos). Já o nível de representação macroscópico engloba os fenômenos que são observáveis (GIBIN; FERREIRA, 2010). Segundo estes mesmos autores, o nível *simbólico* refere-se à linguagem empregada pela Ciência.

Para que haja um entendimento adequado do conteúdo científico, é necessário que o estudante possa transitar livremente pelos diferentes níveis representacionais. O aluno que consegue trilhar facilmente pelos níveis de representação apresentados demonstra ter desenvolvido um conhecimento científico sólido, visto que consegue observar o objeto ou fenômeno macro ou microscópico, interpretá-lo a luz da representação submicroscópica e representar tal relação simbolicamente (GIBIN; FERREIRA, 2010). Porém, para que o aluno consiga realizar tal tarefa é necessário que antes o professor proponha estratégias para este fim, além de ele mesmo, o professor, ter pleno domínio desta transição.

As dificuldades com relação ao ensino das Ciências geralmente passam pelo seu aspecto abstrato e exigem que o aluno opere mentalmente em um nível formal para que possa entender os conceitos que são apresentados (EICHLER, 2001), pois cada ciência em particular possui um código intrínseco, uma lógica interna, métodos próprios de investigação, que se expressam nas teorias e modelos construídos para

interpretar os fenômenos que se propõe a explicar (BRASIL, 2002). Neste sentido, muitas destas dificuldades se devem ao fato de as Ciências trabalharem com modelos explicativos, os quais são abstrações hipotéticas, representativas, por exemplo, de um nível submicroscópico (átomos, rearranjos de átomos etc.), ou de macroestruturas e processos não observáveis (formação das estrelas e das galáxias, fluxo de matéria e energia no ecossistema, evolução dos seres vivos etc.). O uso dos modelos em Ciência se deve à busca de novos conhecimentos sobre fenômenos e eventos, os quais o ser humano não é capaz de explicar somente pela experiência primeira, mas deve recorrer ao conhecimento acumulado e a reflexão, visto que muitas delas estão além da capacidade de observação direta do ser humano.

Se partirmos para o significado semântico da palavra modelo, encontraremos significados diversos, porém tais significados denotam muitas vezes algo a ser seguido. Como exemplo, podemos citar a definição do Dicionário *On Line* da Língua Portuguesa para qual modelo é “aquilo que serve de objeto de imitação; pessoa ou qualquer objeto na reprodução do qual trabalham artistas; próprio para ser imitado”. Outra definição para este verbete vincula a palavra modelo ao significado que a mesma tem nas Ciências. Segundo Eichler (2001) modelo designaria “um conjunto de hipóteses sobre a estrutura ou o comportamento de um sistema, ou seja, modelo é alguma coisa que promoveria a união entre teoria científica e as propriedades inferidas de um sistema”.

Porém na pesquisa acadêmica o termo modelo é polissêmico sendo que o significado vem sendo discutido em vários campos, tais como filosofia da ciência, psicologia cognitiva e educação. Segundo Gilbert (2000) apud Sangiogo (2010) o significado mais aceito para o termo modelo é que este seria a representação de uma ideia, objeto, evento, processo ou sistema, criado com um objetivo específico. Assim, Sangiogo (2010) afirma que quando se fala em modelos, se torna importante entender que todo modelo (ou representação) é derivado de processos cognitivos humanos que estão em constante reelaboração (através dos modelos mentais). Na busca de entendimento sobre a natureza, o ser humano constrói modelos mentais que representam aspectos relacionados tanto ao mundo físico quanto o social. Com relação ao modelo mental, Borges (1999) o define como aquilo que existe na mente

de alguém, pois “o ato de pensar envolve a criação e a internalização de modelos simplificados da realidade”. Portanto, sendo o modelo mental uma criação individual, podemos crer que os modelos criados a partir do conhecimento de senso comum se tornam verdadeiros obstáculos frente à aprendizagem do conhecimento científico, na medida em que não podem ser acessados diretamente, mas apenas nos gestos, falas e representações pictóricas (SANGIOGO 2010).

Kneller (1980) também faz referência à utilização dos modelos nas Ciências ao discorrer sobre a estrutura do conhecimento científico. Para ele, o conhecimento científico se expressa em enunciados e conjuntos de enunciados de quatro espécies principais: relatos de observações, esquemas de classificação, leis e generalizações, e teorias. Tais enunciados têm por finalidade procurar e registrar determinados fatos, mas também descobrir regularidades entre eles, e explicar essas regularidades. Sob essa ótica, a atividade científica busca descobrir uma ordem na natureza, pois muitos dos fenômenos observados e estudados têm características comuns. Ainda, os mais importantes construtos da Ciência são as suas teorias, pois são elas que explicam uma lei ao propor um mecanismo que responde pela regularidade nela descrita (KNELLER, 1980).

Sendo assim, a teoria serve para organizar e explicar certo número de leis conhecidas, além de produzir novas generalizações passíveis de serem testadas, sendo que os modelos fazem parte destas teorias. Já para Sayão (2001) todas as teorias e modelos científicos são aproximações da verdadeira natureza das coisas; o erro envolvido nesta aproximação é suficientemente pequeno para tornar significativa tal aproximação.

Kneller (1980) ainda classifica aquilo a que se dá o nome de “modelos” em três categorias:

Um modelo representacional é uma representação física tridimensional de algo, como um modelo de museu do sistema solar, um modelo de engenharia de uma represa ou de um avião, ou um modelo de bolas coloridas da estrutura da matéria [KNELLER 1980, p. 139].

Modelo teórico é um conjunto de pressupostos sobre um objeto ou sistema (um sistema, ao contrário de uma partícula, é um objeto com partes componentes). São exemplos o modelo de bola de bilhar (partícula esférica) de um gás (proposto originalmente pelo físico escocês John James Waterston, um exímio jogador de bilhar), o modelo corpuscular da luz (segundo a qual a luz consiste em partículas em movimento) e o modelo helicoidal da molécula de DNA de Watson-Crick. Um modelo teórico pode

expressar-se na forma de equações matemáticas, mas deve ser distinguido de quaisquer diagramas, desenhos ou construções Físicas usadas para ilustrá-lo. Assim, o modelo teórico de Watson-Crick é distinto dos modelos representacionais que os dois cientistas construíram no decurso da realização do primeiro. Um modelo teórico atribui ao objeto que descreve uma estrutura ou mecanismo interno que é responsável por certas propriedades desse objeto ou sistema. Por exemplo, o modelo corpuscular da luz atribui uma estrutura particulada à luz a fim de explicar propriedades tais como a reflexão e a refração da luz. As propriedades explicadas pelo modelo podem ser macroscópicas, como no caso do modelo do gás, ou microscópicas [submicroscópicas], como no caso do modelo atômico de Bohr. O mecanismo ou estrutura que o modelo propõe também pode ser microscópico [submicroscópico], como nos modelos atômicos ou do gás, ou macroscópicos, como nos modelos astronômicos da origem do universo. Os modelos teóricos são o tipo mais importante de modelo usado em Ciência [KNELLER 1980, p. 139-140].

Um modelo imaginário é um conjunto de pressupostos apresentados, não como descrição plausível de um objeto ou sistema, mas como uma descrição de como tais objetos seriam quando obedecidas certas condições. Por exemplo, Henri Poincaré postulou um mundo imaginário governado pelos axiomas da geometria não-euclidiana de Lobachevsky e descreveu como ele se apresentaria a um habitante. O modelo mecânico do campo eletromagnético de Maxwell é imaginário nesse sentido. Em vez de afirmar que o campo eletromagnético é governado, de fato, pelas leis da mecânica newtoniana, Maxwell descreveu como ele seria se fosse por elas regido (KNELLER 1980, p. 140).

Sayão (2001) aponta alguns aspectos da natureza dos modelos, quais sejam:

- a) São representações simplificadas e inteligíveis do mundo uma vez que permitem vislumbrar características essenciais de um domínio ou campo de estudo;
- b) Um modelo assume a característica ambígua de ser igual e desigual à realidade a que ele modela visto que ele possui a sua própria forma e estrutura, independentemente do original ao qual representa;
- c) Um modelo serve a muitos propósitos, mas serve fundamentalmente para comunicar alguma coisa sobre o objeto da modelagem de forma a gerar um entendimento mais completo sobre a realidade;
- d) Os modelos são aproximações altamente subjetivas, no sentido de não incluírem todas as observações e mensurações e medições associadas, mas, como tais, são valiosas por ocultarem detalhes secundários e permitirem o aparecimento dos aspectos fundamentais da realidade.

Neste sentido, nota-se o caráter estritamente abstrato dos modelos produzidos pela Ciência, modelos estes que podem ser entraves ao entendimento e a construção do conhecimento científico por parte dos estudantes. Para Sangiogo e Zanon (2009) o entendimento de situações reais da vida cotidiana requer formas outras de conhecimento, mediante o uso de determinados signos cuja designação requer altos graus de abstração. Neste sentido, Bachelard (2005) pergunta: já que o concreto é corretamente analisado pelo abstrato, por que não aceitaríamos considerar a abstração como procedimento normal e fecundo do espírito científico? O autor acredita, neste sentido, que a abstração desobstrui o espírito, que ela o torna mais leve e dinâmico.

Para o autor, a formação do espírito científico passaria necessariamente por três estados, em que o terceiro e último estado seria o abstrato no qual “o espírito adota informações voluntariamente subtraídas à intuição do espaço real, voluntariamente desligadas da experiência imediata e até em polêmica declarada com a realidade primeira, sempre impura, sempre informe”. Assim, ao abstrair algo, o sujeito coloca mentalmente à parte uma característica de determinado objeto, com o fim de considerar estas características em separado, desligando-se parcialmente, neste processo, das experiências ingênuas e realidades materiais. Para ele, as dificuldades de abstração a partir dos fenômenos concretos travam o pensamento científico. Neste sentido,

[...] a abstração constitui uma ferramenta poderosa no exercício eterno de aquisição do conhecimento, uma vez que, para se compreender uma imensa variedade de formas, estruturas, comportamento e fenômenos residentes no nosso universo é necessário selecionar aqueles de maior relevância para o problema objeto de investigação e elaborar para eles descrições adequadas (SAYÃO 2001, p.82).

Pode-se dizer, então, que os modelos teóricos são importantes abstrações referentes a dimensões não observáveis da realidade, construídos pela humanidade a fim de explicar e representar uma realidade com o intuito de torná-la descritível e inteligível. Já que o mundo não se apresenta transparente para o homem, este se apresenta como um permanente desafio a sua descrição, o que exige o aparecimento dos modelos (SAYÃO, 2001).

Nesta dissertação consideramos modelos como abstrações da mente humana, com a finalidade de explicar a realidade. Estas abstrações são aproximações realizadas pelo homem na tentativa de explicar aquilo que não pode ser observado diretamente, seja pelos sentidos ou pela utilização de sofisticados aparelhos. Além disso, os modelos possuem características que podem explicar tanto propriedades macroscópicas quanto microscópicas de um sistema. Porém entendemos que a existência de determinado modelo está diretamente relacionada ao contexto no qual o mesmo foi proposto, já que o desenvolvimento conceitual ou tecnológico e novas descobertas podem tornar determinado modelo obsoleto ou, ainda, portador de lacunas que impossibilitam a explicação de determinado fenômeno e, assim, sua aplicação. Portanto os mesmos podem futuramente ser reformulados ou substituídos.

7.1 MODELOS, ABSTRAÇÃO E O ENSINO DE CIÊNCIAS: O PAPEL DO PROFESSOR E DA SUA FORMAÇÃO

É inegável que os modelos exercem papel fundamental na construção do conhecimento científico sendo possível pensar estratégias metodológicas para que os alunos trabalhem com modelos em aula, inclusive no sentido de se envolverem em processos de modelagem ou elaboração de modelos. Neste sentido, o conhecimento dos processos de construção dos modelos, seus significados conceituais e das linguagens que os mesmos carregam são de extrema importância para a formação do conhecimento científico. Assim, é importante para o professor de Ciências não apenas o ensino de tais pressupostos, mas acima de tudo conhecê-los, pois

Se os modelos são tão importantes na construção e compreensão do conhecimento científico devem ser igualmente importante no processo de ensino e aprendizagem das Ciências, para o qual seria necessário professores com conhecimento da construção dos modelos em ciência e da modelagem dos processos (JUSTI et al 2011, p.414).

As várias mudanças curriculares e as perspectivas que as mesmas trazem acerca do processo ensino/aprendizagem afetam diretamente as estratégias de

formação docente. Atualmente, os currículos manifestam preferência por uma perspectiva construtivista, em contraponto a um processo de ensino por transmissão de outrora (JUSTI et al, 2011). Porém tais mudanças geraram expectativas e dilemas nos professores (ROSA et al, 2001) que têm mostrado capacidade de filtrar tais mudanças e não incorporá-las à sua prática, podendo isto ser um dos fatores para os resultados da aprendizagem abaixo do esperado no contexto da escola (MARX et al 1998 apud JUSTI et al, 2011). Uma das possibilidades que acreditamos ser responsável pela não incorporação dessas mudanças pelos professores é o precário conhecimento dos docentes sobre aspectos didático-metodológicos relacionados a concepções mais recentes acerca da educação em ciências, devido a lacunas deixadas pela sua formação intermediária. Neste sentido, entendemos que a formação intermediária e seu prosseguimento não foram suficientes para desconstruir concepções de ensino arraigadas nos professores provenientes de modelos por ele vivenciados em sua formação inicial. Por outro lado, também a sobrecarga de trabalho e a falta de autonomia profissional vigente nos diferentes sistemas escolares podem contribuir para este fim. Neste sentido, há necessidade de encontrar meios para que os professores possam participar de programas de formação continuada e atividades voltadas ao objetivo de desenvolvimento curricular (MARCELO GARCÍA, 1999).

Com o entendimento de que os processos de formação de professores assumem papel central neste contexto, Justi et al (2011) acreditam que seja necessário um abandono da ideia tradicional de formação de professores por meio de conhecimentos específicos, compreendendo que agora assumem papel importante em tal formação uma reflexão crítica que o próprio professor realiza sobre suas prática docente. Nesta nova perspectiva, adquire papel de destaque o entendimento sobre a natureza da ciência e, portanto, sobre a maneira como a ciência trabalha com modelos.

Isto se justifica pelo fato de pesquisas, como a de Justi e Gilbert (2002), mostrarem que o conhecimento dos professores acerca da importância dos modelos e dos diversos processos pelos quais os mesmos são construídos, é bastante limitado. Ainda segundo estes autores, quando o ensino de Ciências é realizado de modo explícito, se obtêm resultados exitosos, desde que o professor tenha uma

compreensão adequada dos modelos e da sua relevância na construção da aprendizagem. Pensamos, porém, que o problema pode não ser exatamente o entendimento das ideias científicas subjacentes aos modelos, e sim o entendimento sobre o que é um modelo e qual o seu papel na ciência, ou o entendimento a respeito do diálogo entre fatos e modelos na ciência, visto que o professor pode, por exemplo, compreender as ideias centrais ligadas a um determinado modelo de átomo, mas ter dificuldades em pensar e explicar esse modelo como algo hipotético, ou em discutir esse modelo em relação ao processo de desenvolvimento das Ciências Naturais.

Portanto, parece essencial que os processos formativos devam dar destaque a diálogos referentes ao entendimento sobre modelos e sobre as relações destes com os fenômenos observáveis. Porém, para que este processo seja válido é necessário, dentro de uma perspectiva construtivista, conhecer as ideias que os professores trazem consigo acerca deste domínio, de maneira que se possam superar determinados obstáculos que porventura aparecerem. Assim, Justi et al (2011) acreditam na importância de uma formação docente centrada nas ideias de modelos e modelagem (elaboração de modelos representacionais), que promova uma reflexão contínua dos professores a respeito deste tema. Ainda, Justi et al (2011), retomando a literatura (CRAWFORD; CULLIN, 2004; JUSTI; GILBERT 2002a, b; VAN DRIEL; VERLOOP, 1999), afirmam que alguns dos objetivos que podem ser articulados com um programa de formação docente centrada em modelos são:

- Que os professores tenham uma compreensão da natureza dos modelos em geral (o que são, para que servem, elementos que os constituem, relação com o tempo histórico, papel na realização de predições);
- Que os docentes possam desenvolver habilidades para planejarem boas estratégias de ensino e decidir por aquelas que facilitem a compreensão da natureza de determinado modelo e seu papel na compreensão das Ciências naturais;
- Que os docentes possam realizar atividades de modelagem em suas aulas.

Portanto, acreditamos que noções referentes à natureza dos modelos podem contribuir para que as práticas pedagógicas dos professores se tornem mais condizentes com as demandas escolares. Tais noções podem munir o professor das condições necessárias para identificar e propor estratégias voltadas à superação dos obstáculos que surgem no decorrer da sua prática. Isto se faz urgente e necessário devido às dificuldades apresentadas pelos estudantes, por exemplo, com as explicações abstratas da Química (sobre entidades e processos inobserváveis), e modo como os professores podem trabalhar com as representações microscópicas [submicroscópicas] e simbólicas de substâncias e processos (CHAMIZO GUERRERO; FRANCO, 2010). Portanto, a importância da formação do professor é atribuída ao fato dele ser o responsável por intermediar as discussões sobre o uso de modelos, seja durante o entendimento de um mecanismo, seja para o entendimento de um experimento. Assim os professores, nos processos formação, discussão e reflexão,

[...] aprenderão a lidar com obstáculos que dificultam o „pensar à luz da ciência“, de forma a mobilizar a capacidade de abstração e uso de conhecimentos de nível submicroscópico, sobre as transformações. Cabe ao professor mobilizar instrumentos e abordagens didático-pedagógicas adequadas, que possibilitem formas de pensamento e imaginação sobre como são as partículas e como elas interagem para manutenção da vida, o que exige elevados graus de abstração por parte dos estudantes (SANGIOGO; ZANON 2009, p.7).

O processo de apropriação e elaboração do conhecimento científico está diretamente ligado aos sentidos e significados referentes a termos usados nas próprias Ciências. Portanto, tal processo carece de uma mediação didática eficiente, o que inclui aprender sobre novos termos, conceitos e temáticas que mobilizem e reconstrua os modelos mentais dos estudantes (SANGIOGO, 2010), reconstrução esta necessária frente aos modelos trazidos pelos alunos construídos pelo conhecimento cotidiano.

A principal fonte de explicação sobre modelos e conceitos a eles relacionados, tanto para professores quanto para alunos, ainda continua sendo o livro didático. Assim, torna-se necessário que além do entendimento da natureza e das características de determinado modelo científico, o professor possa tornar este modelo inteligível para o aluno, sendo a mediação o papel do docente na

interpretação da imagem. Porém, mesmo com tal intermediação, o aluno precisa mobilizar todo seu aparato cognitivo a fim de colocar tais imagens em movimento, ou seja, ser animadas pela mente dos leitores, e a experiência tem mostrado que, em muitos casos, esse tipo de ilustração não tem resultados positivos na aprendizagem dos alunos sobre os fenômenos científicos.

Nesse cenário, emergem as abordagens que contemplam a possibilidade de *visualização* do modelo no ensino de Ciências. Utilizamos aqui o termo *visualização* para designar maneiras pelas quais os alunos possam “enxergar” um modelo, seja por meio de representações pictóricas, figuras, simulações ou animações (a *visualização*, portanto, não se confunde com a observação, que, ao contrário, refere-se ao contato direto com fenômenos naturais). Entendemos que tais abordagens podem, desde que mediadas de maneira adequada, proporcionar uma melhor compreensão da natureza e das características dos modelos científicos.

7.2 O PAPEL DAS SIMULAÇÕES E DAS ANIMAÇÕES NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Durante as últimas décadas várias são as pesquisas e as propostas apresentadas a fim de superar as dificuldades que estudantes têm demonstrado na aquisição do conhecimento científico, dificuldades estas oriundas de vários fatores: conhecimentos prévios adquiridos pela vivência e características das aulas escolares de ciências são algumas delas (AMADEU; LEAL, 2013). Somado a isto, em um contexto de pleno desenvolvimento tecnológico, o principal instrumento de trabalho do professor continua a ser o livro didático (SANGIOGO, 2010). Segundo este mesmo autor, após o estabelecimento dos PCN's, houve uma crescente mudança na forma de abordagem dos conceitos e conteúdos nos livros didáticos, com maior uso de imagens, ilustrações, gráficos e esquemas em tais materiais. Porém acreditamos que na maioria dos casos apenas o uso de imagens estáticas não contribuem para melhor entendimento dos conceitos abstratos, uma vez que muitos destes pressupõem movimento, por exemplo, de determinadas entidades submicroscópicas, sendo por isso importante que o aluno possa visualizar tais movimentos.

No ensino de Ciências, por muitas vezes, o professor precisa mobilizar vários dos seus saberes para propor estratégias pedagógicas que visam explicitar ao estudante o funcionamento de modelos científicos para o entendimento de determinado fenômeno. Logo após definir o seu objetivo didático ele deve então propor uma modalidade didática. De acordo com Krasilchik,

São modalidades didáticas aulas expositivas, discussões, debates, aulas práticas, jogos, projetos, filmes, demonstrações, etc., e sua escolha dependerá do conteúdo e dos objetivos selecionados, do grupo de alunos a que se destina, do tempo e dos recursos disponíveis, assim como a epistemologia do professor (KRASILCHIK 1996, p. 78).

Portanto, ao se deparar com conceitos altamente abstratos o professor deve propor uma modalidade didática condizente com a aprendizagem dos mesmos, de forma a possibilitar ao estudante não apenas o entendimento, mas, também, a percepção do caráter transitório deste conhecimento. O professor, de posse de sua estratégia, deve lançar mão de sua capacidade de mediação neste processo, seja na interpretação de uma imagem do livro didático, *software* educacional, artigo de revista, texto disponibilizado pela Internet ou outro meio que se utiliza de esquemas, fotografias, representações de estruturas submicroscópicas etc. (SANGIOGO, 2010). Neste sentido as estratégias que usam aplicativos de visualização podem se tornar viáveis na medida em que tornam visíveis as representações de modelos explicativos acerca de diversos fenômenos naturais, com a importância da mediação exercida pelo professor e da capacidade do aluno em entender tais explicações (TERUYA et al, 2013). Gilbert et al apud Teruya et al (2013) defendem que a visualização é fundamental para, por exemplo, o ensino de Química, quando se considera a necessidade de conhecimento dos modelos já produzidos pelas Ciências. Para Giordan e Góis (2004), também se referindo a esta disciplina científica em específico, destacam que as dificuldades de aprendizagem da mesma são oriundas de sua natureza particulada, abstrata e simbólica.

A constante modernização da computação gráfica tem permitido aos cientistas visualizar estruturas e processos por meio de imagens de computador e, inevitavelmente, tal estratégia chega às salas de aula. Assim, o uso do computador pode oferecer oportunidade aos professores para tirarem proveito de imagens

dinâmicas utilizadas para representar aquilo que muda no tempo e no espaço, mas não é diretamente observável (PLOETZNER, 2009 apud AMADEU; LEAL, 2013). A título de exemplo podemos citar o modelo cinético dos gases e o fluxo de elétrons no interior de uma pilha.

Dentre estas representações, podemos citar o papel das simulações e das animações. Assim, diferenciando animações de simulações podemos dizer que:

Animações computacionais são geradas a partir de aplicativos gerais de edição gráfica, sem necessariamente atribuírem valores empíricos de propriedades das substâncias e intencionam enfatizar determinadas características superficiais macroscópicas ou microscópicas sem obedecer escalas de tempo ou tamanho. Já as simulações computacionais são geradas a partir de aplicativos específicos para estudo de propriedades de substâncias (...). Para realizar estas simulações são utilizados valores teóricos ou empíricos (...) (GIORDAN; GÓIS 2004, p.46).

Portanto nas animações o estudante não manipula diretamente o objeto de aprendizagem ao passo que nas simulações esta manipulação de dados é possível.

Com relação às simulações, estas promovem maior envolvimento do estudante em uma atividade (OLIVAL, 2011) e fornecem uma oportunidade de manipular um sistema e/ou processo, oferecendo aos estudantes as condições para descobrir as propriedades de um modelo através de análise dos dados disponíveis (AMADEU; LEAL, 2013). O uso de simulações possibilita melhor compreensão de alguns fenômenos físicos, já que permite incluir elementos gráficos e de animação em um mesmo ambiente (AMADEU; LEAL, 2013). Portanto,

As simulações permitem aos investigadores ver a evolução de um processo ou um sistema ao longo do tempo e realizar operações impossíveis na vida real, como a alteração das condições temporais, acelerando ou abrandando o processo, ou sistema em estudo, ou em alterar as distâncias entre os objetos em análise (tanto em termos macroscópicos como na evolução de sistemas planetários como, num outro extremo, no movimento de partículas subatômicas) (OLIVAL 2011, p.13).

Uma simulação bastante utilizada nas aulas de Biologia é a construção da molécula de DNA utilizando kits com representações de vários tipos (bola e vareta, encaixe). Em tal simulação, o aluno manipula a construção do modelo de dupla hélice e pode, assim, visualizar as interações entre as bases nitrogenadas. Nota-se aqui a necessidade de aprofundamento e de relação entre as situações de

simulação e o diálogo com a teoria, de forma que o estudante possa entender os aspectos mais profundos da transmissão das características genéticas.

No que concerne ao uso das animações, considera-se que as mesmas são bastante úteis quando se quer apresentar ao estudante modelos que, para serem entendidos corretamente, requerem movimento. É o caso, por exemplo, da ação das polimerases ao longo do DNA (MENDES, 2010). O uso desta se torna uma vantagem quando comparada ao livro didático, uma vez que este apresenta imagens estáticas e as sequências dos eventos devem ser animadas pelo imaginário do estudante, o que pode mais dificultar do que facilitar o entendimento. Já com o uso das animações, o estudante pode direcionar seus esforços ao entendimento do conceito ao invés de se esforçar em demasia na criação de uma representação mental (MENDES, 2010). Neste sentido, o uso das animações traz várias vantagens com relação à aprendizagem de vários conceitos abstratos relacionados às Ciências Naturais como, por exemplo, a interação intermolecular na Química, a interação enzima substrato na Biologia e o princípio da inércia na Física.

Em ambos os casos o papel do professor, como já mencionado anteriormente, é de intermediador do conhecimento. É ele quem irá mediar o contato entre aluno e objeto de aprendizagem, potencializando o uso das simulações e das animações como recurso pedagógico. É ele, também, quem irá selecionar o devido recurso para uso em sala de aula, avaliando as suas potencialidades e seus limites para tal. É papel do professor, então, conhecer a fundo a simulação e/ou animação da qual lançará mão em sua prática, buscando melhor entendimento por parte do aluno referente ao conceito abstrato do qual o recurso pedagógico trata. De posse deste conhecimento, o docente pode realizar as interferências necessárias no sentido de contribuir para um aprofundamento do conceito e da explicação dos mais diversos fenômenos, não contribuindo assim para o estabelecimento de obstáculos epistemológicos e sim com o intuito de expurgá-los. Para isto, o mesmo deverá mobilizar diversos saberes, saberes estes que deverão fazer parte da reflexão do professor acerca da sua prática.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentamos aqui os resultados obtidos pela investigação realizada no referido período e as contribuições do projeto para a formação continuada dos professores. Para tanto, estruturamos o capítulo da seguinte maneira: primeiramente abordaremos as concepções que os professores trazem com referência às atividades práticas e os objetivos que os mesmos priorizam durante o desenvolvimento de tais atividades. Na sequência, levantamos e discutimos suas concepções sobre a relação entre fatos e os modelos científicos e como estes podem entrar ou potencializar a aprendizagem dos estudantes. Analisaremos então três proposições que apresentamos no projeto de formação com o intuito de contribuir para a prática pedagógica dos professores. Na primeira proposição, discutiremos a contribuição das animações e simulações com a finalidade de relacionar os fenômenos observados nas atividades práticas aos modelos explicativos para tais fenômenos. Em seguida, analisaremos como a modelagem pode contribuir para o processo de formação continuada docente e finalizamos com a análise de como episódios da história da ciência contribuem para a clarificação de termos relacionados a aspectos didático-metodológicos, no sentido de proporcionar condições aos professores de analisar mais criticamente os materiais didáticos disponíveis.

8.1 CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES ACERCA DAS ATIVIDADES PRÁTICAS

Muito da prática pedagógica do professor está diretamente relacionado às experiências que vivenciou no transcorrer da sua passagem pelo ambiente escolar, seja como aluno na formação inicial e intermediária, seja como profissional docente (TARDIF, 2012; LANGHI; NARDI, 2012). Tais experiências ajudam a construir no professor concepções epistemológicas, algumas vezes de forma intuitiva, que influenciarão diretamente a escolha das formas de ação que desenvolverá no decorrer de suas aulas. Durante sua trajetória enquanto alunos, por exemplo, muitos dos docentes vivenciaram práticas de ensino tradicionais, nas quais o professor era o detentor do conhecimento e a eles cabia memorizar o que aquele falava. Tais

experiências, vividas durante anos e anos, podem perdurar mesmo após sua formação profissional. Esta formação, ao invés de propor abordagens que superem tal modelo, acaba ratificando-o. As abordagens desenvolvidas nas instituições de formação de professores de Ciências, por exemplo, acabam dando ênfase às disciplinas de conteúdo específico (Química, Física, Biologia, etc.) em detrimento das disciplinas pedagógicas.

Ao dar tamanha ênfase a estas disciplinas, com forte carga horária para aulas experimentais, inculcam-se nos futuros docentes concepções questionáveis sobre o papel da experimentação no ensino escolar, dicotomizando o papel que as aulas teóricas e práticas têm na aprendizagem dos conceitos científicos, sem que o futuro profissional tenha capacidade de, sozinho, fazer a articulação destes conhecimentos. Além disso, tal formação ainda contribui para uma valorização excessiva do papel da experimentação no ensino de Ciências, o que pode provocar verdadeiros obstáculos para a aprendizagem da área e promover uma visão equivocada da atividade científica. Neste cenário emergem os projetos de formação continuada que rediscutem vários aspectos do ensino escolar e, muitas vezes, precisam retomar os saberes disciplinares do professor.

Partindo de tais considerações, pode-se afirmar que muitas das concepções problemáticas apontadas pela literatura, que não necessariamente tenham sido desenvolvidas apenas pelos processos de educação formal, foram observadas durante o processo de investigação do projeto “*Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*”. Logo no início da apresentação do projeto aos professores (23/11/2010), já ficara claro o destaque que os professores davam às atividades práticas, destaque este que fica evidente na fala de Q, a qual considerava importante a inserção de atividades práticas, manifestando mais adiante (23/02/2011) seu desejo de fazer um trabalho sobre evidências de transformações químicas. Como forma de justificar seu interesse por um ensino prático, Q colocou a opinião de que são necessárias atividades que façam o aluno “visualizar” (tivemos neste momento um indício da concepção de Q a respeito do uso das atividades práticas, o qual será discutido posteriormente). A referida professora informou-nos que a escola dispunha de um laboratório com vidrarias em boas condições, mas que havia falta de reagentes, o que inviabilizava o desenvolvimento deste tipo de atividade prática.

Com relação ao uso do laboratório, algumas ideias expressas no início do projeto demonstraram o destaque que os docentes davam para o uso de um espaço específico que não fosse a sala de aula para a realização das atividades experimentais, tais como:

B: *Quero revitalizar totalmente o laboratório, pois acho que todas as aulas deveriam acontecer nele (23/02/2011).*

Q: *Eu trouxe os alunos para conhecer o laboratório e eles ficaram bastante animados. Apresentei a eles as vidrarias e os aparelhos (23/03/2011).*

Uma hipótese para a importância atribuída pelos professores ao laboratório didático pode ser explicada pela tradição da pesquisa científica e das imagens de que um verdadeiro experimento é aquele realizado em espaço específico, com vidrarias adequadas, o uso de jaleco e reagentes sofisticados. Assim, com o passar dos anos, foi estabelecida uma fé inabalável numa tradição que assumiu a condição do como deve se proceder o ensino de Ciências. Mesmo havendo uma discordância entre discursos dos professores, os quais dão ênfase ao uso do laboratório para suas atividades, e a sua real utilização pelos docentes, esta divergência é tolerada pela comunidade de educadores em um quadro de pouca compreensão do papel do laboratório no processo ensino-aprendizagem (PINHO ALVES, 2000). Portanto, é necessário munir os professores de subsídios para que os mesmos possam realizar efetivo uso do laboratório e das atividades práticas de maneira crítica, explorando toda sua potencialidade.

A fala anteriormente colocada por Q nos remete ao entendimento de que um papel importante das atividades práticas é a motivação do aluno. Tal ideia é recorrente entre os professores da escola básica (GONÇALVES; MARQUES, 2006), e apareceu mais de uma vez em nossa investigação.

Em 13/04/11 a professora Q nos relatou a respeito de experimentos que havia feito recentemente com os alunos do 3º Ano, sobre velocidade de transformações químicas. Esses experimentos, sugeridos pelo *Caderno do Aluno*, objetivavam o estudo da velocidade de decomposição do bicarbonato de sódio em três situações

diferentes, nas quais se variava a temperatura (água gelada e água quente), a superfície de contato (pastilhas de bicarbonato íntegras e esmigalhadas) e as concentrações dos reagentes (maior ou menor concentração de vinagre). A professora propôs esses experimentos por iniciativa própria e solicitou aos alunos que respondessem a algumas perguntas escritas sobre o que haviam observado. As perguntas propostas, porém, estimulavam apenas a descrição de fatos - “o que ocorreu”, “onde foi mais rápido” etc. -, sem indagações mais profundas sobre o fenômeno ou a busca de explicações baseadas em modelos. Não houve também, pelo que pudemos perceber, qualquer ênfase especial a fim de que os alunos exercitassem o trabalho com hipóteses (levantamento, discussão sobre formas de testá-las etc.). Apesar dessa abordagem voltada somente para a constatação, Q mostrou-se satisfeita com o resultado geral da aula, avaliando que os alunos haviam compreendido bem o conteúdo proposto.

Assim, conforme as reuniões do projeto se desenvolveram, pareceu-nos que as professoras não haviam tido muita oportunidade de deter-se na reflexão sobre as múltiplas possibilidades de exploração de atividades práticas no ensino de Ciências, pois ora viam as atividades práticas como “tábuas de salvação” para os problemas do ensino, ora relacionavam-nas apenas à motivação do aluno ou à constatação de fatos.

Nesse sentido realizamos, em 08/05/2012, uma discussão especificamente voltada para compreender os objetivos didáticos que os professores participantes do projeto atribuíam às atividades práticas. As professoras foram solicitadas a analisar e comentar exemplos de diferentes objetivos que as pessoas colocam para as atividades práticas no ensino escolar de Biologia, Química, Ciências e Física. Nesta atividade adotou-se parcialmente a abordagem relatada por Galiazzi et al (2001). Para tanto, as professoras receberam 17 tirinhas de papel, em cada uma das quais estava escrito um possível objetivo didático do uso de atividades práticas. Após a análise destes objetivos, deveriam classificá-los em três categorias: objetivos que enfatizo bastante; objetivos que aparecem ocasionalmente ou em segundo plano; objetivos que não costumo enfatizar. Tais objetivos para o uso de atividades práticas, que haviam sido redigidos com base nas discussões e levantamentos

existentes na literatura especializada (GALIAZZI et al, 2001; PEDRO; BASTOS; LABARCE, 2013; ARAÚJO; ABIB, 2003; OLIVEIRA, 2010), eram os seguintes:

- Motivar e manter o interesse pela matéria;
- Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo;
- Aplicar os conhecimentos teóricos para estudar e compreender novos fenômenos e situações;
- Ter contato com a realidade dos fenômenos naturais;
- Mostrar que a teoria é verdadeira, isto é, que os fatos descritos por ela realmente ocorrem;
- Exemplificar, contextualizar e esclarecer a teoria;
- Entender a natureza das Ciências;
- Aprender, por meio da prática, conceitos científicos;
- Estabelecer ligações entre o conteúdo da matéria e o cotidiano dos alunos;
- Analisar dados para obter conclusões;
- Desenvolver atitudes científicas;
- Servir como ponto de partida para a formulação de questões, hipóteses e ou investigações;
- Estimular a reflexão sobre o papel do cientista em uma investigação;
- Criar situações em que as concepções dos alunos são colocadas em xeque;
- Proporcionar acesso às concepções dos alunos (corretas e incorretas);
- Estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados;
- Estimular o aluno a expor resultados e conclusões, para que desenvolva a linguagem e a capacidade de argumentação.

Na elaboração desta classificação, Q, B e C atribuíram bastante ênfase ao uso das atividades experimentais com papel motivador (*nota*: C realizou essa atividade em uma data subsequente, isto é, em 22/05/2012). Tal ênfase veio a corroborar falas apresentadas anteriormente.

As professoras já haviam mencionado em ocasiões anteriores a enorme dificuldade que tinham para fazer com que os alunos participassem ativamente das aulas e que achavam que o uso das atividades práticas poderia melhorar tal aspecto. Porém, o uso das atividades práticas apenas com o objetivo de motivar os alunos encontra uma série de ressalvas na literatura especializada (GONÇALVES; MARQUES, 2006). Assim, ao longo da discussão que aconteceu naquele momento, os colaboradores externos argumentaram que as atividades práticas não têm condições de gerar motivação em todos os alunos, havendo ainda a necessidade de abordagens que possuam algumas características específicas para que se atinja esse objetivo (LABURÚ, 2006). A própria professora B havia notado isso numa aula de microscopia por ela desenvolvido, na qual alguns alunos ficaram bastante alheios, ocupando-se de outras atividades. Acreditamos também que a motivação do aluno é favorecida pela adoção de um pluralismo metodológico (BASTOS et al, 2004; BASTOS; NARDI, 2009). O interesse pelas aulas decorre de todo um conjunto de abordagens e estratégias empregadas e não apenas de uma suposta “tábua de salvação” dada pelas atividades práticas. Além disso, a literatura cita a necessidade de que o aluno aprenda para sentir-se motivado (isto é, vivencie o gosto de ter sido bem sucedido e ver seus esforços recompensados), em contraposição à ideia de senso comum de que a motivação sempre antecede a aprendizagem (GONÇALVES; MARQUES, 2006). Acreditamos então que as discussões realizadas podem ter ajudado as professoras e refletir um pouco mais sobre o papel do uso de tais atividades em sua prática pedagógica, não deixando a cargo apenas delas, das atividades práticas, o papel de motivação dos estudantes.

Prossigamos então com o relato, pois naquela oportunidade (08/05/2012), o estudo proposto pelos pesquisadores (de avaliação dos objetivos das atividades práticas) fez emergir várias outras concepções dos professores acerca do uso das atividades práticas no ensino de Ciências Naturais.

A ideia de que as aulas práticas devem sempre vir após a realização das aulas teóricas, como forma de verificação da teoria, é comum entre professores da escola básica, seja em professores em formação intermediária (GALIAZZI et al, 2001) seja em professores em exercício profissional (MORDEGLIA; MENGASCINI, 2014; PEDRO; BASTOS; LABARCE, 2013). Essa concepção (de que a teoria deve

anteceder a prática) apareceu de forma mais ou menos implícita na importância que as professoras Q e C atribuíram aos seguintes objetivos para as atividades práticas:

- Mostrar que a teoria é verdadeira, isto é, que os fatos descritos por ela realmente ocorrem.
- Exemplificar, contextualizar e esclarecer a teoria;
- Aplicar conhecimentos teóricos para estudar e compreender novos fenômenos e situações;

Além disso, em seus comentários, as professoras Q e C aderiram explicitamente à ideia da teoria antes da prática:

Q: *Eu sei que esta forma de trabalhar [teoria antecedendo a prática] é geralmente criticada, mas prefiro “primeiro explicar e depois comprovar”.*

Q: *Acho importante atividades que façam o aluno visualizar [aquilo foi ensinado de maneira teórica].*

Q: *A prática fecha o assunto.*

C: *A atividade prática enriquece o conteúdo; se o aluno vê, é outra coisa.*

Parece-nos que Q estabelecia uma relação unidirecional entre aulas teóricas e aulas práticas, e não um diálogo no qual a prática pudesse, por exemplo, levar a indagações teóricas ou mesmo ao questionamento de aspectos da teoria (aí incluído o questionamento das concepções dos alunos, de determinadas hipóteses etc.). Esta concepção apresentada por Q já aparecera em discussões anteriores nas quais ela relatara que sempre realizava as atividades práticas após as aulas teóricas. Portanto, podemos supor que tais concepções perduram mesmo após alguns anos da prática docente e discussões como esta podem ser um caminho para a solução de tal problema.

Cabe ressaltar que não estamos negando aqui a possibilidade de que, em vários momentos, a teoria anteceda a prática; estamos, ao contrário, defendendo que os professores incorporem ao seu repertório, novos objetivos para o uso das atividades práticas. Os aportes teóricos desenvolvidos ao longo deste trabalho mostraram uma gama de possibilidades para o uso das atividades práticas. Sendo assim, o uso das mesmas apenas para a comprovação de que a teoria é verdadeira podem favorecer no estudante uma visão de Ciência como verdade acabada e absoluta, visão esta contrária àquilo que se entende por educação científica.

Em suas falas, as professoras Q e C atribuem às atividades práticas um papel de “visualização”. Perguntamos, em determinado momento, se elas poderiam explicar melhor que tipo de coisas as atividades práticas ajudam o aluno a “visualizar”, mas as professoras não desenvolveram suas respostas muito além daquilo que já haviam dito inicialmente, ou seja, apenas acentuaram que “com a prática” o aluno “aprende melhor” ou “fixa melhor”, o conteúdo fica “mais palpável” etc.

Cabe notar também que, na opinião da professora Q, os alunos não sabem muita coisa antes de serem ensinados, de modo que não utilizaria atividades práticas com o objetivo de “proporcionar acesso às concepções dos alunos” (ver detalhamento dessa ideia mais abaixo).

Assim, o conjunto das manifestações das professoras Q e C (prática para comprovar a teoria, para constatar fatos, para o aluno visualizar, para fixar o conteúdo; prática sempre depois da teoria; alunos destituídos de conhecimentos prévios etc.) nos levou a crer que a concepção delas a respeito do uso de atividades práticas se aproximava mais daquela que se associa ao ensino por transmissão (CACHAPUZ, 2000). Nesta visão, o conhecimento é apresentado como acabado e não como um constructo humano e relacionado ao contexto. Entendemos que tais visões podem ser modificadas por meio de projetos de formação continuada tais como o projeto “*Diálogos...*”. Conforme já citado anteriormente, apenas a formação intermediária não possibilita que tais concepções, enraizadas no íntimo do professor, venham dar espaço para concepções mais atuais da prática pedagógica. Neste sentido, esta atividade contribui para explicitar tais concepções e, a partir delas, condições para que o docente reflita sobre seus objetivos e re(construa) seus

saberes. A reflexão sobre suas concepções pode auxiliar o docente a repensar sua prática pedagógica, dando-lhe maiores possibilidades para atinja seus objetivos didáticos.

Prossigamos, entretanto, com a apresentação e análise dos dados.

B e Q valorizaram o objetivo de aprender por meio da prática conceitos científicos. Porém, como esse objetivo (em razão de seu viés empirista) encontra uma série de ressalvas na literatura, realizamos a seguinte ponderação durante as discussões com as professoras: a observação pode contribuir para aprendizagem de conceitos como célula, mamífero, cerrado etc., mas a mesma facilidade não é encontrada no caso de conceitos abstratos como aqueles que se referem átomos e seus rearranjos durante as transformações químicas. Para que o aluno compreenda o que é o cerrado, uma atividade didática importante pode ser a visita àquele ambiente; contudo, observar a dissolução de sal de cozinha em água não explica o que pode estar acontecendo em nível submicroscópico. Em outras palavras, o modelo atômico de Bohr, um modelo referente ao fluxo de matéria e energia nos ecossistemas ou até o modelo cinético dos gases não poderá ser intuído a partir da simples observação. As professoras deram a entender que concordavam com essas ideias, porém pareceu-nos que, na visão de Q, esse argumento favorecia e reforçava sua opinião de que a teoria deve vir sempre antes da prática (no caso, porque a teoria precisaria prover antecipadamente aquilo que a prática não conseguiria esclarecer).

Contudo, é importante que os esforços de crítica às visões empiristas não levem a discussões nas quais se estabeleça, inadvertidamente, uma dicotomia teoria e prática. Ao contrário, sabe-se hoje que teoria e prática interpenetram-se, como fica evidente ao considerarmos que toda observação está carregada de teoria. Assim, a relação entre teoria e prática talvez deva ser vista como um diálogo e não como uma sucessão. Situando essa discussão com respeito às questões do ensino escolar, é importante não minimizarmos a contribuição das situações em que o aluno tem a oportunidade de observação de numerosos fenômenos, pois os dados obtidos por meio de atividades práticas podem ser muito importantes a fim de que o aluno, com auxílio do professor, levante questionamentos, estruture hipóteses, busque explicações para os fenômenos observados, reelabore suas ideias e

construa uma compreensão significativa acerca dos modelos científicos e outras formas de conhecimento abstrato. Aliás, Bastos et al (2004) defendem que o ensino lance mão de uma pluralidade de abordagens metodológicas, pois os objetivos, conteúdos e condições de atuação que emergem das situações de implementação do ensino escolar são diversificados.

Coerentemente com a valorização do objetivo de “aprender por meio da prática conceitos científicos”, as professoras Q e B também citaram a importância de que as atividades práticas estimulem “a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados”. Conforme discutido mais adiante, isso talvez esteja ligado a algum tipo de expectativa empirista por parte delas.

Comentemos agora algumas manifestações da professora B.

As classificações e falas apresentadas por B sugerem que ela compreende o uso de atividades práticas no ensino de uma maneira mais próxima daquilo que se propõe hoje em relação ao tema. Apesar de a mesma ter dado ênfase aos objetivos de “exemplificar, contextualizar e esclarecer a teoria” e “aprender por meio da prática conceitos científicos”, ela, ao contrário de Q, dá ênfase também aos seguintes objetivos para as atividades práticas:

- Estimular o aluno a expor resultados e conclusões, para que desenvolva a linguagem e a capacidade de argumentação.
- Servir como ponto de partida para a formulação de questões, hipóteses e ou investigações.
- Proporcionar acesso às concepções dos alunos (corretas e incorretas).

B: *Ao conversar com meus alunos e questioná-los, consigo ter alguma noção de como estão pensando.*

B: *Sempre busco enfatizar este aspecto (o de expor resultados e conclusões), porque, afinal de contas, o que a escola almeja é o “aluno crítico” e sem o hábito da participação o aluno não desenvolve isso.*

Assim, B apontou como objetivo importante no desenvolvimento das atividades práticas o de “proporcionar acesso às concepções dos alunos (corretas e incorretas)” o que, para Q, conforme citado acima, apresentava-se como pouco importante. B argumentou que, ao conversar com seus alunos e questioná-los, conseguia ter alguma noção acerca de como estavam pensando, ao passo que Q entendia que no ensino de Química tal aspecto era mais difícil, uma vez que as concepções que os alunos conseguem ter “não chegam ao microscópio” [ao nível submicroscópico]. Q havia opinado, ainda, que a maioria dos fenômenos químicos não é observável.

Portanto, pareceu-nos que, na opinião de Q, esta discussão acerca das concepções dos alunos não se fazia muito importante, já que os alunos não sabiam quase nada sobre o universo submicroscópico que iria ser estudado. Contudo, acreditamos que a eventualidade de que os alunos não pensem em termos de um universo submicroscópico não significa que eles não possuam concepções acerca dos fenômenos químicos presentes no dia-a-dia. Os estudantes podem ter diversas explicações para aquilo que observam a seu redor, sem que estas recorram, necessariamente, a entidades e processos submicroscópicos. Além disso, termos como *substância*, *estrutura molecular*, *reação química*, *proteínas* e *DNA* aparecem muitas vezes na TV e em filmes, possibilitando que o aluno construa determinadas interpretações, determinados modelos mentais, acerca do que significam. Nota-se na fala de Q que as entidades e processos submicroscópicos imaginados pelos cientistas são classificados como fenômenos, o que leva à ideia de que possuem existência real inequívoca.

B também opinou (ver acima) que a escola almeja o “aluno crítico”, e o hábito da participação seria essencial para o desenvolvimento dessa criticidade.

As ideias apresentadas por B, então, parecem mais coerentes com as abordagens atuais a respeito da utilização das atividades práticas, uma vez que esta professora fala em considerar as concepções dos alunos, estimulá-los a formular questões, hipóteses e investigações, a expor resultados e conclusões, buscando a formação do “aluno crítico”.

Segundo tal perspectiva, as concepções que os alunos trazem à escola devido as suas experiências cotidianas devem ser levadas em consideração pelo

professor, de modo que o docente possa ter possibilidade de refletir qual a melhor maneira de dirigir sua prática pedagógica a fim de que as concepções de senso comum possam dar lugar a concepções mais próximas àquelas aceitas pela Ciência. Aliado a isto, a professora B considera a importância do trabalho para o desenvolvimento de habilidades tais como expor e discutir resultados. Complementando, acreditamos que ao objetivar a formulação de questões e elaboração de hipóteses em processos investigativos a professora B dá oportunidade para que o aluno possa construir e reconstruir os próprios conhecimentos estando, ao menos em nível de discurso, mais próxima das abordagens construtivistas (CARVALHO, 2013).

No entanto, conforme verificamos ao longo do projeto, em numerosas discussões a respeito das atividades práticas realizadas, B possuía muitas lacunas em seus saberes disciplinares, o que a levava a não ter uma “teoria” clara que pudesse ser objeto de “comprovação prática” em aula e a olhar as atividades práticas como possíveis oportunidades para aprender o que não sabia. Assim, pareceu-nos que sua visão a respeito do trabalho em aula com atividades práticas estava afetada por sua própria condição de uma profissional que apresentava sérias dificuldades no domínio da matéria a ser ensinada.

Cabe destacar que, nesse dia (08/05/2012), muitas das ideias colocadas pelas professoras a respeito dos objetivos das atividades práticas no ensino de ciências, não chegaram a ser questionadas em profundidade pelos colaboradores externos, mas que, em reuniões subsequentes do projeto, outras formas de pensar foram apresentadas, não abstratamente, porém em conexão com a realização de determinadas atividades práticas e a discussão sobre possibilidades para a inserção dessas atividades em situações de aula.

Finalmente, ao compararmos os objetivos didáticos categorizados pelas diferentes professoras, não deixamos de levar em consideração as características específicas das Ciências que ensinam (Química e Biologia). Assim, ao inferirmos que Q está mais próxima de uma concepção tradicional de ensino e que B está mais próxima de uma perspectiva construtivista, o fazemos à luz das características próprias dos conteúdos que devem ensinar, uma vez que o trabalho do professor deve ser condizente com os aspectos específicos da sua própria disciplina. Neste

sentido, não podemos deixar de destacar que para o entendimento de determinados conteúdos trabalhados por Q é necessário maior grau de abstração por parte do estudante, e nesse caso os fenômenos observados nas atividades práticas, sozinhos, pouco ajudam para que os alunos cheguem a modelos explicativos, sendo que a disciplina de Química propõe o entendimento dos fenômenos recorrendo principalmente a representações de entidades e processos *submicroscópicos*.

Já em sua área de atuação, B recorre com maior frequência a representações microscópicas e macroscópicas, em cuja elaboração, ao longo da história, a indução a partir de observações teve um papel mais forte (MAYR, 2008). Neste sentido, os desafios enfrentados pelos professores em aula têm a ver com a necessidade de que os alunos consigam fazer relação entre fatos e modelos e, assim, é importante levantarmos informações sobre como as próprias professoras compreendem tal relação.

Acreditamos que o desenvolvimento desta atividade, as quais tiveram como objetivo primeiro o de explicitar as concepções das professoras acerca da utilização das atividades práticas, auxilia as docentes na reconstrução dos seus saberes de formação, uma vez que os diálogos desenvolvidos apontaram para novos caminhos para o uso das atividades práticas, levando-se em consideração as ideias de Bastos et al (2004), os quais propõem a utilização de uma pluralidade de metodologias no desenvolvimento das práticas para educação científica. Além disso, a atividade possibilitou a reflexão por parte das professoras sobre seus objetivos didáticos e acreditamos que tais reflexões podem ajudá-las no planejamento da prática pedagógica das docentes.

8.2 CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES ACERCA DA RELAÇÃO ENTRE FATOS E MODELOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Conforme citado anteriormente, utilizaremos nessa dissertação a categorização de Gibin e Ferreira (2010), para quem o conhecimento científico está ancorado em três níveis diferentes de representação: *submicroscópico*, *macroscópico* e *simbólico*. E, tendo em vista as especificidades dos estudos em

Biologia e outras áreas, propusemos acrescentar também, entre os níveis submicroscópico e macroscópico, o nível microscópico.

Sob esta ótica, muito do trabalho do professor (e da aprendizagem do aluno) tem a ver com a capacidade de transitar por estes níveis de representação, visto que os conhecimentos das ciências naturais só têm razão de ser na medida em que vão além da mera observação e relacionam os fatos com pressupostos inobserváveis e simbologias estruturadoras.

Assim, passamos a realizar uma discussão sobre as ideias apresentadas pelos professores no que se refere à articulação entre fatos e modelos, com a finalidade de entendermos como os mesmos se embasam e quais as possíveis soluções para as dificuldades que se apresentarem.

Muitas foram as reuniões que se sucederam com os docentes ao longo do projeto, com várias atividades práticas sendo realizadas. Dentre tais atividades, destacamos aquela que nos deu um indício das concepções dos professores sobre a relação entre fatos e modelos.

Numa das primeiras reuniões do projeto (ocorrida em 23/02/2011), a professora B manifestou seu desejo de realizar com seus alunos uma atividade de observação de células no microscópio. Assim, em 16/03/2011, os colaboradores externos propuseram, primeiramente, uma atividade para que os educandos pudessem perceber que existem coisas (estruturas) que são tão pequenas que necessitamos do uso de aparatos mais sofisticados para sua visualização. Apresentamos uma foto formada por retícula, primeiramente a uma distância que não permitia o discernimento dos pontilhados, e depois a distâncias sucessivamente mais próximas. Destacamos neste momento que os pontinhos da retícula são muito maiores que a células, mas que os alunos podem, com esta atividade, perceber que existem coisas que nossos olhos não podem enxergar pelo seu baixo poder de resolução, sendo necessário por isso o uso do microscópio.

Neste momento Q se manifestou, dizendo que tal atividade também poderia ser utilizada nas aulas de Química para falar sobre os átomos. Os colaboradores externos então opinaram que células e átomos são entidades distintas, já que a célula é observável ao microscópio e o átomo não, sendo este último, na verdade, um modelo. Assim, caso tal atividade fosse aplicada na aula de Química com esta

finalidade, os alunos deveriam ser alertados que os pontinhos da foto são objetos macroscópicos e os átomos entidades submicroscópicas. Como sugerem as palavras *modelo* e *representação*, diferentemente de fotografias ou micrografias, trata-se de imagens que ilustram noções teóricas sobre entidades que não podem ser visualizadas nem mesmo por meio de microscópios de alta resolução (SANGIOGO; ZANON, 2011).

Notamos que Q ficou momentaneamente contrariada com a discussão que fizemos ao distinguir célula e átomo, e o conjunto do que aconteceu durante esse episódio nos fez pensar que ela poderia estar enxergando o átomo não como uma entidade teórica, mas como algo que se reconhece de forma concreta e definida (concepção realista).

Uma das atividades práticas realizadas e discutidas durante o projeto, em 25/05/2011, foi a da extração do DNA do morango, descrita em um protocolo que B havia conseguido e depois nos repassado (ANEXO 1). Ao chegarmos à escola no dia programado, Q nos mostrou rapidamente uma apresentação em *slides* acerca de um trabalho que fora feito no ano anterior por ela e uma ex-professora da escola, no qual os alunos acompanharam uma atividade prática de extração de DNA vegetal, manipulando após isto um modelo representacional - isto é, físico e tridimensional (KNELLER, 1980) - da molécula de DNA, modelo este constituído de peças de plástico encaixáveis. Após esta breve apresentação, passamos ao laboratório onde se realizou a extração do DNA do morango. Várias foram as dúvidas que surgiram durante tal procedimento como, por exemplo, o papel do sal, do álcool e do detergente na extração do DNA. Ao final do experimento, de maneira coincidente ao que estava indicado no protocolo, um aglomerado surgiu na interface álcool/extrato de fruta, sendo que este aglomerado corresponderia ao DNA que fora extraído. Neste instante, B perguntou:

B: *O que vamos ver se colocarmos o DNA [o aglomerado] no microscópio?*

Em resposta, propusemos que tal observação fosse realizada, e assim colocamos o material entre a lâmina e a lamínula e observamos ao microscópio. Porém, antes de realizarmos tal observação, perguntamos a Q o que achava que iria

aparecer na imagem, e ela ficou em dúvida, isto é, ficou por alguns instantes em silêncio, e depois arriscou - “Nada?...”. Assim, acreditamos que não tinha certeza quanto a compreender a representação tridimensional da molécula de DNA como um modelo.

Feita a observação proposta, a imagem obtida ao microscópio mostrou numerosos corpúsculos que mais pareciam fragmentos pontiagudos de vidro. Então, a professora B indagou:

B: *E com um microscópio mais poderoso, não poderíamos ver o DNA?*

Pareceu-nos neste momento que a referida professora acreditava que seria possível visualizar a molécula individual de DNA tal qual aparece nas ilustrações de livros, elaborando os mesmos questionamentos que alunos do Ensino Médio realizam. Nota-se neste episódio a importância do conhecimento do conteúdo para o desenvolvimento da aula. Acreditamos que nem todos que “sabem” o conteúdo conseguem ser bons professores; porém, sem conhecer o conteúdo, não é possível ensinar, sendo desejável, na verdade, uma boa articulação entre os saberes disciplinares e vários outros saberes que formam a base da competência profissional docente (TARDIF, 2012).

Notar que nestes episódios as falas de Q e B pareceriam não se dar conta de que algumas coisas são observáveis (célula, esquema de livro referente à estrutura química da molécula de DNA) e outras não (átomo, estrutura química da molécula de DNA *em si mesma*), o que nos levou a pensar até que ponto ia seu entendimento sobre o conceito de modelo científico e o quanto sua visão de ciência não estava influenciada por concepções realistas (EL- HANI; BIZZO, 2002). Ainda,

No âmbito puramente metafísico, o realismo [...] se caracteriza pela afirmação de que os objetos em questão “realmente existem”, ou “desfrutam de uma existência independente de qualquer cognição”, ou “estão entre os constituintes últimos do mundo real”. Pode-se pois ser realista com relação a uma classe ou classes de objetos e anti-realista com relação a outras. O realista científico é aquele que mantém que pelo menos algumas das entidades não-observáveis postuladas pela ciência (e.g. elétrons, vírus, campos magnéticos) realmente existem (CHIBENI 1990, p.2).

Cabe ressaltar que, durante a atividade de extração do DNA vegetal aqui referida (25/05/2011) - e também em vários outros momentos do projeto -, a impossibilidade de observação de entidades e processos teóricos pressupostos pela ciência, foi gradualmente discutida com os professores participantes, procurando-se ressaltar a solidariedade entre as dimensões teóricas e práticas do trabalho científico, solidariedade esta, porém, que não significava igualdade (inclusive em nível representacional) entre o que é imaginado e o que é observado.

Retomaremos agora alguns dados obtidos por ocasião da realização da atividade de discussão sobre os objetivos das atividades práticas (08/05/2012).

Para Q, o objetivo de “proporcionar acesso às concepções dos alunos (corretas e incorretas)” apresentava-se como pouco importante, uma vez que as concepções dos alunos não chegam ao nível submicroscópico e que a maioria dos “fenômenos químicos” não é observável. Q classifica as entidades e processos submicroscópicos, imaginados pelos cientistas, como fenômenos, o que leva à ideia de que possuem existência real inequívoca. Assim

[...] as diferenças entre o real e o conceitual não são trabalhadas no ensino médio, seja porque os professores não lhes atribuem relevância, seja porque ainda são bastante influenciados pelo realismo da “ciência moderna”, dificultando a distinção, por parte dos estudantes, entre modelo e realidade, “entre o que é pensado e o próprio existente”. Imagens representativas de estruturas submicroscópicas, como as de um átomo ou molécula, passam a ser vistas como descrições fidedignas da realidade (OLIVEIRA 2010, p.229).

Neste sentido, reunindo as falas de Q mencionadas anteriormente talvez tenhamos uma confirmação de que ela possuía uma visão realista, isto é, que não diferencia muito claramente modelos e mundo real.

Acreditamos que as atividades mencionadas neste tópico contribuíram para a construção de saberes docentes no seguinte sentido: ao explicitar suas concepções sobre os modelos, quando B acreditava que pudéssemos enxergar algo ao colocar o DNA extraído do morango ao microscópio e Q ao propor a utilização da foto formada por retícula para o desenvolvimento do tópico sobre modelos atômicos, os colaboradores externos buscaram discutir e sanar as dúvidas sobre as concepções apresentadas, contribuindo para que a professoras renovassem seus saberes disciplinares.

8.3 ATIVIDADES PRÁTICAS COMO FONTE DE CONHECIMENTO FACTUAL

Conforme já mencionado anteriormente, em 13/04/2011, Q relatou-nos uma atividade prática que havia realizado com alunos do 3º ano do Ensino Médio, cujo foco era verificar como a temperatura e a superfície de contato influenciavam a velocidade das reações químicas. Para tanto, Q utilizou pastilhas antiácidas de bicarbonato de sódio, as quais foram primeiramente colocadas em água quente e água gelada, verificando assim o efeito da temperatura. Posteriormente, em dois recipientes com água à mesma temperatura, foi colocado no primeiro um comprimido triturado e, no outro, um comprimido inteiro, verificando-se o efeito da superfície de contato. Q foi bastante enfática quanto a opinar que, ao longo dessa aula, os alunos haviam conseguido “entender o assunto com facilidade”, e “sem a prática” isso não ocorria. Porém os questionamentos, realizados aos alunos na forma de um roteiro, ficavam apenas no nível dos fatos observados (o que ocorreu, onde foi mais rápido), ou seja, a eles eram apenas solicitado estabelecimento de relação de causa e efeito, sem haver um aprofundamento nos modelos explicativos para o ocorrido.

Uma concepção semelhante também foi apresentada por B, relatada na reunião de 05/10/2011.

Esta havia levado um grupo de alunos para uma visita ao Jardim Botânico da cidade. Tal atividade fazia parte de uma tarefa estipulada por um Curso de Educação à Distância, o REDEFOR, do qual a referida professora estava participando. Ao ser indagada sobre quais conhecimentos que essa atividade (a visita) proporcionara aos estudantes, assim nos respondeu:

B: *Foi muito bom. Os alunos se interessaram bastante. Eles puderam comparar dois trechos da mata que possuíam fisionomia e microclima diferentes. Antes, os alunos não sabiam o que era cerrado, e com a visita isto mudou. Não há nada como ver aquilo que está estudando, né?*

Pareceu-nos que tanto para Q quanto para B, apenas a constatação de fatos (no caso de B) ou a constatação de fatos e da relação de causa e efeito (no caso de

Q) era suficiente para a aprendizagem, não sendo essencial adentrar em questionamentos e discussões que buscassem relacionar os fatos a explicações em nível de modelos ou teorias (destaque-se, por exemplo, que, a respeito do cerrado, muitas perguntas do tipo “Como?” e “Por quê?” poderiam ser colocadas, e algumas considerações poderiam ser feitas com base na teoria geral de ecossistemas). Assim, notamos, neste momento, uma concepção empirista do uso da atividade prática, pois, para as professoras, apenas o contato com o fenômeno foi capaz de promover a aprendizagem (SILVA et al, 2012).

Por outro lado, a fala de B sobre a visita ao Jardim Botânico pode ter sido em parte influenciada pela própria precariedade de seus saberes disciplinares. Conforme evidenciado principalmente durante uma atividade do projeto ocorrida em 06/11/12 (a qual nos referiremos adiante), a referida professora não sabia muito sobre o cerrado, e tinha refletido pouco sobre o que poderia ser ensinado aos alunos naquele ambiente (mesmo porque o Jardim Botânico dispunha de monitores, então o professor visitante não precisava, necessariamente, preparar aula). Assim, nesse contexto de lacunas de conhecimentos, pareceu-nos que B considerava a simples observação do cerrado atrativa e instrutiva não apenas para os alunos, mas também para ela mesma.

Na atividade sobre objetivos das atividades práticas enfatizada pelas professoras (22/05/12), C enfatizou a possibilidade de que essas atividades fossem utilizadas para (a) “Mostrar que a teoria é verdadeira, isto é, que os fatos descritos por ela realmente ocorrem”, e (b) o aluno “Aprender por meio da prática os conceitos científicos”. Na sequência, ao comentar suas escolhas, opinou que o professor poderia “realizar atividades práticas e depois colocar questões [sobre elas]” e, em outros casos, “primeiro explicar a teoria e depois realizar a atividade prática”. Nota-se a importância atribuída por C à observação, que poderia ser usada tanto para “comprovar a teoria” quanto para ensinar conceitos. Nas falas de C não houve, entretanto, quaisquer comentários sobre eventuais limitações dos conhecimentos obtidos a partir da observação, o que sugeriu que essa professora estava influenciada por uma visão empirista a respeito do uso de atividades práticas no ensino de Ciências.

Naquela oportunidade, questionamos C sobre como desenvolvia seu trabalho quando o foco era a explicação dos fatos a partir dos modelos produzidos pela Ciência. C relatou então que seus alunos haviam realizado uma atividade do Caderno de Ciências (6º série, volume 1) em que construíram “o modelo do sistema solar”. Percebemos que a professora, ao desenvolver essas aulas, tinha como objetivo apenas comparar os diâmetros relativos dos planetas através de uma atividade em que os planetas eram representados por bolas de isopor e outros objetos similares, dotados de diferentes diâmetros. Percebe-se que de tal atividade, a princípio, não é possível extrair quaisquer explicações sobre fenômenos cotidianos tais como dia e noite, estações do ano e fases da lua, explicações estas que seriam o papel de um modelo.

Assim, o fato de C afirmar que realizou com os alunos uma atividade de construção de um modelo “*do sistema solar*” sugere (1) uma possível dificuldade dela na compreensão sobre o que são modelos e suas características; (2) um possível desconhecimento dela sobre determinados conceitos em astronomia [senão, vejamos: designa-se “sistema solar” o conjunto formado por inúmeros corpos celestes orbitando ao redor do Sol sob a influência do campo gravitacional solar, conjunto este que se caracteriza por determinada “arquitetura” mais ou menos variável das órbitas, pelos movimentos cíclicos dos corpos integrantes, pelo estado de equilíbrio dinâmico em que se encontram esses corpos etc.; aparentemente, os materiais utilizados em aula pelos alunos não levavam a uma tentativa de representar os planetas participando de um sistema desse tipo]. Considerando-se as falas de C na ocasião, provavelmente as duas dificuldades mencionadas acima ocorreram, isto é, dificuldade com o conceito de modelo e com os conhecimentos em astronomia básica.

Além disso, a professora nos perguntou se o “terceiro movimento da Terra”, além da rotação e da translação, seria a elipse, e então explicamos (inclusive com o auxílio de desenhos) que a elipse era apenas o formato da trajetória do movimento de translação. Argumentamos inclusive que para alunos do ensino fundamental já era suficiente conhecer os dois movimentos mais importantes (rotação e translação). Citar outros movimentos só dificultaria e confundiria a aprendizagem. C não aceitou essa nossa intervenção e continuou insistindo na ideia da elipse como sendo o

nome de um movimento do planeta Terra, o qual deveria ser (ou já havia sido) ensinado aos alunos. Assim, pareceu-nos que seus conhecimentos sobre o tema em discussão eram confusos, e estavam mais no nível da memorização mecânica (de informações constantes no material didático dos alunos) do que no nível da compreensão (da dinâmica do sistema solar). Lembrar que C era formada em fisioterapia e pedagogia por uma universidade particular do município, de modo que, em sua formação intermediária, não deve ter tido muito acesso a discussões sobre questões epistemológicas e a conhecimentos em astronomia básica. Aliás, Langhi e Nardi (2012) afirmam que mesmo os licenciados em Física não possuem acesso a tais discussões, daí a necessidade de formação permanente. Situações como esta, a de professores formados em outras áreas de conhecimento, têm se apresentado bastante comuns no contexto escolar e, principalmente no ensino de Ciências Naturais, o que pode ser um dos motivos pelo baixo desempenho dos estudantes nessa área.

8.4 CONTRIBUIÇÕES PARA A PRÁTICA PEDAGÓGICA

O projeto “*Diálogos...*” teve como um dos seus objetivos proporcionar condições para que os professores participantes pudessem desenvolver sua capacidade reflexiva, além da busca pela renovação ou construção dos seus saberes. Neste sentido, passamos a discutir algumas proposições de atividades que em nosso entender possam ter contribuído para este fim.

8.4.1 O uso de animações como ferramenta para facilitar o entendimento dos modelos

Como já mencionado anteriormente, muito do trabalho pedagógico dos professores de Ciências da Natureza deve levar em consideração a articulação entre os fatos observados e os modelos explicativos. Porém, a representação que se tem dos modelos em alguns materiais didáticos disponíveis para o uso dos professores, ainda apresentam representações que são dinâmicas de maneira estática. Também como já mencionado anteriormente e corroborando que esta ideia, os livros

didáticos recorrem ao uso de ilustrações, muitas delas referentes a processos dinâmicos, cuja dificuldade de representação não deve ser subestimada. Acreditamos que muitas destas estas imagens precisam criar movimento, ou seja, ser animadas pela mente dos leitores, e a experiência tem mostrado que, em muitos casos, esse tipo de ilustração não tem resultados positivos na aprendizagem dos alunos sobre explicações científicas. Nesse cenário, emergem as simulações e as animações.

As animações estão baseadas em modelos, que são construções mentais, matematizadas e processadas pelo computador para explicar a realidade. A construção de uma animação pressupõe, necessariamente, a existência de um modelo que lhe dá suporte e significado (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002).

O objetivo central da Ciência é propor explicações para os fenômenos naturais. Essas explicações são construídas na forma de histórias ou modelos mentais. Conforme já exposto anteriormente, Kneller define o modelo teórico como

[...] um conjunto de pressupostos sobre um objeto ou um sistema. (Um sistema, ao contrário de uma partícula, é um objeto com partes componentes). São exemplos, o modelo da bola de bilhar (partícula esférica) de um gás (proposto originalmente pelo físico escocês John James Waterston, um exímio jogador de bilhar!), o modelo corpuscular da luz (segundo o qual a luz consiste em partículas em movimento) e o modelo helicoidal da molécula de DNA de Watson-Crick (KNELLER 1980, p. 139).

Na reunião de 24/08/2011, Q trouxe uma crítica a respeito do *Caderno do Aluno*, Química, do 3º bimestre do 2º ano do Ensino Médio (SÃO PAULO, 2011), argumentando que trabalhava os aspectos abstratos do conteúdo científico de uma maneira que os alunos não conseguiam acompanhar e se interessar (por exemplo, não trazia propostas de atividades práticas). Nota-se, por exemplo, que as atividades propostas no *Caderno do Aluno* carecem de textos que procurem sintetizar os conceitos químicos relacionados aos temas em estudo. Este fato pode ser percebido em uma atividade constante do *Caderno do Aluno*, Química, 3º bimestre do 2º ano do Ensino Médio (SÃO PAULO, 2011), na qual é solicitado aos estudantes que construam um modelo para cristais de cloreto de sódio (NaCl) utilizando esferas de isopor de diferentes tamanhos. Após a construção, os alunos deveriam propor explicações para o fato de os íons Na^+ e Cl^- se manterem unidos no

crystal de cloreto de sódio. Porém, a mesma atividade não traz nenhum suporte teórico que o estudante possa ter como base para elaborar uma proposta ou confirmar uma por ele elaborada.

O referido Caderno trata, principalmente, das propriedades coligativas e da interação entre moléculas (forças de London, pontes de hidrogênio), tópicos que apresentam alto grau de abstração, e a professora mostrou-se preocupada e insatisfeita com o material que tinha em mãos para trabalhar com assuntos que considerava tão complexos:

Q: Veja as atividades, o caderno está muito confuso... Penso em usar o livro didático nessas aulas, pois acho que seria mais fácil de o aluno entender. E o assunto ainda fica cansativo, porque tem muito texto e questões longas e repetitivas... O aluno não se interessa, não quer fazer!

Solicitada a mostrar o conteúdo equivalente no livro didático, a professora o fez, apontando as figuras que representavam as interações entre as partículas:

Q: Está vendo? Aqui tem essas figuras que mostram as interações... fica mais fácil pro aluno entender. Essa matéria é muito difícil; é muito abstrato... não sei como mostrar pro aluno o que acontece, pra que ele entenda.

C também manifestara em determinada ocasião sua concepção (talvez advinda de sua formação em fisioterapia) na qual acreditava que o professor deva utilizar todos os recursos disponíveis, tais como imagens, atividades práticas, informática, a fim de ativar todos os sistemas (visual, auditivo) do aluno.

Assim, pode-se dizer que o trabalho com as animações emergiu de uma necessidade intrínseca do trabalho pedagógico, que é a preocupação com a aprendizagem dos alunos.

Embora existam várias atividades práticas que podem ser realizadas em aula no âmbito dos temas em questão, Q esbarrou em objetos de estudo que não se mostram nos dados de observação, conforme ela mesma mostrou perceber. Diante disso comentamos que nas últimas páginas do *Caderno do Aluno* existiam algumas sugestões de materiais que poderiam ser utilizados com os alunos, como, por exemplo, animações referentes a processos submicroscópicos. Como Q

confessasse que nunca havia reparado nessas sugestões de materiais, pareceu conveniente propor a ela a análise de algumas simulações que poderiam auxiliá-la no trabalho em aula. Marcelo Garcia (1999), ao discutir as diferentes modalidades para a formação continuada de professores, aponta que uma das vertentes mais profícuas é aquela que se centra no desenvolvimento e inovação curricular. O desconhecimento, por parte da professora, da lista de animações disponível ao final do *Caderno do Aluno*, vem a corroborar com as ideias apresentadas pelo autor, no sentido de que currículos implementados de maneira vertical não provocam um sentimento de pertencimento por parte do professor, o que contribui para que o mesmo não explore o material de que dispõe.

Assim, para a reunião de 05/10/2011, foram selecionadas algumas animações, julgadas pelos pesquisadores como úteis para o ensino de Química, animações estas que mostravam representações de processos não observáveis, importantes no estudo de mudanças de estado físico, relações intermoleculares, ação de catalisadores para estudo da cinética química, interações dipolo-dipolo, interações dipolo-instantâneo, interações dipolo-induzido, dissolução de sais em água, ligações de hidrogênio e ciclo da água.

Seguem algumas informações sobre essas animações:

- <http://www.youtube.com/watch?v=HKKngwTlybQ> - Essa animação associa os vários tipos de interação intermolecular com a temperatura de ebulição da substância.
- <http://www.youtube.com/watch?v=yejlrUmEFPo> - Essa animação mostra a formação das ligações de hidrogênio e a formação do dipolo, bem como a interação entre os dipolos. Mostra também um gráfico que faz uma comparação entre a ligação covalente do hidrogênio com os elementos químicos do grupo do carbono e entre o hidrogênio e os elementos químicos do grupo do oxigênio.
- http://www.youtube.com/watch?v=QB7O_2UjcSk - Essa animação mostra a dissolução do cloreto de sódio em água. É importante frisar que o pólo positivo da água irá solvatar o íon negativo do cloreto de sódio (o íon Cl^-). Já o pólo negativo da água irá solvatar o íon positivo do cloreto de sódio (o íon Na^+). Essa animação é importante para mostrar como se dá a interação íon-dipolo.

- <http://www.youtube.com/watch?v=STJyM3ehS1I&feature=fvsvr> - Essa animação é bastante simples e muito interessante, pois mostra a interação por ligações de hidrogênio da água (interações entre pólos de sinais contrários).
- <http://www.youtube.com/watch?v=bY-ZNIHmcxl> – Por meio dessa animação é possível visualizar como é feita a catálise da reação química de formação da água. É muito interessante, pois mostra a catálise heterogênea (quando catalisador e reagentes estão em estados físicos diferentes).
- <http://www.youtube.com/watch?v=szi0Fv5tuLk&feature=related> - Essa animação mostra a formação da ligação iônica e da ligação covalente. O vídeo está em inglês. Também, aqui, é possível a visualização da formação das ligações de forma dinâmica.
- <http://www.youtube.com/watch?v=vOUPn5lhsAQ&feature=related> - Aqui é mostrado o ciclo da água. Os alunos podem visualizar todo o ciclo de maneira dinâmica e muito mais rápida do que ocorreria na natureza.

Ao se apresentar as animações selecionadas à professora, esta deu demonstrações de desconhecimento quanto à sua existência e seu potencial didático:

Q: *Nossa! Mas que legal... muito bom mesmo essas imagens, são dinâmicas, seria muito bom que os alunos tivessem contato com essas imagens.*

Q: *Vocês podem marcar os endereços pra mim? Gostaria muito de usá-las com meus alunos, facilitaria a aprendizagem e eu poderia trabalhar com aquela atividade do álcool.*

Colaborador externo: *Aquela em que a quantidade depois da mistura com água diminui?*

Q: *Você não acha que ficaria interessante? Eu poderia mostrar a simulação e depois da atividade prática pedir para que eles explicassem o resultado... acho que seriam capazes, depois de ver a simulação... se bem que eu teria que explicar também...*

Colaborador externo: *Mas é claro... você daria uma ajudinha para eles observarem as coisas certas na simulação...*

Colaborador externo: *Você fica à vontade para escolher qual você quer utilizar com os alunos. Trouxe apenas uns exemplos.*

Q: *Então, acho que eu vou usar essa aqui, das forças intermoleculares, porque vai dar certo com a prática do álcool. Gostei dela, está bem demonstrativa, vai ajudar bastante. Vou fazer com os alunos da manhã, porque nesse horário tem o monitor da sala de informática, um aluninho nosso do segundo ano, que auxiliaria na informática. À noite é complicado trabalhar com isso, porque não dá para levar os alunos para a sala de informática, não tem monitor... e eles não iam se comportar, mesmo...*

A atividade citada pela docente, na qual se utilizou álcool, será descrita neste momento. Em tal atividade prática (realizada na reunião de 11/10/2011) misturamos 100 mL de água com 100 mL de etanol. A mistura resultante, ao contrário do que se poderia supor, resultou em um volume de aproximadamente 197 mL, o que se deve ao fato de moléculas de álcool ocuparem os espaços vazios entre as moléculas de água, espaços estes que surgem pela ruptura de algumas pontes de hidrogênio entre as moléculas de água. Durante as discussões realizadas concluiu-se que tal atividade poderia ser utilizada durante a abordagem do tema “interações intermoleculares”. A professora demonstrou espanto ao verificar a diminuição de volume da mistura resultante, uma vez que ela não conhecia tal atividade prática e, tampouco, a explicação para o fato observado.

Neste sentido, acreditamos que a atividade pôde auxiliar a construção de saberes disciplinares (por meio das discussões sobre o motivo da diminuição do volume da mistura resultante), além de saberes curriculares (uma vez que a prática não era conhecida pela professora). Acreditamos ainda que o fato de a própria professora verificar que necessitaria de outros recursos além daqueles que ela dispunha, a fez mobilizar saberes experienciais. A atividade prática em questão pode ter proporcionado a professora momentos de reflexão, no sentido de perceber que alguns fatos observados em determinadas atividades práticas não proporcionam

a construção do conceito científico, sendo necessário lançar mão de outros recursos.

Em 26/10/2011, Q, bastante animada e otimista com seu trabalho, nos relata como foi desenvolvida a aula sobre o tema “interações intermoleculares. Interrogada sobre a realização das atividades, relatou:

Q: Em relação à aula referente às animações, estas foram trabalhadas após o conceito das forças intermoleculares. Elas contribuíram para melhor compreensão do assunto estudado (algo para ilustrar o conteúdo). Na atividade prática utilizei este recurso para demonstrar visualmente a interação ligações de hidrogênio (na prática).

Ele relatou a forma como havia trabalhado o conteúdo das interações intermoleculares: primeiramente apresentou a animação aos alunos e, logo após, fez uma atividade prática, na qual ela misturou 200 mL de água e 200 mL de álcool. Pela regra do “semelhante dissolve semelhante”, a prática pode demonstrar que, pelo fato de a água e o álcool serem moléculas polares, as quais podem interagir por pontes de hidrogênio, eles se solubilizam. A mistura desses volumes resulta num valor inferior a 400 ml (aproximadamente 395 mL),

É interessante notar que Q alterou os volumes utilizados nesse experimento, utilizando-se 200 mL de cada uma das substâncias, ao invés dos 100 mL utilizados na reunião anteriormente realizada. Acreditamos que o fato de a docente já ter realizado a atividade nos encontros anteriores permitiu que estivesse mais segura e otimista com relação a alteração no procedimento.

Destaca-se ainda que Q participava, na ocasião, de um curso de especialização à distância oferecido pela Secretaria de Educação de São Paulo e quando relatou, em um fórum desse curso, o desenvolvimento da sequência didática referida acima, nas qual empregara animações, houve grande entusiasmo da parte dos demais cursistas:

Q: Nossa, fiquei muito surpresa, pois os professores responderam que haviam se interessado pelas atividades, pediram orientações de como eu havia feito, os endereços que eu havia usado... nem acreditei, porque

difícilmente os professores postam suas experiências e quando coloquei a minha, até parabéns me enviaram.

Para contribuir com a análise que realizaremos do episódio anterior, destacamos neste momento que B também decidira utilizar animações em aula para que pudesse explicar evidências macroscópicas obtidas nas aulas de Biologia. Ao ser questionada sobre como estava o andamento das aulas semanais, a mesma relatou (também em 26/10/2011) que havia organizado uma sequência didática com base no uso de animações e da atividade prática de extração do DNA, a qual foi desenvolvida em duas turmas.

B: *Primeiro passei um vídeo que mostrava a localização e a estrutura do DNA e em seguida pedi que eles montassem o modelo da molécula de DNA usando as pecinhas de plástico [tratava-se de um kit que a escola havia recebido]. Só agora vou fazer a extração do DNA.*

Numa primeira turma, a aplicação desta sequência didática (apresentação da animação e montagem do modelo) foi realizada em apenas uma aula, sendo que a professora percebeu que o estudo proposto ficara corrido e superficial. Além disso, percebeu que sem uma explicação teórica mais detalhada, os alunos não tiveram condições de entender direito o que estavam fazendo com o *kit*. Assim, ao realizar o mesmo estudo com a segunda turma, a docente fez modificações na sequência didática, realizando-a em duas aulas e com uma explicação teórica sobre a composição do DNA antes da manipulação do *kit*. A professora avaliou que na segunda turma os resultados alcançados foram satisfatórios e que os alunos se interessaram bastante pela aula. Argumentou ainda que, caso realizasse a atividade prática de extração do DNA antes da apresentação de explicações teóricas (como os pesquisadores haviam proposto), deixaria os alunos sem saber o que estava acontecendo.

Podemos destacar alguns pontos a partir do relato das professoras Q e B. Primeiro, verifica-se que quando os professores compartilham com os colegas de profissão, ou mesmo com seus alunos, os novos conhecimentos, e têm a

oportunidade de trocar experiências, mobilizam seus saberes curriculares e experienciais, uma vez que elaboram e constroem de forma crítica e criativa a sua prática. No caso em que Q compartilhou sua experiência de utilização de animações em aula com seus colegas de curso, gerou grande repercussão e excelente aceitação por parte dos demais professores, inclusive no sentido de propagar a estratégia utilizada. O *feedback* positivo proporcionado por seus alunos e seus pares funcionou, no nosso entendimento, como meio de validação da proposta desenvolvida pela professora, de maneira que ela pôde avaliar como positiva a estratégia traçou.

De acordo com Tardif (2012), a multiplicação das novas tecnologias de informação permite inferir que futuramente serão cada vez mais constantes novos modos de colaboração entre professores e pesquisadores, entre as universidades e as escolas. A criação de bancos de dados informatizados e acessíveis a todos os professores e pesquisadores, comportando simulações, animações, resolução de problemas, informações sobre estratégias de ensino, possibilidades de discussão e reflexão através de postagens eletrônicas, poderá garantir uma maior troca de ideias entre os professores e pesquisadores.

Em segundo lugar, também é possível destacar a partir dos relatos apresentados que os professores mobilizaram e construíram saberes a) experienciais quando, por exemplo, desenvolveram e modificaram as atividades, levando-se em consideração a experiência vivenciada anteriormente; b) disciplinares, uma vez que pode ter havido enriquecimento conceitual conforme as docentes planejavam suas aulas e se preparam para trabalhar com novos recursos c) curriculares, uma vez que as docentes tiveram contato com novas ferramentas didáticas e recursos para o trabalho em sala de aula, como animações e *kits* de construção. Assim, nossa hipótese é a de que tais saberes puderam ser construídos devido à exposição das professoras aos diálogos referentes aos temas em estudo durante o processo de planejamento, implementação e avaliação das sequências didáticas que colocaram em prática, sendo necessário o conhecimento das turmas, das condições de trabalho, a reflexão na ação etc., com modificação e ajuste das propostas a fim de obter um resultado mais satisfatório.

Pensamos que não apenas a realização dessas atividades durante sessões isoladas de trabalho contribuíram para a mobilização desses saberes, mas sim que o arcabouço de atividades propostas durante o projeto contribuíram para este fim. A atividade proposta que teve como finalidade a explicitação dos objetivos das atividades práticas por parte das professoras (08/05/2012), por exemplo, foi realizada à luz de atividades práticas já realizadas até aquele momento, atividade esta que acreditamos ter contribuído para a mobilização de saberes de formação profissional.

Ainda, para que as estratégias empregadas pelas professoras pudessem alcançar os objetivos propostos, elas tiveram de recorrer à sua formação intermediária e à sua formação continuada para a implementação da sequência didática. Q, por exemplo, lançou mão de seus saberes disciplinares sobre “forças intermoleculares”, construídos durante sua formação intermediária, ao mesmo tempo dos saberes curriculares (utilização de atividade prática e animações), construídos durante a formação continuada. Já a professora B mobilizou saberes curriculares (atividade de extração do DNA do morango e o trabalho com os *kits* de montagem) construídos no referido projeto de formação continuada, ao mesmo tempo em que os seus saberes disciplinares, construídos durante sua formação intermediária, foram utilizados. Em ambos os casos a relação entre fatos e modelos foi contemplada.

Tais mobilizações podem ser um indício de que as estratégias empregadas pelos colaboradores externos, aliando o uso de animações para explicar os modelos, ao uso das atividades práticas e das discussões ao longo do projeto, podem ter colaborado para que os professores pudessem ter condições de refletir sobre sua prática e durante a mesma, de modo a mobilizar os seus saberes para a proposição da sequência didática, a implementação e avaliação.

As atividades propostas pelos docentes parecem, pelo menos de acordo com seus relatos, ter proporcionado maior participação dos alunos. A pluralidade de metodologias empregadas pelas professoras (BASTOS et al, 2004; BASTOS; NARDI, 2009) com explicação teórica, aula prática e recursos audiovisuais podem ter contribuído para este fim uma vez que mobilizou diversos aspectos da atividade intelectual dos alunos. No entanto, discutimos neste mesmo dia com as professoras

a necessidade atenção a possíveis equívocos conceituais e inadequações pedagógicas presentes nas animações em vídeos ou *softwares* de simulação, o que permite indicar a necessidade de observação crítica e seleção por parte dos professores quando da utilização dessa estratégia em suas aulas. Assim, é preciso alertar que a simples utilização de destes recursos não garante que os estudantes tenham uma boa aprendizagem, esta depende de uma mediação apropriada feita pelo professor, e pode, assim, se constituir uma ferramenta importante para a construção do conhecimento científico.

Essa mediação eficiente depende de professores bem qualificados que dominem os conteúdos disciplinares, de tal modo que sejam capazes de avaliar a qualidade das simulações e as possibilidades de seu uso pedagógico. Nesse sentido, a formação continuada pode contribuir. Tal ideia está de acordo com o que defende Sangiogo (2010) que destaca a importância de discutir sobre imagens e representações de estruturas submicroscópicas para que esta seja usada em toda sua potencializada em sala de aula.

Embora seja praticamente consensual a importância das atividades práticas nas aulas de Ciências, é importante destacar algumas limitações relativas ao seu uso na aprendizagem de conteúdos caracterizados pelo alto grau de abstração como, por exemplo, processos intramoleculares e intermoleculares, rearranjos de átomos em transformações químicas, partículas subatômicas, processos bioquímicos, que muitas vezes necessitam da matemática como ferramenta essencial para seu estudo. Por estarem fora do alcance dos sentidos humanos, os conceitos mais abstratos da Química e das Ciências em geral despertam preocupação tanto entre os alunos, que se sentem entediados e desestimulados com a sua aprendizagem, como entre os professores, que têm a difícil tarefa de tornar esses assuntos atrativos e o mais próximo possível da compreensão dos alunos. Neste sentido, e com base

principalmente em Vigotski (2001), assumimos que as representações de estruturas submicroscópicas são constituídas por meio do pensamento e compõem o pensamento, pelo uso de linguagens e simbologias específicas, de signos provenientes da cultura científica mediada no contexto escolar, sem desconsiderar, no entanto, que tais construções são provenientes da relação com um objeto que se pretende conhecer. Cabe à escola propiciar processos de apropriação e (re)construção de linguagens e pensamentos

específicos, mediante processos assimétricos de interação entre estudantes e professores (SANGIOGO; ZANON 2012, p.1).

Os dados coletados possibilitam uma análise que indicou que as animações são instrumentos importantes ao ensino de conteúdos científicos, principalmente daqueles que se referem a modelos, e que as atividades práticas não conseguem explicitar. Podemos citar a utilização de animações sobre forças intermoleculares por parte de Q e a utilização de animações sobre o DNA por parte de B como ferramentas que auxiliaram a prática pedagógica das professoras, uma vez que sem este recurso as atividades práticas desenvolvidas não poderiam dar condições para que os estudantes entendessem o fenômeno estudado. Nesses casos, a complementaridade animação-atividade prática é uma estratégia bastante profícua, sendo a atividade prática utilizada para a verificação de um fenômeno e a animação para sua explicação submicroscópica, atômica ou subatômica. Experimentos perigosos ou de realizações muito caras, assim como os que envolvem fenômenos muito rápidos ou muito lentos, estão entre outros eventos a respeito dos quais as simulações devem ser construídas.

8.4.2 Modelagem na formação dos professores

Como já referido em capítulos anteriores, alguns dos professores participantes do projeto (Q, por exemplo), não considerava importante a proposição de atividades que dêem acesso às concepções prévias dos alunos. Uma hipótese para esta concepção pode ser o não conhecimento por parte dos docentes de estratégias que possam ajudá-lo neste objetivo. Neste sentido, entendemos que para os professores terem condições de desenvolver atividades práticas que relacionem fatos e modelos explicativos, é importante que os mesmos vivenciem atividades com essas características. Tal vivência é nomeada por Marcelo Garcia (1999) de modelagem. De acordo com este pressuposto, qualquer tipo de apresentação teórica sobre determinado conteúdo deve ser necessariamente exemplificado através de casos práticos (JOYCE; SHOWERS, 1988 apud MARCELO GARCIA, 1999), ou seja, devem-se elaborar estratégias que sirvam de

modelos em relação a como se pratica determinada competência ou estratégia didática.

Sob esta ótica, realizamos uma atividade prática na sessão de trabalho de 21/08/2012, misturando-se bicarbonato de sódio e vinagre, com enfoque no princípio da conservação da massa nas transformações químicas. Resgatando aspectos históricos, retomamos com os professores o fato de que nos séculos XVIII e XIX muitos dos trabalhos desenvolvidos pelos químicos tinham como objetivo compreender o fenômeno de que em algumas transformações químicas a massa dos produtos aumentava em relação à dos reagentes, ao passo que em outras a massa diminuía. Comentamos que foi ao longo destas investigações que os químicos retomaram o conceito de átomo em uma tentativa de explicar tais fenômenos, desenvolvendo assim o primeiro modelo atômico moderno, ao verificarem que os reagentes deveriam ser colocados em proporções definidas para que as transformações pudessem ocorrer de forma completa, sem a existência de resíduos. Acrescentamos também que o uso da balança foi essencial neste momento, de forma que reagentes e produtos puderam ter suas massas medidas antes e após a ocorrência das transformações.

Aos poucos, apresentamos o material para a atividade e solicitamos previsões e hipóteses. Informamos que no referido conjunto seria misturado vinagre e bicarbonato de sódio numa garrafa PET aberta, e que após a mistura e a ocorrência da referida reação iríamos verificar a massa do sistema por meio de uma balança. Perguntamos às professoras o que iria ocorrer após a mistura, quando prontamente B e C responderam que iria ocorrer a efervescência. Perguntamos então o que elas achavam que iria ocorrer com a massa total do sistema. Ambas responderam que a massa iria diminuir, quando indagamos o motivo por tal diminuição da massa. Tanto B quanto C responderam que seria pela formação do gás, mas não detalharam o processo pelo qual esta formação levaria à citada diminuição da massa.

Neste momento, procuramos fazer uso da equação química envolvida em tal processo como meio de explicar detalhadamente o motivo da diminuição da massa nessa transformação. Mostramos tal equação e argumentamos que o ácido acético e bicarbonato de sódio se transformam em acetato de sódio, gás carbônico e água, de tal maneira que os átomos que estavam presentes no início da transformação

eram os mesmos que estavam presentes em seu final. No entanto, se a garrafa estivesse aberta, o gás carbônico sairia do recipiente, fazendo com que a massa medida na balança diminuísse. Nota-se que o uso de esquemas foi necessário na própria discussão, o que pode ter mostrado aos docentes uma maneira pela qual a consideração de modelos contribui para a aprendizagem.

Porém, percebemos que tal explicação não havia sido muito bem entendida pelas professoras, então propusemos outra forma de representação esquemática da transformação. Dessa vez, desenhamos os átomos seguindo o modelo atômico proposto por Dalton, no qual cada átomo diferente seria representado por uma esfera de tamanho diferente. Como forma de destacar ainda mais tal diferença, algumas das esferas foram coloridas, tomando-se o cuidado de deixar claro que aquilo era apenas uma representação de um modelo desenvolvido pelos cientistas. Em seguida, fizemos a contagem do número de átomos de carbono, oxigênio, etc., antes e depois da transformação. Diante disto, as professoras pareceram compreender que a massa no início e no final era a mesma, mas que se tornaria cada vez menor conforme houvesse perda de moléculas de gás carbônico para o meio. Representações de entidades químicas como átomos, íons e moléculas fazem parte de formas variadas de explicação de fatos e fenômenos. Para Sangiogo e Zanon (2011), as representações de estruturas submicroscópicas são constituídas por meio do pensamento e compõem o pensamento, pelo uso de linguagens e simbologias específicas, de signos provenientes da cultura científica mediada no contexto escolar.

Entendemos que a atividade de modelagem proposta ajudou os professores na construção de alguns saberes. Primeiramente, a sequência didática vivenciada por eles pode ter auxiliado a construção de saberes experienciais e saberes de formação, na medida em que os mesmos puderem ter contato com uma atividade na qual foram realizadas previsões, hipóteses, utilização de aportes históricos para a introdução do tema, observação dos fatos e explicação destes por meio de modelos explicativos. Além disso, saberes disciplinares foram mobilizados na medida em que os professores discutiram sobre os conteúdos relacionados à conservação da massa.

Em uma segunda oportunidade, na qual seria realizada outra atividade prática (23/10/2012), chegamos à escola e nos foram apresentados dois novos professores, incorporados ao quadro docente da escola naquela semana, os quais demonstraram bastante interesse em participar do projeto. Os referidos professores eram das áreas de Biologia e Química e, portanto, serão aqui identificados como B2 e Q2. Haviam sido contratados para substituir Q nas aulas de Ciências e Química, respectivamente, já que Q se afastara para assumir a vice-direção da escola. Relatamos aos mesmos, de forma breve, quais as características do projeto que estávamos desenvolvendo.

Para início das atividades da reunião distribuimos aos presentes um pequeno roteiro contendo instruções, questões e discussões referentes a um experimento sobre “variação do volume do ar”. A ideia de trabalhar em diálogo com um roteiro havia sido pensada a fim de darmos consequência à nossa hipótese, segundo a qual a existência de um roteiro sugerindo algumas discussões a serem feitas com os alunos ajudava a colocar foco em questões didático pedagógicas, fazendo com que o trabalho com os professores não ficasse apenas na discussão de conceitos das Ciências Naturais.

Em seguida, apresentamos aos participantes duas garrafinhas de vidro. Na abertura de cada uma dessas garrafinhas foi fixada uma bexiga. A fim de resfriar e aquecer as amostras de ar em observação, a garrafinha 1 foi colocada em uma bacia contendo gelo, e a garrafinha 2, numa bacia contendo água em temperatura próxima à fervura. Em poucos segundos, observou-se uma diferença bastante visível entre os aspectos das bexigas que estavam afixadas às duas garrafas; a bexiga do sistema que havia sido aquecido inflou-se, enquanto que a bexiga do sistema que havia sido resfriado colapsou. Mais adiante as garrafinhas 1 e 2 foram trocadas de ambiente, ou seja, a garrafinha 1 foi colocada na bacia com água próxima à fervura e a garrafinha 2 colocada em banho de gelo. O resultado foi que, após alguns segundos, o aspecto inicial das bexigas inverteu-se, sugerindo que ar contido nas garrafinhas sofreu variação de volume devido à alteração de temperatura.

Solicitamos então que os professores desenhassem o que achavam que estava acontecendo no interior de cada sistema (tal como os alunos fariam em aula). B desenhou apenas as garrafas e as bexigas, sem representar a suposta

constituição e comportamento do ar no interior do sistema. Em seguida, ao ser perguntada, opinou que, após o aquecimento, “as moléculas do ar dilatam”. B2 ouviu a opinião apresentada por B e disse concordar. Por sua vez Q2 elaborou um desenho mais ou menos coerente com o modelo cinético dos gases, isto é, supôs a existência de partículas no interior dos sistemas, sendo que na representação da amostra de ar que havia sido aquecida as partículas estavam ladeadas por setas indicativas de seu movimento em várias direções; contudo, na representação do sistema que havia sido resfriado pelo contato com o gelo, as partículas não apresentavam setas que indicavam seu movimento, e ficavam somente no fundo da garrafa, parecendo que o ar que foi resfriado desceu e ficou imóvel, formando-se vácuo na parte superior do sistema.

Nota-se pelo relato que tanto B quanto B2 apresentaram concepções substancialistas do fenômeno ao afirmarem que a dilatação do ar ocorre por causa da dilatação das próprias partículas que o compõem, sem levar em consideração a teoria cinética. Já Q2, apesar de ter um pensamento mais próximo desta teoria, apresentou a ideia de que o resfriamento faz com que as partículas componentes do ar deixem de ter movimento e acumulem-se no fundo do recipiente. Q2 fazia mestrado em área dura, portanto surpreendeu-nos que possuísse tal concepção alternativa, sugestiva de que o ensino superior trabalhou conceitos de física e química em nível de memorização mecânica.

Quanto a estratégia de modelagem utilizada durante a reunião de 23/10/2012, esta evidenciou aos professores que as atividades práticas podem ajudar no levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos acerca de determinados conteúdos, estabelecendo um ponto de partida para a reflexão dos estudantes na busca por respostas. Os professores puderam, além disso, por meio das discussões acerca das explicações dos fatos observados, perceber a importância de que os modelos explicativos sejam coerentes com as observações. Acreditamos, portanto, que a atividade de modelagem proporcionou aos professores a construção de saberes de formação profissional e experienciais. Saberes de formação profissional devido ao fato de terem contato com discussões acerca das concepções prévias dos estudantes, vivenciando uma forma de explicitá-la. Saberes experienciais pois os professores puderam vivenciar o processo de experimentação e as discussões a ele

associadas. Além disso, a utilização de um roteiro e a vivência de uma nova atividade prática, a qual pôde ser incorporada ao seu repertório, auxiliou a construção de saberes curriculares. As discussões que foram deflagradas durante as explicações dos fenômenos observados pode ter ajudado os professores na construção de saberes disciplinares.

Prosseguindo com as propostas de modelagem na formação continuada de professores de Ciências, em 06/11/2012 realizamos uma visita a um Jardim Botânico. Nessa atividade, estavam os colaboradores externos, os professores B, C e PQ2 e a monitora do Jardim Botânico. O Jardim Botânico é um instituto público municipal destinado a finalidades científicas, educativas, culturais e de preservação ambiental. Apresenta 371,21 hectares de terra, ocupados por 280 hectares de cerrado, 5 hectares de floresta estacional semidecídua e 5 hectares de floresta paludícola. Possui espaços de visitação pública constituídos por vários viveiros e canteiros de plantas, dois pequenos lagos artificiais e uma trilha de cerca 2 km de extensão no interior de uma área de proteção ambiental na qual se observam Mata de Várzea, Mata Atlântica e Cerrado. Assim, a instituição proporciona ao público, lazer, educação e conservação ambiental.

Numa etapa inicial do “*Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências*” B havia comentado sobre uma visita didática que fizera a uma praça arborizada próxima à escola. Participaram dessa visita os alunos do 6º Ano, e B afirmou ter tido muita dificuldade para “*identificar as plantas*” existentes no local. Por isso opinou que “*seria muito interessante*” se uma das atividades do Projeto fosse uma visita de estudos a algum ambiente natural, como, por exemplo, o Jardim Botânico. Assim, após várias outras atividades realizadas ao longo do projeto, combinamos com os professores uma visita ao Jardim Botânico. Ao chegarmos lá, acomodamo-nos em um banco de cimento em frente ao prédio da administração e, enquanto esperávamos os monitores do Jardim Botânico que nos acompanhariam no passeio, algumas discussões emergiram.

Ao lado do prédio da administração via-se um cacto de caule ramificado, com mais de três metros de altura. B apontou o cacto e perguntou se algumas estruturas coloridas nas partes superiores dos ramos do caule eram flores. Confirmamos que sim, quando B mostrou-se surpresa, comentando que nunca vira “*uma flor de cacto*”.

Indagamos a ela, a fim de recuperar algumas discussões ocorridas durante a atividade de observação do lírio (07/08/2012): “*Se tem flores, então deve ser uma...?*”. “*Uma angiosperma*” - respondeu ela.

Confirmamos que sim, lembrando que “*todas as angiospermas possuem flores, mesmo que essas flores não tenham o aspecto típico das flores de floricultura*”. Citamos o caso do capim, cujas flores tinham um aspecto externo bem diferente daquele ao qual as pessoas leigas estão acostumadas. Sugerimos, por fim, que nos deslocássemos até junto do cacto para observarmos as flores mais de perto. Assim fizemos, e então C disse que tinha visto “*numa reportagem que as flores são folhas modificadas, aliás, agora eles falam que tudo são folhas modificadas*”; opinamos que não fora numa reportagem que ela ouvira aquele comentário, e sim na atividade de observação do lírio. Diante dessa sugestão, ela riu e concordou: “*É, foi isso mesmo*”. Prosseguimos dizendo que também os espinhos do cacto eram considerados como folhas modificadas, e fizemos notar que, no cacto, o órgão responsável pela fotossíntese era o caule.

Prosseguindo com a atividade entregamos aos professores uma folha de papel com algumas considerações que julgávamos importantes (ANEXO 2) quando da visita a um ambiente externo à escola. Argumentamos inicialmente sobre a importância de que os professores façam uma visita prévia aos locais em que comparecerão com os alunos, a fim de colher elementos para planejar as atividades didáticas pretendidas e elaborar orientações de segurança e conforto a serem apresentadas aos estudantes. Neste momento, colocamos a seguinte questão aos professores: ao levarmos nossos alunos ao Jardim Botânico, quais serão os possíveis objetivos didáticos? C então elencou os seguintes objetivos:

- Oportunizar atividades de observação;
- Estudar as características de uma planta como, por exemplo, as partes que formam o seu organismo (raiz, caule, folha, flor, etc.);
- Estudar os tipos de plantas (grandes grupos vegetais);
- Elaborar desenhos (de plantas e paisagens);
- Despertar dúvidas, interesses, curiosidades.

Apontamos que tais objetivos pareceram pertinentes e, antes de iniciarmos a análise deles, lembramos que no ano de 2011 B levava os alunos do 6º anos ao Jardim Botânico. Neste momento, solicitamos que B apontasse quais os objetivos que priorizara quando, numa ocasião anterior, trouxera os alunos para uma visita ao referido ambiente. Assim, B destacou os seguintes objetivos:

- Observar o paisagismo [referia-se não à fisionomia da mata, mas especificamente ao trabalho de paisagismo existente na área ao redor da sede do Jardim Botânico];
- Comparar uma área de reserva ambiental com um local modificado pelo homem;
- Discutir sobre o desmatamento;
- Observar o solo;
- “Observar” o clima (o microclima nas diferentes partes da trilha);
- Motivar os alunos.

Colocamos então que os objetivos apontados pelas docentes estavam em grande parte ligados ao campo da educação ambiental, comentário este que sinalizaram dando aval ao mesmo.

B colocou então que, na visita realizada por ela anteriormente, procurara levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o cerrado e chegara à “decepcionante conclusão” de que os mesmos “nada sabem sobre o assunto”. Em resposta, lembramos que tal levantamento havia sido realizado com perguntas do tipo “o que é bioma?”, “o que é cerrado?” e que tais questões cobravam apenas definições de conceitos, criando uma situação em que os alunos poderiam ter várias coisas a dizer sobre os ambientes com os quais tinham contato, mas, por não dominarem os termos técnicos apresentados, entendiam que não estavam aptos a pronunciar-se sobre o que havia sido perguntado. Argumentamos na sequência que algumas questões para o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, no nosso entendimento, ficariam mais adequadas se fossem do tipo “que plantas e animais vocês acham que irão ver no Jardim Botânico?”, como essas plantas e animais vivem?” etc. B respondeu que havia questionado os alunos com tais

questões e que, mesmo assim, eles continuavam falando apenas “coisas sem sentido”. Portanto, naquele momento, as falas de B nos fizeram pensar se a referida professora realmente aceitava a existência e importância das concepções dos alunos ou o fazia somente em nível de discurso e não como um fator a ser considerado na planificação de suas aulas.

Perguntamos ainda aos professores se a atividade de visita ao Jardim Botânico poderia ter um caráter investigativo, isto é, se poderia ser organizado a partir de algumas questões e problemas apresentados aos alunos com antecedência, e que a visita ajudaria a discutir. C argumentou novamente que sua ideia seria usar a visita como um momento para despertar dúvidas, interesses, curiosidades e que seria uma boa forma pela qual se desenvolveria a atividade com características investigativas. Já B opinou que pediria aos alunos para observarem a paisagem, as plantas, etc., durante o período de percurso da trilha. Nota-se que os docentes enfatizaram aspectos diferentes daquilo que poderia compor uma investigação: enquanto C deu mais ênfase a formulações de questões, B enfatizou o papel da observação na elaboração de novos conhecimentos.

Notar que a valorização da observação por parte da professora B foi feita sem que essa professora citasse a necessidade de relacionar os dados coletados pelos alunos a modelos explicativos propostos pela ecologia. Assim, pareceu-nos que, para B, as observações a serem realizadas já continham em si todos os elementos considerados necessários para as aprendizagens almejadas; naquele momento, conhecimentos de caráter explicativo não foram lembrados, de modo que B talvez estivesse expressando uma concepção próxima das visões empiristas.

Prosseguindo, B apontou uma árvore de copaíba existente junto ao banco em torno do qual o grupo estava reunido. Essa árvore estava identificada através de uma placa na qual apareceriam seu nome popular e seu nome científico. B comentou então que o óleo de copaíba era utilizado com bastante sucesso no tratamento de dores nos pés, nas pernas, nos braços, etc. Um dos colaboradores externos pergunta de que parte da planta o óleo era extraído, quando a monitora responde ser do caule. O colaborador externo comenta então que pelo estudo da copaíba seria possível realizar um trabalho interdisciplinar unindo as disciplinas de

Química e Biologia a respeito da extração de substâncias de uso medicinal (no caso, o óleo de copaíba).

Ainda, um dos colaboradores externos, com formação na área de Biologia, opinou que as observações realizadas nos diversos espaços do Jardim Botânico ajudavam o aluno a conhecer as características dos grandes grupos vegetais. Citou naquele momento os nomes de tais grandes grupos: briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Neste momento PQ2 quis saber sobre a utilidade da classificação na biologia. Foi solicitado neste momento que ele pensasse sobre a classificação periódica dos elementos químicos, quando foi então sugerido que a classificação dos organismos vivos na Biologia cumpria um papel semelhante ao da classificação periódica na Química. Assim, PQ2 coloca neste momento a ideia de que a classificação dos seres vivos “organizasse” o conhecimento, pensamento este confirmado pelos colaboradores da área de Biologia. Estes últimos exemplificaram que, se fosse dito que uma planta era angiosperma, já estaria dito automaticamente várias características daquela planta, comuns a todas as angiospermas, tais como possuírem flor e fruto.

Foi lembrado também que as classificações atuais tentavam refletir o parentesco evolutivo que se imagina existir entre diferentes grupos e organismos; assim, as classificações eram parte integrante das explicações que permitiam entender por que os seres vivos existentes no planeta são da maneira como são. PQ2 cita as samambaias, que teriam sido “as primeiras plantas”. Os colaboradores externos concordaram com ideia apresentada pelo professor [de que a classificação tinha a ver com uma narrativa histórica], ressaltando porém que, segundo os conhecimentos atuais, as primeiras plantas a conquistar o ambiente terrestre não eram as samambaias, e sim as briófitas.

Nossa ideia com estes questionamentos iniciais foi a de levar os professores a refletirem sobre as possíveis características que a visita ao Jardim Botânico poderia assumir, de acordo com os objetivos didáticos pretendidos, sendo que os referidos diálogos apontaram para a importância da educação ambiental, com ênfase nos questionamentos e na observação por parte dos alunos.

Após esta etapa inicial, passamos a percorrer a trilha, guiada por uma monitora do Jardim Botânico. O primeiro trecho da trilha seguia por uma mata de

várzea, passando por um córrego. Naquele dia fazia um calor desconfortável, com muitos insetos ao nosso entorno, fato este destacado pelos próprios professores. Tal situação nos levou a indagar se uma visita deste tipo, em uma estação quente do ano, não poderia proporcionar nos alunos um contato desagradável com um ambiente natural, prejudicando o propósito de educação ambiental. Prosseguimos passando por um trecho de mata atlântica que, conforme explicou a monitora, era de uma floresta estacional semi-decídua; estacional porque era afetada pelas estações do ano (no caso, a estação chuvosa e a estação seca), e semi-decídua pelo fato de que, na estação seca, metade das espécies vegetais perdia suas folhas. Na sequência a monitora nos mostrou uma samambaia mata-boi, que constituía uma praga, pois possuía muito quinino e, ao instalar-se em locais desmatados, alastrava-se, impedindo que outras plantas crescessem ao redor e recompusessem a vegetação original.

Prosseguindo, foi nos mostrado uma copaíba da mata e a monitora nos solicitou que a comparássemos com a copaíba que existia em frente ao prédio da administração. Nos fez notar que a copaíba da mata era bem mais alta, possuindo um tronco que crescera reto e para cima e ramos superiores que alcançavam o topo do dossel, explicando-nos neste momento o significado deste termo. A copaíba existente em frente ao prédio da administração era mais baixa e tinha os ramos mais espalhados para os lados. Explicou-nos que tal diferença se devia pelo fato de que a copaíba da mata necessitava crescer bem mais alto para obter seu suprimento de luz. Na sequência solicitou que verificássemos com as mãos a textura membranácea das folhas de algumas plantas da mata, antecipando que, no trecho de cerrado, veríamos folhas com textura bem diferente. Finalmente, quando passamos por uma clareira, falou sobre as plantas pioneiras, comentando que germinavam ao sol e, ao crescerem, criavam regiões de sombra apropriadas para a instalação de outras plantas, nos fornecendo, portanto, uma breve indicação das etapas iniciais da sucessão ecológica.

Em seguida, a trilha passou a apresentar uma ligeira inclinação para cima, momento em que a monitora nos perguntou o que iria acontecer com o tamanho das árvores conforme subíssemos. Notamos que as árvores estavam ficando mais baixas, quando nos foi explicado que esse fato ocorria porque, estando a superfície

do solo mais alta, aumentava a distância entre essa superfície e a fonte de água (lençol freático). Comentou então que qualquer restrição existente numa área, seja de nutrientes, água ou luz, reflete-se em um tamanho menor da árvore.

Seguimos e chegamos ao terceiro e último trecho da trilha, que era um trecho de cerrado. A vegetação era mais baixa e menos densa, a temperatura maior e a umidade do ar, menor. A monitora nos chamou a atenção para as características de escleromorfismo oligotrófico, visível na aparência das árvores e dos arbustos, os quais passavam a apresentar troncos e galhos sinuosos, cascas grossas, folhas coriáceas etc. Foi-nos explicado que no passado se pensava que tais características se deviam ao solo pobre em nutrientes do cerrado, mas que havia sido descoberto que, ao contrário, o solo do cerrado era rico em nutrientes. Porém, além dos nutrientes, tal solo também era rico em alumínio e que este em excesso entrava em competição com outros nutrientes, prejudicando a absorção desses pelas raízes. Acrescentou ainda que as mesmas plantas, crescendo em um solo mais equilibrado cresceriam com aspecto normal.

B perguntou se havia cobras naquela mata, quando a monitora disse que já haviam sido encontradas exemplares de sucuri, jiboia, cascavel, coral falsa e verdadeira etc. Continuando, disse que estagiários do Jardim Botânico haviam encontrado, certa vez, pegadas de jaguatirica.

Ao longo do trajeto encontramos exemplares de alguns outros organismos. B nos pediu para confirmar em certo momento se algumas estruturas que ele achava eram mesmo orelhas-de-pau, quando confirmamos. Além disso, encontramos uma teia de aranha contendo a aranha que a construía e um exoesqueleto proveniente de ecdise. Quando foi explicado aos professores que a aranha precisava trocar de esqueleto para conseguir crescer, tivemos a impressão que os mesmos desconheciam tal processo.

C encontrou também um exoesqueleto de cigarra; o exoesqueleto estava sobre o tronco de uma árvore e C pensou que fosse uma grande aranha. Colhemos o resto do animal. Um aluno de uma escola visitante quis saber sobre o material encontrado e se poderia levá-lo. Dissemos que sim e explicamos que a cigarra havia saído de dentro do esqueleto, quando mostramos a abertura que havia no dorso do tórax, pela qual a cigarra havia abandonado o esqueleto velho. Pareceu-nos que o

menino não havia entendido muito bem, pois perguntou por diversas vezes se aquele animal estava vivo. C opinou então que a dificuldade de entendimento do aluno era porque, para ele, um esqueleto só poderia ser de um animal já morto. Nota-se que a docente foi capaz de hipotetizar sobre a característica ou origem da concepção do aluno e mobilizar seus saberes de formação profissional.

Após a conclusão da atividade de percurso da trilha, a monitora nos levou para conhecer o Jardim Sensorial, espaço de visita composto por alguns canteiros nos quais eram cultivadas diversas plantas herbáceas do Brasil e de outros países. Um dos objetivos dessa atração do Jardim Botânico era levar as pessoas a apreciarem as texturas e os cheiros de algumas espécies de plantas de pequeno porte, atividade que vinha sendo indicada inclusive para alunos visitantes portadores de deficiência visual.

Por último, conhecemos a Coleção de Pteridófitas, que ficava exposta em uma espécie de galpão, dentro da qual havia dispositivos que pulverizavam água com frequência, a fim de que o microclima local ficasse bem úmido.

Acreditamos que a atividade relatada pode ter ajudado os professores a construir saberes disciplinares com o levantamento de aspectos para discussão como, por exemplo, sobre biologia vegetal, biologia animal, ecologia etc.; saberes experienciais na medida em que vivenciaram uma situação de aula; e saberes da formação profissional ao verificar a necessidade de uma visita prévia ao ambiente a ser visitado e ao refletir sobre os objetivos didáticos, pensando em quais as melhores questões a serem colocadas aos alunos para o levantamento dos conhecimentos prévios dos mesmos.

Retomamos aqui a ideia apresentada por B quando relatou em 05/10/2011 que durante a visita ao Jardim Botânico os estudantes puderam ver e aprender por meio da observação, considerando que a simples observação dos fatos poderia ajudar o estudante a construir conceitos científicos. Entendemos que B demonstrara assim possuir uma visão empirista da atividade científica e certo descaso com o ensino por meio da utilização de conceitos teóricos e modelos. Porém, durante o percurso, várias foram as discussões que emergiram nas quais as explicações dos fatos (características de plantas, animais e ambientes, por exemplo) só foi possível recorrendo-se a conceitos teóricos e modelos. Citamos como exemplo a explicação

fornecida pela monitora sobre o fato de a copaíba da mata ser bem mais alta, possuindo um tronco que crescera reto e para cima e ramos alcançando o topo do dossel, quando comparada ao da copaíba que ficava em frente ao prédio da administração, que possuía galhos mais espalhados e para os lados, explicando que a primeira possuía tais características devido ao fato da necessidade de crescer bem mais para obter seu suprimento de luz.

Outro fato observado durante o percurso, o qual só poderia ser entendido com alguma explicação teórica, foi quando a trilha apresentou uma pequena inclinação para cima, quando notamos que as árvores ficavam mais baixas. A explicação para tal observação, fornecida também pela monitora, é a de que a superfície, estando mais alta, aumentava a distância entre esta e o suprimento de água (lençol freático). Apontou ainda que qualquer restrição existente em uma área (nutrientes, água ou luz) reflete-se em um tamanho menor.

Assim, durante o trajeto através da trilha, a monitora propôs observações e explicações que consideramos bastante interessantes. No entanto, pareceu-nos que abusou de termos técnicos e definições; além disso, fez o percurso com certa pressa, o que pode ter dificultado para que B, C e PQ2 se detivessem em observações e perguntas de seu interesse. De fato, B tentou colocar perguntas em algumas ocasiões, mas a monitora aparentemente não percebeu o que estava ocorrendo, e continuou caminhando; e, ao final do percurso da trilha, C comentou que a visita havia sido “muito corrida”, de forma que não tinha conseguido “parar para observar”. Finalmente, o foco das falas da monitora foi quase sempre sobre as plantas, e não sobre outros grupos de organismos que também estão presentes no cerrado. Contudo, havia uma série de circunstâncias que podem ter influenciado a maneira como a monitora trabalhou conosco, isto é, se ela estivesse acompanhando uma turma de alunos da escola básica, previamente agendada etc., provavelmente organizaria sua exposição de outra forma, mesmo porque, na ficha de agendamento, os professores tinham que informar temas de interesse para abordagem durante a visita. Nesse sentido, podemos destacar as seguintes circunstâncias que podem ter influenciado o modo como a monitora realizara a visita:

- A monitora sabia que estava falando para professores, daí, talvez, sua ênfase no uso de termos técnicos e definições;
- A monitora tinha uma reunião de trabalho em breve, e não podia demorar-se na trilha;
- A monitora pareceu estar “tensa” diante da informação de que alguns de nós éramos “biólogos” vinculados a um Programa de Pós-Graduação da UNESP;
- As orientações que o Jardim Botânico apresenta aos alunos que irão percorrer a trilha, enfatizam a necessidade de eles andarem sempre em fila, não se separarem do grupo e pararem somente nos pontos indicados pelo monitor. Nesse caso, nota-se que cuidados com a integridade física do aluno colocam-se acima dos procedimentos para um melhor aproveitamento pedagógico da visita.

Acreditamos que a confrontação dos professores com algumas questões que focalizam o trabalho com os alunos (considerando objetivos, concepções alternativas, métodos etc.) foi uma importante estratégia para fazer com que os diálogos empreendidos não ficassem restritos a conceitos das ciências naturais e também se estendessem à dimensão didático-pedagógica.

Outra conclusão foi que o contato dos pesquisadores e professores com uma multiplicidade de ambientes, organismos vivos e fenômenos, através da participação em um trabalho de campo no Jardim Botânico, estimulou visivelmente os diálogos e questionamentos entre os membros do grupo. Neste sentido, as sessões de trabalho organizadas em torno das atividades práticas podem constituir elementos importantes no âmbito de projetos de formação continuada de professores, já que a análise de fenômenos naturais dá margem à consideração tanto dos conteúdos de ensino quanto dos caminhos para a interação dos alunos com os fatos, modelos e conceitos em estudo.

Finalizando, as atividades de modelagem na formação continuada de professores parece ser um caminho possível para a proposição de práticas que visem a construção e reconstrução de saberes, uma vez que colocam os professores em situações nas quais os mesmos vivenciam sequências didáticas de atividades práticas que relacionem fatos observados e modelos explicativos. As

propostas apresentadas anteriormente exemplificam isso quando os professores vivenciaram atividades nas quais deles foram levantados os conhecimentos prévios, elaboração de hipóteses, previsões, observações e explicações dos fatos observados utilizando-se modelos e conceitos científicos. Neste sentido, acreditamos que os docentes passam a possuir maior repertório de atividades que estejam alicerçadas em concepções mais atuais relacionadas ao ensino de ciências.

8.4.3 O uso da história da Ciência

Verificou-se, no decorrer do projeto, que os professores participantes possuíam algumas lacunas em seus saberes disciplinares (TARDIF, 2012), especificamente quanto a determinadas noções de caráter epistemológico, lacunas estas que criavam dificuldades para que elas aprofundassem as discussões sobre o papel e as possibilidades de utilização das atividades práticas no ensino de Ciências. Expressões como “natureza da ciência”, “observação”, “hipótese”, “previsão”, “experimentação” e “modelo” ainda causavam certa confusão entre eles, por isso avaliamos ser importante um trabalho que abordasse tais questões.

Alguns exemplos de situações que nos levaram a perceber as dificuldades dos professores foram os seguintes:

Exemplo 1: Durante uma discussão sobre as atividades propostas pelo *Caderno do Aluno* de Biologia, do 2º ano, volume 2 (São Paulo, 2010), realizada em 05/10/2011, afirmamos que em algumas dessas atividades o termo “hipótese” era erroneamente utilizado no lugar do termo “previsão”. Assim, mostramos uma “situação de aprendizagem” (proposta no *Caderno*) em que o aluno deveria anotar numa tabela “as mudanças” que ele esperava que acontecessem em amostras de alimento ao longo do tempo, mudanças estas que seriam denominadas “hipóteses”. Diante desse nosso questionamento, Q ficou em dúvida e perguntou:

Q: *Mas [hipótese] não é a mesma coisa [que previsão]?*

Exemplo 2: Durante a discussão sobre objetivos didáticos das atividades práticas (08/05/2012), ao comentarmos sobre o possível objetivo de “entender a

natureza da ciência”, perguntamos: “Na opinião de vocês, que coisas o aluno deveria aprender, para ter uma noção sobre a natureza da ciência?”. Inicialmente B ficou alguns instantes em silêncio, como se estivesse pensando o que responder, o que contrastou com a maioria das situações anteriores, nas quais falava sem hesitação. Em seguida, sem muita certeza, citou o ciclo do carbono, o ciclo da água, ou seja, os ciclos biogeoquímicos e a relação destes com o cotidiano. Pensou mais um pouco e resolveu mudar sua opinião anterior.

B: *“Mas... talvez não seja isso, talvez seja mais a história da ciência”... “a história é importante porque tem o tempo cronológico”.*

Q, por sua vez, assim expôs sua opinião (sobre coisas que o aluno deveria aprender, para ter uma noção sobre “natureza da ciência”):

Q: *“É importante o aluno conhecer a estrutura das substâncias, por exemplo, a estrutura de uma substância como a água, a natureza dessa substância, o seu papel como solvente, etc.”.*

Notar que, nessa atividade, a expressão “natureza da Ciência” foi propositalmente utilizada por duas razões principais: (a) trata-se de uma expressão consagrada na literatura em educação em Ciências, e que é útil para designar um tipo de conteúdo com o qual os alunos deveriam ter contato (discussões sobre o que é a ciência e como ela se desenvolve); (b) sendo a expressão “natureza da Ciência” muito comum na literatura, provavelmente os professores irão deparar-se com ela em diversas situações e ter que discutir seu significado. No entanto, propusemos a discussão acima referida entendendo que há uma série de ressalvas quanto à expressão “natureza da Ciência”, ressalvas estas que foram posteriormente discutidas com Q, B e C, principalmente no sentido de que as características da atividade científica não são „naturais” e sim históricas, e também no sentido de que transformações históricas em todos os âmbitos da vida social e econômica fazem com que a ciência não possua uma „natureza” (uma essência) fixa e imutável. Um simples exemplo ilustra tais objeções: o conceito de átomo teve sua origem na

antiguidade grega, no entanto seu conteúdo, suas relações com outros conceitos e os métodos para sua construção e validação modificaram-se consideravelmente ao longo da história.

Exemplo 3: Algumas falas das professoras, já citadas anteriormente, sugeriam que, para elas, as descrições propostas pela ciência a respeito de objetos de estudo submicroscópicos, tais como „átomos“, „molécula de DNA“ e „rearranjos de átomos em transformações químicas“, correspondiam não a um conhecimento que se dava no plano dos modelos (os quais, por definição, são hipotéticos, podendo ser modificados ou substituídos), mas a descrições de entidades e processos *reais*.

Evidentemente que essas professoras possuíam algumas noções sobre características da atividade científica (por exemplo, citaram em determinadas discussões o fato de que o conhecimento científico muda com o tempo, e também caráter coletivo da ciência), mas muitas dessas noções pareceriam ficar em um nível intuitivo, como se não tivessem parado para pensar sobre o assunto.

Com base em episódios tais como os citados acima, pareceu-nos que as docentes precisariam de ajuda caso quisessem sistematizar e criticar uma série de aspectos considerados nas discussões sobre “a natureza da Ciência”, importantes para o trabalho em aula com atividades práticas e outros aspectos do ensino de Ciências.

Assim, propusemos o estudo de um episódio sobre história da ciência a fim de clarificar o entendimento das professoras acerca de alguns termos que seriam necessários para melhor discussão sobre o papel e os objetivos das atividades práticas. Para tanto, disponibilizamos aos professores um texto de Rezende (2001) (ANEXO 3) que tratava de um relato sobre as pesquisas referentes ao beribéri no final do século XIX e início do século XX, a partir do qual poderíamos discutir algumas características da atividade científica, bem como as concepções dos professores a respeito de tais características. Focaremos neste momento as discussões e concepções apresentadas pelos professores sobre as atividades práticas e a relação delas com os modelos produzidos pela Ciência.

Em uma das discussões resultantes da leitura do texto, procuramos definir juntamente com os professores o que caracterizava um experimento. Partimos pela retomada de alguns experimentos que já havíamos realizado anteriormente: a

extração do DNA do morango, a interação entre bicarbonato de sódio e vinagre, o teste da água e da gasolina como possíveis solventes do sal de cozinha e do plástico de copos descartáveis, experimentos de cromatografia de macerados de folhas de plantas e outros materiais, experimentos sobre fatores que influenciam a atividade do fermento biológico. Consideramos também o experimento de Eijkman sobre a polineurite dos frangos, descrito no texto estudado. Ao serem perguntadas sobre quais semelhanças existiam entre todas aquelas situações, as professoras, com auxílio dos colaboradores externos, gradativamente apontaram que:

- Em todos os casos havia uma investigação sendo realizada;
- O experimento pode envolver o trabalho com hipóteses (o cientista está diante de um problema, então ele formula uma hipótese, que é uma tentativa de resolução do problema, e através do experimento verifica se a hipótese é válida ou não);
- Independentemente de sua relação ou não com o teste de determinadas hipóteses, o experimento é uma situação em que o cientista faz o fenômeno acontecer “em situações controladas” (KNELLER, 1980).

Discutiu-se também que a observação científica pode ou não estar ligada a situações experimentais, do mesmo modo que, na escola, apenas uma parte das atividades práticas realizadas corresponde a experimentos propriamente ditos. Este pressuposto está de acordo com a definição de Dourado (2001), o qual diferencia trabalho prático de trabalho experimental.

Assim, argumentou-se que algumas das atividades realizadas ou discutidas ao longo do projeto não constituíam experimentos, como, por exemplo, a “visita à mata de cerrado”, a “observação de células e tecidos vegetais ao microscópio” e a “observação da Lua, das estrelas e dos planetas ao céu noturno”, já que, a rigor, não envolviam manipulação do fenômeno em estudo.

Também foi feita, naquela oportunidade, uma diferenciação entre atividades tipicamente práticas e atividades didáticas que propõem o trabalho do aluno com modelos, simulações e animações. Tais discussões nos pareceram importantes, já que B considerava ambos os tipos de atividades como equivalentes, provavelmente

porque não atentava para as características e papéis de conhecimentos que se encontram em diferentes níveis de representação (GIBIN; FERREIRA, 2010):

B: *Porque a atividade de montagem da molécula de DNA [com as pecinhas de plástico] não é classificada como atividade prática, já que os alunos estão vendo, “na prática”, como a molécula de DNA é?*

Colocamos, neste momento, que tal atividade não poderia ser classificada como atividade prática na medida em que o aluno não estava em contato com o material real (o DNA extraído de plantas), mas apenas lidava com uma representação didática dele, isto é, com um modelo em escala macroscópica do material em estudo. Q reforçou esse argumento destacando que os alunos estavam trabalhando “com as peças de plástico, e não com o DNA de verdade”.

Ainda dentro desse tema (estrutura tridimensional da molécula de DNA), relembremos as diferenças entre os trabalhos de “Rosalind Franklin” e “Watson e Crick” na década de 1950. Rosalind Franklin contribuiu com importantes dados de caráter experimental (dados de difração de raios-x), enquanto que Watson e Crick (inclusive com o auxílio de material muito trivial - papel, arame, isopor etc.), buscaram construir uma representação macroscópica e tridimensional da molécula de DNA - um modelo - que fosse coerente com os dados experimentais disponíveis.

Citamos também naquela ocasião, a diferença entre observarmos diretamente o céu noturno e trabalharmos com a exploração de um planetário virtual como o *Stellarium*.

Os processos de modelagem (aqui entendidos como elaboração física de um modelo) no ensino de Ciências são importantes visto que os alunos podem, nestes processos, demonstrar seus conhecimentos sobre os modelos dinâmicos e externalizar seus modelos mentais, dando formas concretas às formas abstratas (SAMPAIO, 2009).

Os professores puderam, a partir deste momento, realizar algumas críticas aos *Cadernos* onde, por muitas vezes, alguns termos eram apresentados erroneamente. Um desses termos era proposto em um dos *Cadernos de Biologia*. Nesta atividade é solicitado que o aluno realize uma “experimentação” sobre

“meiose”. Porém, tal atividade se tratava apenas de uma simulação do processo de meiose, uma vez que o estudante deveria representar os cromossomos com “rolinhos” de massa de modelar. Na verdade, era solicitado que o aluno representasse um processo microscópico.

Acreditamos que a atividade desenvolvida com a utilização de episódio da história da Ciência contribuiu para a formação das professoras decorrentes dos estudos propostos em alguns sentidos. Primeiramente, acreditamos que as docentes puderam compreender melhor o que são atividades práticas. Como relatado anteriormente, B acreditava que a simples manipulação de peças de plástico para atividade de modelagem da molécula de DNA se configurava como uma atividade prática. Como destacado, atividade prática se configura pelo contato com o objeto real, e não era o que estava ocorrendo na ocasião.

Em segundo lugar, pensamos que as professoras puderam compreender as características de outras atividades que podem dialogar com o estudo prático como, por exemplo, o uso de animações, simulações e modelos explicativos. Neste sentido, e retomando o diálogo citado no parágrafo anterior, acreditamos que as professoras puderem perceber que os fatos observados em experimentos relatados em alguns episódios históricos foram utilizados para a elaboração de alguns modelos e que, paralelamente, em sala de aula, os dados coletados das atividades práticas podem ser utilizados para a elaboração de modelos explicativos e/ou recorrer aos modelos propostos pela Ciência para explicar o fenômeno.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa acompanhou uma experiência de formação continuada de professores da área de Ciências da Natureza a partir de alguns referenciais que possuem as seguintes premissas:

- A formação de professores como um trabalho colaborativo entre a universidade e a escola;
- A relação Universidade Escola Básica uma vez que o professor forma a escola e se forma na escola;
- O professor como o profissional que detêm e constrói, ao longo da vida e da carreira, os saberes que fundamentam sua prática em sala de aula;
- O professor como profissional reflexivo.

Neste sentido, nasceu o projeto *Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*, sendo a presente pesquisa parte dele. Objetivamos, com este projeto de formação continuada, verificar como as atividades práticas e as discussões por elas fomentadas podem contribuir para que os professores reelaborem e construam saberes docentes e como estes são utilizados com vistas à melhoria das suas práticas. Para que tais análises pudessem ser realizadas foram propostas algumas atividades que ajudaram os professores a explicitarem suas concepções e, a partir delas, pudéssemos propor novas atividades que os auxiliassem a refletir e superar suas dificuldades.

Inicialmente destacamos que vários foram os obstáculos que permearam o projeto. Dentre eles podemos citar interpretações distorcidas de alguns termos importantes para o debate sobre as atividades práticas como, por exemplo, hipótese, observação, investigação e natureza da ciência. Entendemos que o referido projeto pode ter ajudado os professores na clarificação e entendimento destes termos, uma vez que foi desenvolvida atividade específica para este fim, com auxílio de um episódio da história da ciência.

A alta rotatividade dos professores, o descontentamento por parte deles com as políticas públicas para a educação, a indisciplina dos alunos, a falta de apoio de

gestores, falta de tempo por parte dos professores para aliar processos de formação e trabalho, a burocracia enraizada na escola e os compromissos diários de trabalho, tanto de professores quanto de colaboradores externos, podem ser citados como exemplos de situações complicadoras que surgiram durante o projeto. Acreditamos que tais dificuldades podem prejudicar o desenvolvimento profissional dos professores. Entendemos que projetos como este, que propõe a formação *in loco*, contribuem, dentre outros aspectos, no que se refere à economia de tempo para que os professores participem dos processos de formação, uma vez que foram utilizados horários de HTPC/ATPC, horários estes destinados para esta finalidade. Pensando sob esta ótica, os professores podem utilizar outros horários disponíveis para refletir como tais projetos podem contribuir para a melhoria da sua prática pedagógica. Também a visão dos gestores escolares (diretores, vice-diretores e coordenadores) pode influenciar no sucesso ou fracasso de projetos como este, pois são eles quem administram boa parte do tempo dos professores, com a elaboração do horário de aula e das reuniões pedagógicas.

Com relação aos saberes dos professores, foram vários os momentos que necessitaram de intervenções por parte dos colaboradores externos no que se refere aos seus saberes disciplinares. As atividades práticas que foram propostas e as discussões que se sucederam a partir delas auxiliaram os professores no que se refere à melhoria destes saberes, contribuindo para o preenchimento de lacunas deixadas pela formação intermediária. Sendo assim, acreditamos que o referido projeto pode ter contribuído para a melhora de tais saberes pelos professores investigados.

Os saberes experiências foram manifestados e/ou construídos em todos os momentos do projeto, seja por meio das vivências de aulas (a qual denominamos de modelagem), pelas discussões, realização de algumas práticas com os alunos, da organização e teste dos materiais e equipamentos a serem usados em sala de aula, planejamento e preparação de aulas práticas e reflexão na possibilidade de uso pedagógico de tais atividades.

Assim, na tentativa de reproduzir em sala de aula as atividades práticas vivenciadas nas sessões de trabalho do projeto, os professores fizeram modificações em materiais, métodos ou procedimentos com a finalidade de adequar

tais atividades a realidade da classe, resgatando seus saberes experienciais. Portanto, acreditamos que o conhecimento prévio por parte do professor da atividade a ser desenvolvida possibilita o mesmo refletir antes da ação, de forma a pensar nas melhores estratégias para adequação da mesma a sua realidade.

Os professores explicitaram, desde o início do projeto, várias de suas concepções acerca do uso das atividades práticas em sala de aula. Ainda assim, propusemos atividades nas quais tais concepções se manifestassem de forma mais explícita. Cremos, neste sentido, que o conhecimento destas concepções ajudaram os pesquisadores na proposição de diálogos acerca delas, em uma tentativa de contribuir para que os docentes vislumbrassem outras possibilidades para o trabalho com a utilização de atividades práticas. Neste sentido, acreditamos que o referido projeto pode ter contribuído para que os professores pudessem ter condições de propor atividades práticas com outros objetivos diferentes daqueles que o faziam anteriormente.

Acreditamos, ainda, que os professores puderam, no decorrer do projeto, desenvolver saberes curriculares, seja por meio da incorporação ao seu repertório de atividades práticas antes por eles desconhecidas, pela análise de roteiros nos quais eram propostas tarefas e questionamentos referentes às atividades práticas desenvolvidas, ou ainda pelo conhecimento de novas estratégias didáticas como, por exemplo, as animações.

Finalmente, saberes da formação profissional puderam ser construídos por meio da discussão sobre objetivos didáticos de atividades práticas quando os professores opinaram sobre questões didático-pedagógicas, e em alguns momentos travaram diálogo com ideias provenientes da pesquisa em didática das ciências (introduzidas na discussão por meio de comentários colocados pelos colaboradores externos), pelas atividades de modelagem nas quais os professores vivenciaram levantamento de conhecimentos prévios, elaboração de hipóteses, previsões e pelo contato com discussões sobre propostas educativas encontradas na literatura atual.

Com relação à natureza dos modelos científicos, cremos que as concepções apresentadas pelos docentes em muitas das ocasiões eram simplistas ou superficiais, o que pode ter ocasionado dificuldades em sua prática pedagógica. Pudemos evidenciar tais dificuldades quando os professores manifestaram como

objetivo do uso de atividades práticas a utilização das mesmas para que os alunos pudessem aprender conceitos científicos. As atividades práticas, por si só, não dão conta do entendimento dos modelos científicos, visto que elas não fornecem todos os aportes necessários à aprendizagem de Ciências. Sendo assim, propusemos o uso de animações de maneira que estas viessem a complementar o trabalho com uso de atividades práticas. Os professores manifestaram que tais estratégias eram novidades para eles e validaram a proposta por nós apresentada ao implementar em suas aulas as animações, aliadas ao uso das atividades práticas.

Acreditamos, assim, que tal estratégia foi bem sucedida uma vez que os professores, ao implementá-las em suas aulas, puderam construir e reconstruir saberes experienciais (TARDIF, 2012), com a utilização de pluralidade metodológica (BASTOS et al, 2004; BASTOS; NARDI, 2009). Assim, B e Q mapearam - e “validaram pela experiência” - as inovações que procuraram implementar.

As estratégias de modelagem (MARCELO GARCIA, 1999) também se apresentaram produtivas, uma vez que colocaram os professores em situações de vivências das atividades propostas. Ao vivenciarem o levantamento de conhecimentos prévios, as discussões e as visitas monitoradas, acreditamos que os mesmos também construíram novos saberes experienciais, curriculares e disciplinares, na medida em que tiveram acesso a novas propostas para a organização de suas aulas, as quais passaram a ser mais uma alternativa em seu repertório. Tais atividades, todavia, são possíveis de modificações, uma vez que o professor já as conhece e pode realizar adaptações.

Portanto, em termos de formação continuada com foco no desenvolvimento das atividades práticas, os diálogos ocorridos nos transcorrer do projeto fomentaram diversas discussões que culminaram na proposição de abordagens de aula que pudessem estabelecer relações entre os fatos observáveis nas atividades práticas e os modelos explicativos. Assim pensamos que, durante tais discussões, os professores mobilizaram e renovaram seus saberes em diversos momentos, contribuindo assim para a melhora da sua prática e um poder maior de reflexão sobre a mesma.

Salientamos que as diversas estratégias vivenciadas pelos professores durante o transcorrer do projeto evidenciaram a eles que a diversidade de

estratégias disponíveis para o uso em atividades práticas e outras atividades de aula pode contribuir muito com o trabalho pedagógico, ajudando na escolha mais consciente da atividade, com foco em seus objetivos didáticos, auxiliando a melhoria do processo educativo.

Acreditamos que adotando uma prática de formação docente centrada na escola e nos professores, o relacionamento entre Universidade e Escola Básica possa ser estreitado, na medida em que a primeira busca a última não apenas para o desenvolvimento de projetos e pesquisas, mas principalmente na tentativa de contribuir para a melhoria das práticas educativas. Além disso, entendemos que a premissa de formação *in locu* pode ajudar a levar aos professores os conhecimentos que a Universidade produz, não pensando os docentes como meros executores das mesmas, mas sim que os mesmos possam adequar estes conhecimentos aos seus objetivos didáticos. Além disso, é papel da Universidade buscar nos docentes conhecimentos por eles produzidos, no sentido de identificar as reais necessidades dos mesmos, sendo que tais necessidades se tornem ponto de partida para os outros processos formativos.

Assim, pensamos que as políticas públicas para a formação intermediária e a formação continuada devem contemplar um estreitamento da relação entre a Universidade e a Escola Básica, no sentido de promover melhores condições para a formação de professores, e que os conhecimentos produzidos pela pesquisa acadêmica com professores em serviço possam chegar também à formação intermediária, em uma tentativa de inserir na sociedade professores com condições de lidar com a realidade da instituição escolar.

REFERÊNCIAS

AIRES, J. A.; TOBALDINI, B. G. Os Saberes Docentes na Formação de Professores de Química Participantes do PIBID. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 1, p.1-13, fev/2013.

ALBERTI, T.F.; CIGOLINI, M.P.; FRANCO, S.R.K. A convivência de duas correntes epistemológicas nas concepções de aprendizagem na EAD. IN: CONGRESSO NACIONAL DA EDUCAÇÃO, 9., 2009, **Anais...**, 2009. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2604_1915.pdf>. Acesso em: 10 out. 2014.

AMADEU, R.; LEAL, J.P. Ventajas del uso de simulaciones por ordenador em el aprendizaje de la Física. **Enseñanza de las Ciencias**, n.31, v.3, p.177-188, 2013.. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2604_1915.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2014.

ANDRADE, M.L.F.; MASSABNI, V.G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

AQUINO, J. R. G. A desordem na relação professor-aluno: indisciplina, moralidade e conhecimento. In: AQUINO, J. G. (Org.). **Indisciplina na escola**: alternativas teóricas e práticas. 16.ed. São Paulo: Summus, 1996.

ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, 2003. Disponível em: ,<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

ARRUDA, S.M.; VILLANI, A. Mudança conceitual no ensino de Ciências. **Caderno catarinense de ensino de Física**, v. 11, n.2, 1994. Disponível em: <<http://www.ss1017672/Downloads/7152-21537-1-PB.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2014.

AXT, R. O papel da experimentação no ensino de Ciências. In. MOREIRA, M. A.; AXT, R. (org.) **Tópicos em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991. p.79-89.

AYRES, A.C.M.; SELLES, S.E. História na formação de professores: diálogos com a disciplina escolar ciências no Ensino Fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.14, n.2, p.95-107, 2012. Disponível: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewArticle/384>>. Acesso em: 19 set. 2014.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In. CARVALHO, A. M. P. de.(Org). **Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática**.-São Paulo: Pioneira Thomson Learning, pp.19-33, 2004.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. 5. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

BARIANI, I. C. D. et al. Psicologia escolar educacional no ensino superior: análise da produção científica. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 8 n.1 p. 17-27, 2004. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/pee/v8n1/v8n1a03.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Revista Ciência e Educação**,v.20, n.03, 2014, p. 579-593, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0579.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

BASTOS, F. et al. Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em Ciências. In: _____. **Pesquisas em ensino de Ciências**: contribuições para a formação de professores. São Paulo: Escrituras, 2004.

BASTOS, F.; NARDI, R. . Polêmicas sobre abordagens para o ensino de Ciências: uma análise, com ênfase na idéia da pluralidade metodológica. In: TEIXEIRA; P.M.M.T.; RAZERA; J.C.C. (Org.). **Ensino de Ciências: pesquisas e pontos de discussão**. 1 ed. Campinas - São Paulo: Komedi, 2009, v. 1, p. 67-90.

BOGDAN & BIKLEN. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994. (Coleção Ciências da Educação).

BORGES, T. Como evoluem os modelos mentais. **Revista Ensaio**, v.1, n.1, 1999. Disponível :
:

<<http://professor.ucg.br/siteDocente/admin/arquivosUpload/15040/material/COMO%20EVOLUEM%20OS%20MODELOS%20MENTAIS.pdf>> Acesso em: 15 ago. 2014.

_____. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.3: p.291-313, 2002. Disponível: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6607/6099>> Acesso em: 15 ago. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: Ministério da Educação, 1996.

_____. Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

CACHAPUZ, A. F. (Org.). **Perspectivas de ensino**. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência, 2000. (Formação de professores - Ciências, 1).

CACHAPUZ, A. et al (org). **A necessária renovação do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CANÁRIO, R. A escola, o lugar onde os professores aprendem. **Psicologia da Educação**. São Paulo, n. 6, p. 9-28, 1998.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P.; GARRIDO, E.; CASTRO, R. El papel de las actividades en la construcción del conocimiento en clase. **Investigación en La Escuela**, v.25, p. 60-70, 1995. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=116906>>. Acesso em: 18 ago. 2014.

CHAMIZO GUERRERO, J.A.; FRANCO, A.G. **Modelos y modelaje em la enseñanza de las ciencias naturales**. Cidade do México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2010.

CHARLOT, B. **Da relação com o saber: elementos para uma teoria**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000.

CHIBENI, S. S. **Descartes, Locke, Berkeley, Hume e o realismo científico**. Campinas: IFCH-Unicamp, 1990.

DICIONÁRIO ON LINE DA LÍNGUA PORTUGUESA. Disponível em: <<http://www.priberam.pt/DLPO/>>. Acesso em: 14 jul. 2014.

DOURADO, L. **Trabalho Prático (TP), Trabalho Laboratorial (TL), Trabalho de Campo (TC) e Trabalho Experimental (TE) no Ensino das Ciências**: contributo para uma clarificação de termos, 2001. Disponível em: <<http://ciencias-exp-no-sec.org/documentos>>. Acesso em: 25 abr. 2014.

EICHLER, M. L. Os modelos abstratos na apreensão da realidade Química. **Educación Química**, n.12, v.3, p.138-148, 2001. Disponível em: <http://www.iq.ufrgs.br/aeq/producao/xlr/Educ_Quim.pdf> Acesso em: 18 ago. 2014.

EL-HANI, C. N.; BIZZO, N. M. V. Formas de construtivismo: mudança contextual e construtivismo contextual. **Revista Ensaio**, v. 4, n.1, 2002. Disponível: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/iienpec/Dados/trabalhos/A06.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2014.

FIGUEIRA, A.C.M. et al. Concepções alternativas de estudantes do ensino médio: ácidos e bases. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., **Anais...**, 2000. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/366.pdf>> Acesso em: 15 ago. 2014.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artemed, 2009.

GALIAZZI, M.C.; GONÇALVES, F.P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p.236-3312004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n2/19283.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2014.

GALIAZZI, M.C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.249-263, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/08.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2014.

GARCÍA BARROS, S. MARTÍNEZ LOSADA, C.; MONDELO ALONSO, M. Hacia La innovación de las actividades prácticas desde la formación Del profesorado. **Enseñanza de las Ciencias**, v.16, n.2, p.353 –366, 1998. Disponível em: <www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/.../21375>. Acesso em: 16 out. 2014.

GAUTHIER, C. et al. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. Ijuí: Editora Unijuí, 1998.

GIBIN, G.B.; FERREIRA, L.H. A. Formação inicial em química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais. **Química Nova**, v. 33. n. 8, p. 1809-1814, 2010. Disponível: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000800033&script=sci_arttext>. Acesso: 18 out. 2014.

GIL, D. Tres paradigmas básicos em la enseñanza de las Ciências. **Enseñanza de las Ciências**, v.1, n.1, p.26-33, 1983. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000800033&script=sci_arttext>. Acesso em: 16 out. 2014.

GIL, D.; PAYÁ, J. Los trabajos prácticos de Física e Química y la metodología científica. **Revista de Enseñanza de la Física**, v.2, n.2, p.73-79, 1988. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000800033&script=sci_arttext>. Acesso em: 18 out. br.

GIL PÉREZ, D. et al. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.2, p.311-20, 1999. Disponível em: <www.researchgate.net/...sentido_seguir_distinguiend>. Acesso em: 18 out. 2014.

GIORDAN, M.; GÓIS, J. Telemática educacional e ensino de Química: considerações em torno do desenvolvimento de um construtor de objetos moleculares. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa**, v.3, n.2, 2004. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1212837>>. Acesso em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1212837>>. Acesso em: 15 out. 2015.

GONÇALVES, F.P.; MARQUES, C.A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de Química. **Investigação em Ensino de Ciências**, v.11, n.2, p.219-238, 2006. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/?go=artigos&idEdicao=36>> Acesso em: 20 nov. 2014.

GOUVEA, G.; LEAL, M.C. Uma visão comparada do ensino em Ciências, Tecnologia e Sociedade na escola e em um museu de Ciência. **Revista Ciência & Educação**, v. 7., n.1, p. 67-84, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/05.pdf>> Acesso em: 18 out. 2014.

HODSON, D. A critical look at practical work in school science. **School Science Review**, v. 70, n. 256, 1990. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/234663082_A_Critical_Look_at_Practical_Work_in_School_Science> Acesso em: 18 out. 2014.

IBIAPINA, I.M.L. **Pesquisa Colaborativa: Investigação, Formação e Produção de conhecimentos**. Brasília: Liber, 2008.

JUSTI, R. Proposição de um modelo para análise do desenvolvimento do conhecimento de professores de Ciências sobre modelos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., **Anais...**Bauru: 2003. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL153.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2014.

JUSTI, R.; CHAMIZO GUERRERO, J. A.; GARCIA FRANCO, A.; FIGUEIRÊDO, K. L. Experiencias de formación de profesores de ciencias latinoamericanos sobre modelos y modelaje. **Enseñanza de las Ciencias**, v.29, n.3, p. 413–426, 2011. Disponível em: <www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/.../35358> Acesso em: 19 out. 2014.

JUSTI, R.; GILBERT, J.K. Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, v.24, p. 369-387, 2002. Disponível: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690110110142#.VQGgBPnF9qU>>. Acesso em: 18 out. 2014.

KNELLER, G. **A ciência como atividade humana**. São Paulo: EDUSP, 1980.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU, 1987.

_____. **Prática de Ensino de Biologia**. 3.ed. São Paulo: HARBRA, 1996.

KRONBAUER, S.C.G.; SIMIONATO, M.F. **Formação de professores**: abordagens contemporâneas. São Paulo: Paulinas, 2008.

LABARCE, E.C. **Atividades práticas no ensino de ciências**: saberes docentes e formação do professor. Bauru: UNESP, 2014. Tese de doutorado apresentada ao programa de pós-graduação em Educação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

LABURÚ, C.E. Fundamentos para um experimento cativante. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 23, n. 3, p. 382-404, 2006. Disponível: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6268/12763>> Acesso em: 18 out. 2014.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003. Disponível: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/07.pdf>> Acesso em: 19 out. 2014.

LANGHI, R.; NARDI, R.; **Educação em astronomia**: repensando a formação de professores. São Paulo. Escrituras Editora, 2012.

LÉVY, P. A. **Cibercultura**. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 1999.

LISTON, D.P.; ZEICHNER, K.M. **Formación del profesorado y condiciones sociales de la escolarización**. 3 ed. Madrid: Morata, 2003. (Col. Educacion Crítica).

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo, E.P.U., 1986.

MARCELO GARCIA, C.M. **Formação de Professores**: para uma mudança educativa. Portugal: Porto Editora, 1999.

MAYR, E. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C.F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a02v24n2>> Acesso em: 18 out. 2014.

MENDES, M. A. A. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de Biologia celular para a 1ª série do ensino médio**. Brasília: UNB, 2010. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ensino em Ciências. Universidade de Brasília.

MIGUÉNS, M.; GARRET, R. M. Práticas em la Enseñanza de las Ciências. Problemas y Posibilidades. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n.3, p.229-236, 1991. Disponível em: <<http://evunix.uevora.pt/~jbonito/images/AP.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2014.

MIRANDA, M.S. et al. Argumentação e habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química: relações com a interação dialógica do professor. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., **Atas...**, 2013. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/220.pdf>> Acesso em: 28 nov. 2014.

MORAES, A. M.; MORAES, I. J. A avaliação conceitual de força e movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.22, n.2, 2000. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_232.pdf> Acesso em: 18 out. 2014.

MORDEGLIA, C.; MENGASCINI, A. Caracterización de prácticas experimentales en la escuela a partir del discurso de docentes de primaria y secundaria. **Enseñanza de las ciencias**, n. 32, v.2, 2014.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

MORTIMER, E.F. Concepções atomísticas dos estudantes. **Química Nova na escola**, n.1, p. 23-26, 1995. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/aluno.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2014.

_____. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v.1, n.1, p.20-39, 1996. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/aluno.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2014.

NARDI, R.; BASTOS, F.; TERRAZZAN, E. A. **Práticas pedagógicas e processos formativos de professores na área de ensino de Ciências e matemática**. Bauru:

UNESP, 2008. Relatório científico referente a projeto de pesquisa financiado pelo CNPq.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H.L.; MENDONÇA, V.M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR Online**, n.39, p. 225-249, 2010.

NÓVOA, A. **Formação de professores e profissão docente** (1995). Disponível em: <<http://core.ac.uk/download/pdf/12424596.pdf>>. Acesso em 12 já. 2015.

_____ (Org.). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992. *

NUNES, C.M.F. Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. **Revista Educação & Sociedade**, n. 74,p.27-42, 2001. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/veiculos_de_comunicacao/EDS/VOL22N74/EDS_22N74_2.PDF>. Acesso em: 19 out. 2014.

OLIVAL, A. A. **O papel das TIC na compreensão dos conceitos associados ao tema “comunicações”**: um estudo com alunos do ensino secundário. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2011. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade de Lisboa. Disponível em: <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/7462>>. Acesso em 18 out, 2014.

OLIVEIRA, J.R.S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v.12, n.1, p.139-153, 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/31>>. Acesso em: 18 out. 2014.

PEDRO, A.; BASTOS, F.; LABARCE, E.C. Objetivos didáticos das atividades práticas utilizadas por professores de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0426-1.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2014.

PINHEIRO, N.A.M.; SILVEIRA, R.M.C.F.; BAZZO, W.A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Revista**

Ciência & Educação, v. 13, n. 1., p. 71-84, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n1/v13n1a05.pdf>> Acesso em: 18 ago. 2014

PINHO ALVES, J. F°. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.17, n.2, p.174-188, ago/2000. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iienpec/Dados/trabalhos/A29.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2014.

POSNER, G. J. et al. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v.66, p.211-27, 1982.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G., **Aprender y enseñar ciencia**. Madrid: Ediciones Morata, 1998.

RABONI, P.C.A. **Atividades práticas de Ciências naturais na formação de professores para as séries iniciais**. Campinas: Unicamp, 2002. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade de Campinas. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000282019>>. Acesso em: 13 set. 2014.

RAYMOND, D.; TARDIF, M. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério. **Educação & Sociedade**, Campinas, n.73, p. 209- 244, 2000.

REZENDE, J. M. **Eijkman, o detetive do beribéri, 2002**. Disponível em: <<http://usuários.cultura.com.br/jmrezende>>. Acesso em: 02 mai. 2014.

ROSA, M. I. P. (org). **Formar: encontros e trajetórias com professores de ciências**. São Paulo: Escrituras Editora, 2005.

ROSA, M.I.F.P.S.; QUINTINO, T.C.A.; ROSA, D.S. Possibilidades de Investigação-Ação em um Programa de Formação continuada de Professores de Química. **Química Nova na Escola**, n. 14, p. 36-39, 2001. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc14/v14a08.pdf>> Acesso em: 18 out. 2014.

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (Org). **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRG, 2003.

SALVADEGO, W.N.C. **A atividade experimental no ensino de Química**: uma relação com o saber profissional do professor na escola média. Londrina: UEL, 2007. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Estadual de Londrina. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/dezembro2011/quimica_artigos/ativ_exp_ens_quim_salvadego_disert.pdf> Acesso em: 20 nov. 2014.

SAMPAIO, F. F. A modelagem dinâmica computacional no processo de ensino-aprendizagem: algumas questões para reflexão. **Ciência em Tela**, v.2, n.1, 2009. Disponível em: <<http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0109sampaio.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2014.

SANGIOGO, F. A. **Representações de estruturas submicroscópicas no ensino de Ciências da natureza e suas tecnologias**: (re)construção de conhecimentos escolares. Porto Alegre: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2010. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2011/quimica/dissertacoes/rep_estrut_submicros_Sangiogo_Dissert.pdf> Acesso em: 18 nov. 2014.

SANGIOGO, F.A.; ZANON, L.B. Mobilização de linguagens e pensamentos necessários à compreensão de modelos de estruturas submicroscópicas em aulas de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., **Anais...**, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/494.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2014.

_____. Reflexões sobre modelos e representações na formação de professores com foco na compreensão conceitual da catálise enzimática. **Química nova na escola**, v.34, n. 1, p. 26-34, 2011. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/06-CCD-09-11.pdf>. Acesso em: 18 out. 2014.

SANTOS, E.I.; PIASSI, L.P.C.; FERREIRA, N. C. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de física: uma experiência em formação continuada. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., **Anais...**, 2004. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/epef/_atividadesexperimentaisd.trabalho.pdf> Acesso em: 23 dez. 2014.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias**. São Paulo: SEE, 2010.

_____. **Caderno do Aluno – Química:3º bimestre do 2º ano do Ensino Médio**. São Paulo, 2011.

_____. **Caderno do Aluno - Biologia: 2º bimestre do 2º ano do Ensino Médio**. São Paulo, 2011.

SAVIANI, D. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Educação**, v. 14, n. 40, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v14n40/v14n40a12.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2014.

SAYÃO, L. F. Modelos teóricos em ciência da informação – abstração e método científico. **Revista Ciência da Informação**, v.30, n.1, p. 82-91, 2001. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/228>>. Acesso em: 18 out. 2014.

SCHNETZLER, R. P. Práticas de ensino nas Ciências naturais, desafios atuais e contribuições da pesquisa. In: ROSA, D. E. G.; SOUZA, V.C.; FELDMAN, D. (Orgs.). **Didáticas e práticas de ensino: interfaces com diferentes saberes e lugares**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

SCHÖN, D. A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

SERÉ, M.G. La Enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en terminus de conocimiento práctico y de actitudes haça la ciencia? **Enseñanza de las Ciencias**, 2002, 20 (3), p. 357-368. Disponível em: <<http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v20n3/02124521v20n3p357.pdf>> Acesso em: 15 jan. 2015.

SHULMAN, L. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v.15, n.2, p.4-14, 1986.

SILVA, A. S. et al. Concepções e práticas de experimentação nos anos iniciais do ensino fundamental. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 18, n. 35, p. 127-150, jan./abr. 2012.

STUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 19., **Anais...**, 2008. Disponível em: <www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0546-2.pdf> Acesso em: 15 jul. 2014.

TAMIR, P.; LUNNETA, V.N. Inquiry-related tasks in high school science laboratory handbooks. *Science Education*, 65, 477-484, 1991. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 3, p. 281-308, 2004. Disponível em: <http://www.fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/materiali/pdf/Shulman_1986.pdf>. Acesso em: 18 out. 2014.

TARDIF, M.; LESSARD, C.; LAHAYE, L. Os professores face ao saber: esboço de uma problemática do saber docente. **Teoria & Educação**, n. 4, p. 215-233, 1991. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-73302001000100003&script=sci_arttext>. Acesso em: 24 ago. 2014.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 4.ed. Petrópolis: Vozes, 2012. 325p.

TERUYA, L.C. et al. Visualização no ensino de Química: apontamentos para a pesquisa e desenvolvimento de recursos educacionais. **Química Nova**, v. 36, n.04, p. 561-569, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422013000400014>. Acesso em: 18 out. 2014.

ZEICHNER, K. M. El maestro como profesional reflexivo. **Cuadernos de Pedagogía**, n. 220, 44-49, 1993. Disponível em: <<http://d20uo2axdbh83k.cloudfront.net/20140407/a68cb523e9e487e0eb31bac372b7bd96.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2014.

ANEXO 1

Protocolo experimental para extração do DNA de morango

 **EXTRAÇÃO CASEIRA DE DNA MORANGO**

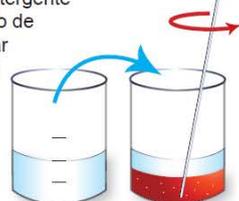
Organização: Eliana Maria Beluzzo Dessen e Jorge Oyakawa
Diagramação: Regina de Siqueira Bueno

- 1** Selecionar 3 morangos e tirar os seus cabinhos verdes.


- 2** Colocar os morangos dentro de um saco plástico e macerá-los pressionando os morangos com os dedos até obter uma pasta quase homogênea. Transferir a pasta de morango para um copo.

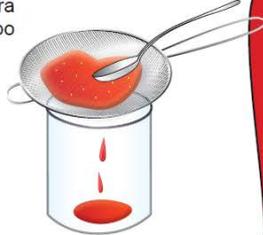

- 3** Em outro copo misturar 150 ml de água, uma colher (sopa) de detergente e uma colher (chá) de sal de cozinha. Mexer bem com o bastão de vidro, porém devagar para não fazer espuma.


- 4** Colocar cerca de 1/3 da mistura de água, sal e detergente sobre o macerado de morango. Misturar levemente com o bastão de vidro.


- 5** Incubar em temperatura ambiente por 30 minutos. Mexer de vez em quando com o mesmo bastão.



 Incubar por 30 minutos
- 6** Colocar uma peneira sobre um copo limpo e passar a mistura pela peneira para retirar os pedaços de morango que restaram.


- 7** Colocar metade do líquido peneirado em um tubo de ensaio. Colocar apenas cerca de 3 dedos no fundo do tubo.


- 8** Despejar delicadamente no tubo (pela parede do mesmo), sobre a solução, dois volumes de álcool comum. Não misturar o álcool com a solução. Aguardar cerca de 3 minutos para o DNA começar a precipitar na interface.



 Aguardar 3 minutos
- 9** Passo opcional. Usar um palito de vidro, plástico ou madeira para enrolar as moléculas de DNA. Gire o palito na interface entre a solução e o álcool.



ETAPAS PREPARATÓRIAS:

Se você é professor e deseja aplicar esse protocolo em sala de aula siga as seguintes etapas preparatórias:

Antes da aula:

- Providenciar morangos maduros. Polpa de morango congelado também pode ser usada.
- Comprar álcool comercial comum 98% (sem gel).

Material suficiente para 3 grupos de até 10 estudantes.

- Morangos maduros
- 3 sacos plásticos para maceração dos morangos
- 3 colheres de sopa
- 3 colheres de chá
- 9 copos de vidro transparente
- 3 recipientes contendo sal de cozinha
- 3 frasco com detergente (sem cor) de lavar louça.
- 3 frasco com álcool comercial 98%
- 3 provetas ou 3 frasco contendo 150 mL de água
- 3 peneiras ou coadores de chá
- 6 tubos de ensaio grandes
- 3 bastões de vidro, plástico ou madeira
- 3 protocolos com os procedimentos

Observações:

- É aconselhável realizar a prática, antes da aula, para ajustar as quantidades relativas de tecidos a partir dos quais o DNA será extraído e a relação entre os volumes do macerado e do álcool.
- É aconselhável usar água quente na mistura com sal e detergente (cerca de 65°C), uma vez que o tempo de incubação está reduzido.
- Outras frutas podem ser usadas aplicando-se o mesmo protocolo: tomate bem maduro (meio tomate por extração) ou banana (meia banana por extração). Catafilos de cebola sem a casca também apresentam bom resultado. Se usar cebola pique-a em pedaços bem pequenos em vez de macera-la (meia cebola por extração).
- Durante o período da incubação, o professor pode conduzir uma discussão sobre a localização do DNA no núcleo, a composição da membrana plasmática e a ação do detergente sobre a membrana.
- Antes da aula prática é importante que os alunos já tenham os seguintes conceitos:
 - O DNA está no núcleo da célula
 - As membranas celulares são formadas por uma dupla camada lipídica.



Sugestão de questões para serem respondidas pelos grupos de estudantes após (ou durante) a realização da extração de DNA.

1. Por que é necessário macerar o morango?
2. Em que etapa do procedimento ocorre o rompimento das membranas das células do morango? Explique.
3. Qual a função do sal de cozinha?
4. Qual o papel do álcool?
5. Por que você não pode ver a dupla hélice do DNA extraído?
6. Considerando os procedimentos da extração do DNA genômico, você espera obtê-lo sem quebras mecânicas e/ou químicas?

Respostas para as questões:

1. O morango precisa ser macerado para que os produtos químicos utilizados para a extração cheguem mais facilmente em todas as suas células.
2. Na etapa 4. Os detergentes são normalmente empregados para dissolver gorduras ou lipídios. Como a membrana celular tem em sua composição química uma grande quantidade de lipídios, sob a ação do detergente, estes se tornam solúveis e são extraídos junto com as proteínas que também fazem parte das membranas.
3. O sal de cozinha ou NaCl (cloreto de sódio) fornece íons que são necessários para a fase de precipitação do DNA (veja complementação na resposta seguinte).
4. O DNA extraído das células do morango encontra-se na fase aquosa da mistura, ou seja, dissolvido na água. Na presença de álcool e de concentrações relativamente altas de Na⁺ (fornecidas pelo sal de cozinha) o DNA sai de solução, isto é, ele é precipitado. O precipitado aparece na superfície da solução, isto é, na interface entre a mistura aquosa e o etanol.
5. A molécula de DNA pode ser extremamente longa, mas seu diâmetro é de apenas 2 nanômetros, visível apenas em microscopia eletrônica. Assim sendo, o que se vê após a precipitação é um emaranhado formado por milhares de moléculas de DNA.
6. O DNA genômico é formado por moléculas muito longas (lembre-se que cada cromossomo é formado por uma única molécula de DNA). Por exemplo, o maior cromossomo humano possui 263 milhões de pares de bases. Assim sendo, é praticamente impossível extrair o DNA sem que inúmeras quebras mecânicas ocorram durante os procedimentos de extração.

Sugestões de atividades correlatas

Durante o período de incubação discutir o protocolo com os estudantes usando uma figura de uma célula vegetal e solicitar a eles que apontem as membranas da célula e do núcleo que estariam sendo rompidas pela ação do detergente. Neste momento, rever a composição química das membranas celulares. Rever o conceito de proteína e no que estas diferem das enzimas capazes de acelerar as reações químicas que ocorrem durante o metabolismo celular.

- Aplicar, com os alunos o jogo “Cara a cara com a célula”, disponível em www.genoma.ib.usp.br/educacao/materiais_didaticos.php. Chamar a atenção dos alunos sobre a localização do DNA nos diferentes tipos de célula.
- Rever, com os alunos os diferentes tratamentos capazes de promover a lise mecânica ou química da célula para a liberação do seu conteúdo. Comentar sobre o tratamento utilizado no procedimento apresentado e compará-lo com tratamentos com enzimas ou mesmo autólise espontânea ou induzida.
- Solicitar aos alunos que tragam para a sala de aula fotos ou figuras de um ambiente qualquer. Na foto pedir que marquem com um X os locais em que o DNA encontra-se contido dentro do núcleo de uma célula. Resgatar alguns dos trabalhos realizados e discutir com toda a classe a correção ou não dos itens assinalados.

ANEXO 2

Exemplo de um roteiro usado para guiar as discussões acerca de atividades práticas.

Visita ao Jardim Botânico de Bauru (JB)

Fernando Bastos; Eliane Cerdas Labarce; Alessandro Pedro
Programa de PG em Educação para a Ciência

Introdução

Ao propormos qualquer trabalho didático em ambiente externo à escola (museu, indústria etc.), é necessário realizarmos uma visita prévia ao local, para nos inteirarmos sobre os recursos que estão disponíveis, bem como sobre os cuidados de conforto e segurança para os participantes. Isso parece bastante óbvio, no entanto, o que se observa é que os professores não costumam fazer essa visita preliminar.

A visita prévia também nos dá elementos para o planejamento das atividades a serem realizadas pelos alunos. Note-se que o trabalho didático em torno de uma visita didática pode envolver atividades que ocorrem antes, durante e depois da visita propriamente dita.

Muitos professores não planejam suas visitas, imaginando que a aprendizagem dos alunos ocorrerá “espontaneamente” pelo contato com o ambiente, ou que os monitores do local se encarregarão de dar conta do ensino do assunto. Nesse segundo caso, mesmo que os monitores sejam profissionais bem preparados, podem ocorrer várias discrepâncias entre os objetivos, conteúdos e linguagem pretendidos pelo professor e aqueles que acabam sendo oferecidos pelos monitores.

Questões preliminares bem gerais

- 1- Ao levarmos nossos alunos ao JB, quais serão nossos principais objetivos didáticos? Como pretendemos atingir esses objetivos?
- 2- Que lacunas de conhecimentos e concepções inadequadas nossos alunos possuem, a respeito dos temas a serem estudados? Como trabalharemos essas dificuldades dos alunos? [Lembrar que questões do tipo “O que é bioma?” não ajudam em nada para termos acesso aos conhecimentos prévios dos alunos. Melhor perguntar, por exemplo, que plantas e animais os alunos acham que vão ver no JB, como essas plantas e animais vivem etc.].
- 3- Uma visita ao JB poderia ter caráter investigativo, isto é, existem algumas questões ou problemas que podemos lançar previamente aos alunos, e que a visita ajudaria a discutir?

(USAR O VERSO PARA MAIS ANOTAÇÕES)

Bauru, SP: UNESP, 2012.

ANEXO 3

Relato sobre as pesquisas referentes ao beribéri no final do século XIX e início do século XX

EIJKMAN, O DETETIVE DO BERIBÉRI

Joffre M. de Rezende

Professor Emérito da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás

Membro das Sociedades Brasileira e Internacional de História da Medicina

A descoberta da etiologia do beribéri por Eijkman, em 1889, encerra lances próprios de um enredo policial.

O beribéri era conhecido, desde antes de Cristo, na China e países do oriente.

O primeiro relato científico no ocidente se deve a Bontius (1592-1631), quem descreveu casos por ele observados no sudeste asiático. Em seu trabalho, escrito em latim e publicado 11 anos após sua morte, usou a denominação de *beri-beri*.

O nome beribéri, adotado na terminologia médica, provém do cingalês (*sinhalese*), língua originária da Índia e atualmente uma das línguas oficiais do Ceilão (Sri Lanka), onde é falada por cerca de 11 milhões de pessoas (Salles, Katzner). Nessa língua, o superlativo é formado pela repetição da palavra. *Beri* quer dizer fraco e *beri-beri*, extremamente fraco.

No Japão a doença era chamada *kakke* e acometia principalmente os marinheiros. O barão de Takaki, entre 1882 e 1884, conseguiu reduzir sua incidência na marinha japonesa melhorando a alimentação nas embarcações com a introdução de outros pratos além do arroz polido.

No século XIX, a Indonésia era possessão holandesa e o governo holandês, preocupado com as doenças que grassavam em suas colônias, especialmente o beribéri, decidiu enviar uma Comissão para estudar *in loco* o beribéri. Pensava-se que se tratasse de uma doença infecciosa e por isso os membros dessa Comissão foram antes realizar um estágio em Berlim, no Laboratório de Koch, para dominar as técnicas bacteriológicas em uso. Viviam-se uma época de novas e sucessivas descobertas de bactérias patogênicas, responsáveis por doenças há muito conhecidas e de causa ignorada.

Lá encontraram-se com Christian Eijkman, que estivera anteriormente em Java e que se mostrou igualmente interessado no estudo do beribéri. Eijkman foi incorporado à Comissão e voltou à antiga colônia holandesa em missão oficial.

Em 1886 os membros da Comissão desembarcaram na ilha de Java, em Batávia (hoje Jacarta, capital da Indonésia), onde desenvolveram suas pesquisas. Descreveram o curso clínico da doença, em especial em relação às suas manifestações neurológicas, e isolaram um micrococo que acreditaram fosse o agente infeccioso causador do beribéri.

Os membros da Comissão retornaram à Holanda, deixando Eijkman em Batávia para continuação das pesquisas.

Eijkman foi indicado para diretor da Escola Médica de Java e prosseguiu suas observações sobre o beribéri. Logo percebeu que o micrococo isolado não poderia ser o agente causal do beribéri, pois não preenchia os postulados de Koch, ou seja, o isolamento do germe, a reprodução experimental da doença por ele causada e o seu reisolamento.

Nesse ínterim, observou o aparecimento de uma doença no biotério do Laboratório, onde os frangos apresentavam sinais de uma polineuropatia grave, caracterizada por fraqueza muscular, incapacidade de manter-se de pé ou de abrir as asas, inapetência e finalmente morte. Chamou a essa doença *polyneuritis gallinarum* e considerou-a equivalente ao beribéri.

Inesperadamente, as aves acometidas da doença e que ainda estavam vivas começaram a melhorar e os sintomas desapareceram completamente.

Eijkman, qual um detetive, começou a procurar uma explicação para essa recuperação espontânea das aves e teve sua atenção despertada para a alimentação. No período de manifestação da doença os frangos estavam sendo tratados com sobras da cozinha dos oficiais do Hospital militar, onde se usava arroz polido da melhor qualidade. A melhora e recuperação dos frangos havia coincidido com a mudança na ração. Houve troca de cozinheiro e o novo cozinheiro entendeu que era um desperdício destinar alimentos da cozinha dos oficiais para galináceos, que passaram, então, a receber alimentos de pior qualidade, inclusive arroz despolido.

Como contraprova de sua hipótese, Eijkman realizou o experimento decisivo: alimentou um grupo de frangos com arroz polido e outro grupo com arroz despolido. Somente as aves alimentadas com arroz polido desenvolveram polineurite.

Na etapa seguinte, Eijkman isolou da cutícula do arroz uma substância solúvel na água e no álcool, a que chamou de *princípio antineurítico*. Com ela não só prevenia, como curava a polineurite dos frangos.

Restava demonstrar que a causa do beribéri humano era a mesma da polineurite das aves.

Eijkman foi informado de que em algumas prisões da colônia usava-se arroz polido e em outras arroz despolido. Os dados obtidos em 101 prisões que albergavam cerca de 300.000 presos permitiram a Eijkman concluir que a prevalência do beribéri era 300 vezes maior nas prisões que usavam o arroz polido em relação às que não o usavam.

Eijkman admitiu a existência de uma toxina no arroz polido, a qual seria neutralizada pelo princípio antineurítico por ele isolado e este foi o seu único equívoco.

Coube a Grijns, que sucedeu Eijkman na direção do Laboratório em Batávia, a formular a teoria de que o beribéri seria causado, não por uma toxina, mas pela carência de uma substância existente na cutícula do arroz. A natureza química desta substância foi determinada em 1911 por Casimir Funk, quem cunhou a palavra vitamina, formada do latim *vita*, vida + *amina*, por ser um fator acessório da alimentação, essencial à vida.

A vitamina contida na cutícula do arroz foi isolada por Jansen e Donath em 1926, que lhe deram o nome de *aneurina*, e finalmente sintetizada em 1936, simultânea e independentemente por Williams e Cline, nos Estados Unidos, e Andersag e Westphal, na Alemanha. Recebeu o nome de *tiamina* por conter enxofre em sua molécula (do grego *thio*, enxofre).

Christiaan Eijkman recebeu o prêmio Nobel em 1929 por seus trabalhos sobre o beribéri, juntamente com Frederick Hopkins, este último por suas pesquisas sobre os "fatores acessórios da alimentação", que correspondiam às vitaminas.

No Brasil, as primeiras referências a uma doença identificada ao beribéri datam do final do século XVIII e se devem a Alexandre Rodrigues Ferreira, naturalista baiano cognominado "Humboldt brasileiro".

Ferreira, em viagem pela região amazônica, registrou o encontro de enfermos acometidos de "intensa fraqueza, perturbações circulatórias, edemas e polineurite".

Silva Lima, um dos integrantes da chamada escola tropicalista baiana, estudou detalhadamente o beribéri na Bahia. Entre os anos de 1866 e 1869 publicou uma série de artigos na *Gazeta Médica da Bahia*, todos com o mesmo título: "*Contribuição para a história de uma moléstia que reina*

atualmente na Bahia sob a forma epidêmica e caracterizada por paralisia, edema e fraqueza geral". Descreveu o quadro clínico com grande riqueza de observações, estabeleceu o diagnóstico diferencial com a pelagra e registrou dados anatomopatológicos de necrópsia. Classificou o beribéri em 3 formas clínicas: forma polineurítica, forma edematosa e forma mista.

Em 1872 Silva Lima reuniu todos os seus trabalhos sobre beribéri em um volume sob o título *Ensaio sobre o beribéri no Brasil*, que se tornou um clássico da literatura médica brasileira.

Após os estudos de Silva Lima, seguiram-se muitas outras publicações de autores brasileiros sobre o beribéri.

fev/2001

<http://jmr.medstudents.com.br/beriberi.htm>

[Acessado em 16/11/04]