



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Faculdade de Ciências

Campus de Bauru

Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência

Eliane Cerdas Labarce

**ATIVIDADES PRÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: SABERES
DOCENTES E FORMAÇÃO DO PROFESSOR**

Bauru
2014

Eliane Cerdas Labarce

**ATIVIDADES PRÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: SABERES
DOCENTES E FORMAÇÃO DO PROFESSOR**

Tese 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 Doutor em Educação para a Ciência (área de concentração: Ensino de Ciências) sob a orientação do Prof. Dr. Fernando Bastos.

Bauru
2014

Labarce, Eliane Cerdas.

Atividades Práticas no Ensino de Ciências:
saberes docentes e formação do professor / Eliane
Cerdas Labarce, 2014

231 f.

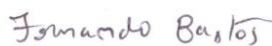
Orientador: Fernando Bastos

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2014

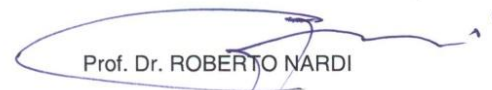
1. Atividades práticas. 2. Saberes docentes. 3.
Formação continuada. I. Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE ELIANE CERDAS LABARCE, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU.

Aos 31 dias do mês de março do ano de 2014, às 09:00 horas, no(a) Anfiteatro do prédio da Pós-graduação da Faculdade de Ciências, 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, Profa. Dra. GRAÇA APARECIDA CICILLINI do(a) Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Educação, Prof. Dr. ROBERTO NARDI do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, Prof. Dr. RENATO EUGENIO DA SILVA DINIZ do(a) Departamento de Educação / Instituto de Biociências de Botucatu, Prof. Dr. JOÃO MIANUTTI do(a) Unidade Dourados / Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de ELIANE CERDAS LABARCE, intitulada "Atividades práticas no ensino de ciências: saberes docentes e formação do professor". Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADA _____. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. FERNANDO BASTOS


Profa. Dra. GRAÇA APARECIDA CICILLINI


Prof. Dr. ROBERTO NARDI


Prof. Dr. RENATO EUGENIO DA SILVA DINIZ


Prof. Dr. JOÃO MIANUTTI

À minha família, pela dedicação, companheirismo e
amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao professor e amigo, Fernando Bastos, pelas leituras sugeridas ao longo dessa orientação, pela extremada dedicação e principalmente por sua amizade.

Aos pesquisadores, Alessandro Pedro e Bruno Tadashi Takahashi, e professores do Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências, pela parceria realizada e compartilhamento de experiências.

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 quatro anos, por meio das disciplinas e debates, para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores participantes das bancas de qualificação e defesa, Graça Aparecida Cicillini, Roberto Nardi, Renato Eugenio da Silva Dinnis e João Mianutti, pela leitura cuidadosa e pelas correções sugeridas que enriqueceram sobremaneira o presente trabalho.

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

À Capes, pelo financiamento dessa pesquisa.

À minha mãe e irmãos, meu marido e filho, pelos momentos de carinho, amizade e apoio.

*“Tenho o privilégio de não saber quase tudo.
E isso explica o resto”.*

Manuel de Barros

RESUMO

LABARCE, E. C. **Atividades Práticas no ensino de Ciências: saberes docentes e formação do professor.** Tese (Doutorado) – faculdade de Ciências, Universidade Estadual do Estado de São Paulo, Bauru, 2014.

A investigação realizada acompanhou uma experiência de formação continuada de professores de ciências, por meio de um projeto colaborativo entre universidade e escola, intitulado *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*. O objetivo dessa investigação foi gerar subsídios para a reflexão sobre os processos de formação docente na área de ensino de ciências naturais, principalmente no que se refere à apresentação e discussão de atividades práticas como estratégia formativa, a partir da qual saberes docentes de diversas naturezas fossem mobilizados. Os dados que foram coletados em notas de campo e a análise realizada da descrição de doze das atividades práticas apresentadas e discutidas em reuniões quinzenais com os professores, nos permitem afirmar que um processo de formação continuada de professores de ciências, organizado por meio da discussão e da realização de atividades práticas, pode contribuir para que os professores aperfeiçoem saberes docentes de diversas naturezas, entre eles, *Saberes de natureza disciplinar* (com relação aos conceitos trabalhados nas atividades práticas), *Saberes da formação profissional* (o papel das atividades práticas nos processos de ensino e aprendizagem, a limitação da atividade prática em algumas situações de aprendizagem, importância de planejamento e testes prévios), *Saberes curriculares* (contato com diversas propostas de atividades práticas existentes em livros didáticos, *sites* da *web* e outros materiais similares) e *Saberes experienciais* (a partir da vivência de situações de realização de atividades práticas entre os pares, de planejamento e preparação de aulas práticas, de organização e teste dos materiais e equipamentos a serem usados em sala de aula, de realização de algumas práticas com os alunos, permitindo compreender de que forma eles interagem com as mesmas). Consideramos, no entanto que a mobilização desses saberes não dependeu da realização de atividades práticas, por si só, mas de um conjunto de estratégias de formação empregadas pelos colaboradores externos quando da discussão das atividades práticas.

PALAVRAS-CHAVE: Atividades práticas. Saberes docentes. Formação continuada. Ensino de Ciências.

ABSTRACT

LABARCE, E. C. **Practical activities in science education: teacher knowledge and teacher education.** Tese (Doutorado) – faculdade de Ciências, Universidade Estadual do Estado de São Paulo, Bauru, 2014

The research accompanied an experience of continuing education of science teachers from a collaborative project between university and school, titled Dialogues Project on the Teaching of Natural Sciences. The objective of this investigation was to generate support for reflection on the processes of teacher education in the area of teaching natural science, especially with regard to the presentation and discussion of practical activities as formative strategy, from which knowledge teachers of various kinds were mobilized. Data were collected in field notes and analysis from the description of twelve of practical activities presented and discussed at fortnightly meetings with teachers, we can state that a process of continuous education of science teachers, organized from the discussion and execution of practical activities can contribute to refine knowledge that teachers of various natures, among them, *Disciplinary Knowledge* (with respect to the concepts used in practical activities), *Knowledge of vocational training* (the role of practical activities in the processes of teaching and learning, the limitation of practical activity in some learning situations, importance of planning and previous tests), *Curricular knowledge* (contact with various proposals for practical activities in textbooks, web sites, and other similar materials) and *Experiential knowledge* (from the experience of situations to conduct practical activities among peers, planning and preparation practical classes, organizing and testing of materials and equipment to be used in the classroom to conduct some exercises with the students, allowing us to understand how they interact with the various). We believe, however, that the mobilization of this knowledge was not dependent on the completion of practical activities per se, but a set of training strategies employed by external reviewers when discussing the practical activities.

KEYWORDS: Practical Activities. Teaching Knowledge. Continuing Education of Teachers. Science Education.

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Fatores que contribuíram para (ou prejudicaram) o desenvolvimento do ensino prático no contexto do <i>Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i>	221
--	------------

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Atividades Práticas realizadas ou discutidas durante as reuniões do Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências.	229
ANEXO 2 – Exemplos de roteiros usados para guiar as discussões acerca de atividades práticas.	231

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 –	Tipologia dos Saberes Docentes de acordo com a fonte de aquisição do saber	83
QUADRO 2 –	Classificação dos saberes docentes de acordo com Tardif (2004)	85
QUADRO 3 –	O reservatório de saberes	89
QUADRO 4 –	Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “Microscopia de tecidos vegetais”.	123
QUADRO 5 –	Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “Microscopia de tecidos vegetais”	123
QUADRO 6 –	Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “Oxidação de pregos e palha de aço”.	127
QUADRO 7 –	Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “Oxidação de pregos e palha de aço”	127
QUADRO 8 –	Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática “Investigando a relação entre a superfície e o volume por meio de cálculo matemático”.	131
QUADRO 9 –	Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade “Investigando a relação entre a superfície e o volume por meio de cálculo matemático”	132
QUADRO 10 –	Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “Extração de DNA de frutas”	137
QUADRO 11 –	Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “Extração do DNA de frutas”	138
QUADRO 12 –	Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade “Discussão sobre a natureza da ciência”	149
QUADRO 13 –	Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a “Discussão sobre a natureza da ciência”	150
QUADRO 14 –	Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “Cromatografia de folhas vegetais em papel filtro”	157
QUADRO 15 –	Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “Cromatografia de folhas vegetais em papel filtro”	158

QUADRO 16–	Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “ <i>Observação de estruturas vegetais em flor de Lírio (Lilium speciosum)</i> ”	163
QUADRO 17 –	Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “ <i>Observação de estruturas vegetais em flor de Lírio (Lilium speciosum)</i> ”	164
QUADRO 18–	Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “ <i>Experimento sobre a conservação da massa na reação entre vinagre e bicarbonato</i> ”	172
QUADRO 19 –	Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “ <i>Experimento sobre a conservação da massa na reação entre vinagre e bicarbonato</i> ”	173
QUADRO 20 –	Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “ <i>Dissolução do sal de cozinha (NaCl) e do plástico de copos descartáveis em água e gasolina</i> ”	180
QUADRO 21 –	Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “ <i>Dissolução do sal de cozinha (NaCl) e do plástico de copos descartáveis em água e gasolina</i> ”.	180
QUADRO 22–	Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática “ <i>Experimento sobre conservação da massa na reação entre sulfato de cobre II (CuSO₄) e hidróxido de sódio (NaOH)</i> ”	185
QUADRO 23–	Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade “ <i>Experimento sobre conservação da massa na reação entre sulfato de cobre II (CuSO₄) e hidróxido de sódio (NaOH)</i> ”	185
QUADRO 24–	Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “ <i>Demonstração da variação do volume de amostras de ar em função do aquecimento</i> ”	190
QUADRO 25 –	Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “ <i>Demonstração da variação do volume de amostras de ar em função do aquecimento</i> ”	191
QUADRO 26 –	Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a “ <i>Visita ao Jardim Botânico da cidade de Bauru</i> ”	203
QUADRO 27 –	Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a “ <i>Visita ao Jardim Botânico da cidade de Bauru</i> ”	204

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Trajetórias formativas docentes: possíveis aproximações a partir de diferentes autores 74

TABELA 2 – Reuniões do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* 110

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
1. ATIVIDADES PRÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS	22
1.1 O papel das Atividades Práticas no Ensino de Ciências.....	22
1.2 Observação e experimentação no âmbito da pesquisa científica	26
1.2.1 O Papel do experimento na construção do conhecimento científico.....	27
1.3 Atividade Prática no contexto escolar	31
1.3.1 Definição e classificação	31
1.3.2. Introdução e repercussão das atividades práticas no contexto escolar	33
1.3.3 Discussões atuais sobre as atividades práticas no ensino de ciências	39
1.3.4 Em defesa das atividades práticas	47
2. FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: SUBSÍDIOS PARA A PESQUISA	59
2.1 A escola como locus da formação continuada de professores.....	64
2.2 A trajetória profissional docente.....	68
2.3 Os saberes docentes e a formação do professor de ciência	75
2.3.1 Definições e tipologia do saber docente	78
2.3.2 Os trabalhos de Maurice Tardif	79
2.3.3 A tipologia de Clermont Gauthier	87
2.3.3 As contribuições de Lee Shulman	90
3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	95
3.1 Fundamentos teórico-metodológicos.....	95
3.2 Seleção da escola, primeiros contatos e formação do Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais	103
3.3 Levantamento de interesses e necessidades dos professores e elaboração da proposta de trabalho colaborativo.....	107
3.3.1 Sujeitos da pesquisa: professores participantes do Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais	111
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	116
4.1 Atividade Prática realizada em 30/03/2011: “Microscopia celular de tecido vegetal”.....	117
4.2 Atividade Prática realizada em 13/04/2011: “Oxidação de prego e palha de aço”.	124
4.3. Atividade Prática realizada em 11/05/2011: “Investigando a relação entre a superfície e o volume por meio de cálculo matemático”.....	128
4.4 Atividade Prática realizada em 25/05/2011: “Extração do DNA de frutas”	132
4.5 Atividade teórica realizada em 05/06/2012: “Discussão sobre a natureza da ciência”.....	138
4.6 Atividade Prática realizada em 19/06/2012: “Cromatografia de folhas vegetais em papel filtro”	151
4.7 Atividade Prática realizada em 07/08/2012: “Observação de estruturas vegetais em flor de Lírio (<i>Lilium speciosum</i>)”.....	158

4.8	Atividade Prática realizada em 21/08/2012: “Experimento sobre a conservação da massa na reação entre vinagre e bicarbonato”	165
4.9	Atividade Prática realizada em 18/09/2012: “Dissolução do sal de cozinha (NaCl) e do plástico de copos descartáveis em água e gasolina”	173
4.10	Atividade Prática realizada em 09/10/2012: “Experimento sobre conservação da massa na reação entre sulfato de cobre (CuSO ₄) e hidróxido de sódio (NaOH)”	181
4.11	Atividade Prática realizada em 23/10/2012: “Demonstração da variação do volume de uma amostra de ar em função do aquecimento”	186
4.12	Atividade Prática realizada em 06/11/2012: “Visita ao Jardim Botânico da cidade de Bauru”.	192
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	206
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	213

INTRODUÇÃO

Pode-se dizer que as sociedades contemporâneas possuem, como uma de suas características, a forte influência da ciência e da tecnologia no dia-a-dia das pessoas, e nesse contexto, é crescente a importância atribuída à educação científica tanto em termos de formação de cientistas e profissionais de diferentes áreas quanto em termos de formação de cidadãos críticos e atuantes.

Os indivíduos encontram-se constantemente expostos a debates sobre os avanços científicos e tecnológicos e a fim de compreenderem a ciência e a tecnologia tal como se apresentam hoje - inclusive no seu aspecto de patrimônio cultural da humanidade - e por outro lado, desenvolverem sua participação enquanto cidadãos necessitam de conhecimentos diversificados que dificilmente serão obtidos sem a intervenção da escola (GUIMARÃES, 2009). E, frise-se, isto coloca em questão a função primeira da escola, a “formação intelectual”.

Para Vigotski (1998), o ser humano pode ser entendido como um ser social e histórico, que precisa ampliar sua consciência para concretizar sua participação na sociedade, utilizando para isso, os conhecimentos construídos ao longo da história. A cultura científica, historicamente construída, corresponde ao conjunto de modelos e teorias de que a humanidade dispõe atualmente para responder às perguntas sobre os fenômenos naturais, para fazer previsões e modificar práticas (SANMARTÍ, 2002).

Na medida em que se considera o homem como o único animal capaz de assimilar, transmitir e acompanhar historicamente a construção social e a evolução cultural, a aprendizagem torna-se um elemento chave para o desenvolvimento de sua humanização e da sua construção histórica (VIGOTSKI, 1998).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (1999) estabelecem que os objetivos das Ciências Naturais no ensino básico sejam concebidos para que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica. Assim, o ensino de Ciências deveria constituir uma prioridade para o sistema educacional, contribuindo para a formação dos indivíduos em três aspectos:

- formação intelectual e cultural;
- formação para a cidadania;
- formação para o trabalho.

No entanto, esses objetivos dificilmente são alcançados por meio de “um ensino diretivo, autoritário, em que a iniciativa e oportunidade de discussão dos alunos são coibidas”, como o que se apresenta na prática habitual de sala de aula (KRASILCHIK, 2004, p. 42). Para a autora, embora as dificuldades e problemas que afetam os sistemas de ensino em geral - e particularmente o ensino de Ciências - não sejam recentes, levando diferentes grupos de estudiosos e pesquisadores a refletirem sobre suas causas e consequências, ainda persiste, na maioria das nossas escolas, a transmissão de informações desconexas e sem sentido para os alunos e a aplicação de projetos educativos, muitas vezes inadequados, por serem baseados em concepções ultrapassadas.

Uma mudança dessa situação prevê que não só os objetivos, mas todos os demais elementos que compõem o contexto educativo, entre eles a forma de organização do trabalho didático, os currículos, os sistemas de avaliação, a formação docente e as condições em que se ensina, sejam ressignificados, e que as propostas que venham a surgir atinjam as salas de aula.

Entre as muitas dificuldades enfrentadas pelos que se propõem a ensinar Ciências estão as percepções que a maioria dos alunos, e também muitos professores, apresentam sobre a própria Ciência, e que constituem um obstáculo para a aprendizagem. Tarín e Sanmartí (1998) destacam que a maioria dos indivíduos acredita que as ciências são um conhecimento muito difícil, ao alcance apenas dos mais “inteligentes”; que o manual didático apresenta apenas informações indiscutíveis que devem ser repetidas; que as ciências são um conjunto de fórmulas, equações e termos que não têm nada a ver com a vida cotidiana, servindo apenas para aqueles que seguirão uma carreira científica; que a prática científica e a teoria são duas atividades totalmente diferentes (o que se observa é real e o que se pensa são ideias de cientistas que precisam ser provadas); e que a ciência é formada por um conjunto de compartimentos sem relação um com o outro (Química, Física, Biologia, Geologia, Genética, Fisiologia, etc.).

Nesta perspectiva, essas concepções encontram enraizadas tanto em alunos quanto em nós, professores, e são resultado do processo histórico que prioriza a veiculação de concepções estereotipadas da Ciência, e do próprio ensino oferecido pela escola. Este, por sua vez, vem reproduzindo essas concepções, embora seu papel seja renová-las.

Portanto, conseguir que os estudantes aprendam ciências e saibam utilizar esses conhecimentos prevê, antes de qualquer coisa, a mudança das concepções acerca de o que é e como se aprende ciências. Sem essa mudança cuja base é epistemológica, o ensino escolar dos conteúdos científicos pode perder o sentido para os alunos.

De modo convergente com essas preocupações, o uso de atividades práticas tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de minimizar as dificuldades relacionadas aos processos de aprender e de ensinar Ciências de modo significativo (MORAES e MORAES, 2000).

Atividades práticas são atividades didáticas em que o aluno tem contato com os fenômenos estudados de modo direto e não, somente, através de descrições apresentadas pelo professor. As atividades práticas podem constituir-se em simples observações de espécimes, em situações investigativas ou, ainda, na realização de experimentos. Cabe lembrar, no entanto, que as atividades práticas têm finalidade didático-pedagógica, e sua estrutura não é, necessariamente, semelhante a das atividades de observação e experimentação registradas na História da Ciência.

As potencialidades das atividades práticas para o ensino e aprendizagem de ciências foram abordadas em minha pesquisa de mestrado (LABARCE, 2009), na qual foi realizada uma investigação a partir da elaboração de uma sequência didática baseada em atividades práticas para trabalhar o tema Energia no início do ensino médio. Durante essa investigação, que teve como foco o desenvolvimento de habilidades cognitivas e conceituais de alunos por meio de atividades práticas, foi possível identificar tanto as potencialidades das atividades práticas para o ensino de ciências (no que se refere ao desenvolvimento de habilidades cognitivas), como as dificuldades e obstáculos que o professor enfrenta para realizar um ensino que englobe essa modalidade (dificuldade de acesso a materiais, infraestrutura precária das escolas públicas, condições de trabalho que dificultam a utilização de atividades práticas em sala aula). Portanto, aspectos que dizem respeito à organização do trabalho didático.

No mesmo período participei das reuniões do *Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências*, da Unesp (Bauru), cujas atividades estão voltadas para a investigação sobre processos de formação docente na área de ensino de ciências naturais e matemática. As pesquisas vinculadas a esse espaço de discussão trouxeram dados referentes a vários focos temáticos consistentes com a literatura da área (por exemplo, MARCELO GARCÍA, 1999; PIMENTA, 2005; TARDIF, 2004; ALARCÃO, 1996; CONTRERAS,

1997; GOODSON, 2001; PORLÁN & RIVERO, 1998; SHULMAN, 1986; NÓVOA, 1992; CHEVALLARD, 1991).

Levantamento realizado pelos integrantes do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências (BASTOS et al., 2010) destacou e discutiu vários obstáculos que os professores da escola básica enfrentam no cotidiano de seu trabalho, tais como as condições materiais e organizacionais precárias do sistema escolar, dificuldades específicas dos alunos e professores durante o processo de ensino e aprendizagem e problemas que têm origem no contexto socioeconômico em que os alunos estão inseridos, entre outros.

Os resultados ainda confirmam que a implementação em aula de uma abordagem metodológica, estratégia didática ou atividade de ensino geralmente requer dos professores vários conhecimentos, disposições e atitudes que são mobilizados de forma simultânea, mas, como ressalta TARDIF (2004), não são adquiridos a partir de uma única fonte ou em um momento bem definido da trajetória de vida e percurso profissional do docente.

Além disso, existe uma expectativa por parte dos professores em exercício quanto à contribuição da universidade no que tange ao enfrentamento das dificuldades de seu trabalho (NARDI, BASTOS & TERRAZZAN, 2008). Entendem esses professores, que a universidade poderia ajudá-los oferecendo palestras, oficinas, orientações e cursos; suprimindo a falta de infra-estrutura e recursos humanos na escola (ao oferecer, por exemplo, material de laboratório e estagiários); diminuindo a distância entre o trabalho da universidade e a escola; incentivando os professores ao estudo; e apresentando propostas para a aplicação em aula e a melhoria do ensino, como, por exemplo, propostas de atividades práticas. Assim, em geral, os professores consultados mostraram-se interessados por colaboração externa e continuidade dos estudos. Uma parte deles, porém, criticou a academia, opinando que a ajuda que as universidades oferecem é pouca ou nenhuma. De certa forma, a expectativa apresentada pelos professores reflete o senso comum pedagógico (DELIZOICOV, ANGOTI, PERNAMBUCO, 2002). Mas reputo ser interessante conhecer melhor o que pensam os críticos às universidades (o que pode ser uma janela para trabalhos futuros).

Embora exista uma vasta bibliografia sobre o uso de atividades práticas no ensino de Ciências (haja visto que os professores consideram essas atividades como essenciais para um ensino satisfatório), essa mesma bibliografia revela que tais propostas ainda se encontram distantes dos trabalhos realizados em grande parte de

nossas escolas, seja por problemas econômicos ou políticos ligados a educação, seja por deficiência na própria formação do professor de ciências (MARANDINO, 2003; BORGES, 2002), o que sem dúvida indica a necessidade de realização de novos estudos, que visem melhorar as articulações e propiciar um aprofundamento das discussões sobre essa temática, buscando a efetiva implementação das referidas propostas nos diversos ambientes escolares.

Um aspecto importante da reflexão sobre atividades práticas é pensá-las não de forma isolada, mas como partes integrantes de propostas educativas mais amplas, ou de currículos com determinados objetivos e características. Nesse sentido, dependendo dos princípios educativos adotados, ou das abordagens de ensino priorizadas, as atividades práticas assumem diferentes papéis, tais como o de “ilustrar ou confirmar a teoria” (no chamado ensino “tradicional”), “gerar conflito cognitivo” (no ensino por mudança conceitual) ou “funcionar como recursos de investigação” (no ensino por investigação) (BASTOS et al., 2004). Voltaremos a essa discussão mais adiante.

Os pesquisadores que se dedicam ao estudo das atividades práticas (por exemplo, GARCÍA BARROS et al, 1998, GIL e PAYÁ, 1988, HODSON, 1990, 1992) são unânimes ao reforçar as dificuldades de nível epistemológico e conceitual dos professores, quando se trata de utilizar essa modalidade como parte do seu processo de ensino.

Diante disso, minha experiência como professora de Ciências/Biologia, e como pesquisadora do ensino de ciências, guiou-me na busca de respostas relativas a dois importantes temas relacionados: a formação de professores de ciências e a utilização de aulas práticas como recursos para o ensino de ciências.

A questão central dessa pesquisa, portanto é:

- Um processo de formação continuada de professores de ciências, organizado a partir da discussão e da realização de atividades práticas, pode contribuir para que os professores aperfeiçoem *saberes docentes* de diversas naturezas?

Para responder essa questão, outras deverão ser respondidas previamente:

- Quais são as concepções dos professores a respeito do uso de atividades práticas no ensino de ciências (papel das atividades práticas, estrutura que devem possuir, aprendizagens que proporcionam, condições para sua viabilização etc.)?

- Quais são os principais saberes construídos ao longo desse percurso, e que elementos do processo foram relevantes para a aquisição dos referidos saberes?

- Entendendo-se a teoria como produção acadêmica na área de ensino de ciências, e a prática como a ação pedagógica em aula, como se dá a relação teoria-prática ao longo do processo de formação vivenciado?

Partindo dessas inquietações, o principal objetivo desse trabalho foi desenvolver uma investigação que gerasse subsídios para a reflexão sobre os processos de formação docente na área de ensino de ciências naturais, principalmente no que se refere à importância e utilização de atividades práticas no processo de ensino e aprendizagem.

Os objetivos específicos que partem desse objetivo geral são:

- Desenvolver um projeto de formação continuada por meio de um trabalho colaborativo entre a universidade e a escola focalizando a utilização de atividades práticas;

- Investigar de que modo as atividades práticas podem ser utilizadas como estratégia para a formação de professores de ciências;

- Investigar como a relação entre a teoria e a prática pode ser efetivada em um processo de formação continuada que tem por foco a utilização de atividades práticas;

- Levantar quais saberes podem ser mobilizados a partir da discussão e realização de atividades práticas, durante um projeto de formação continuada de professores de ciências.

Interessou-nos, portanto, produzir dados e argumentos que permitissem verificar se e como, um processo de formação continuada a partir do estudo das atividades práticas pode estimular a reflexão e a aquisição de saberes por parte dos professores.

Para tanto, desenvolveu-se um projeto que ficou intitulado *Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* estabelecendo um trabalho colaborativo entre pesquisadores da universidade e um grupo de professores de ciências de uma escola estadual. As discussões propostas, em reuniões quinzenais, abordaram diversos aspectos, entre eles a realização e estudo de diversas atividades práticas. Os conteúdos de ensino focalizados foram levantados a partir de dificuldades ou interesses dos professores com relação aos assuntos previstos no currículo das disciplinas Química, Física e Biologia, materializado nos *Cadernos do Aluno*¹ da Proposta Curricular do Estado de São Paulo (São Paulo faz Escola).

¹ Os Cadernos do Aluno são apostilas elaboradas por disciplina e cedidas bimestralmente a alunos e professores da rede pública de ensino do Estado de São Paulo buscando a uniformização do ensino nesse estado e melhores resultados nas avaliações externas. Os professores, portanto, não participam da elaboração dos cadernos e recebem um “caderno do professor”, que traz orientações a respeito do caderno do aluno.

Esse processo foi acompanhado por meio de procedimentos qualitativos de coleta de dados, estruturados de forma a permitir a discussão das questões de estudo colocadas, e que incluíram a observação *in loco*, as entrevistas individuais e coletivas, os diálogos informais, a análise documental, etc. (FLICK, 2009; DENZIN e LINCOLN, 2006; BOGDAN & BIKLEN, 1994). Para a leitura dos dados, foram utilizados os métodos de análise de conteúdo (BARDIN, 2000).

Também foi necessário um levantamento bibliográfico aprofundado sobre os dois temas fundamentais que subsidiaram o desenvolvimento dessa pesquisa, Formação de Professores e Atividades Práticas no Ensino de Ciência.

Assim, o texto encontra-se estruturado em cinco capítulos, da forma como descrito a seguir:

No Capítulo I dissertamos sobre a experimentação sob o ponto de vista pedagógico e epistemológico. Primeiramente, discutimos sobre o papel das práticas experimentais na Ciência; posteriormente, apresentamos uma revisão da história, críticas e perspectivas para as atividades práticas na educação em Ciências e destacamos as potencialidades, assim como os limites das atividades práticas no ensino de ciências.

No Capítulo II é feita uma revisão bibliográfica das pesquisas em formação de professores de ciências, particularmente aquelas que se destinam ao estudo dos saberes docentes.

No Capítulo III, apresentamos o contexto em que a pesquisa foi realizada, o projeto maior que a gerou, de maneira a caracterizá-la, além da metodologia utilizada na concretização dos seus objetivos.

O Capítulo IV aborda a análise dos dados coletados, o diálogo dos mesmos com o referencial utilizado na pesquisa, procurando responder às questões inicialmente propostas.

Finalmente no Capítulo V, última parte do trabalho, apresentamos uma síntese das discussões, as considerações passíveis de serem apontadas pelos dados coletados e argumentamos sobre a discussão das atividades práticas na formação continuada de professores, enfatizando possibilidades para a identificação e construção de saberes

docentes pelos participantes. Por fim, apontamos para possíveis desdobramentos desta tese e perspectivas para a pesquisa sobre formação de professores.

1. ATIVIDADES PRÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Para responder aos questionamentos dessa pesquisa, recorreremos à literatura especializada, buscando nos estudos sobre Atividades Práticas e sobre Formação de Professores, os referenciais que fundamentam nosso estudo. Neste capítulo, e no seguinte, apresentamos as contribuições teóricas dessas duas áreas de pesquisa.

A primeira parte do referencial, exposta no presente capítulo, trata das Atividades Práticas no Ensino de Ciências e foi desenvolvida no intuito de delinearmos uma visão geral sobre essa temática, ressaltando as potencialidades e as críticas que a permeiam.

Na segunda parte, que aparece no capítulo II, apresentamos um levantamento bibliográfico sobre a formação de professores, com ênfase na questão dos saberes docentes. Nesse sentido, as pesquisas de Maurice Tardif (2000, 2000a, 2002, 2004), Clermont Gauthier (1997, 1998) e Lee Shulmann (1983, 1986, 1986a, 1996, 2004, 2004a) foram analisadas, estruturando essa parte do referencial.

1.1 O papel das Atividades Práticas no Ensino de Ciências.

A escola sempre foi considerada um espaço onde se guardavam as respostas para todos os problemas sócio-econômicos e culturais da humanidade. A ela caberia a função de acabar com as mazelas sociais, as injustiças, a miséria, os preconceitos. Se por um lado, essa visão representa um equívoco (as distorções sociais são muito mais fruto da má distribuição das riquezas e falta de acesso às conquistas da ciência e da tecnologia), por outro lado a escola tem o papel, do qual não pode se esquivar, de promover conhecimento e de reduzir o distanciamento entre os que têm muito e os que nada têm (SANTOS, 2007).

O mundo acumula notáveis avanços tecnológicos e a escola deve assumir sua responsabilidade de tornar acessível, a todos os indivíduos, os conhecimentos científicos necessários para viver e participar desse mundo. São esses conhecimentos que contribuem para a ampliação da capacidade de compreensão e atuação do indivíduo tornando-o consciente e crítico diante das próprias decisões. Nesse sentido, o ensino de

Ciências deveria se constituir uma prioridade para o sistema educacional (KRASILCHIK, 2004).

Se o conhecimento científico contribui para o entendimento e participação do cidadão em debates relacionados a temas diversos, deixa de ser um fator apenas de progresso na economia de um país e passa a ter um importante papel na construção de uma sociedade democrática.

No entanto, para que esse papel seja alcançado, é necessário que não só os objetivos do ensino de Ciências, mas, todos os fatores que pertencem ao âmbito educativo, entre eles, currículos, formação docente, sistemas de avaliação, pesquisas educativas e até mesmo a representação social da escola, os conteúdos que se ensinam e o contexto em que se ensina, sejam ressignificados e que as propostas que venham surgir, atinjam as salas de aula em todo o país. Inclusive, criando condições para que o conceito de “sala de aula” seja também ressignificado.

As dificuldades e os problemas que afetam o sistema de ensino em geral e, particularmente o ensino de Ciências, já foram diagnosticados há muitos anos, no entanto, ainda persiste na maioria das nossas escolas a transmissão de informações desconexas e sem sentido para os alunos e a aplicação de projetos educativos, muitas vezes, inadequados por serem realizados sem um aparato teórico conceitual que os sustentem.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002) destacam que, um cidadão não pode ser crítico, se sua formação for alienada do conhecimento científico, pois vivemos numa sociedade que convive com a supervalorização do conhecimento científico e um cotidiano repleto de intervenções tecnológicas.

Diante disso, pode-se afirmar que atualmente se reconhece que a educação científica é importante tanto para o cientista como para o público em geral. A ciência é parte da cultura construída por homens ao longo da história e suas teorias são conquistas humanas, cujo acesso só é possível por meio do ensino específico, como o realizado na escola. A cultura científica corresponde ao conjunto de modelos e teorias que a humanidade dispõe atualmente para responder às perguntas sobre os fenômenos que a cerca, para fazer previsões e modificar práticas. Mas é preciso lembrar que essa cultura continua sendo patrimônio de muito poucos e que o sonho de uma cultura científica para todos encontra-se bem longe da nossa realidade (SANMARTÍ, 2002). Cabe salientar que essas idéias são compartilhadas por pesquisadores vinculados a perspectivas teóricas diferentes (por exemplo, SAVIANI, 1994).

É nesse contexto que 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 se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Ciências de modo significativo e consistente (MORAES e MORAES, 2000).

Entretanto, atividades práticas são, geralmente, realizadas em aula (quando o são) de forma desvinculada do conteúdo, como uma atividade à parte. No ensino habitual, pouca atenção é dada à potencialidade do trabalho prático como meio de aprimoramento conceitual; veicula-se implicitamente que a compreensão de conceitos só é alcançada de forma significativa, por meio de aplicação de fórmulas, ou pela simples memorização. Reserva-se para a experimentação o papel de verificar aquilo que é informado na aula teórica, contribuindo para uma visão totalmente distorcida da relação entre teoria e prática (AXT, 1991, KRASILCHIK, 2004, ANDRADE e MASSABNI, 2011).

Há, porém, outras possibilidades de abordagem. Diante de um problema prático, o estudante pode fazer mais do que simples observações e medidas experimentais, pois as possíveis hipóteses por eles criadas, na tentativa de solucionar o problema, deveriam ser discutidas com o objetivo de se avaliar a pertinência, a viabilidade e, se for o caso, propor procedimentos que possam verificar as diferentes propostas de solução. Nessa perspectiva, a teoria e a prática passam a ser vistas como um processo único que possibilita a aprendizagem de conceitos científicos. Talvez a forma como as atividades práticas sejam tratadas na formação inicial se constitua em um dos obstáculos, o que reforça a visão habitual ou de senso comum pedagógico.

Embora não possamos ignorar as dificuldades enfrentadas pelo professor, como as precárias condições de trabalho, a escassez de material e de recursos, a falta de tempo para elaborar materiais didáticos e até mesmo uma formação deficiente, é necessária a atualização dos conteúdos e metodologias didáticas das disciplinas científicas, adequando-as aos currículos e programas voltados para educar os jovens da sociedade contemporânea que estão constantemente recebendo informações sobre temas científicos vinculados nos meios de comunicação.

No caso específico das atividades práticas, estas podem ser propostas no sentido de promover a discussão e interpretação de resultados obtidos nos experimentos, com o professor apresentando e desenvolvendo conceitos, leis e teorias envolvidas no assunto abordado. Essa forma de ver o ensino convida o professor a criar um ambiente

construtivista de aprendizagem e adotar estratégias investigativas. Para Brito Júnior (2011), as principais características de uma abordagem construtivista são:

- Ênfase na construção ativa do conhecimento e não na sua retenção e reprodução de memória;
- São privilegiadas as tarefas dos alunos em contextos significativos;
- Privilegiam-se as situações do mundo real e do dia a dia, em vez das sequências de ensino academicamente rígidas e pré-determinadas;
- Encoraja-se a reflexão crítica constante dos alunos durante as suas atividades, a análise do que dizem e fazem, bem como o que dizem e agem os seus colegas;
- Estimula-se a construção colaborativa do conhecimento através da negociação social e não competição individual pela classificação;
- Privilegia-se a avaliação formadora e deve estar voltada não só para a regulação da aprendizagem de cada aluno pelo professor, como também para a reflexão, autoavaliação e auto-regulação da própria aprendizagem;
- São criadas condições agradáveis e propiciadores de boas relações interpessoais dentro e fora das aulas;
- Os alunos são motivados e responsabilizados pelas suas próprias aprendizagens, de forma que a aprendizagem é verificada quando o estudante percebe que os tópicos a serem estudados se relacionam com os seus próprios objetivos e quando ele participa responsabilmente do seu processo.

Para compreender de forma mais aprofundada o contexto das atividades práticas no âmbito escolar, é preciso dialogar com o referencial teórico da área. Portanto, o presente capítulo é o resultado de uma revisão bibliográfica acerca do processo histórico de implementação das atividades práticas no ensino de ciências e das críticas de natureza pedagógica e epistemológica que se seguiram. Inicialmente, trazemos uma breve discussão sobre a função da observação e da experimentação na produção de conhecimento científico, que será retomada ao longo das discussões a respeito das implicações dessa mesma metodologia no contexto do ensino.

O propósito da revisão apresentada é buscar pistas de como o estudo de atividades práticas pode contribuir com a formação de professores de ciências, questão central dessa pesquisa.

1.2 Observação e experimentação no âmbito da pesquisa científica

Há uma crença quase generalizada, de que o conhecimento científico é superior aos demais conhecimentos produzidos pelo homem, o que pressupõe a existência de um método que garante um conhecimento seguro e verdadeiro. Essa visão distorcida do saber científico remonta pelo menos ao século XIX e transcende o senso comum, uma vez que é veiculada pela própria escola. Assim, a Ciência ganha autoridade e assegura respeitabilidade aos processos e produtos ditos científicos, uma ilusão que é aproveitada pelas indústrias e empresas publicitárias para garantir seus lucros.

Filósofos da ciência como, Popper (1975, 1983, 1986), Bachelard (1938, 1981), Toulmin (1977), Kuhn (1971), Lakatos (1989), Chalmers (1992), entre outros, tentaram descrever o modo como a ciência progride. No entanto, diante das formulações propostas por eles, e de um olhar sobre a própria história da ciência é possível afirmar que a complexidade do fazer científico não permite que se distinga um método único e geral para a Ciência, embora exista um conjunto de ações que frequentemente estão presentes nos processos investigativos.

As discussões de cunho epistemológico são necessárias na discussão sobre as atividades práticas no ensino, pois, segundo Praia, Cachapuz e Gil-Pérez, (2002), as concepções de Ciência que os professores possuem têm implicações no modo como a ensinam e, portanto, na forma e objetivos com que utilizam as atividades práticas em suas aulas.

No entanto, conforme relatam esses autores, as questões epistemológicas, como as teses formuladas pelos filósofos acima citados, tem sido muitas vezes ignoradas nos cursos de formação de professores, de modo que se preserva nas universidades, e posteriormente na prática do docente formado, a visão de ciência indutivista e empirista, incoerente com a concepção contemporânea do fazer científico.

As discussões epistemológicas da ciência, ou seja, a forma como o conhecimento científico é produzido e validado devem estar presentes na formação do professor, para que ele possa refletir sobre suas próprias concepções epistemológicas (MELLADO, 1977), além disso, devem ser uma reflexão dos próprios formadores que, como nós, precisamos ter claro que tipo de professor estamos querendo formar.

1.2.1 O Papel do experimento na construção do conhecimento científico

Kneller (1980) faz uma interessante analogia entre o trabalho de um detetive investigando um crime e o trabalho de um cientista que busca a explicação de um fato, dizendo:

Na literatura e na vida, os detetives comem, bebem e dormem hipóteses. Examinam a cena do crime, entrevistam testemunhas e suspeitos, postulam motivos, propõem roteiros, e testam tudo em face dos dados que colheram. Alguns detetives podem apontar um culpado antes de todas as provas estarem reunidas. A resposta ocorre-lhes “naturalmente”, dizem algumas pessoas, mas talvez mais por causa da experiência com casos semelhantes. Depois de trabalhar algumas hipóteses, o detetive pode descobrir o culpado. Isso poderá demorar alguns dias, meses ou anos. Ou poderá redundar em fracasso. A maioria dos crimes nunca é resolvida (KNELLER, 1980, p. 98).

A citação de Kneller resume o trabalho investigativo dos detetives que se assemelha a outras formas de investigação realizadas pelo homem. Guardadas as especificidades de cada trabalho, cientistas e detetives realizam sequência semelhante de atividades: reconhecimento de um problema, proposição de hipóteses, inferências, realização de testes, feedback, mudança de hipótese, formulação de novo problema, etc.

O autor considera essa sequência comum a todas as investigações que envolvem a construção de hipóteses, a essência da construção de teorias. Quando um cientista percebe algo incomum, como um fato em conflito com uma teoria estabelecida ou uma contradição entre teorias, ele formula um problema a ser investigado.

Numa visão empirista da ciência, o problema nasce exclusivamente da observação da realidade, nunca de uma problemática teórica, e termina com a solução encontrada. Outros problemas seguem acumulando e avançando gradativamente, sem rupturas. Por outro lado, a perspectiva racionalista contemporânea questiona a observação neutra e espontânea e considera indispensável um enquadramento teórico que oriente a observação, esta deve ser cada vez mais preparada e mais orientada por teorias mais elaboradas (PRAIA, CACHAPUZ E GIL-PEREZ, 2002).

Observamos o mundo de acordo com as teorias que construímos durante a vida e de acordo com a visão de mundo que temos. A teoria orienta a observação e interpreta o fenômeno observado, como uma resposta ou como um problema. Assim,

[...] na perspectiva racionalista contemporânea a observação tem um caráter polêmico, pois a importância atribuída aos fatos depende de um enquadramento de razões. A observação não é uma atividade passiva, sustentando uma explicação mais profunda de um fenômeno já teoricamente enquadrado. Tenha-se em conta o que se passa na observação do infinitamente pequeno (física das partículas, vírus...) ou do infinitamente grande (observação astronômica através do telescópio Hubble) (PRAIA, CACHAPUZ E GIL-PÉREZ, 2002, p.136)

Ao observar, o investigador estuda a realidade através dos seus quadros teóricos e instrumentação disponível. Quando o cientista se depara com um problema, ele lhe propõe uma solução, uma hipótese, que quando possível, ele testa por meio de experimentos². As situações imaginadas, nesse caso, devem oferecer todas as condições para que se a hipótese não for verdadeira, a previsão não se confirme e a hipótese seja refutada. Portanto, os dados coletados nos experimentos são comparados com as previsões confirmando ou não sua hipótese (HANSON, 1979; KNELLER, 1980).

Assim, o autor define o experimento como uma situação controlada, em que variáveis são alteradas a fim de se investigar a ocorrência do fenômeno a partir dessa modificação. E previsão é aquilo que se espera observar como resultado de um experimento, enquanto a hipótese é a explicação, fundamentada em uma teoria, do resultado esperado. Essas definições, no entanto, não parecem muito claras para os professores de ciências e no próprio material curricular do estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2010, p. 29-31), isto é, podem ser encontradas confusões e equívocos quanto ao uso desses termos.

O resultado de um experimento não é o componente principal conhecimento científico, mas a etapa de um processo que envolve o diálogo entre fatos e teorias. É possível que frente a um mesmo resultado, cientistas a partir de perspectivas teóricas distintas, cheguem a conclusões também distintas ou até mesmo excludentes.

No que se refere ao ensino, Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002) consideram a experimentação como um processo em que as hipóteses dos alunos são questionadas. O que significa reagir contra a redução da aprendizagem à “aprendizagem por descoberta, entendida erradamente como descoberta sistemática de ideias, por conta própria, a partir de factos evidenciados por resultados experimentais ou observacionais que mostram o óbvio” (p.136).

² Em algumas áreas da Ciência como, a Astronomia e a Biologia Evolutiva, muitas observações não provém de experimentos.

O ensino de ciências deve ter como premissa conscientizar os alunos, por meio de atividades adequadas em que as observações desligadas da teoria não são uma base segura para analisar ou interrogar a realidade, e não são independentes da teoria, ao contrário, as teorias são, sobretudo, instrumentos para resolver problemas. Ao mesmo tempo, os alunos devem ter consciência de que a construção das teorias envolve um longo e árduo processo, que resulta em mudança na forma de pensar. É nesse sentido que o debate deve ser incentivado.

Frente à confirmação da sua hipótese, o cientista submete seus estudos ao julgamento de seus colegas de área, na forma de relatórios e defende-se de críticas; redige então um artigo e submete-o a revistas especializadas. Sua solução é analisada e discutida por outros cientistas e, se sobreviver às críticas, é aceita como idônea e usada na investigação de outros problemas. Se não forem confirmadas pelos dados coletados, o cientista pode realizar outros testes e propor outra hipótese ou, simplesmente, abandonar o projeto. Assim, o processo de investigação científica é autocorretivo, pois quando o cientista elimina hipóteses incorretas, ele delimita a busca da correta (KNELLER, 1980).

No entanto, muitos dos projetos científicos consistem na busca de fatos e coletas de dados sobre fenômenos sem hipóteses previamente deliberadas, portanto, o método descrito não é usado.

Além disso, as técnicas associadas à pesquisa são próprias de cada especialidade ou ramo da ciência. Por exemplo, os grupos de controle são específicos dos estudos biológicos, enquanto a evaporação, titulação e destilação são específicos da Química. Em qualquer caso, entretanto, o passo decisivo no ciclo da pesquisa é a invenção de uma hipótese. A hipótese deve ser precisa e testável, explicando fatos conhecidos e prevendo fatos novos.

Filósofos da ciência descreveram vários tipos de raciocínio a partir dos quais os cientistas formulam suas hipóteses: *retrodução*, em que o cientista encontra uma anomalia e depois busca uma hipótese da qual a existência dessa anomalia possa ser deduzida; *raciocínio hipotético-dedutivo*, em que, a partir das hipóteses formuladas deduz-se a solução do problema; *raciocínio indutivo* um processo de raciocínio através do qual o cientista parte de dados particulares e, por meio de uma sequência de operações cognitivas, chega a conceitos mais gerais (exemplo: cobre conduz eletricidade, zinco conduz eletricidade, ferro conduz eletricidade. Cobre, zinco e ferro são metais, logo, todo metal conduz eletricidade); *raciocínio analógico*, empregado

quando o cientista chega a uma hipótese, vendo uma analogia entre fenômenos aparentemente sem relação alguma entre eles (KNELLER, 1980)

Com uma hipótese formulada, o cientista pode testá-la por meio de observações ou experimentos, comparando seus resultados com as previsões propostas. Assim, a experimentação consiste no conjunto de processos utilizados pelo cientista para verificar as hipóteses, ao descrever a relação de uma variável com outra. Sua principal função na Ciência é, portanto, testar a validade de determinadas hipóteses. Há ainda experimentos de caráter exploratório, conforme já citado anteriormente

Kneller (1980) resume o raciocínio subentendido num teste experimental de uma hipótese da seguinte maneira:

Quando o cientista procura estabelecer uma conexão entre dois conjuntos de eventos, ele tenta usualmente mostrar que um evento de uma espécie, A, é sempre acompanhado de um evento de outra espécie, B, e que um caso de B nunca ocorre se um caso de A não ocorrer também. Portanto, A causa B quando A deve estar presente para que B aconteça e quando, com A ausente, B nunca acontece. (KNELLER, 1980, p.116)

Na natureza, um determinado fenômeno em estudo ocorre em combinação com muitos outros, de forma que é muito difícil mostrar que uma variável determinada é sua causa, ou apenas o acompanha por acaso. Por isso, há a necessidade de o cientista manipular uma situação controlando as variáveis envolvidas.

No entanto, a experimentação não é uma condição *sine qua non* dos testes científicos, pois existem fenômenos cujas condições são impossíveis de serem manipuladas. Um exemplo é quando um cientista quer explicar um evento passado que não poderá se repetir e, nesse caso, é praticamente impossível reproduzir o fenômeno em um experimento. A evolução biológica é uma teoria cujos fenômenos, sobretudo os macroevolutivos, são impossíveis de serem observados, mas é considerada confirmada, pois embora não possa ser experimentalmente testada, ela unifica e torna inteligível um grande número de dados que não seriam compreendidos sem ela. Trata-se, portanto de uma dificuldade lógica e não de acesso, como o movimentos dos astros.

Kneller (1980) também acrescenta que o ciclo de pensamento científico não é só intrinsecamente racional, mas também um refinamento do raciocínio cotidiano. Todas as pessoas observam naturalmente e são guiadas em suas observações por conceitos, o cientista, no entanto, observa mais detalhadamente que o homem comum, pois ele recebeu um treinamento especializado para isso.

A observação científica é, assim, *sistemática*, pois é controlada por uma hipótese ou por uma ideia precisa do fenômeno a ser localizado; é *pormenorizada*, pois é feita com o uso de poderosos instrumentos (microscópio, telescópio, lupa, etc) e pela concentração em determinadas propriedades de um fenômeno; e *variada* pois observa o fenômeno sob diferentes condições, ou num experimento, por variar e manter constantes diferentes variáveis a fim de observar os resultados.

Concluimos, portanto, que o conhecimento científico consiste em conhecimento empírico e conhecimento teórico dos mecanismos ou causas que produzem os fenômenos naturais.

Consideramos a discussão apresentada, de extrema importância ao que se refere à formação de professores de ciências e, concordamos com Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002) que nos processos formativos é necessário criar espaços em que o professor entre em contato com as principais concepções de ciência e do seu fazer, aprofundando as suas próprias concepções e possa refletir quanto às estratégias, métodos e procedimentos a adotar no seu trabalho docente.

1.3 Atividade Prática no contexto escolar

1.3.1 Definição e classificação

As pesquisas que abordam as atividades práticas no ensino de ciências apresentam várias denominações para referenciá-las. Experimentos, práticas, trabalho de laboratório, atividades experimentais, atividades manipulativas, entre outros, aparecem, em algumas pesquisas como sinônimos e, em outras, como conceitos excludentes, o que revela que o conceito de atividade prática na literatura educativa não é consensual.

Na presente pesquisa adotamos a definição de Perales Palácios (1994, p.122) que considera a atividade prática como “um conjunto de atividades manipulativo-intelectuais com interação professor – aluno – materiais”. Nossa escolha se deve ao fato de esta ser uma definição ampla que não restringe as atividades práticas aos experimentos, englobando a observação de fenômenos naturais e materiais ou de espécies vivas e os trabalhos em campo.

Dessa forma, as atividades práticas podem apresentar diferentes características, podendo se constituir:

a) Em uma observação simples de um componente ou processo da realidade natural, tal como ele ocorre no ambiente;

b) Em um experimento, que é uma situação artificial, criada intencionalmente para testar uma ou mais hipóteses;

c) Em uma atividade de intervenção, que pode envolver, desde o plantio de árvores, o cultivo de uma horta e cuidados com animais domésticos, até iniciativas ligadas à promoção da saúde e à preservação ambiental.

Por outro lado, as atividades práticas podem ser abordadas sob vários critérios. Perales Palácios (1994, p.22) classifica as atividades práticas por seu âmbito de realização em *práticas de laboratório*, *práticas de campo*, *práticas caseiras*³. Por sua forma de resolução, em *abertos* (por permitir várias soluções, estratégias e ações do professor), *fechados* (do tipo “receita”) ou *semiabertos*. Segundo seus objetivos didáticos, quando serão *para promover o desenvolvimento de habilidades e competências*; para realizar *a verificação de uma lei ou teoria*, para o *levantamento de ideias prévias*, para *desenvolver o raciocínio indutivo* e a *investigação* (que integra os objetivos anteriores, em uma estratégia mais geral de trabalho).

Krasilchik (2004) por sua vez, classifica as atividades práticas segundo o envolvimento do aluno na atividade, o que depende da forma como o problema é proposto e das instruções e informações fornecidas pelo professor aos estudantes. Geralmente, são reconhecidos quatro graus de liberdade: no *primeiro nível*, os alunos recebem o problema, as instruções para sua execução e os resultados esperados. No *segundo nível*, os alunos recebem o problema e as instruções sobre como proceder. No *terceiro nível* é proposto apenas o problema, cabendo aos alunos escolherem os procedimentos, coletar dados e interpretá-los. E no *quarto nível*, os alunos devem identificar o problema que desejam investigar, planejar o experimento, executá-lo e chegar até as interpretações dos resultados. Sob essa classificação, o mesmo assunto pode ser usado num exercício que apenas vise à confirmação de uma teoria ou como objeto de pesquisa e, o envolvimento do aluno na atividade prática depende da forma como o professor propõe o problema e das instruções e informações fornecidas por ele aos estudantes.

Astolfi & Develay (1990), no âmbito das discussões sobre o grau de liberdade dos alunos durante as atividades práticas, defendem que o estudo prático de temas de

³ Lembrar que muitas vezes, também, as práticas são de “sala de aula”, de “campo” ou de “laboratório”.

ciências seja realizado em duas etapas: uma primeira etapa de investigações livres desenvolvidas pelos alunos e depois uma segunda etapa em que as investigações adquirem caráter mais direcionado.

Além disso, as atividades práticas podem ser executadas pelos próprios alunos ou apresentadas à turma pelo professor e, nesse segundo caso, são chamadas de demonstrações. Do ponto de vista pedagógico, tende a ser mais interessante, durante uma atividade prática, que os próprios alunos manipulem os materiais e amostras, espécimes e instrumentos e equipamentos disponíveis, no entanto, muitas vezes, se verifica que os professores optam por demonstrações em razão de alguns fatos, como: - o material necessário não pode ser disponibilizado ao grupo de alunos, seja pelo fato de sua obtenção envolver custo elevado, seja por requerer um tempo de que não se dispõe; - os instrumentos ou equipamentos são muito frágeis e não é conveniente expô-los à manipulação de um grande número de pessoas; - os instrumentos representarem riscos à integridade física dos participantes, isto é, os riscos de intoxicação, choque elétrico, queimaduras, lesões por objetos cortantes ou perfurantes, traumatismos, infecções e infestações, etc. Além disso, as demonstrações representam o tipo que mais se ajusta à forma dominante de organização do trabalho didático. Por exemplo, como pensar em uma abordagem em que haja maior envolvimento do aluno, quando as aulas estão fracionadas e não há espaços adequados.

Os objetivos das atividades práticas, também sofrem grande variação na medida em que diferentes concepções do que é Ciência, diferentes tendências pedagógicas e diferentes aportes teóricos preponderam no discurso dos educadores.

Adiante, apresentamos uma síntese da trajetória do ensino de ciências a partir da introdução das atividades práticas, salientando os aspectos contextuais que influenciaram esse ensino até os dias atuais.

1.3.2. Introdução e repercussão das atividades práticas no contexto escolar

A importância atribuída às atividades experimentais na educação em Ciência é antiga, mas há divergência quanto à data exata de sua inserção no ambiente escolar (GONÇALVES, 2005). Galiuzzi (2000), por exemplo, considera que a experimentação foi inserida pela primeira vez no contexto escolar em 1865, no Royal College Chemistry, na Inglaterra, enquanto, Petit (1994) salienta que no século XVIII, na

França, já existiam pelo menos 600 locais de ensino com experimentação e observação. Um exemplo de aulas práticas já utilizadas nessa época, é o das aulas de anatomia com demonstração e dissecação de cadáveres.

Primeiramente influenciado pelo trabalho experimental que era desenvolvido na universidade, o ensino por meio da prática veio ganhando espaço, a partir da década de 1960, nos programas escolares e, ainda hoje, é considerado pela maioria dos professores de ciências, uma estratégia fundamental para um bom ensino (Izquierdo, Sanmartí e Espinet, 1999).

Segundo De Jong (1998), passou-se a desacreditar na educação em ciências baseada apenas na transmissão de conteúdos, disseminando-se a relevância dos trabalhos empíricos, inerentes às Ciências. As atividades práticas foram introduzidas nas escolas de ensino básico com o objetivo de melhorar a aprendizagem dos conteúdos científicos, pois os alunos aprendiam os conteúdos, mas não sabiam aplicá-los.

Nesse tipo de ensino (que ficou conhecido como ensino tradicional), as atividades experimentais eram expositivas, de demonstração e verificação e foram as mais criticadas nas obras sobre o tema (DOMIN, 1999; GALIAZZI, 2000), pois seu papel se resumia em comparar um resultado obtido empiricamente com o resultado esperado teoricamente, contribuindo muito pouco para a aprendizagem dos alunos.

Nas décadas de 1950 e 1960, o ensino com atividades experimentais recebeu um grande impulso, pois esse era um momento em que “a sociedade brasileira se ressentia da falta de matéria prima e produtos industrializados durante a 2ª Guerra Mundial e no período pós-guerra, [pois] buscava superar a dependência e se tornar auto-suficiente (...)” (KRASILCHIK, 2000, p. 86). Para a autora, o cerne das reformas curriculares implementadas nesses anos era trazer a investigação científica para o ensino de ciências, de forma a preparar os jovens para suprir a demanda de pesquisadores que impulsionariam o desenvolvimento científico para a industrialização do Brasil e consequentemente, seu progresso.

No cenário internacional, o lançamento do Sputnik I russo em 1957, que colocou a Rússia em evidência quanto ao desenvolvimento científico e tecnológico, gerou uma reação nos países ocidentais, principalmente naqueles considerados desenvolvidos, como EUA e Inglaterra, que mobilizaram grande número de recursos humanos e financeiros para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, incluindo a educação básica para incentivar jovens talentos a seguir carreiras científicas. Krasilchik aponta que,

Na medida em que a Ciência e a Tecnologia foram reconhecidas como essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social, o ensino das Ciências em todos os níveis foi também crescendo de importância, sendo objeto de inúmeros movimentos de transformação do ensino, podendo servir de ilustração para tentativas e efeitos das reformas educacionais. (2000, p. 85)

Os órgãos governamentais ligados a educação científica nos EUA e Inglaterra produziram no final da década de 1950 e ao longo da década de 1960 materiais didáticos para as disciplinas escolares, baseados na promoção do ensino de ciências a partir de uma prática de ensino que levava o aluno a participar de atividades que lhe possibilitavam “fazer” ciência através do método experimental, ou seja, tinham uma perspectiva metodológica que visava planejar e executar experimentos a fim de possibilitar a vivência dos alunos com o Método Científico (BARROW, 2006).

No período da década de 1950-70, prevaleceu a ideia da existência de uma seqüência fixa e básica de comportamentos, que caracterizaria o Método Científico na identificação de problemas, elaboração de hipóteses e verificação experimental dessas hipóteses, o que permitiria chegar a uma conclusão e levantar novas questões. (KRASILCHIK, 2000, p. 88).

Baseados nessa idéia, foi produzido para a disciplina Biologia, um material que ficou conhecido como Biology Science Curriculum Study (BSCS) com três versões: azul, verde e amarelo. Para a física foram produzidos os manuais do Physics Science Study Committe (PSSC) e, para a química, o Chemical Bond Approach (CBA). Esses projetos tinham como principal característica uma visão empirista de Ciência, salientando o entendimento de que todo o conhecimento proviria da experimentação. Segundo esse pressuposto, os sentidos forneceriam bases seguras para a Ciência, o que têm sido intensamente criticado pelas discussões mais atuais acerca da natureza do conhecimento científico.

Reformas curriculares semelhantes foram desenvolvidas no Brasil a partir de projetos do IBEEC – Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura, criado em 1946, e a partir da tradução de materiais didáticos, como o BSCS e similares.

Os primeiros materiais produzidos pelo IBEEC foram os *kits* de Química, comprados pelo Ministério da Educação e distribuídos nas escolas, ou disponibilizados para venda ao público. A partir dessa experiência, foi instituído no IBEEC um projeto chamado “Iniciação Científica” que produziu *kits* com manuais de instruções e leituras complementares que contemplavam conceitos de química, biologia e física (BARRA & LORENZ, 1986).

Pode-se dizer que o modelo de ensino fomentado por esses materiais, e que ficou conhecido como *ensino por descoberta* (CACHAPUZ, 2000), surgiu como reação à insuficiência do modelo tradicional de ensino. Enfatizava os procedimentos científicos e a aquisição de habilidades por parte dos alunos e tinha como objetivo primordial, pôr o aluno em situação de aplicação do método científico. As atividades experimentais passaram a ter o papel principal, ou seja, o aluno mediante a experimentação poderia descobrir as leis e teorias subjacentes a ela (García Barros *et al.*, 1998).

Krasilchik (2000) aponta que nesses projetos curriculares, a ciência era considerada uma atividade neutra, o que quer dizer que o julgamento de valores dos cientistas e as condições de produção em que os cientistas estavam inseridos eram colocados à parte da atividade científica e de suas implicações na sociedade.

Nas décadas de 1970 e 1980, o ensino por descoberta passou a ser criticado intensamente, pois promoviam atividades fundamentadas no pressuposto empirista-indutivista sobre a investigação científica que não possibilitavam, da maneira como foram propostas e desenvolvidas, que os estudantes aprendessem habilidades inerentes às investigações, como a formulação de problemas, construção de hipóteses e a seleção de procedimentos (DOMIN, 1999).

Essas atividades foram criticadas, ainda, por se mostrarem deficientes (a) na motivação dos alunos (BASTIDA DE LA CALLE *et al.*, 1990; HODSON, 1990, 1994; GIL e PAYÁ, 1988); (b) no favorecimento da aprendizagem de conceitos científicos (HODSON, 1990, 1994); (c) no desenvolvimento de habilidades e procedimentos investigativos (GIL e PAYÁ, 1988; HODSON, 1990, 1994; TAMIR e LUNETTA, 1981; MIGUÉNS e GARRET, 1991); e (d) na promoção de uma imagem adequada das ciências experimentais e da investigação científica (HODSON, 1990; GIL e PAYÁ, 1988).

As críticas ao *ensino de por descoberta* vieram também de autores influenciados pelos trabalhos de Piaget e Ausubel. Segundo os estudos desses autores, os estudantes traziam consigo concepções prévias e outros instrumentos cognitivos, os quais estimulavam diferentes interpretações dos resultados de observações e experimentos, inviabilizando a suposta linearidade do trabalho científico.

No período do movimento das concepções alternativas e do ensino por mudança conceitual é que há destaque para o papel das atividades práticas em estimular a explicitação dos conhecimentos prévios dos alunos e colocar em xeque esses conhecimentos, gerando conflito cognitivo.

No final da década de 1980 e início da década de 1990, entretanto, há uma retomada da investigação como prática de ensino de ciências. O ensino por investigação não tem, nessa época, como na década de 1960, o objetivo de formar cientistas; agora, o intuito é alfabetizar a população cientificamente a fim de que compreenda um mundo onde a ciência e a tecnologia cada vez mais influenciam aspectos políticos, econômicos e sociais (TRÓPIA, 2009). Não há ênfase exclusiva na execução de atividades empírico experimentais sem reflexão, mas na discussão da importância da atividade científica no mundo contemporâneo, bem como seus limites e controvérsias.

As discussões atuais sobre a natureza da ciência contemplam a atividade científica como uma atividade humana, histórica e social, vinculada a interesses políticos e econômicos. Portanto, parece uma tendência atual investir em atividades experimentais com um caráter indagador, que supere as tese empirista-indutivista da experimentação.

Fundamentadas em pressupostos construtivistas, atualmente, a investigação é utilizada no ensino com outras finalidades, como o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, registro e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação.

Nesse caso, alguns autores (CARVALHO *et al.*, 1998; Gil, 1986) defendem que, ao utilizar atividades investigativas problematizadoras como ponto de partida para a compreensão de novos conhecimentos, o professor permite que o aluno participe de seu processo de aprendizagem, saindo de uma postura passiva para uma postura ativa sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação. Essa forma de utilizar atividades práticas no ensino pode contribuir com a construção da autonomia dos alunos.

O breve histórico apresentado permite dizer que os objetivos das atividades práticas nos diferentes currículos estão de acordo com o modelo de ensino ao qual se integram, à concepção de ciência que se tem e ao momento histórico considerado.

Portanto, quando o modelo de ensino é o de *transmissão-recepção*, as atividades práticas têm o objetivo de exemplificar a teoria, representam um complemento do ensino verbal, uma oportunidade para o desenvolvimento manipulativo, para a comprovação da teoria e domínio de cálculo e erro, e o tempo dedicado a elas é ínfimo (GARCIA BARROS *et al.* 1998).

Por outro lado, no modelo do 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”.

Os modelos construtivistas, mais recentes, que concebem a aprendizagem como um processo dinâmico, significativo e relacionado com o conhecimento prévio do aluno, sugerem *metodologias socráticas, expositivas, por geração de conflito ou por investigação* (PERALES PALÁCIOS, 1994, p. 121). Essa visão do processo ensino-aprendizagem converte os trabalhos práticos em pequenas investigações (GONZÁLEZ, 1992).

Nesse caso, Carvalho *et al*, (1995) propõem que sejam realizadas diferentes atividades, estas 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 ocorre pela ação do estudante durante a resolução de um problema, sobre o qual ele deve refletir, buscar explicações, criar hipóteses e testá-las, não apenas reproduzir etapas.

Desde que foram inseridas nas escolas, até os dias atuais, as atividades práticas foram constantemente criticadas, contudo, continuam sendo objeto de investigação e sua importância ainda aparece na literatura atual em ensino de ciências, o que leva a crer que o problema não está na presença das atividades práticas, nas escola, mas na forma como são propostas em diferentes momentos.

Grande parte dos problemas já citados é o resultado de interpretações ingênuas que tanto os professores, como também os idealizadores dos modelos de ensino, ocasionalmente, fazem das atividades práticas. Alguns professores ainda apresentam uma visão equivocada de aprendizagem, considerando que ela pode ser alcançada através do trabalho autônomo do aluno. Essa é uma visão reducionista do trabalho científico, considera que o aluno pode “investigar sozinho” ou “aprender fazendo”, e já foi intensamente criticada (GIL PÉREZ et al, 1999; HODSON, 1994).

A despeito das críticas, o ensino por descoberta representou, historicamente, um passo importante na construção da Didática das Ciências na atualidade, pois constituiu uma tentativa de superar as limitações do ensino tradicional e conferir ao aluno um papel mais ativo no processo de aprendizagem. Um ponto positivo desse modelo de ensino foi o desenvolvimento da atitude de responsabilidade dos alunos face à aprendizagem, e da motivação pela experimentação, no sentido de aprender a “descobrir” e a observar (GIL- PÉREZ et al. 1999).

1.3.3 Discussões atuais sobre as atividades práticas no ensino de ciências

Desde sua implantação nas escolas, muito já se tem escrito, estudado e pesquisado sobre as atividades práticas. Dentre as publicações realizadas, destacam-se as críticas quanto ao papel das atividades práticas na aprendizagem de conteúdos científicos (GABEL, 1993; HODSON, 1994; BARBERÁ e VALDÉS, 1996; TOBIN e FRASER, 1998, WELLINGTON, 1998; GAGLIAZZI, 2001).

Entretanto, as atividades práticas são, ainda hoje, frequentemente apontadas pelos professores como uma das soluções para a melhoria do ensino de Ciências (Gil-Pérez et al, 1999; GALIAZZI, 2001).

Kerr (1963), em uma pesquisa realizada na época da difusão das atividades experimentais nas escolas do mundo todo, aponta dez objetivos que os professores elencaram para a realização de atividades experimentais nas aulas de ciências. Esses objetivos vêm, frequentemente, sendo encontrados em pesquisas mais recentes (HODSON, 1998; GALIZZI, 2001) e são:

1. Estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados;
2. Promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum;
3. Desenvolver habilidades manipulativas;
4. Treinar em resolução de problemas;
5. Adaptar as exigências das escolas;
6. Esclarecer a teoria e promover a sua compreensão;
7. Verificar fatos e princípios estudados anteriormente;
8. Vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação, chegando a seus princípios;
9. Motivar e manter o interesse na matéria;
10. Tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência.

Galiazzi (2001), em pesquisa sobre o mesmo tema, constatou que muitas das crenças dos professores sobre a importância das atividades experimentais são herança dos projetos (produzidos pelos BSCS, PSSC e QBA) disseminados nas décadas de 1960-70. Na análise da autora, esses projetos foram permeados por um discurso sobre a Ciência e sobre seu ensino que foi enculturado pela área, de forma que os professores assumiram, sem muita reflexão, o discurso disseminado. Os projetos pioneiros tinham

por objetivo trazer formas mais estimulantes e eficazes às demonstrações e confirmações de fatos até então apresentadas apenas nos livros-texto ou por exposição do professor, o que reforçou a ideia de que as atividades práticas teriam, por si só, a capacidade de „motivar e manter o interesse pela matéria“.

Um fato que leva a confirmar essa crença é o envio de *kits* de ciências (principalmente de química), periodicamente, às escolas de ensino básico para incentivar os professores a realizarem atividades experimentais em suas aulas. Esses *kits* apresentam equipamentos e reagentes semelhantes aos dos laboratórios de bancada, mas, valorizam um empirismo mágico e colorido, cujo objetivo é motivar os alunos. Vê-se, no entanto, que na prática, esses materiais não são usados pelos professores e, muitas vezes tornam-se entulho nas escolas (GIOPPPO; SCHEFFER; NEVES, 1999; GONÇALVES, 2005).

Discussões atuais na literatura (TAPIA, 2003) sobre esse tema, ressaltam a necessidade de repensar a relação entre a motivação e a aprendizagem, pois mais importante que motivar para aprender, pode ser compreender que o sujeito, ao aprender fique motivado.

GONÇALVES e MARQUES (2006, p.223) acrescentam que,

(...) aprendizagem e motivação são constituintes de um contexto mais amplo que o das atividades experimentais. A problematização inicial sobre o assunto estudado, o modo de trabalho (individual ou coletivo) em sala de aula, a autonomia e a avaliação, são exemplos de aspectos que não são exclusivos e nem obrigatoriamente inerentes às atividades experimentais, porém podem estar relacionados com a motivação dos estudantes. Cabe salientar ainda que mesmo nos casos em que os docentes têm como foco principal da sua atenção a aprendizagem dos alunos é possível a presença de aprendizes desmotivados, o que revela, em parte, a complexidade das relações entre motivação e o processo de ensino e aprendizagem.

Em outras palavras, embora o desenvolvimento de atividades práticas possa se relacionar com a motivação dos alunos, como destacam muitos autores, é necessário compreender a relação entre motivação e aprendizagem como constituinte de um contexto muito mais amplo que o das atividades práticas. Podemos citar os aspectos sociais que envolvem a aprendizagem como a falta de perspectiva dos jovens em idade escolar, desestruturação das famílias e outros aspectos associados a desmotivação dos alunos, muitos dos quais não podem ser controlados pela simples atuação do professor em sala de aula. Portanto, a importância das atividades práticas não deve ser sustentada apenas nesse objetivo.

Para Praia et al. (2002), uma das principais fontes de motivação intrínseca, que deve ser estimulada nas aulas é os problemas serem, de preferência, colocados pelos alunos, ou seja, os alunos devem sentir os problemas como seus, pois só assim o professor pode ter a razoável certeza de que correspondem a dúvidas, a interrogações, a inquietações que estão de acordo com o seu nível de desenvolvimento e de conhecimentos.

Outros autores, como PALOSCHI; ZENI; RIVERO (1998) não limitam a importância das atividades práticas à ideia de motivação, mas sinalizam para a análise crítica de resultados e a aprendizagem conceitual. Hodson (1994), em contrapartida, adverte que o simples desenvolvimento de atividades experimentais, como acontece com qualquer outro tipo de atividade realizada pelo professor, não facilita obrigatoriamente a aprendizagem conceitual, podendo, ao contrário, dificultá-la.

O tipo de ensino proposto pelos projetos pioneiros tinha por objetivo formar cientistas, o que significava, que o professor deveria ensinar ao aluno a observar e registrar dados, a pensar de forma científica, a desenvolver habilidades e técnicas no manuseio do instrumental do laboratório. Propagou-se, portanto, o objetivo de „estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados; promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum; desenvolver habilidades manipulativas; treinar em resolução de problemas“.

Nesse caso, tomar como referência exclusiva o trabalho dos cientistas para a organização das atividades experimentais escolares, também é uma atitude muito criticada na literatura (IZQUIERDO; SANMARTÍ; ESPINET, 1999), pois utilizar experimentos para evidenciar como o cientista trabalha, pode fomentar a apropriação de uma visão reducionista da atividade científica.

Para esses autores, a ineficácia das atividades práticas realizadas nas escolas pode ser atribuída à sua organização que tem como referência o trabalho do cientista, enquanto, na verdade, deveriam ser planejados para que os alunos aprendessem aspectos da Ciência, diferentemente da investigação científica. Os objetivos das atividades práticas nas escolas devem ser refletidos de forma a transcender a orientação epistêmica para se apoiar em pressupostos pedagógicos, por exemplo, em como os alunos se apropriam do conhecimento científico durante um experimento.

A observação de fenômenos na Ciência tem por objetivo testar variáveis para construir conhecimentos novos sobre determinados fenômenos (o que é fruto de extensas pesquisas), enquanto, na escola a atividade prática não compartilha desse

objetivo, pois o conhecimento a ser assimilado pelo aluno não é genuinamente novo, de forma que nesse âmbito, a atividade prática passa a ter o objetivo de favorecer ao aluno a percepção de mundo que é compartilhada pelos professores e demais representantes da comunidade científica (MILLAR, 1998).

Isso significa que, a experimentação é apenas uma das tarefas dos pesquisadores. Embora, muitas vezes, se caracterizem como teóricos e/ou experimentais, o trabalho do cientista, mesmo no segundo caso, não se resume ao laboratório de experimentos (GONÇALVES, 2005).

Além disso, um percentual pequeno dos estudantes da escola básica segue carreiras científicas, o que não justifica fazer atividades experimentais para esse fim. Galianzi (2001) questiona, ainda, se as aprendizagens necessárias ao especialista são as mais importantes para formar um cidadão, e discorda da ênfase dada ao desenvolvimento de habilidades manipulativas na educação básica, como aprender a pesar considerando os algarismos significativos, a ler o volume em uma bureta, a pipetar, pois ainda que, todos os estudantes fossem seguir carreiras científicas, isso não seria suficiente para justificar a inclusão desse objetivo na realização de atividades práticas. A escola não pode se limitar a ensinar conteúdos que serão “pré-requisitos” para etapas posteriores da vida escolar, antes disso, os conteúdos precisam ser úteis para o desenvolvimento dos alunos como cidadãos (GONÇALVES; GALIANZI, 2004).

Já a utilização de uma atividade prática, com o objetivo de mostrar que um conhecimento é verdadeiro ou „verificar fatos e princípios estudados anteriormente” pode estimular os participantes a se apropriarem de uma visão dogmática de Ciência (SILVA; ZANON, 2000), pois valoriza a demonstração do conhecimento como maneira de justificar verdades e também aprecia os resultados obtidos no experimento como previstos e óbvios (BORGES, 2004).

Essa visão de experimentação é pouco coerente com a história da Ciência. Na epistemologia kuhniana (KUHN, 1971), por exemplo, a desarmonia dos dados empíricos com a teoria não implica exclusivamente no abandono da mesma e, a escolha entre teorias rivais não se dá apenas segundo critérios experimentais. Assim, as teorias não são plenamente determinadas pelos experimentos, embora possam se apoiar parcialmente em critérios lógicos [e experimentais] (GONÇALVES, 2006).

Além disso, uma dificuldade que muitos professores enfrentam quando tentam inserir atividades práticas em suas aulas é a consciência da enorme distância que pode existir entre os aspectos observáveis do mundo natural, que está acessível na atividade

prática e os aspectos não observáveis, que é a teoria postulada pela Ciência (KNELLER, 1980). É comum, os professores defenderem o uso de atividades práticas com base no argumento de que, „na prática, o aluno aprende melhor, visualiza melhor, fixa melhor“, mas não têm claramente que tipos e coisas, exatamente, o aluno aprenderia melhor, ou visualizaria melhor.

A Ciência procura ir além das aparências e identificar entidades e processos que não são observáveis, mas que determinam implacavelmente o modo como o mundo é e funciona. É isto o que ocorre quando a ciência postula a existência de átomos e moléculas, elétrons, reações químicas e processos tais como o surgimento do universo a partir do Big Bang e a diversificação dos seres vivos através de seqüências evolutivas. Essas dimensões do mundo não são observáveis, mas supõe-se que estejam na base de tudo aquilo que existe e acontece ao nosso redor (BASTOS, 2011).

A distinção entre a realidade observável e a realidade oculta tem conseqüências importantes para a discussão sobre o papel das atividades práticas no ensino. Tome-se como exemplo o experimento presente em muitos livros didáticos de ciências, entre eles (AMABIS e MARTHO, 2004), em que se pinga iodo sobre um pedaço de pão para verificar a presença de amido. O professor às vezes afirma, diante de seus alunos, que esse experimento comprova a existência de amido no pão. No entanto, o experimento, sozinho, não apenas não comprova nada, como também nada informa sobre o universo microscópico. O que os alunos visualizam é apenas que a tintura do iodo, que era marrom, ficou azul. Para que tal observação adquira caráter de comprovação, é necessário que os alunos sejam convencidos da existência de entidades e processos que eles não vêem. Isto é, os alunos precisam acreditar que existe uma substância química chamada amido, que o amido é formado por moléculas compostas de determinados átomos, que o amido reage quimicamente com o iodo, que o produto da reação tem propriedades tais que interagem com a luz gerando o efeito de mudança de cor.

Bastos (2011) lembra que não se trata de uma crítica negativa ao uso do experimento, mas definir claramente a contribuição que se espera de cada experimento. No exemplo supracitado, seria mais interessante que as atividades práticas realizadas investigassem não o processo químico, que é inacessível nas condições de aula escolar, mas a questão dos alimentos ricos e pobres em calorias, situações em que o amido é colocado na presença de diferentes materiais biológicos, portadores de enzimas, etc. Nesse cenário, o processo físico-químico de interação entre o amido e a tintura de iodo,

apareceria como algo que já foi explicado de antemão pelo professor, fornecendo, assim, um instrumento de investigação, e não o objeto da investigação em si.

A concepção de método científico difundida no CHEMS (Chemical Educational Material Study) contribuiu para a crença no objetivo „vivenciar processo de encontrar fatos por meio da investigação, chegando a seus princípios“. Essa concepção está muito próxima da ideia de observação como independente da teoria, favorecendo a obtenção de dados puros e verdadeiros.

Essa é uma maneira ingênua de compreender a aprendizagem e, também, a construção do conhecimento científico. As observações não ocorrem no vácuo teórico, ao contrário, as teorias orientam as observações. Portanto, o aluno não pode observar de forma fundamentada, se não estiver preparado teoricamente.

Os epistemólogos salientam que a relação entre observação e interpretação não é neutra, ou seja, observação e interpretação são inseparáveis e cada sujeito observa a partir do seu conhecimento (HANSON, 1975). De acordo com essa visão, diferentes indivíduos podem perceber de maneira diversa um mesmo fenômeno.

Até a década de 1920, a visão de ciência empirista - indutivista que orienta as etapas do “método científico” encontravam poucos críticos. Já na década de 1930, filósofos como Popper (1975) e Bachelard (1996) se destacam ao problematizarem o entendimento empirista-indutivista de produção do conhecimento científico; desde então, outros filósofos têm contribuído com discussões acerca da natureza da ciência. (GONÇALVES, 2006).

Moreira & Ostermann (1993) consideram a concepção de método científico, comum nas escolas e também fora delas, um equívoco. Essa concepção considera o trabalho científico como uma sequência de etapas rígidas: a observação (cuidadosa, repetida, crítica); formulação de hipóteses (a serem testadas); experimentação (para testar hipóteses); medição (coleta de dados); estabelecimento de relações (tabelas, gráficos); conclusões (resultados científicos); estabelecimento de leis e teorias científicas (enunciados universais para explicar os fenômenos); e pode reforçar ou gerar várias concepções errôneas sobre a ciência.

Embora os cientistas, muitas vezes, observem, façam hipóteses, experimentem, meçam, estabeleçam relações, obtenham resultados, formulem teorias e descubram leis, a atividade científica não é uma espécie de receita infalível, como os autores sugerem que esteja sendo veiculado nas aulas de ciências.

Em análise com livros didáticos da década de 1990, Moreira e Ostermann (1993) apresentam cinco aspectos do método científico que consideram como concepções errôneas da atividade científica.

O Primeiro aspecto refere-se ao início do Método Científico a partir da observação. Os autores discutem que a observação é uma atividade influenciada por conhecimentos prévios do cientista, portanto, ela está impregnada de teoria.

A observação não pode ser o ponto de partida para o novo conhecimento, pois observar implica dirigir a atenção para alguns aspectos da realidade. Desta forma, a observação pressupõe um sistema de expectativas, algo teórico que se antecipa e decide, a priori, em quais aspectos da realidade focar a atenção. Além disso, o ato de observar é influenciado pelo conhecimento prévio e está impregnado de teorias. O percebido não depende apenas da realidade externa, mas também, de nossas teorias, conhecimentos prévios. O mundo não se apresenta de maneira neutra, mas, através de nossos conhecimentos prévios e das formas de observação O relato observacional igualmente se encontra impregnado de teorias (p. 114)

A observação é um procedimento científico, no entanto, não é o início único da investigação científica. Esta visão de que todo conhecimento deriva da experiência é chamada empiricismo ou empirismo e, hoje foi superada pelo caráter construtivo, inventivo do conhecimento.

O segundo aspecto discute que a investigação científica não é um manual de etapas rígidas lineares a serem cumpridas. Sobre este aspecto, historiadores, filósofos e sociólogos da ciência aceitam quase que universalmente que não há regras para guiar o cientista durante o processo de descoberta científica (MILLAR; DRIVER, 1987).

Na prática, o cientista, além de pensar e agir, também sente e, assim, procede por tentativas, erros, novas tentativas, muitas vezes é obrigado a abandonar certas hipóteses porque não tem equipamento adequado, faz uso da intuição, dá chutes, se deprime, se entusiasma, se apega a uma teoria. “Enfim, fazer ciência é uma atividade humana, com todos os defeitos e virtudes que o ser humano tem, e com muita teoria que ele tem na cabeça” (MOREIRA e OSTERMANN, 1993, p. 114).

O terceiro ponto se refere à perspectiva indutivista da Ciência, que considera a construção de teorias científicas por meio da indução de leis a partir de fatos observados e analisados, ou seja, dado um conjunto de fatos poder-se-ia chegar às leis universais, às teorias.

O quarto aspecto discute a ideia de que o processo de produção da ciência é cumulativo ou linear. Os autores apontam que o problema dessa perspectiva está no

desenvolvimento da ciência como acumulação de ideias, já que a construção da ciência se dá por rupturas e reformulações do conhecimento prévio.

O último aspecto levantado é o caráter não definitivo do conhecimento científico, portanto, é um erro apropriar-se do Método Científico no ensino de ciências, a fim de conceber os conhecimentos científicos como verdadeiros ou definitivos. O conhecimento científico que temos hoje está baseado em modelos e teorias construídos pelo homem e que podem estar equivocados ou apenas parcialmente corretos, sendo, assim, passíveis de mudança.

Os aspectos problemáticos levantados por Moreira e Ostermann (1993), nos livros didáticos da década de 1990, remetem a uma concepção de ciência neutra que já era contemplada na concepção de ensinar ciências por descoberta nas reformas curriculares das décadas de 1950-60 no Brasil (TRÓPIA, 2009).

No âmbito do ensino, a falta de reconhecimento da relação não neutra entre o sujeito da aprendizagem e o objeto do conhecimento, pelo professor, caracteriza o aluno como uma “tábula rasa” e, por sua vez, não valoriza os seus conhecimentos prévios.

Os objetivos aqui expostos ilustram o que aparece na literatura em relação às atividades experimentais e são muito criticados por diversos autores (HODSON, 1994, 1996, 1998; BARBERÁ e VALDÉS, 1996; WELLINGTON, 1998; AMARAL, 1998; GALIAZZI, 2001).

Isso leva a supor que os professores de ciências não tem tido acesso a literatura da área, uma vez que a visão redentora da atividade prática no ensino de ciências, embora atualmente rejeitada por muitos estudiosos da área, ainda permanece presente no seu imaginário.

Evidência disso é que os laboratórios escolares são um ícone de status no currículo da educação em Ciências, exercendo forte papel ideológico, isto é, sua presença na escola serve como marketing para as instituições, principalmente para as privadas, que precisam atrair a atenção dos pais (GIOPPO; SCHEFFER; NEVES; 1998). *Isso reforça a crença na experimentação como condição exclusiva para a melhoria da qualidade do ensino e transcende o imaginário dos professores, pois é parte de uma idealização social de como deve ser a escola* (GONÇALVES, 2005, p. 23).

Pelo que foi exposto, percebe-se que as pesquisas em Didática das Ciências destacam muitos problemas relacionados ao desenvolvimento das atividades práticas no contexto escolar, embora elas sejam apontadas como uma solução para o ensino; isto

nos leva a concordar com Galiani (2001) quando conclui que, a introdução gradativa do ensino experimental nas escolas pretendeu ser uma inovação, mas as propostas ainda estavam impregnadas de princípios empiristas, que podem ter sido aprendidos de forma ambiental pelos professores de Ciências e que contribuem para a manutenção da crença irrefletida sobre a importância do ensino experimental. Justifica-se, portanto, problematizar essas atividades, no âmbito de um processo de formação docente.

1.3.4 Em defesa das atividades práticas

Alguns autores, por outro lado, defendem o uso de atividades práticas no ensino de ciências e argumentam que a infrutividade dessas atividades é muito mais uma questão da forma e objetivo com que elas são realizadas do que um problema intrínseco da metodologia.

As aulas de laboratório têm, para Krasilchik (2004), um lugar insubstituível nas aulas de Ciência, pois desempenham funções únicas: permitem que os alunos tenham contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando os organismos. Na análise do fenômeno biológico, verificam concretamente o significado da variabilidade individual e a consequente necessidade de se trabalhar sempre com grupos de indivíduos para obter resultados válidos. Além disso, somente nas aulas práticas, os alunos enfrentam os resultados não previstos, cuja interpretação desafia sua imaginação e raciocínio.

A autora relata que infelizmente, em lugar de a aula prática dar ocasião para o aluno se defrontar com o fenômeno biológico sem expectativas predeterminadas, a oportunidade é muitas vezes perdida, porque as atividades são organizadas de modo que o aluno siga instruções detalhadas de como fazer para encontrar as respostas certas e não para resolver problemas. Reduz-se, assim, o trabalho de laboratório a uma simples atividade manual.

Nesse sentido, além das deficiências da formação oferecida aos professores, há também o problema de que a maioria dos manuais de apoio ou didáticos disponíveis para auxílio do trabalho em aula consiste, ainda, de orientações do tipo “receitas de bolo”, associadas fortemente a uma abordagem tradicional de ensino, ou seja, restritas a demonstrações fechadas e a laboratórios de verificação e confirmação da teoria previamente definida, o que, sem dúvida, está muito distante das propostas atuais para um ensino de Ciências coerente com as finalidades da educação escolar.

Por outro lado, é um dos principais aspectos das propostas construtivistas para a educação científica, que o aprendiz seja o protagonista da sua aprendizagem, devendo ser um sujeito ativo na construção do conhecimento. Nesse caso, um aluno desinteressado e desmotivado não será ativo no processo e, de acordo com essa premissa, não haverá qualquer construção cognitiva. Conseqüentemente, qualquer metodologia que vise a construção e, portanto, o envolvimento do indivíduo com sua aprendizagem, deve ter em conta a necessidade de vir a motivar o aprendiz para o que vai ser ensinado.

No entanto, entre os desafios que os professores, em geral e, especialmente os que trabalham com a segunda etapa do ensino fundamental (6º a 9º anos) e ensino médio - têm que enfrentar para promover a aprendizagem, em qualquer disciplina que seja, está a dificuldade em despertar o interesse dos seus alunos. No levantamento realizado por NARDI, BASTOS & TERRAZZAN (2008), 39% dos professores consultados apontaram dificuldades dessa natureza, o que sugere a necessidade de atenção ao problema. De fato, para os alunos de tais níveis escolares, esta é a idade dos primeiros relacionamentos amorosos, das “baladas”; assim, a escola torna-se pouco atrativa, rotineira, e é vista apenas como o local onde se cumpre a obrigação imposta pelos pais de concluir o “segundo grau”.

Nas escolas públicas esse desinteresse pode ser ainda maior. A sociedade vem sofrendo transformações que muitas vezes excluem as pessoas, gerando falta de perspectivas, ao mesmo tempo em que é fomentado um mundo de consumismo, de competitividade, de imagem e informação rápida e pontual, dos jogos eletrônicos etc. Além disso, como é do conhecimento dos professores, é freqüente os alunos da escola pública afirmarem não ter a intenção de ingressar em universidades ou seguir de uma carreira que demande estudos posteriores.

Independente das causas associáveis ao desinteresse de milhares de alunos em nossa sociedade deve-se reconhecer que há uma relação de dependência entre estratégias eficientes e a capacidade das mesmas em potencializar a motivação de grande parte dos indivíduos (LABURÚ, 2006). Charlot (2000) também argumenta que qualquer aula interessante comporta uma relação com o saber, logo, com o aprender. Atrair os alunos para o estudo a ser realizado constitui, conseqüentemente, um desafio para o professor e a escola.

O ser humano, além de pensar e agir, também sente e, portanto, um evento educativo que esteja compromissado com uma aprendizagem significativa, deve considerar esses três fatores (NOVAK, 1996).

Compartilhando com o pressuposto de que motivação e cognição se inter relacionam, que influenciar o interesse dos estudantes nas matérias escolares ativa-lhes o nível de atividade cognitiva, engajando-os cognitivamente (GRANER et al. *Apud* PINTRICH et al. 1993), e lembrando que toda mobilização cognitiva que a aprendizagem requer nasce de um interesse, de uma necessidade de saber (TAPIA e FITA, 2001), alguns autores (BZUNECK, 2001; LABURU, 2006) entendem o fator motivacional como uma importante variável para a aprendizagem.

Considerando esses pressupostos, Laburu (2006) aponta a potencialidade das atividades práticas como uma variável capaz de motivar o aluno para a aprendizagem, o que não significa subestimar a influência de outras variáveis igualmente essenciais à motivação do aluno e que devem estar igualmente postas no cenário de ensino.

No entanto, do ponto de vista do ensino, consideramos, em alusão à atividade empírica de perfil motivador, que esta deve ser encarada como uma das componentes de uma estratégia mais global de ensino, sem deixar de reconhecer a sua curta influência, porém significativa, na promoção da aprendizagem. É preciso lembrar, também, que variadas tarefas e a diversificação de métodos são essenciais para a motivação dos alunos.

Entre as muitas possibilidades que um professor de ciências tem ao seu alcance ao buscar o interesse dos alunos em aula, aparecem, com destaque, as atividades práticas. Araújo e Abib (2003) discutem diversos aspectos referentes a essas atividades, e destacam o fato de estas despertarem o interesse do aluno para o tema que será abordado. Lembram que mesmo no caso das atividades de demonstração, muito criticadas na literatura, além de ilustrarem um determinado fenômeno, podendo contribuir para a compreensão de diversos aspectos relacionados ao mesmo, demandam um curto espaço de tempo para a sua realização, e podem ser facilmente integradas a uma aula com ênfase expositiva, sendo utilizadas como um fechamento da aula ou como seu ponto de partida.

No entanto, a maioria dos autores ressalta que, a mera inserção dos adolescentes em atividades práticas não é fonte de motivação. É necessário que haja confronto com problemas, a reflexão em torno de ideias inconsistentes por eles apresentadas. Dificilmente um estudante se mantém interessado se não percebe a pertinência ou

utilidade do conteúdo do curso ou se o conteúdo não tiver para ele significado algum, sendo tratado inteiramente de forma mecânica e abstrata; ou, ainda, se o grau em que ele for capaz de situar a tarefa no contexto de sua experiência é inexistente; se for incapaz de determinar as implicações futuras de sua realização; se o estilo de ensino for de ritmo monótono e estiver baseado somente na memorização não voluntária ou na reprodução (MOREIRA, 1999; ARAÚJO e ABIB, 2003; GUIMARÃES, 2009).

Da mesma forma, uma atividade prática mal escolhida ou desenvolvida de forma inadequada pode dificultar ainda mais a aprendizagem, caso o aluno não entenda a finalidade daquilo que está sendo feito, não entenda o porquê dos procedimentos realizados, não entenda a relação entre os fenômenos observados e a teoria, seja levado a interpretações distorcidas dos fatos e saia da atividade com mais dificuldades de aprendizagem do que antes ou ainda, mais inseguros.

Nesse sentido, Bastos (2011), sintetiza alguns critérios que o professor ao realizar uma atividade prática demonstrativa deve levar em conta:

1. A identificação de contextos relevantes que sirvam como pontos de partida para a discussão do assunto, ou seja, a contextualização dos conteúdos, que podem ser encontrados em situações da vida cotidiana, ou episódios da história da ciência;
2. A proposição de problemas científicos, interessantes e/ou socialmente relevantes, que possam ser levantados a partir dos contextos selecionados;
3. A discussão do problema científico selecionado, de maneira a fazer com que os alunos, com base em suas concepções iniciais, coloquem a) previsões a cerca dos fatos que serão observados em determinadas situações e b) explicações para as previsões formuladas (hipóteses). O professor pode contribuir com a sugestão de previsões e hipóteses;
4. Discussão de possibilidades para o teste de hipóteses, tendo em vista o material disponível para as atividades práticas;
5. Realização passo a passo da atividade prática proposta, com emprego de determinado material e determinados procedimentos;
6. Diálogo entre o professor e a turma de alunos durante a realização da atividade. Nesse diálogo se destacam certas perguntas, respostas, solicitações e comentários;
7. Discussão do fechamento que estabeleça a relação entre os fatos observados e as explicações científicas pertinentes, inclusive nomeando os principais

conceitos científicos implicados. Essa discussão deve procurar, sempre que possível a) a possibilidade de aplicação dos conceitos em estudo a outros fenômenos e b) novas perguntas que surgem a partir do estudo realizado.

8. Se necessário, fazer a crítica da atividade prática escolhida, por exemplo, se as instruções de realização estão adequadas, se os resultados esperados de fato ocorrem, se há algum cuidado especial a ser tomado com as discussões, etc.

Portanto, fazer uma prática de demonstração não significa necessariamente “mostrar” uma teoria verdadeira, porque essa “demonstração” pode se caracterizar, por exemplo, pela problematização dos conhecimentos prévios explicitados durante a atividade. Esse aspecto já contribui para que os alunos rompam com uma visão dogmática de Ciência em que se sobressai a comprovação de conhecimentos verdadeiros em detrimento da sua problematização (GONÇALVES, 2006).

Existem várias propostas de ensino e aprendizagem à procura de melhores resultados para a experimentação no ensino de ciências. As atividades experimentais, tanto no ensino médio como em muitas universidades ainda são, muitas vezes, tratadas de forma acrítica e aproblemática. O aluno é o agente passivo, mentalmente, da aula, e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade, elaborar um relatório e se aproximar, ao máximo, dos resultados já esperados.

Visando mudar essa situação, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Ciências Naturais evidenciam alguns tópicos relevantes e imprescindíveis para uma boa atividade prática. Segundo esse documento:

(...) é muito importante que as atividades não se limitem a nomeações e manipulações de vidrarias e reagentes, fora do contexto experimental. É fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes. Como nos demais modos de busca de informações, sua interpretação e proposição são dependentes do referencial teórico previamente conhecido pelo professor e que está em processo de construção pelo aluno. Portanto, também durante a experimentação, a problematização é essencial para que os estudantes sejam guiados em suas observações (BRASIL, 1998, p. 122).

A postura construtivista e que fundamenta os PCN, disseminada nos últimos trinta anos, tem como marco central a participação do aluno no processo de construção do conhecimento e do professor como seu mediador ou facilitador, valorizando a participação ativa do estudante na resolução de situações problemáticas, possibilitando-o predizer respostas, testar hipóteses, argumentar, discutir com os pares, podendo atingir a compreensão de um conteúdo (STUART e MARCONDES, 2008).

A atividade prática investigativa tem sido considerada como uma alternativa para melhorar e intensificar o papel do aluno na aprendizagem. Essas atividades podem permitir uma maior participação do aluno em todos os processos de investigação, ou seja, desde a interpretação do problema à uma possível solução (GIL-PÉREZ; VALDEZ, 1996; HODSON, 2005).

Segundo Borges (1998), para que as atividades práticas possam contribuir com o ensino de ciências, é necessária a atenção aos seguintes contributos:

1. A importância do conhecimento prévio dos alunos, uma vez que os alunos já têm certo conhecimento sobre os diversos fenômenos e, assim, podem iniciar as discussões.

2. Uso intensivo de diálogo e reflexão – enquanto o diálogo possibilita o acompanhamento e a avaliação dos alunos ao longo do processo experimental, a reflexão pode possibilitar a superação de conhecimentos prévios e/ou sua reformulação, visando à compreensão.

3. Problematização nas atividades – permite a utilização dos conhecimentos prévios e possibilita ao aluno investir no processo reflexivo, tendo um papel ativo no processo.

4. Proposição de atividades interdisciplinares e contextualizadas – Significa relacionar os conteúdos estudados ao que está próximo da experiência sensível do educando. Naturalmente, à medida que os conceitos científicos são construídos, há um distanciamento da experiência sensível, o contexto se torna mais abstrato, visto que será muito mais próximo dos significados e das linguagens próprias da Ciência.

O laboratório não é apenas um local de aprendizagem de conceitos, mas também de desenvolvimento do aluno como um todo. Conforme lembra Capeletto (1992), existe uma fundamentação psicológica e pedagógica que sustenta a necessidade de proporcionar à criança e ao adolescente a oportunidade de exercitar habilidades como cooperação, concentração, organização e estabelecimento de relações.

Fica evidente a necessidade de se investir na proposição de metodologias e estratégias capazes de proporcionar o desenvolvimento cognitivo do aluno, e as atividades práticas podem contribuir para que esse objetivo possa se concretizar.

Borges (1998) destaca, ainda, cinco atitudes ou valores que uma atividade prática pode possibilitar:

1. Valorizar a compreensão;
2. Incentivar atitudes questionadoras;

3. Promover a autonomia dos alunos;
4. Valorizar a cooperação e o trabalho em grupo;
5. Promover atitude de pesquisa.

Esses valores estão de acordo com algumas características da atividade prática de caráter investigativo apontadas por García Barros *et al.* (1998):

- Possibilita o desenvolvimento de procedimentos científicos;
- Requer tempo e esforço por parte do professor e do aluno;
- Não está condicionada à imediatez;
- Sua função é criar problemas interessantes e acessíveis para o aluno, favorecendo sua autonomia.

As pesquisas sobre atividades experimentais, a partir de problemas, são destaque na literatura que é ampla e complexa, refletindo variadas posições teóricas (GONÇALVES, 2006).

Uma aula organizada de forma a colocar o aluno diante de uma situação problema, direcionada para sua resolução, poderá contribuir para que o aluno raciocine logicamente sobre a situação e apresente argumentos na tentativa de analisar os dados e chegar a uma conclusão plausível. Diante da oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, o aluno possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos da uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico.

Carvalho *et al* (1998) apresentam as várias etapas de uma abordagem investigativa para as aulas de ciências, as quais sintetizam-se em:

1. O professor apresenta aos alunos os materiais a serem utilizados (por exemplo, uma tigela com água, folhas de papel alumínio e arruelas);
2. O professor apresenta um problema aberto (como podemos construir um barco com o papel de alumínio, de maneira a colocar o maior número de arruelas sem que ele afunde?)
3. Os alunos, em grupo, manipulam os materiais, agindo sobre eles, buscando solucionar o problema proposto; nesse momento, ocorre espontaneamente a formulação de hipóteses e intercâmbio de ideias entre os alunos;
4. Os alunos reunidos em círculo, explicam para o professor e para os colegas como procederam para conseguir solucionar o problema proposto;

5. Os alunos, ainda reunidos em círculo, explicam o porquê de os materiais manipulados se comportarem da forma observada. Nesse momento está enfatizada a aquisição de vocabulário científico e a aprendizagem de conceitos, ainda que de maneira apenas qualitativa (por exemplo, quanto maior for o casco, paralelo à superfície da água, maior a capacidade de carga);

6. O professor e os alunos procuram traçar relações entre os fatos observados e o cotidiano (relação entre o formato da balsa e do barco construído);

7. Os alunos escrevem ou desenharam sintetizando o trabalho de investigação realizado.

É importante destacar que o trabalho de investigação é muito lento inicialmente, mas permite avançar nas discussões posteriores, “compensando” o tempo gasto com a investigação. Lembrando que não se pode cair em uma interpretação simplista do ensino por investigação, uma vez que este não pode representar exatamente o trabalho do cientista.

Millar e Driver (1987) afirmam que a limitada validade dos trabalhos práticos em relação à autêntica investigação dos cientistas está na simplificação extrema das condições reais de estudo dos fenômenos e recomendam acentuar a fase de discussão de resultados, procurando não falsear a verdadeira imagem da ciência, ao considerar a investigação como um processo de geração-verificação de hipóteses.

Cabe lembrar que as teorias científicas mais importantes possuem uma fase observacional e ou experimental impossível de ser reproduzida em aula, já que sua construção demandou inúmeras investigações, debates, levantamento de dados, etc. Além disso, muitas das atividades práticas utilizadas nas aulas de ciências foram criadas com finalidade apenas didática, de acordo com a conveniência das condições encontradas na escola, não correspondendo a experimentos científicos efetivamente realizados ao longo da história da ciência.

Conforme Lima et al. (1999), a atividade experimental inter-relaciona o aprendiz e os objetos de seu conhecimento, a teoria e a prática, ou seja, une a interpretação do sujeito aos fenômenos e processos naturais observados, pautados não apenas pelo conhecimento científico já estabelecido, mas pelos saberes e hipóteses levantadas pelos estudantes diante de situações desafiadoras.

Os problemas nas atividades experimentais também podem ser utilizados com o objetivo de favorecer a explicitação do conhecimento dos alunos, auxiliando o professor a mapear os conhecimentos do grupo sobre o tema estudado (SHILAND, 1999).

Hodson (1994) aponta para a possibilidade dos alunos explicitarem seus conhecimentos prévios, por meio do desenvolvimento de previsões indicativas a respeito do que entendem que vai ocorrer em determinada situação problematizada. Posteriormente, essa previsão pode ser contrastada com o fenômeno observado durante a atividade experimental, exigindo dos alunos a reformulação, por escrito, das explicações.

Problematizar nos experimentos, para proporcionar a explicitação do conhecimento inicial dos estudantes, é uma característica relevante e condizente com as discussões contemporâneas sobre aprendizagem, considerando que os alunos aprendem a partir do que já conhecem.

IZQUIERDO; SANMARTÍ; ESPINET, (1999, p.50) ressaltam que à medida que os alunos planejam e resolvem problemas, eles desenvolvem a linguagem própria da ciência. A valorização do papel da linguagem permite a reflexão sobre a importância de se trabalhar a leitura e a escrita durante as aulas experimentais, que tem sido esquecida pelos professores de ciências.

[...] os experimentos não vão ter sentido para eles se não for através de sua reconstrução escrita, graças a qual tomará sentido tanto o processo como a "visão de mundo" que resulte dele. Assim, discutir com os demais sobre os experimentos, escrever de forma reflexiva sobre eles e construir os signos adequados (tabelas, gráficos, símbolos, palavras) chegando a um consenso sobre seu significado será o "método" que conduz a construção do conhecimento científico escolar (IZQUIERDO; SANMARTÍ; ESPINET, 1999, p.50).

O relatório estereotipado – introdução, resultados e conclusões - solicitado aos alunos após o experimento é, geralmente, proposto apenas com finalidade avaliativa, sem considerar que o exercício da escrita possa favorecer um diálogo entre os participantes em sala de aula através do compartilhamento de seus textos. Essa segunda possibilidade representa valorizar a dimensão social da aprendizagem e problematizar entendimentos tradicionais acerca da experimentação (GONÇALVES, 2006). O autor também pontua que ao investir no diálogo entre os participantes em sala de aula durante as atividades experimentais, o professor está contribuindo para o reconhecimento do caráter social e humano da construção do conhecimento; rompendo com o individualismo que, em geral, permeia incoerentemente o discurso sobre ensino, aprendizagem e Ciência.

A construção de argumentos durante a experimentação também pode se dar, por meio do diálogo, com os dados empíricos e as teorias. E na

comunicação dos argumentos, esses são validados pelo grande grupo em sala de aula (GONÇALVES, 2006, p. 27).

Da mesma forma, a atividade prática pode ser organizada levando em conta a necessidade dos alunos dialogarem com os conhecimentos da Ciência para poderem observar e interpretar os fenômenos em um experimento, isto é, salientar que a observação não é neutra. Wellington (1998) ressalta que os estudantes precisam aprender que os processos da Ciência – como a observação, classificação, previsão, etc – não se desvincilham de seu conteúdo teórico. Portanto, é preciso aprender a observar, e os experimentos em sala de aula podem ser planejados de modo a favorecer a explicitação dos conhecimentos de quem observa (GONÇALVES; GALIAZZI, 2004).

Bastos (2011) afirma que as atividades práticas podem contribuir para o progresso dos alunos em três dimensões formativas: formação intelectual e cultural, formação para a cidadania e formação para o trabalho. Em outras palavras, ajudam o aluno a desenvolver – seu „espírito científico“, isto é, seu interesse por uma abordagem crítica dos problemas, por uma conduta baseada em métodos, por situações que permitam troca de ideias, entre outros; - sua capacidade de formular questões e hipóteses, planejar e realizar levantamentos e investigações, pensar crítica e logicamente, argumentar e debater, propor soluções inovadoras.

Assim, as atividades práticas ajudam o aluno a construir uma série de ferramentas de pensamento e resolução de problemas, aplicáveis às mais variadas situações do cotidiano, nos três contextos já citados: vida intelectual e cultural, atuação no plano social e político e no trabalho. Exemplificando, analisemos uma situação plausível que demande a participação dos indivíduos como cidadãos. Vamos supor que o Congresso Nacional esteja votando um projeto de lei que aumente a idade mínima para a aposentadoria dos trabalhadores. O posicionamento diante dessa questão precisa considerar aspectos tais como os fatos antecedentes e episódios recentes, as implicações sociais e políticas da mudança da lei, os interesses em jogo, as formas de luta por meio das quais os trabalhadores podem garantir seus direitos, etc.; desse modo, o posicionamento em tela exige, tal como em ciência, pensamento lógico e crítico, levantamento de informações e confronto de ideias e fatos, argumentação e proposição de formas de intervenção, etc. em particular, uma análise crítica e fundamentada é necessária a respeito das diferentes teses defendidas por parlamentares, governo federal, empresários, setores da sociedade civil.

Vê-se, portanto que, numa situação dessa ordem, parte do problema, tal como a ciência, é enfrentada com as ferramentas intelectuais que possibilitam a crítica, o pensamento lógico, o pensamento criativo e outras intervenções semelhantes.

SILVA e NUÑEZ (2002) relatam que as pesquisas em Didática das Ciências, apontam a necessidade de superar as diferenças de expectativas que alunos e professores podem ter a respeito dos experimentos, e que isso seria resolvido, por exemplo, com a explicitação, aos alunos, dos objetivos das atividades experimentais sugeridas pelo professor, e na associação dos conteúdos teóricos com as práticas, assim, os alunos poderiam entender o que, como e por que estão desenvolvendo determinada atividade.

A partir do referencial construído, verifica-se que muitas pesquisas da área apontam para os problemas que envolvem as atividades práticas no ensino de ciências e que o papel que os professores atribuem a essas atividades é, muitas vezes, resultado da apropriação irrefletida de um discurso comum na área de ensino de ciências, o que reforça nosso argumento sobre a necessidade de incluir, na formação inicial e continuada, estudos sobre a experimentação para a construção de teorias pessoais mais fundamentadas.

Embora exista uma vasta bibliografia sobre o uso de estratégias de atividades práticas, independente dos objetivos das mesmas, no ensino de Ciências, essa mesma bibliografia revela que tais propostas ainda se encontram distantes dos trabalhos realizados em grande parte de nossas escolas (KRASILCHIK, 2004), o que sem dúvida indica a necessidade de realização de novos estudos, que visem a melhorar as articulações e propiciar um aprofundamento das discussões dessa temática, buscando a efetiva implementação dessas propostas nos diversos ambientes escolares.

Portanto, ao discutirmos ao mesmo tempo críticas e possibilidades das atividades práticas no processo de ensino, não temos a pretensão de eleger uma ou outra metodologia, mas justificar a necessidade de as questões colocadas estarem vinculadas à formação de professores de ciências.

Não é nossa intenção, portanto, retirar por alguns dias, da escola, um grupo de professores para submetê-los a uma bateria de falas sobre as atividades práticas. Ao contrário, acreditamos na possibilidade de colaborar com a formação dos profissionais docentes inserindo-os em experiências de trabalho e de ação pedagógica formadores, realizadas no cotidiano de sua prática, a escola. Acreditamos que os professores de Ciências, ao refletirem sobre os aspectos conceituais, epistemológicos e didático-

pedagógicos, ligados às atividades práticas, têm possibilidade de raciocinar criticamente sobre suas próprias concepções de ensino, sobre aspectos ligados ao currículo, ao papel da escola na sociedade, às condições de trabalho e formação a que estão sujeitos.

Diante disso, interessa-nos investigar com maior detalhe a questão da formação prática docente.

2. FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: SUBSÍDIOS PARA A PESQUISA

Nos últimos trinta anos, temos observado mudanças significativas nas propostas para o currículo do ensino de ciências. Essas mudanças impõem um novo olhar sobre a formação de professores, que se tornou objeto de pesquisa acadêmica e foco das políticas educacionais nacionais.

Até a década de 1960, a observação do professor em sala de aula era muito rara em pesquisas na área da educação (MEDLEY, 1979), que era dominada pela psicologia fortemente behaviorista, experimental e descontextualizada que privilegiava o laboratório em detrimento dos estudos das situações naturais em sala de aula. (GAUTHIER, 1998).

O tipo predominante de pesquisa em formação de professores eram os estudos experimentais quantitativos sobre a eficácia de diferentes métodos para treinar os professores em tarefas específicas, e em curto prazo. A preocupação central era quase exclusivamente a da modelagem do comportamento do professor e do exame dos efeitos de determinadas estratégias de formação de professores, sem que se estudasse, realmente, como essas estratégias eram de fato conduzidas e interpretadas por eles (POPKEWITZ, TABACHNICK e ZEICHNER, 1979).

Da década de 1960 até início da década de 1980, os debates sobre os cursos de formação de professores de ciências estavam pautados na tendência tecnicista, que preconiza o tratamento neutro e estritamente científico dos componentes curriculares, a dicotomia entre a teoria e a prática, a fragmentação das disciplinas e o distanciamento entre as realidades escolar e social (NASCIMENTO et al, 2010).

Nesse modelo de formação apoiado na lógica da *racionalidade técnica*, segundo Nascimento et al.(2010), o conhecimento profissional é concebido como um conjunto de fatos, regras e procedimentos que se aplicam diretamente a problemas instrumentais. O conhecimento teórico do professor é derivado do conhecimento científico, produzido pela universidade e serve de guia para a sua prática.

O papel do professor de ciências é reduzido à execução de tarefas programadas e controladas, devendo memorizar as informações científicas que serão exigidas dos estudantes e aplicar, posteriormente, procedimentos didáticos sugeridos por especialistas em educação. A formação disciplinar, originada sob o pressuposto da

disciplinaridade científica, possibilitou a criação de currículos fragmentados e a especialização de saberes, de materiais didáticos e da formação docente (VIANNA, 2004).

Com base nesse pressuposto, os cursos de formação foram divididos em duas partes: na primeira, ensinavam-se as teorias e técnicas de ensino que eram apresentadas como saberes científicos e, portanto, inquestionáveis e universais; na segunda, os futuros professores realizavam, numa prática real ou simulada, a aplicação dessas teorias e técnicas (ALMEIDA e BIAJONE, 2007).

Portanto, a tendência tecnicista acabou por intensificar ainda mais os problemas da educação, porque esse modelo não leva em consideração os aspectos do contexto mais amplo em que as práticas educativas se inserem. As situações de ensino englobam aspectos que transcendem as questões instrumentais (MIZUKAMI et al., 2002).

A partir de meados dos anos 1970, especialistas e pesquisadores em educação passaram a criticar esse modelo de formação oferecida aos professores, que passou a ser discutido nas principais conferências sobre educação, principalmente no início dos anos de 1980, quando, com o surgimento de novas teorias relacionadas aos processos educativos, a docência passou a ser vista como uma atividade complexa (NASCIMENTO et al., 2010).

De acordo com os autores, as discussões a respeito da formação do professor de ciências, nessa época, rejeitavam seu caráter funcionalista e instrumentalista e privilegiavam o caráter político da prática pedagógica e seu compromisso com os interesses das classes populares, o que se articulava ao movimento da sociedade brasileira na busca de superação do autoritarismo vigente desde o golpe de 1964 e da redemocratização do país.

No movimento de oposição a esse modelo, destacam-se as premissas defendidas pelo modelo da *racionalidade prática*. Esse modelo tem início com Donald Schön que, a partir de observações da prática de profissionais e tendo como suporte teórico a filosofia, especialmente influenciado por Dewey, propõe a superação da formação nos moldes de um currículo normativo e de caráter técnico-profissional (ALMEIDA e BIAJONE, 2007). Para Schön (1995), essa formação impede o professor de dar respostas a situações inéditas em sua prática, uma vez que não contará com conhecimentos elaborados pela ciência, o que dificultará ou até impossibilitará a aplicação de uma solução técnica.

Em meio a essas discussões, difundiu-se no campo da educação, o conceito de *reflexão*, sendo Donald Schön (1983; 1987) um dos principais autores na área de ensino que marcaram as décadas de 1980 e 1990, quando ocorreram reformas educacionais em inúmeros países. A formação docente é vista como um processo reflexivo e criativo, no qual o professor constrói seu conhecimento profissional no contato com a realidade da sua prática profissional, incorporando e transcendendo o conhecimento teórico recebido na universidade.

Sob este modelo, a formação de professores passa a ser vista como um continuum. Para Mizukami (2002) essa ideia

Obriga a considerar a necessidade de estabelecimento de um fio condutor que vá produzindo os sentidos e explicitando os significados ao longo de toda a vida do professor, garantindo, ao mesmo tempo, os nexos entre a formação inicial, a continuada e as experiências vividas. A reflexão é vista como elemento capaz de promover esses nexos (p.16).

O conceito de reflexão (SCHÖN, 1995) envolve três outros conceitos: (1) conhecimento-na-ação, (2) reflexão-na-ação e (3) reflexão-sobre-a-ação e sobre a reflexão-na-ação;

Perez Gomes (1992) conceitua conhecimento-na-ação como o conhecimento técnico, fruto de experiências passadas ou de reflexão, que orienta a atividade humana. Se manifesta, assim, no saber fazer.

A reflexão-na-ação incorpora representações múltiplas, tanto as relações que estabelecem proximidade com as experiências cotidianas, como as que implicam referências fixas, como o saber escolar. Envolve, ainda, as emoções cognitivas que se relacionam com a confusão e incerteza. O professor deve ser capaz de manejar essa complexidade e resolver os problemas práticos, integrando a criatividade e o conhecimento técnico (PEREZ GOMES, 1992).

Para o autor, a reflexão sobre a ação se realiza quando o profissional analisa o conhecimento na ação e a reflexão na ação. O professor articula a situação problemática, determina metas e escolhas dos meios, com suas teorias e convicções pessoais, dentro de um contexto.

Assim, os professores não refletem apenas sobre a aplicação em suas aulas de teorias criadas por outros, mas podem criticá-las e desenvolver suas próprias teorias à medida que refletem, na ação e sobre ela, acerca de seu ensino e das condições

contextuais (sociais, econômicas e políticas) que condicionam suas práticas pedagógicas (ZEICHNER, 1993).

Conforme Borges (2001), nos últimos 25 anos tem ocorrido um aumento nas pesquisas sobre ensino, professores, seus saberes, e sua prática docente. Assim, principalmente no que se refere às pesquisas em formação de professores, houve um crescimento substancial na utilização de métodos „qualitativos“, que englobam um conjunto heterogêneo de perspectivas, de métodos, de técnicas e de análises, compreendendo desde estudos do tipo etnográfico, pesquisa participante, estudos de caso, pesquisa-ação, estudo de memória, narrativas, histórias de vida e história oral (ANDRÉ, 2001).

Atualmente, a formação de professores é considerada uma atividade estratégica no âmbito das políticas educacionais, principalmente devido ao importante papel que os docentes podem exercer nas transformações educativas e sociais (GIMENO SACRISTÁN, 1983; PÉREZ GÓMEZ, 1992; DEMO, 2002; NASCIMENTO, 2010). E, parece haver um consenso entre os especialistas em educação quanto à ideia de que a formação inicial é insuficiente para garantir o desenvolvimento profissional do professor (CANDAU, 1996; MIZUKAMI, 1996).

Mizukami (2002), ao analisar as políticas para a formação de professores, concluiu que a desvalorização da formação inicial e o incentivo da formação continuada parecem ser o objetivo das políticas educacionais na atualidade. Defende-se a formação permanente, que valorize as práticas educativas realizadas pelos professores no dia-a-dia da escola e o conhecimento, que provém das pesquisas realizadas na universidade, de modo a articular teoria e prática na formação e na construção do conhecimento profissional do professor.

Em contradição à literatura, observamos crescente desvalorização da prática docente por parte das políticas públicas do Estado de São Paulo. A “política dos cadernos” (Proposta Curricular do Estado de São Paulo), ao homogeneizar conteúdos, metodologias e práticas de ensino, tira do professor o direito de decidir sobre conteúdos e métodos de seu próprio trabalho provocando o esvaziamento de seu ofício profissional; isso leva ao esvaziamento do *status* social da profissão docente, resultando em sua maior desvalorização.

Além disso, vem se questionando a oferta pela universidade e outras agências, de cursos de curta duração (30 a 180 horas), não só pela duração dos mesmos e pela falta de conexão com a formação inicial, mas também por estarem pautadas, segundo Candau

(1996), na perspectiva clássica de racionalidade técnica, em que a universidade produz conhecimentos e, os profissionais de ensino fundamental e médio o utilizam na prática, ou seja, existe uma relação dicotômica entre aqueles que produzem conhecimento científico e aqueles que o socializam.

A literatura produzida nas últimas décadas do século XX e as mais recentes, tem criticado intensamente as faculdades de educação, tanto pelo caráter disciplinar dos programas de formação de professores quanto pelo seu distanciamento da realidade profissional, que formam professores mal preparados para assumir a tarefa de ensinar (BORGES, 2004). Muitas pesquisas ainda mostram que os próprios professores criticam sua formação inicial, culpando-a pelo choque com a realidade de trabalho que ocorre no início da carreira (TARDIF, 2002; TARDIF e LESSARD, 1999; LÜDKE, 1992), o que contribui para reforçar, nos professores, a ideia de que aprendem a ensinar com a prática, pela experiência em sala de aula (BORGES, 2004).

A resposta a essa problemática foi o movimento pela profissionalização que tomou o contexto brasileiro nos anos 1990 e que, à semelhança de outros países mais desenvolvidos, apresenta alguns princípios: concebe o ensino como uma atividade profissional apoiada sobre um sólido repertório de conhecimentos (da mesma forma que outras profissões, como a medicina e o direito); reconhece que os professores são capazes de refletir sobre a sua prática e produzem saberes específicos; estabelece normas de acesso e regulamentação da profissão; encara a prática profissional como um *locus* de formação e, também, de produção de saberes (TARDIF, LESSARD e GAUTHIER, 1998)

A partir dessas transformações, vem se desenvolvendo nos últimos anos uma nova concepção de formação continuada que considera: a escola como *lôcus* da formação continuada, o reconhecimento e a valorização do saber docente e a identificação das distintas fases da trajetória profissional docente.

Segundo essa perspectiva, a formação continuada deixa de ser uma oportunidade de reciclagem e atualização para se tornar uma oportunidade para “tratar dos problemas educacionais por meio de um trabalho de reflexividade crítica sobre as práticas pedagógicas e de uma permanente (re) construção da identidade do docente” (MIZUKAMI, 2002, p.28).

Para tanto, a autora ressalva que a mera inserção na escola, não garante a prática reflexiva para a formação de professores, mas é necessário “considerar os aspectos globais presentes nas diferentes práticas sociais que ocorrem no âmbito escolar” (p. 29).

Além disso, cabe lembrar que as condições de trabalho são essenciais no processo de formação continuada e devem ser postas em discussão durante esses processos.

Não estenderemos a discussão sobre as racionalidades na formação do professor, por não ser esse o intuito do nosso trabalho, no entanto, essas questões de fundo precisam ser tocadas, pois, ao nos propormos a realizar um trabalho de formação continuada de professores, precisamos ter em mente, e deixar claro, que tipo de professor queremos formar.

Nesse caso, concordamos com Pérez Gómez e Gimeno Sacristán (1996) que a formação de professores deve ser desenvolvida numa perspectiva reflexiva e crítica para superar a mera transmissão de conhecimentos científicos e pedagógicos e o oferecimento de técnicas e alternativas didáticas para o tratamento dos conteúdos de ensino. Os cursos de formação devem levar os professores a se apropriar de conhecimentos científicos e pedagógicos relevantes e a compreender os aspectos que orientam suas práticas educativas e as ideologias que regem a sociedade e se manifestam nos processos educacionais.

Adiante, discorreremos sobre os três aspectos citados como essenciais à formação continuada de professores condizentes com as pesquisas mais atuais e que nortearam nossas ações: (1) a escola como locus da formação continuada, (2) a trajetória profissional docente e (3) os saberes docentes.

2.1 A escola como locus da formação continuada de professores

Nos últimos anos, o modelo predominante de formação continuada tem sido duramente questionado por muitas razões, entre elas, o fato de desconsiderar o contexto de trabalho do professor, as suas experiências e práticas.

Segundo Garcia (1999), as atividades de desenvolvimento profissional são normalmente planejadas fora do contexto escolar, e nem sempre condizem com as reais necessidades dos professores em exercício, caracterizando o que o autor denomina de heteroformação.

As investigações recentes que tratam de uma formação voltada para o professor reflexivo, tem como eixo central a própria escola, deslocando-se o eixo da formação de professores da universidade para o cotidiano da escola de educação básica; o que não significa desconsiderar a contribuição da universidade na formação docente, como também na produção de conhecimentos. Contudo, o desenvolvimento profissional deve

ser entendido como um trabalho reflexivo da prática docente, como uma forma de reconstrução permanente de uma identidade pessoal e profissional em interação mútua com a cultura escolar, com sujeitos do processo e com os conhecimentos acumulados sobre a área da educação (COSTA, 2004).

Segundo os Referenciais para Formação de Professores (BRASIL, 2002a), a formação continuada pode ocorrer dentro ou fora da escola. Quando ocorre no âmbito escolar, deve haver uma reflexão compartilhada com toda a equipe, nas tomadas de decisão, na criação de grupos de estudo, na supervisão e orientação pedagógica, na assessoria de profissionais especialmente contratados, etc. O documento ainda sugere programas desenvolvidos com outras instituições de ensino, cursos, palestras, seminários, etc.

Segundo Canário (1998), a escola é o lugar que mais colabora para aprendizagem do professor, pois ela constitui o espaço real de construção da sua identidade profissional. Para o autor, é preciso repensar a formação profissional do professor, visando a superar deficiências históricas dos modelos de formação. O autor analisa a questão da capacitação individual *versus* capacitação coletiva, lembrando que é impossível dissociar a mudança dos modos individuais de pensar e agir dos processos coletivos que se dão no contexto das mudanças organizacionais. Também, ao destacar o grande debate em torno da formação de professores e da construção da sua identidade profissional, argumenta que a identidade profissional do professor se constrói no local de trabalho – a escola – mediante formação contínua que contemple a prática docente, seus saberes, suas experiências, seus fazeres e suas necessidades, com vistas à elaboração de “estratégias de mudança”.

Com relação à qualidade dos projetos de formação continuada oferecidos, Guarnieri (2000) mostra que deve ocorrer uma articulação entre a formação teórico acadêmica e o conhecimento da prática de sala de aula. Logo, Garcia (1999), Silva (2000), Sacristán (2000), Mizukami (2002), Zeichner (1997) e Nóvoa (1997), entre outros, assumem a escola como o *locus* de formação continuada dos professores.

De fato, há intensas críticas aos cursos de formação que são realizados de forma desconectada ao dia-a-dia do professor, ou seja, sem que levem em conta as reais necessidades dos docentes envolvidos. Essa crítica também está presente na análise de pesquisas com professores. Nesse sentido, Gimeno Sacristán (2000) afirma que “não se pode descobrir a realidade do que ocorre no ensino senão na própria interação de todos os elementos que intervêm nessa prática” (GIMENO SACRISTÁN, 2000, p.204).

Sem negar que as práticas e os saberes docentes são determinados por fatores extrínsecos – demandas sociais, condições de trabalho, desvalorização social e salarial da profissão docente, reformas educacionais, etc. – que fogem ao controle dos professores, as pesquisas revelam outros determinantes dessas práticas e saberes como, por exemplo, as trajetórias pessoais e as histórias de vida dos professores, seus processos de formação escolar, assim como o próprio exercício da profissão, sobretudo frente às necessidades de aprendizagem dos alunos e de outras responsabilidades que são próprias da docência, e que ultrapassam o momento da aula.

Acredita-se que olhar a escola “de dentro” permite 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. No que tange, por exemplo, ao trabalho docente, as normas administrativas e leis, situadas historicamente, certamente regem muitas de suas características laborais, por exemplo, as condições de trabalho dos professores, seus salários e as relações de trabalho. No entanto, essa perspectiva normativa não pode dar conta do que acontece na realidade pensada no fazer de todos os dias.

Nóvoa (2002) salienta a importância da escola no processo de formação docente e, ao discutir questões ligadas à formação contínua dos professores, aborda três aspectos: desenvolvimento pessoal do professor, desenvolvimento profissional e de seus saberes e desenvolvimento organizacional da escola. Para o autor, a escola deve ser entendida como um ambiente educativo, no qual trabalhar e formar sejam atividades complementares, sendo a formação contínua vivenciada como um processo permanente e integrado no cotidiano da escola e dos professores e não como um apêndice imposto por uma instituição ou pelo sistema.

Quando as inovações ou projetos são implementadas sem consulta prévia dos professores, são rejeitadas pela sua maioria, pois pode transmitir a ideia de que os docentes são meros executores (TARDIF, 2004).

Nesses casos, de acordo com Langhi (2009), o assessor não é visto pelos professores participantes como profissional que pode prestar ajuda, mas como “cúmplice” da política administrativa, não neutro, ou, quando no âmbito da pesquisa universitária, como investigador “sugador de dados” para seus trabalhos e posterior divulgação dos “defeitos” da atuação dos professores.

Marcelo García (1995), também aponta vários fatores, de diferentes ordens, que influenciam os processos de desenvolvimento profissional dos professores, alguns deles

relacionados a dimensões mais amplas, como as políticas educacionais; outros, a dimensões mais particulares, como o coletivo dos professores na escola. A atividade docente acontece num contexto em que elementos diversos se entrelaçam constituindo o *ethos* da escola, o qual possibilita ou dificulta a ação do professor, seu compromisso e seu desejo de mudança. É preciso, portanto, ter presente que a atividade docente se dá em um espaço coletivo, no qual se estabelecem redes coletivas de trabalho que são fator decisivo de socialização profissional e de afirmação de valores da profissão (Nóvoa, 1992).

Para Nóvoa (1991), é no cotidiano escolar que o profissional da educação aprende, desaprende, estrutura novos aprendizados, realiza descobertas e sistematiza novas posturas na sua “*práxis*”. Há uma relação dialética entre desempenho profissional e aprimoramento da sua formação que não é simples nem ocorre espontaneamente.

Nesse sentido, o autor advoga que:

“A formação continuada deve estar articulada com desempenho profissional dos professores, tomando as escolas como lugares de referência. Trata-se de um objetivo que só adquire credibilidade se os programas de formação se estruturarem em torno de problemas e de projetos de ação e não em torno de conteúdos acadêmicos”. (NÓVOA, 1991, p.30).

Nesse caso, é importante lembrar que os programas de formação, ao se estruturarem em torno de problemas e de projetos de ação, correm o risco de gerar maiores entraves ao conhecimento acadêmico como componente essencial que é, no trabalho do professor.

Nóvoa (1991) alerta, ainda, que a prática pedagógica seja reflexiva no sentido de identificar problemas e resolvê-los a partir de uma prática coletiva, construída por grupos de professores ou por todo corpo docente de determinada escola; e a necessidade de se criar novas condições para o desenvolvimento desse processo, em que a escola seja explorada em todas suas dimensões formativas.

Para tanto, concordamos com Costa (2004) que, se faz necessária a promoção de experiências internas de formação, que esta iniciativa se articule com o cotidiano escolar e não desloque o professor para outros espaços formadores. Além disso, essa forma de ver a formação continuada requer que as instituições escolares criem espaços e tempos institucionalizados que favoreçam processos coletivos de reflexão e intervenção na prática pedagógica por meio de reuniões pedagógicas, dentro da carga horária dos

profissionais, construção coletiva do projeto político-pedagógico da escola, inclusive programa de formação contínua e avaliação coletiva do mesmo.

Também de acordo com a concepção apresentada, deve-se rejeitar a visão de “cima para baixo” das reformas educativas, nas quais os professores aplicam, de forma aparentemente passiva, planos e cursos desenvolvidos por outros atores sociais, institucionais e/ou políticos (ZEICHNER, 1993).

Acreditamos, também nós, que é no contato com o fazer do professor, no seu local de trabalho, que se pode compreender suas necessidades formativas para pensar, então, subsídios capazes de suprir essas demandas.

2.2 A trajetória profissional docente

É comum referirmos a nossa formação profissional como aquela que ocorre durante os anos em que freqüentamos a universidade, ao fim dos quais completamos a graduação. No entanto, os teóricos mais atuais da área de formação de professores, são enfáticos ao afirmar que a formação citada, trata-se de uma parte, apenas, do processo de formação docente.

Na verdade, o homem, enquanto ser racional aprende durante toda a sua vida e carrega consigo os conhecimentos construídos anteriormente à graduação, ao mesmo tempo em que continua aprendendo e, se for sua vontade, se aperfeiçoando por toda a vida. Assim, a formação docente tem início em momentos bem anteriores a um curso de graduação, contrariamente à ideia de que é na formação inicial que a construção da identidade profissional começa a se estruturar (DINIZ e CAMPOS, 2005).

Embora essa seja uma premissa para toda e qualquer profissão, nos deteremos à formação docente, que é objeto desse estudo e, cujas especificidades tornam essa uma área de grande interesse e importância quando o assunto é ensino de ciências.

Conceitualmente, a formação de professores trata-se, segundo Marcelo García (1999) do ensino profissionalizante para o ensino, onde, em um contexto institucional organizado e sistematizado, ocorre a interação entre formador e formando, adultos, com uma intenção de mudança. Para o autor, o aprendizado profissional do professor continua mesmo após a formação inicial e, portanto, a formação de professores é concebida como um contínuo, sendo a formação inicial a primeira fase de um longo e diferenciado processo de “desenvolvimento profissional” (MARCELO GARCÍA, 1999). Os professores são, assim, sujeitos em constante evolução e desenvolvimento, de

modo que a formação deve ser encarada como um “processo permanente” (NÓVOA, 1997).

Aprender a ensinar significa, para os autores citados, percorrer uma trajetória de sobrevivência profissional, que é segundo Pacheco (1995), um percurso individualizado, personalizado, diferenciado, que depende das crenças, atitudes, experiências prévias, motivações, interesses e expectativas do indivíduo em formação, com diversas influências, interações complexas, negociadas e provisórias.

Zeichner (1993), também reconhece que o processo de aprender a ensinar se prolonga durante toda a carreira do professor, e afirma que o essencial é que os cursos de formação inicial ensinem e preparem o professor a começar a ensinar, de modo que ele se sinta responsável pelo seu próprio desenvolvimento profissional.

De fato, os Referenciais para a Formação de Professores (BRASIL, 2002a) consideram a formação inicial como o período de aprendizado dos futuros professores nas escolas de habilitação, devendo estar articulada com as práticas de formação continuada, o que significa que o aluno durante a formação inicial deve aprender a valorizar a formação continuada, e a obter subsídios para continuar se formando.

O Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), elaborado pelo governo, reconhece o vínculo entre a formação inicial e a continuada afirmando que as universidades públicas devem se voltar para a formação de professores da educação básica, visando à melhoria de sua qualidade (BRASIL, 2007). Infelizmente, o que vemos na prática é uma enorme distância entre aquilo que é escrito nas leis e o que ocorre nas universidades e escolas. É muito comum, por exemplo, os alunos dos cursos de licenciatura não serem aceitos para estágio nas escolas da rede pública, ou serem recebidos com total descaso pela comunidade escolar. Essa fase importante da formação acaba, muitas vezes, gerando trauma e até mesmo desânimo ou abandono da profissão (TARDIF, 2002).

Da mesma forma, o artigo 63, parágrafo terceiro, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional afirma que programas de formação continuada para os profissionais de educação dos diversos níveis devem ser oferecidos e mantidos pelos Institutos Superiores de Educação (BRASIL, 1996) e, o artigo 14, parágrafo segundo, das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica (BRASIL, 2001), enfatiza a flexibilidade de cada instituição formadora para construir projetos inovadores e próprios, concebendo um sistema de oferta de formação

continuada, que propicie oportunidade de retorno planejado e sistemático dos professores às agências formadoras (BRASIL, 2008).

A partir dessa ideia de desenvolvimento profissional permanente e inacabado, surgem na literatura, especialmente a partir da década de 1990, muitos termos para designar a formação do professor após a formação inicial: aperfeiçoamento, formação em serviço, formação contínua, formação continuada, desenvolvimento profissional e desenvolvimento de professores. Esses são alguns termos que surgiram da evolução na formação de professores em exercício que ocorreu internacionalmente na área da educação, durante essa década e são, muitas vezes, apresentados como equivalentes.

Nessa pesquisa, entretanto, adotamos o termo formação continuada que, para Pacheco (1995), é um processo destinado a aperfeiçoar o desenvolvimento profissional do professor, nas suas mais variadas vertentes e dimensões. A natureza desta formação encerra duas ideias principais: mudança para novos saberes relacionados com a prática profissional; e atividades conducentes a uma nova compreensão do fazer didático e do contexto educativo.

Segundo este autor, a formação continuada se dá por meio de três aspectos: *pessoal*, que sugere a necessidade de desenvolvimento e autoconhecimento; *profissional*, o professor é motivado por necessidades profissionais individuais e/ou de um grupo; *organizacional*, que se refere a necessidades contextuais da escola, ou da sociedade.

Alguns autores afirmam ainda, que o desenvolvimento profissional docente é marcado por trajetórias ou etapas da vida do indivíduo. Silva (2000), por exemplo, marca pelo menos três trajetórias da vida do professor como momentos cruciais de formação profissional: a vida do indivíduo, a formação acadêmica que teve, e a escola onde ele trabalha.

Assim, a formação de um professor tem início bem mais cedo do que o que chamamos de formação inicial. Silva (2000) mostra que as situações vividas pelo docente, antes mesmo de escolher esta carreira, influenciam o seu modo de ensinar. Tardif (2004) também afirma que a visão que os professores tem sobre o ensino, e a própria escolha da profissão, remontam a suas experiências como alunos, de maneira que a personalidade profissional docente é marcada por experiências relevantes que foram vividas pelo professor durante toda a sua vida.

Os professores já estiveram em seu lugar profissional enquanto ainda crianças, e num período de aproximadamente 15 mil horas durante 16 anos (TARDIF, 2004) (cerca

de 15 anos, no Brasil). Durante essa fase, os alunos, independentemente da carreira que seguirão, aprendem muito sobre o que é ser professor, e constroem conceitos e concepções acerca do ensino, da aprendizagem e da profissão docente. Portanto, o interesse pela carreira „professor“ pode ter tido origem, ainda nessa fase, pela admiração por um professor, facilidade em uma disciplina ou por influência familiar. Para o autor, estas fontes pessoais de saberes são chamadas de fontes *pré profissionais* do saber-ensinar, e a socialização pré-profissional compõem-se das experiências familiares e escolares. Langhi (2009) denominou essa etapa de vida do professor como *trajetória formativa docente inicial*.

A formação dita inicial, que é a realizada em uma instituição de ensino, sob a forma de um curso de graduação, passa então a ser uma *trajetória formativa docente intermediária*, em que novos conceitos pedagógicos e didáticos, conteúdos disciplinares, atividades como estagiário são vivenciados pelo professor, influenciando e afetando a sua personalidade profissional (LANGHI, 2009).

Segundo Garcia (1999), nesta introdução para a futura profissão, são construídos saberes que podem ser alterados, posteriormente, já que a formação inicial é apenas de uma fase da profissionalização docente. Além disso, os futuros professores já iniciam as licenciaturas carregados de concepções sobre o ensino e essas concepções muitas vezes persistem, mesmo após o término do curso.

O curso de formação de professores e o período de estágio antecedem as fases mais difíceis da carreira docente, fase que Langhi (2009) denomina de *trajetória formativa docente na carreira*. Essa fase é quase sempre turbulenta, pois o professor principiante precisa se adaptar ao seu ambiente de trabalho, às normas e a cultura do seu ofício, o que segundo os autores citados, pode durar de três a sete anos.

Esse período ficou conhecido, na literatura, por “choque da realidade” (GARCIA, 1995). Representa o confronto inicial com a dura e complexa realidade do exercício da profissão, quando os professores tentam enfrentar problemas usando os conhecimentos, estratégias e técnicas que lhes foram ensinadas na formação inicial, mas que parecem inúteis nos primeiros momentos de sua atuação profissional. Isso gera desilusão e desencanto, podendo inclusive, causar o abandono da profissão (TARDIF, 2004).

No entanto, outras fases posteriores à adaptação podem garantir estabilidade e experiência ao professor que gradativamente constrói um padrão próprio de comportamento, o que resulta na rotinização da resolução de problemas em sala de aula.

Nestas resoluções rotineiras, existem antecedentes internos, caracterizados por suas crenças, que influenciam nos seus processos cognitivos (GARCIA, 1999).

Assim, para lidar com situações adversas que ocorrem no cotidiano de sua prática, os professores recorrem a teorias próprias, originadas pelas teorias aprendidas da formação inicial, concepções e experiências pessoais, leituras e cursos acumulados nos seus anos de carreira. Pesa muito, nesse caso, a influência de crenças tradicionais disseminadas na comunidade de professores. Essas crenças tradicionais podem estar afetadas por ideologias e preconceitos, daí o caráter dúbio dos saberes experienciais.

De acordo com Mizukami et al (1996), a aprendizagem de como ser professor e de como ensinar, ocorre, grande parte das vezes, nas situações de sala de aula. Tais situações não conseguem ser previstas e trabalhadas durante a sua formação inicial, pois conforme Contreras (2002), as situações educativas são singulares, não é possível uniformizar ou generalizar os processos educativos. Por esta razão quando o professor termina sua graduação deve estar preparado para um desenvolvimento profissional contínuo, uma vez que a sociedade está em constante transformação gerando mudanças no perfil dos alunos e nas demandas do currículo.

Ao contrário, é a trajetória de vida, composta pela vivência familiar, a escolar (enquanto estudante), formação inicial e formação pós-inicial, que determinam o conjunto de conhecimentos característicos da profissão docente. Esses conhecimentos são uma construção pessoal, constituída por teorias particulares e individuais que os professores adquirem ao longo de sua vida pessoal, acadêmica, e profissional.

Langhi (2009) organizou uma tabela referente à trajetória da formação de professores segundo diferentes autores, organizando-as e aproximando-as de acordo com suas características comuns, como reproduzimos a seguir (Tabela 1).

Analisando as diferentes considerações, é possível compreender que o ciclo da vida profissional é complexo e sofre influências de múltiplas variáveis. Embora cada autor utilize denominações diferentes, assim como limites distintos entre uma fase e outra da formação docente, podemos dizer que todos os autores citados, consideram que existe uma trajetória nessa formação e que ela não se finda com a formação inicial. Dessa forma, concordamos com os autores, para quem o conhecimento profissional do professor não é um conhecimento com tempo limitado, nem é acabado. Ocorre constantemente, desde a sua tenra idade até a velhice.

Assim, a formação continuada deve ser incentivada e valorizada, não como uma forma de suprir falhas de etapas anteriores, mas como um processo que faz parte da

trajetória de formação docente e, portanto, essencial para seu desenvolvimento profissional.

Para Nóvoa (1998) não é interessante se desenvolver formação continuada sem levar em consideração as etapas de desenvolvimento profissional do docente, ou seja, seus aspectos psicossociais. Existem grandes diferenças de anseios e necessidades entre o docente em fase inicial, o que já adquiriu uma considerável experiência pedagógica e o que já se encaminha para a aposentadoria. Para o autor, é importante a tomada de consciência de que as necessidades, os problemas, as buscas dos professores não são as mesmas nos variados momentos de sua profissão, o que impede a realização de programas de formação que padronizem os profissionais em um mesmo lugar comum ou que desconsidere seus interesses e necessidades.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica defendem que a formação inicial deve ser complementada ao longo da vida (BRASIL, 2001), e de acordo com os princípios norteadores de implementação de programas de formação continuada do Ministério da Educação (BRASIL, 2008), a formação, para ser continuada, deve integrar-se no *dia-a-dia da escola*; ela é componente essencial da profissionalização docente (BRASIL, 2008). É sobre esse aspecto que nos deteremos a seguir.

Tabela 01 – Trajetórias formativas docentes: possíveis aproximações a partir de diferentes autores

FASES (algumas podem ocorrer simultaneamente)	Lacey (1977, apud PACHECO, 1995)	Tardif (2004)	Lacey (1977, apud PACHECO, 1995)	Huberman (2000)	Sikes (1985, apud GARCIA, 1999)	Feiman (1983, apud GARCIA, 1999)	Pacheco (1995)	Silva (2000)	Zeichner e Tabachnik (1987, apud PACHECO, 1995)	Jordell (1984, apud GARCIA, 1999)	Jordell (1987, apud PACHECO, 1995)	FORMAÇÃO CONTINUADA			
												Trajetória formativa inicial	Trajetória formativa intermediária	Trajetória formativa na carreira	Trajetória formativa pós-carreira
Familiar, pré-escolar, e pessoal		Família e ambiente de vida, educação no sentido lato				Pré-treino			Influências pré-formativas	Primeiras experiências	Influência pessoal (experiências pessoais)				
Escolar (aluno) e pessoal		Escola primária e secundária, estudos não especializados					Aluno jovem		Influências formativas						
Formação inicial (graduação)		Aluno-futuro-professor				Formação inicial	Aluno de curso de formação	Formação acadêmica	Influências formativas	Experiências nos cursos de formação de professores					
Estagiário							Estagiário								
Principiante (segundo alguns autores, pode variar entre os três até os sete primeiros anos)		Fase crítica com o "choque da realidade" (até 3 ou 5 anos de carreira) Prática do ofício na escola e utilização das ferramentas dos professores	Lua de mel	Entrada na carreira (descoberto e explorando para a sobrevivência) Período crítico (até os 5 ou 7 primeiros anos)	Exploração		Professor iniciante (até 3 anos após a graduação)			Primeiros anos de experiência	Influências da classe (alunos) Influência institucional ou escolar (condições de trabalho) Influência social (economia e política) Influência pessoal (experiências pessoais)				
Estável				Estabilização	Transição				Influências da experiência escolar						
Experiente inovador			Crise	Diversificação	Estabilização										
Experiente questionador	Redefinição estratégica	Prática do ofício na escola e utilização das ferramentas dos professores		Questionamento		Formação permanente	Professor com experiência								
Experiente conformado	Ajuste interiorizado		Adaptação	Serenidade e distanciamento afetivo											
Experiente estratégico	Submissão estratégica			Lamentações e queixas	Preparação para jubilação										
Experiente lamentador				Desinvestimento											
Afastamento															

Fonte: LANGHI, 2009, p. 37

2.3 Os saberes docentes e a formação do professor de ciência

Do modelo de formação que surgiu com o movimento de profissionalização da profissão docente nas décadas de 1980 e 1990, emerge a questão dos saberes docentes, tendo em conta as ações e o contexto no qual os professores intervêm, de modo que as pesquisas mais recentes em formação de professores levam em consideração a existência de saberes ou conhecimentos específicos que caracterizam o ato de ensinar.

Sobre esse aspecto, Gauthier (1997), adverte-nos de que o desafio da profissionalização do ensino nos obriga a evitar dois erros: conceber o ensino como um *ofício sem saberes* e conceber o *saber sem ofício*. A respeito do primeiro erro, o autor mostra que ideias preconcebidas como as de que *basta ter talento* para ensinar, ou *basta bom senso e intuição*, não favorecem a formalização de saberes específicos do ensino. Embora expressem uma relativa realidade, esses enunciados impedem a manifestação dos saberes profissionais específicos, pois não relacionam a competência à posse de um saber próprio do ensino, dão a impressão de que qualquer indivíduo que apresente tais características possa ser professor, sem que receba formação adequada para tal.

Ao mesmo tempo, em relação ao segundo aspecto, não se pode identificar os saberes próprios do ensino na ausência do contexto real ao qual ele evolui. Ao contrário, os saberes isolados corresponderão a formalização de um ensino inexistente (GAUTHIER, 1997).

Nesse sentido, Gauthier e colaboradores (1998) apontam que a determinação dos saberes específicos da profissão devem partir de dois postulados: existe um repertório específico de conhecimentos no ofício de professor, e a validação desses conhecimentos ocorre pela investigação do trabalho docente.

Em situações que exigem sua ação, o professor utiliza um saber específico que o distingue das outras ocupações, consequentemente, a identificação e a validação de um repertório de conhecimentos específicos ao ensino poderia contribuir para definir o *status* profissional do professor. "O exercício de uma profissão implica, portanto, uma atividade intelectual - voltada tanto para a concepção como para a execução - que compromete a responsabilidade individual do agente" (GAUTHIER et al, 1998).

A tarefa de muitos autores é, para Gauthier et al (1998), a partir do estudo do contexto profissional, ou seja, do trabalho docente em sala de aula, identificar o que distingue a atividade pedagógica de outras ocupações, e também, o que distingue o saber do professor do cidadão comum.

Entretanto, nas pesquisas produzidas no Brasil, América do Norte, Europa e outros países de cultura anglo-saxônica, observa-se que a identificação dos conhecimentos ou saberes específicos da profissão professor tem uma heterogeneidade conceitual e metodológica muito diversificada, que Borges (2001) aponta como o reflexo da expansão do campo, no qual os pesquisadores buscam esclarecer os diferentes aspectos que envolvem o ensino e os saberes dos professores. "As diferentes tipologias engendradas por alguns pesquisadores, além de contribuírem para organizar o campo, corroboram para identificar sua complexidade e, também, as lacunas ainda não exploradas nos diferentes estudos" (p. 60).

Em sua pesquisa de doutoramento, Borges (2004) mostra que as concepções de saberes docentes evoluíram juntamente com as pesquisas do campo, refletindo as diferentes tradições teóricas aos quais estão ligados.

Nas pesquisas sobre o comportamento do professor nota-se um forte campo paradigmático originado a partir das pesquisas 'processo-produto' e disseminado nas décadas de 1950 e 1960. Este campo, estreitamente associado ao behaviorismo, consiste, de maneira geral, na comparação dos resultados obtidos pelos alunos em testes padronizados às variáveis comportamentais do ensino. No enfoque comportamental, o conhecimento é externo ao docente, diz respeito aos procedimentos de ensino, conteúdos, métodos, comportamentos dos docentes e seus efeitos imediatos sobre os alunos, mas não leva em conta, aspectos subjetivos das interações estabelecidas entre professor e alunos e da própria situação de ensino em sala de aula (BORGES, 2004) e, quando se tem em conta o saber, trata-se do saber científico, resultante das pesquisas sobre procedimentos, métodos mais eficazes, etc (TARDIF, 2000).

Com relação às pesquisas sobre a cognição do professor, baseadas na psicologia cognitiva para a qual o ensino e a aprendizagem são atividades de processamento de informação e que inspirou os estudos da década de 1970, o saber é visto como um conjunto de informações, símbolos, roteiros, esquemas de ação. São representacionais e antecedem a ação (TARDIF, 2000).

Decorrentes dessas pesquisas, os estudos sobre o pensamento do professor, tem base tanto na nas ciências cognitivas, como nas ciências sociais. O paradigma do teacher's thinking, baseado nos autores Schön (1983, 1987), Shulman (1986, 1986a e 1987) e Zeichner (1987 e 1999) entre outros, superou o estágio da descrição, tornando-se operatório, embora o caráter prescritivo ainda seja bastante presente nas pesquisas (BORGES, 2004).

Diferentemente das abordagens anteriores que enfatizam a cognição, as pesquisas fenomenológicas interpretativas e interacionistas se entrecruzam nas pesquisas sobre os saberes docentes na década de 1980. Por um lado a fenomenologia enfatiza a linguagem, metáfora, imagens, histórias de vida, relatos orais, etc, buscando encontrar o significados que o professor atribui a sua experiência profissional que não se separa da sua própria experiência pessoal; de outro, o interacionismo considera o saber como uma competência que se constrói nos diferentes processos de socialização e pré profissional, ou seja, nos diferentes grupos e contextos da vida social de que participa o sujeito (família, escola, universidade, associações, sindicatos, etc). (BORGES, 2004).

O desenvolvimento da sociologia das profissões na década de 1990, foi incorporado às pesquisas educacionais definindo características que os professores devem possuir para serem considerados profissionais (TARDIF, 2000) e questionando os modelos de formação de profissões mais estabelecidas (LABAREE, 1992).

A partir desse enfoque, os conhecimentos dos profissionais devem estar baseados em conhecimentos práticos, que devem segundo Tardif (2000), aportar ao profissional autonomia e discernimento para responder as situações cotidianas inéditas. Esses saberes são encarados como negociações entre os sujeitos, professor, aluno, ordem profissional, família, diretores, políticos, sindicatos (BORGES 2004) ou seja, são determinados por um contexto (GAUTHIER et al, 1998). A partir desse momento passa-se a tentar compreender a profissão e o processo de profissionalização do ensino a partir da própria prática docente.

Assim, os trabalhos de pesquisa mais atuais, têm mostrado a importância do estudo dos saberes docentes, das concepções, das teorias implícitas, dos dilemas e do conhecimento prático que fazem parte da rotina de trabalho do professor, procurando entender como o saber está relacionado com a pessoa, à identidade dos professores, com sua experiência de vida, sua história profissional, suas relações com alunos em sala de aula e com outros atores na escola (TARDIF, 2004).

O movimento de profissionalização do ensino repercutiu na formação docente com propostas de reformas, a partir da década de 1990. Entre as principais mudanças Borges & Tardif (2001) destacam a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9394 de dezembro de 1996) que proporcionou a criação do Fundo Nacional de Desenvolvimento do Ensino Fundamental, os Programas de Avaliação dos Sistemas de

Ensino, os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Proposta de Formação dos Profissionais da Educação Básica.

Essas modificações, refletiram em uma demanda por saberes e competências nos professores em seus diversos níveis de formação. A Resolução do Conselho Nacional de Educação 01/2002, por exemplo, apresenta seis competências referentes a formação docente: o comprometimento com os valores inspiradores da sociedade democrática; a compreensão do papel social da escola; o domínio dos conteúdos a serem socializados, dos seus significados em diferentes contextos e sua articulação interdisciplinar; o domínio do conhecimento pedagógico; o conhecimento dos processos de investigação que possibilitem o aperfeiçoamento da prática pedagógica; o gerenciamento do próprio desenvolvimento profissional. Entretanto, nem todas essas reformas promoveram melhorias significativas ou tiveram efetiva implementação dos seus avanços teóricos.

Também de acordo com os Referenciais para Formação de Professores (BRASIL, 2002), o conhecimento profissional docente é aquele que favorece o exercício autônomo e responsável das funções profissionais, marcadas pela imprevisibilidade, singularidade e complexidade, o que significa um conjunto de saberes teóricos e experienciais que não pode ser confundido com uma somatória de conceitos e técnicas.

Quando analisamos esses documentos vemos que, embora incorporem avanços importantes, oriundos da pesquisa acadêmica, a legislação também possui pontos questionáveis: conceitos dúbios, como o de “competências”, que se liga mais ao “saber-fazer” ou a “conteúdos procedimentais”, podendo esvaziar a atenção aos conteúdos conceituais (é o que vemos nos *Cadernos do Aluno* da Proposta Curricular de São Paulo); conceitos que não refletem na prática, como o da autonomia docente; o silêncio ou a citação indireta em relação aos problemas sociais. Como exemplo, ao dizer simplesmente que o contexto de atuação é “complexo”, os documentos colocam o foco (e a responsabilidade) na ação do professor, e não nos fatores contextuais. Essa responsabilização do professor é preocupante, pois desonera o poder público de buscar soluções para os problemas sociais e do sistema educativo.

2.3.1 Definições e tipologia do saber docente

Como já foi citado, nas duas últimas décadas, foi expressiva a quantidade de publicações de pesquisas que se dedicavam ao estudo dos saberes docente. Nesse

acervo, observa-se uma heterogeneidade conceitual e metodológica da identificação dos conhecimentos ou saberes específicos da profissão professor, o que de um lado aponta a expansão do campo, e de outro, representa dois problemas maiores: o número e diversidade de tipologias encontradas dão mostras do desmembramento da noção de “saber” e, quando comparadas, as tipologias, muitas vezes, se baseiam em elementos incomparáveis entre si (TARDIF e RAYMOND, 2000).

No Brasil, a introdução dos estudos sobre o saber docente deu-se, especialmente, pelas obras de Tardif e, posteriormente, de Gauthier e Shulman. No entanto, o tema saber docente vem sendo direta e indiretamente tratado por autores como Philippe Perrenoud (2000), Antônio Nóvoa (1997), Keneth Zeichner (1993, 1997), Porlán e Rivero (1998), Pimenta (2005).

Neste trabalho, reunimos as concepções e tipologias sobre os saberes da docência na perspectiva dos três autores precursores e que aparecem como referência na maioria dos trabalhos que envolve a temática em questão: Gauthier, Tardif e Shulman. Sem a pretensão de explorar exaustivamente as diferentes tipologias e classificações desse campo de pesquisa, nosso objetivo é pôr em evidência as contribuições dessas pesquisas para a formação continuada de professores, buscando apreender como definem saberes docentes numa perspectiva conceitual e tipológica.

2.3.2 Os trabalhos de Maurice Tardif

A primeira produção desse autor publicada no Brasil ocorreu em 1991, conjuntamente com Lessard e Lahaye, por meio de um artigo na *Revista Teoria & Educação*, de Porto Alegre. Ele expõe pela primeira vez, os elementos e etapas de um programa de pesquisa sociológica sobre os saberes dos professores em relação à sua profissão e sua condição social. Também propõe uma primeira tipologia de saberes baseada na sua origem social e nos modos de integração à carreira. Fornece, ainda, elementos conceituais para a compreensão da desvalorização da docência enquanto profissão e destaca o papel da experiência na construção do saber.

Em 2002, foi lançado o livro *Saberes docentes e formação profissional*, que reúne oito ensaios de Tardif publicados desde 1991. Esses ensaios representam diferentes momentos e etapas de um itinerário de pesquisa e de reflexão do autor.

Em 2005, Tardif e Lessard publicaram o livro *O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas*. Trata-se de uma

obra que tem como objeto de investigação o trabalho docente no cotidiano escolar com a intenção de descrever, analisar e compreender tal como é desenvolvido pelos professores. O estudo se fundamenta em entrevistas realizadas com professores, diretores de escolas, funcionários, orientadores pedagógicos etc. e observações nas classes e no ambiente das escolas em diferentes momentos do ano escolar.

Analizando as obras publicadas é possível compreender as concepções que o autor expressa sobre os saberes docentes, a tipologia que propõe para sua classificação e a riqueza de sua contribuição para a área.

Para Tardif (2002), a relação dos docentes com os saberes não se reduz a função de transmissão aos alunos de um conhecimento já construído, mas a sua prática integra diferentes saberes, com os quais o professor mantém diferentes relações. A perspectiva do autor situa o saber do professor entre o individual e o social, entre o autor e o sistema. Para tanto, se baseia em seis fios condutores. O primeiro diz respeito ao saber e trabalho, no sentido de que o saber do professor deve ser compreendido em íntima relação com o trabalho na escola e na sala de aula.

Tardif (2002) acredita que “o saber do professor traz em si as marcas de seu trabalho, que ele não é somente utilizado como meio de trabalho, mas é produzido e modelado no e pelo trabalho” (p.17). Assim, são as relações mediadas pelo trabalho diário, na escola e na sala de aula, que fornecem princípios para enfrentar e solucionar situações cotidianas.

O segundo fio condutor é a diversidade ou pluralismo do saber, pois entende que o saber dos professores é plural, compósito, heterogêneo, envolvendo, no exercício da ação docente, conhecimentos bastante variados e, normalmente, de natureza diferente.

Essa característica plural do saber dos professores assinala para o autor, a sua característica social. O saber docente é formado por conhecimentos que provém da família do professor, da escola em que estudou quando ainda criança, da formação inicial, da instituição de ensino superior, dos cursos de formação continuada, etc; ou seja, os professores usam saberes produzidos por diferentes grupos sociais incorporados ao seu trabalho.

O terceiro fio condutor se refere à temporalidade do saber. O saber dos professores é temporal, uma vez que o saber é adquirido no contexto de uma história de vida e de uma carreira profissional. Tardif (2002) referencia vários trabalhos de pesquisa realizados na área de ensino que colocam em evidência a importância das experiências familiares e escolares anteriores à formação inicial no desenvolvimento do

saber ensinar e acrescenta que a ideia de temporalidade se aplica diretamente à sua carreira, compreendida como “um processo temporal marcado pela construção do saber profissional” (p.20).

O quarto fio, denominado como a experiência de trabalho enquanto fundamento do saber, focaliza os saberes oriundos da experiência do trabalho cotidiano como alicerce da prática e da competência profissionais. 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.

Outro dos fios condutores de Tardif expressa a ideia de trabalho interativo, um trabalho em que o trabalhador se relaciona com o seu objeto de trabalho fundamentalmente por meio da interação humana. A partir dessa ideia, o autor procura compreender as características da interação humana que marcam os saberes dos professores com seus alunos em sala de aula. Assim, o saber docente está ligado a questão de poderes e regras, valores e ética.

O sexto e último fio, saberes e formação profissional, é decorrente dos anteriores, e expressa a necessidade de repensar a formação para o magistério, considerando os saberes dos professores e as realidades específicas de seu trabalho cotidiano. Para Tardif (2002), “o conhecimento do trabalho dos professores e o fato de levar em consideração os seus saberes cotidianos permite renovar nossa concepção não só a respeito da formação deles, mas também de suas identidades, contribuições e diferentes papéis profissionais” (p. 23).

Fica claro que as questões relativas ao trabalho e suas relações com o ser humano e seu saber é muito valorizada por Tardif, assim como, a concepção plural e heterogênea de saber docente. Para ele (2002), os saberes provêm de diversas fontes, como da história de vida; da cultura pessoal; da universidade que fornece os saberes disciplinares e os conhecimentos didáticos e pedagógicos; dos programas, guias e manuais didáticos que acarretam os saberes curriculares; e do conhecimento de outros professores e de seu próprio saber ligado a situações peculiares do ofício de professor.

Essa diversidade de fontes de aquisição de saber não permite que se forme um repertório de conhecimentos unificado, garantindo a característica eclética e sincrética dos saberes docentes.

Ao mesmo tempo, os professores buscam atingir objetivos variados, o que exige a mobilização de diferentes conhecimentos e competências, de modo simultâneo, como, motivar os alunos, gerenciar a turma, trabalhar a matéria, lidar com a diferença entre os indivíduos, avaliar, etc.

O fator temporal também é relevante na perspectiva de Tardif, pois considera que os saberes são adquiridos no decorrer da história de vida e de carreira do professor (TARDIF, 2002). Para Tardif (2000) os saberes são temporais em três sentidos: Primeiramente, parte significativa das concepções sobre o ensino, o papel do professor e como ensinar decorre da história de vida, especificamente a história de vida escolar, o que significa que as concepções, representações e certezas sobre a prática docente são formadas antes dos professores passarem pelos cursos de formação inicial de professores. Tardif também argumenta que tais concepções perduram durante essa etapa e, muitas vezes, condicionam a prática docente nos anos iniciais de sua carreira.

Nos primeiros anos da prática docente é adquirida a maioria das competências e estabelecidas as rotinas de trabalho; ou seja, é o período em que se configura uma aprendizagem intensa do ofício e quando são formados os primeiros saberes experienciais.

Finalmente, os saberes são formados e se modificam durante todo o período da carreira do professor tanto em sala de aula com os alunos quanto no processo de socialização com os demais indivíduos do ambiente escolar (equipe de professores, direção, coordenação etc.).

É a partir desses pressupostos, que Tardif e Raymond (2000) propõem um modelo tipológico de classificação dos saberes (Quadro 1). Com esse modelo, que está representado abaixo, os autores buscavam associar a questão da natureza e da diversidade dos saberes do professor, às suas fontes de aquisição, o que permite evitar a utilização de critérios epistemológicos dissonantes que reflitam os postulados teóricos dos autores.

Quadro1. 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).

Tardif (2002) ressalta que a tipologia apresentada coloca em evidência vários fenômenos importantes:

- Todos os saberes identificados são realmente utilizados pelos professores no contexto de sua profissão;
- O quadro registra a natureza social dos saberes;
- Os saberes que servem de base para o ensino são sincréticos.

Sobre o caráter sincrético dos saberes, os professores não apresentam uma única concepção de sua prática, mas várias, que utilizam em função do tempo, da sua realidade biográfica e de suas necessidades e recursos.

Se os saberes dos professores possuem uma certa coerência, não se trata de uma coerência teórica nem conceitual, mas pragmática e biográfica: assim com as ferramentas de um artesão, eles fazem parte de uma mesma caixa de ferramentas, pois o artesão que os adotou ou adaptou pode precisar deles em seu trabalho (TARDIF, 2002, p. 65)

O sincretismo está, também, relacionado ao fato de que a relação entre os saberes e o trabalho docente não pode ser pensada a partir do modelo da racionalidade técnica, pois, para o autor, os saberes dos professores não são antecedentes à prática, da mesma forma que não são oriundos, sobretudo da pesquisa, nem de saberes capazes de oferecer soluções prontas e corretas aos problemas concretos da prática.

Além dos anteriores, por sincretismo deve-se entender que o ensino exige do trabalhador a capacidade de utilizar, na ação cotidiana, uma grande quantidade de saberes compósitos, baseando-se em juízos práticos que orientam e estruturam sua prática. Nesse sentido, Tardif (2002) fala de um polimorfismo do raciocínio do professor, que revela o fato de que

(...) durante a sua ação, os saberes do professor são, a um só tempo, construídos e utilizados em função de diferentes tipos de raciocínio (indução, abdução, analogia, etc) que expressam a flexibilidade da atividade docente diante dos fenômenos (normas, regras, afetos, comportamentos, objetivos, papéis sociais) irredutíveis a uma racionalidade única, como por exemplo, da ciência empírica ou da lógica binária clássica (p. 66).

Todavia, a abordagem tipológica realizada pelo autor, é criticada, por ele mesmo, porque sendo baseada na origem social dos saberes, negligencia as dimensões temporais do saber profissional, ou seja, sua inscrição na história de vida e sua construção ao longo da carreira. Tardif e Raymond (2000) produzem um artigo para tratar a questão do tempo no trabalho docente, no qual afirmam a importância da trajetória pré-profissional, da formação inicial e da carreira como momentos de produção de saberes profissionais, sendo o tempo um fator importante na edificação dos saberes que servem de base ao trabalho docente.

Posteriormente, Tardif (2004) classifica os saberes na seguinte tipologia: saberes curriculares, profissionais, disciplinares e experienciais, conforme mostra o quadro abaixo:

Quadro 2 – 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).

(CARDOSO et al, 2012)

Nos ensaios do Tardif (2002, 2004), observa-se a valorização da pluralidade, da heterogeneidade e temporalidade do saber docente, destacando-se a importância dos saberes da experiência.

Também apresentam algumas características dos saberes profissionais segundo a definição de epistemologia da prática profissional dos professores, compreendida como o estudo do conjunto dos saberes utilizados realmente pelos profissionais em seu espaço de trabalho cotidiano para desempenhar todas as suas tarefas.

Para Tardif (2002), a relação dos docentes com os saberes não é restrita a uma função de transmissão de conhecimentos já constituídos. Ele explica que a prática docente integra diferentes saberes e que mantém diferentes relações com eles. Define o saber docente “[...] como um saber plural, formado pelo amálgama, mais ou menos

coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais” (p. 36).

Para o autor, as múltiplas articulações entre a prática docente e os saberes fazem dos professores um grupo social e profissional que, para existir, precisa dominar, integrar e mobilizar tais saberes, o que é condição *sine qua non* para a prática.

A docência é compreendida, por Tardif e Lessard (2005), como “[...] uma forma particular de trabalho sobre o humano, ou seja, uma atividade em que o trabalhador se dedica ao seu „objeto“ de trabalho, que é justamente um outro ser humano, no modo fundamental da interação humana”. Os autores colocam em evidência “[...] as condições, as tensões e os dilemas que fazem parte desse trabalho feito sobre e com outrem, bem como a vivência das pessoas que o realizam diariamente” (p. 8), pois entendem que é na ação e na interação dos atores escolares que se estrutura a organização do trabalho na escola.

1.3.3 A tipologia de Clermont Gauthier

Para Gauthier et al (1998) o *knowledge base* é concebido como um “reservatório de conhecimentos”, que para ele tem um sentido bem amplo, englobando todos os saberes docentes, cuja categorização mais citada é a de Shulman (1987) com sete saberes principais (ou conhecimentos) que caracterizam a profissão de professor: conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico do conteúdo, conhecimento pedagógico, conhecimento do programa, conhecimento do educando e de suas características, conhecimento dos contextos, conhecimento dos fins, objetivos, valores e fundamentos filosóficos e históricos da educação.

Para o autor, a expressão *knowledge base* é o conjunto de saberes que servem de base para o ensino, e pode ser entendida de duas maneiras: num sentido restrito, ela designa os saberes mobilizados pelos professores eficientes durante a ação em sala de aula (gestão de classe e gestão da matéria), e que deveriam ser incorporados aos programas de formação de professores. Num sentido mais amplo que designa o conjunto dos saberes que fundamentam o ato de ensinar no ambiente escolar.

Contudo, Tardif (2004) critica essa ideia de “reservatório de conhecimentos”, afirmando que esta é uma visão simplificadora, pois transmite a ideia de que todos os saberes estão igualmente disponíveis na memória do professor.

Gauthier e colaboradores corroboram com os trabalhos de Tardif, ao sustentar que os saberes estão diretamente relacionados com a questão temporal e os condicionantes que interferem direta e indiretamente no trabalho docente: “Os saberes nos quais os professores se apoiam dependem diretamente das condições sociais e históricas nas quais eles exercem sua profissão” (GAUTHIER et al., 1998, p. 343).

Em Gauthier et al (1998), os autores argumentam que as pesquisas envolvendo o levantamento dos conhecimentos relacionados ao ofício docente permitem superar duas problemáticas que sempre dificultaram a emergência dos saberes profissionais: o ofício sem saberes e os saberes sem ofício. No primeiro caso, os autores argumentam que existe um grupo de concepções errôneas que geram um quadro de cegueira conceitual. São elencadas seis ideias preconcebidas que depreciam a profissionalização do ensino: basta conhecer o conteúdo, ter talento, ter bom senso, seguir sua intuição, ter experiência e ter cultura.

Entre essas ideias, a questão do conteúdo inevitavelmente se destaca, pois é inegável a sua participação como um saber necessário à prática docente; entretanto, o

autor salienta que conhecer a matéria a ser ensinada não é suficiente por si só. Outros saberes são tão necessários quanto os saberes disciplinares.

Por outro lado, Gauthier (1998, p.25) também aponta que o esvaziamento do contexto da profissão gera o segundo obstáculo, os saberes sem ofício: da mesma forma que certas ideias preconcebidas prejudicam o processo de profissionalização do ensino, impedindo o desabrochar de um saber desse ofício sobre si mesmo, a tendência inversa, ou seja, a de formalizar o ensino, mas reduzindo de tal modo a sua complexidade que ele não mais encontra correspondente na realidade.

Nesse sentido, Gauthier critica as pesquisas que se preocupavam em formalizar um ideal de uma pedagogia científica. Uma pedagogia embasada em situações modelos que muitas vezes não são condizentes com as condições reais da sala de aula vivenciadas pelos professores (GAUTHIER et al., 1998). Nesse contexto, Gauthier e colaboradores (1998, p.27) afirmam que a racionalidade técnica que foi amplamente criticada por Schön gerou um processo de desprofissionalização da ação docente: “Esse fracasso do projeto da ciência da educação também contribuiu para desprofissionalizar a atividade docente, ao reforçar nos professores a ideia de que a pesquisa universitária não lhes podia fornecer nada de realmente útil [...]”.

Portanto, para a superação desses dois obstáculos, Gauthier e colaboradores (1998) apoiam a profissionalização do ensino baseando-se na mobilização de uma diversidade de saberes. Porém, uma condição necessária é que tais saberes devem ser específicos para as situações concretas da prática docente, ou seja, apoiar um ofício feito de saberes.

Para Gauthier et al (1998), o “*reservatório de conhecimentos*”, ou saberes docentes, possui um subconjunto de saberes, com um sentido mais restrito, denominado por ele de “*repertório de conhecimentos*”, também conhecido por “*saberes da ação pedagógica*”, representando somente os saberes do gerenciamento da classe e do gerenciamento do conteúdo. O reservatório de conhecimentos (ou saberes) inclui os seguintes saberes:

Saberes disciplinares (matéria): Referentes aos conhecimentos sobre a matéria a ser ensinada, os saberes disciplinares são produzidos pelos cientistas e pesquisadores das diversas disciplinas e não pelo professor;

Saberes curriculares (programa): Referentes à transformação da disciplina nos programas de ensino, são o conjunto de conhecimentos que serão transmitidos nos programas escolares;

Saberes das Ciências da Educação (disciplinas pedagógicas): Referentes à organização escolar, ao desenvolvimento da criança, entre outros, são aos conhecimentos adquiridos no processo de formação ou no decorrer do trabalho do professor;

Saberes da tradição pedagógica (uso): Referentes às concepções e representações sobre o modo de dar aula, são formadas antes mesmo do indivíduo fazer algum curso de formação de professores e, muitas vezes, servem de padrão na ação do professor;

Saberes experienciais (jurisprudência individual): São representados pela experiência e o hábito ao longo do tempo, porém esse autor adverte que tais saberes muitas vezes pode se constituir de pressupostos equivocados;

Saberes da ação pedagógica ou repertório de saberes (jurisprudência pública): São os saberes da experiência validados pelas pesquisas e que, portanto constituem os saberes mais importantes para o processo de profissionalização, segundo esse autor;

Gauthier et al.(1998), ainda, junta a esses, os *saberes culturais e pessoais* (pessoa) e os *saberes pré-profissionais* (vida). O autor organiza os saberes no seguinte quadro:

Quadro 3. O reservatório de saberes

Saberes disciplinares	Saberes curriculares	Saberes das ciências da educação	Saberes da tradição pedagógica	Saberes Experienciais	Saberes Da ação pedagógica
(A matéria)	(O programa)		(O uso)	(A jurisprudência particular)	(O repertório de conhecimentos do ensino ou a jurisprudência pública validada)

Fonte: (GAUTHIER et al., 1998).

Para o autor, reconhecer a existência de um repertório de conhecimentos reflete um olhar ressignificado para o professor, que passa a ser visto como um

[...] profissional, ou seja, como aquele que, munido de saberes e confrontando a uma situação complexa que resiste à simples aplicação dos saberes para resolver a situação, deve deliberar, julgar e decidir com relação à ação a ser adotada, ao gesto a ser feito ou à palavra a ser pronunciada antes, durante e após o ato pedagógico (Gauthier, 1998, p. 331).

2.3.3 As contribuições de Lee Shulman

As obras de Lee Shulman têm contribuído para o progressivo fortalecimento do campo de estudos dos saberes docentes, sendo referência para as reformas educativas, não somente norte-americanas, mas também em outros países.

Considerando o resultado de diferentes pesquisas sobre o ensino e o currículo, o autor destaca o programa de processo produto como sendo um dos mais produtivos programas de investigação sobre o ensino durante a década de 1970 nos EUA. Para Shulman (2004), muito se ganhou com esse tipo de pesquisa, que tornou evidente que o comportamento do professor poderia ser relacionado ao desempenho do aluno e que a escola poderia fazer diferença na aprendizagem dos mesmos.

Estudos sobre o „pensamento do professor“ e, posteriormente sobre o „conhecimento do professor“, passaram a ser desenvolvidos na década de 1980, e tornaram-se referência. Englobando pesquisas que se voltam à compreensão de processos como percepção, reflexão, teorias pessoais, etc., esses estudos evidenciaram que os pensamentos e as crenças ou teorias pessoais dos professores, influenciavam em suas decisões curriculares e em sua prática em sala de aula. O paradigma de pesquisa „pensamento do professor“ se torna referência nos trabalhos que passaram a ser realizados no Institute for Research on Teaching da Michigan State University desde 1975 como reação ao paradigma processo produto em sua cegueira à centralidade do pensamento do professor (MIZUKAMI, 2004).

Na metade dos anos 70, de acordo com Shulman (2004a), uma revolução cognitiva estava a caminho. Sobre este aspecto ele dizia que,

Todo ser humano era reconhecido como envolvido com pensamento, raciocínio, julgamento, tomada de decisão e resolução de problemas; todos, isto é, exceto os professores que ainda eram descritos exclusivamente em termos de seus comportamentos. Era tempo de introduzir um novo paradigma da pesquisa (SHULMAN, 2004a, p.373)

Para o autor, a ênfase das pesquisas que têm servido de referência para os programas de formação e certificação docente é em como os professores administram suas classes, organizam as atividades, distribuem tempos e turnos, estruturam tarefas, fazem críticas e elogios, formulam os níveis de suas questões, planejam lições e julgam o entendimento geral dos estudantes.

Em 1983, Shulman (1992) observou que ainda permanecia um „paradigma perdido“ no estudo sobre o ensino: o conteúdo, o que era ensinado nos diferentes componentes curriculares, os conteúdos escolares relacionados a grandes áreas do conhecimento humano. Para o autor, o ensino ainda era considerado uma atividade genérica.

Shulman (1986) ressalta que as pesquisas até então realizadas não investigavam

(...) como o conteúdo específico de uma área de conhecimento era transformado a partir do conhecimento que o professor tinha em conhecimento de ensino. Tampouco perguntaram como formulações particulares do conteúdo se relacionavam com o que os estudantes passaram a conhecer ou a aprender de forma equivocada (SHULMAN, 1986, p. 6)

Assim, acreditando que essas pesquisas trivializavam a prática pedagógica, ignorando sua complexidade e reduzindo suas demandas, Shulman parte para consolidar a corrente do *knowledge base* desenvolvendo seu próprio programa de pesquisas que teve como foco a questão: como professores que sabem sua disciplina em diferentes formas e em diferentes níveis ensinam essa disciplina a outros? (SHULMAN, 2004a).

Sua hipótese é que os professores tem conhecimento de conteúdo especializado e participam da construção desse conhecimento: conhecimento pedagógico do conteúdo. Os professores têm diferentes tipos de conhecimento, incluindo conhecimento específico, conhecimento pedagógico do conteúdo e conhecimento curricular (MIZUKAMI, 2004).

Para Shulman (1986) a base de conhecimento se refere a um repertório profissional que contém categorias de conhecimento subjacentes à compreensão que o professor necessita para ensinar seus alunos. Essa base não é fixa, está em constante construção e é formada por conhecimentos de conteúdo específico, conhecimentos pedagógicos gerais, conhecimentos do currículo, conhecimentos pedagógico do conteúdo, conhecimentos dos alunos e suas características, conhecimentos dos contextos educacionais, conhecimentos dos fins e propósitos e valores educacionais. Esses conhecimentos podem ser agrupados e classificados em: conhecimento do conteúdo específico, conhecimento pedagógico geral e conhecimento pedagógico do conteúdo.

O *Conhecimento do conteúdo específico* se refere a conteúdos específicos da matéria que o professor ensina. O professor deveria possuir uma compreensão mínima da matéria a ser ensinada de forma a tornar possível o ensino e a aprendizagem dos

alunos, além disso, deveria ter um bom conhecimento das possibilidades relacionais da matéria considerando aspectos específicos dos contextos em que trabalha, dos alunos e da comunidade (SHULMAN, 1983).

Essa compreensão requer ir além dos fatos e conceitos intrínsecos à disciplina e pressupõe o conhecimento das formas pelas quais os princípios fundamentais de uma área do conhecimento estão organizados. Assim, o domínio da estrutura da disciplina não se resume à detenção bruta dos fatos e conceitos do conteúdo, mas também à compreensão dos processos de sua produção, representação e validação epistemológica, o que requer entender a estrutura da disciplina compreendendo o domínio atitudinal, conceitual, procedimental, representacional e validativo do conteúdo (SHULMAN, 1983).

Embora esse conhecimento da matéria seja necessário, não é suficiente para que ele seja capaz de ensinar, necessitando “conhecimento da área tanto em aspectos genéricos quanto em suas especificidades e conhecimentos de como ajudar seus estudantes a entender a matéria” (WILSON; SHULMAN; RICHERT, 1987, p. 109).

O *Conhecimento pedagógico geral* inclui conhecimentos de teorias e princípios relacionados a processos de aprender e ensinar, conhecimentos dos alunos, conhecimentos de contextos educacionais, tanto em nível macro como em micro (SHULMAN, 1983). Nesse caso, o autor une os conhecimentos sobre a produção acadêmica com o conhecimento prático ou experiencial, diferentemente dos outros autores (Tardif e Gauthier)

O *Conhecimento pedagógico do conteúdo* é um novo tipo de conhecimento construído pelo professor ao ensinar a matéria, sendo enriquecido e melhorado por outros tipos de conhecimento. Esse conhecimento

(...) incorpora os aspectos do conteúdo mais relevantes para serem estudados. Dentro da categoria de conhecimento pedagógico do conteúdo eu incluo, para a maioria dos tópicos regularmente ensinados de uma área específica de conhecimento, as representações mais úteis de tais ideias, as analogias mais poderosas, ilustrações, exemplos, explanações, demonstrações (SHULMAN, 1986, p. 09).

Este é também o conhecimento que se refere à compreensão docente do que facilita ou dificulta o aprendizado discente de um conteúdo específico. Assim, o conhecimento do conteúdo pedagógico também inclui o entendimento do que torna fácil ou difícil a aprendizagem de um determinado tópico, bem como as concepções errôneas dos estudantes e suas implicações na aprendizagem.

O conhecimento pedagógico do conteúdo é o único conhecimento pelo qual o professor pode estabelecer uma relação de protagonismo. É aprendido no exercício profissional, mas não prescinde de outros tipos de conhecimento que o professor aprende via cursos, programas, estudos de teorias, etc (SHULMAN, 1983).

Para Shulman, o *knowledge base* vai, além do conhecimento da disciplina por si mesma, para uma dimensão do conhecimento da disciplina para o ensino. Para o autor, a chave para distinguir a base do conhecimento do ensino repousa na interseção de conteúdos e pedagogia, na capacidade que um professor tem de transformar o conhecimento do conteúdo que ele possui em formas que sejam pedagogicamente eficazes e possíveis de adaptação às variações de habilidade e contexto apresentados pelos alunos.

Shulman (2004) apresenta uma concepção do ensino pautada nas pesquisas realizadas com professores, com a intenção de entender como eles se tornam professores capazes de compreender a disciplina por si, elucidando-a de novas formas, reorganizando, promovendo atividades e emoções, utilizando metáforas, exercícios, exemplos e demonstrações, de modo que o conteúdo possa ser aprendido pelos alunos.

O autor conclui que o ensino trata-se de um processo de raciocínio pedagógico em que os professores aprendem a pensar pedagogicamente sobre o conteúdo da disciplina. Assim, o ensino começa com um ato da razão, continua com um processo de raciocínio, culmina com o desempenho e, então, reflete-se mais sobre ele, até que todo o processo inicie novamente (SHULMAN, 2004).

Analisando algumas das principais obras dos três autores citados, encontramos, portanto, fundamentação para os aspectos que consideramos essenciais quando do tratamento dos saberes docentes.

Os estudos de Tardif (2002) reconhecem a pluralidade e heterogeneidade do saber docente, destacando os saberes da experiência que “não são saberes como os demais; são, ao contrário, formados de todos os demais, mas retraduzidos, “polidos” e submetidos às certezas construídas na prática e na experiência (p. 54)

Gauthier (1998), por sua vez, ao defender um ofício feito de saberes, implementa esforços para a constituição de uma Teoria Geral da Pedagogia e esclarece que os saberes aos quais os professores se apóiam são dependentes das condições histórico e sociais nas quais exercem sua profissão.

A particularidade de Shulman (1986) reside no interesse em investigar o conhecimento que os professores têm dos conteúdos de ensino e o modo como estes se transformam no ensino. O autor tem por interesse esclarecer a compreensão cognitiva dos conteúdos das matérias ensinadas e das relações entre esses conteúdos e o ensino propriamente dito que os docentes fornecem aos alunos.

Os três autores, portanto, defendem a ideia de uma epistemologia da prática com a finalidade de revelar os saberes docentes. Embora com concepções e tipologias diversas, eles se dedicam a investigar a mobilização dos saberes nas ações dos professores e os consideram como sujeitos que possuem uma história de vida pessoal e profissional sendo, portanto, produtores e mobilizadores de saberes no exercício de sua prática.

Para a discussão dos resultados dessa pesquisa, usaremos a tipologia de Tardif (2004), por entender que ela é abrangente e, didaticamente, mais adequada para a leitura dos dados. Assim, a partir das leituras realizadas nas duas áreas, Atividades Práticas e Formação de Professores de Ciências, inferimos que os *saberes docentes* que são necessários para um ensino que incorpore de forma mais constante e produtiva as atividades práticas são:

Saberes curriculares: representam os conhecimentos de propostas de atividades práticas e materiais didáticos, apresentados em livros didáticos, *sites* ou outras fontes;

Saberes disciplinares: são os conhecimentos dos conceitos em Ciências Naturais, em Filosofia e História da Ciência, essenciais para que os professores possam realizar atividades práticas com segurança, e elaborar atividades inovadoras;

Saberes da formação profissional: são os conhecimentos dos princípios da ação didática, dos métodos de ensino, dos resultados das pesquisas com atividades práticas em sala de aula, do papel das atividades práticas no ensino de ciências, das limitações das atividades práticas com relação a alguns temas específicos, etc.

Saberes experienciais: são os saberes desenvolvidos durante a realização de atividades práticas com os pares, no planejamento e preparação das aulas, no desenvolvimento das atividades com os alunos.

Nossa expectativa inicial era de que a nossa principal contribuição se desse no campo dos *saberes da formação profissional*, pois acreditamos que a formação de professores tem ganhos significativos, quando as questões didático pedagógicas (teoria) são colocadas como ponto de partida para as discussões da prática docente.

3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Apresentamos, neste capítulo, os fundamentos teórico-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.

3.1 Fundamentos teórico-metodológicos

Na presente pesquisa, utilizamos a abordagem qualitativa (FLICK, 2009; DENZIN e LINCOLN, 2006; MOREIRA, 2002; BOGDAN & BIKLEN, 1994), por ser a abordagem que consideramos mais apropriada para a obtenção de informações a respeito das questões que cercam a prática docente.

O termo pesquisa qualitativa é para Flick (2009), um “guarda-chuva” que engloba várias formas de investigação, que têm como objetivo auxiliar os pesquisadores a entenderem os fenômenos sociais, com menor ruptura possível do ambiente natural em que ocorrem. A pesquisa qualitativa não se utiliza de dados numéricos e de repetição de eventos, nem faz análise estatística, mas os interesses são definidos e modificados no decorrer da pesquisa.

Denzin e Lincoln (2006, p.17) definem a pesquisa qualitativa como “um conjunto de práticas materiais e interpretativas que dão visibilidade ao mundo”. A pesquisa qualitativa pode envolver uma série de práticas, como gravações, entrevistas, notas de campo, lembretes, etc. Tais representações envolvem uma abordagem naturalista e interpretativa dos fenômenos. Assim, para esses autores, a competência desse tipo de pesquisa é o mundo da experiência vivida, pois é nele que a crença individual, ação e cultura entrecruzam-se.

O pesquisador, decidindo por abordagem qualitativa, poderá adotar uma multiplicidade de métodos para assegurar a compreensão em profundidade do fenômeno em estudo. Cada método e instrumento aplicados fazem com que a pesquisa se modifique. Frequentemente, são utilizados na abordagem qualitativa, o estudo de caso único ou múltiplo, a etnografia, a história de vida, a pesquisa-ação, a fenomenologia (FLICK, 2009; DENZIN e LINCOLN. 2006; MOREIRA, 2002; BOGDAN & BIKLEN, 1994). A escolha sobre qual método (ou métodos) utilizar dependerá da pergunta de pesquisa, que por sua vez dependerá da área ou contexto de estudo.

Com relação às técnicas de coleta e análise de dados, os mais usuais são a entrevista, a observação participante, a observação direta, a análise de discurso, a análise de conteúdo, a análise da narrativa, assim como uma infinidade de outras formas, oriundas da criatividade do pesquisador.

A abordagem qualitativa entende que a realidade é subjetiva, múltipla e construída de modo diferente por cada pessoa. Assim, o pesquisador interage com o objeto e sujeito pesquisado, a fim de lhes dar vozes, construindo uma teia de significados. Para isso, os valores pessoais do pesquisador, ou seja, sua visão de mundo fará parte do processo investigativo, sendo impossível desvincular-se dela (CHUEKE e LIMA, 2012).

Diferentemente da pesquisa quantitativa, os métodos qualitativos consideram a comunicação do pesquisador em campo como parte explícita da produção de conhecimento, em vez de simplesmente encará-la como uma variável a interferir no processo. Assim, Flick afirma que

“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)

Segundo Bogdan e Biklen (1994), cinco aspectos caracterizam uma investigação como qualitativa:

a) *A fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal.* Ao assumir, que o comportamento humano é influenciado pelo local de estudo, o investigador se desloca até o mesmo, onde registra suas observações, para serem revistas posteriormente, numa preocupação primária com o contexto.

b) *A investigação qualitativa é descritiva.* Os dados recolhidos são em forma de palavra e áudio (transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, filmagens em vídeos, documentos pessoais, memorandos e outros registros oficiais), abordando o campo minuciosamente, mas, sem que haja preocupação com números.

c) *Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que pelos resultados.* Observam-se termos, significados diferentes para pessoas diferentes, o senso comum, a história das atividades ou acontecimentos, as atitudes dos professores.

d) *Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva.* O processo de análise de dados é como um funil em que as afirmações estão

abertas de início e vão se tornando mais fechadas e específicas. Não se coletam dados ou provas com o objetivo primário de confirmar hipóteses constituídas previamente. As abstrações são construídas à medida que os dados particulares vão sendo recolhidos e agrupados, sendo este processo chamado *de baixo para cima*.

e) *O significado é de importância vital na abordagem qualitativa*. Cada pessoa possui um ponto de vista diferente, e o interesse está no modo como diferentes pessoas dão sentidos às suas vidas, ou seja, nas *perspectivas participantes*. A investigação qualitativa faz luz sobre a dinâmica interna das situações, ao apreender as perspectivas dos participantes envolvidos.

Dessa forma, na pesquisa qualitativa, a representatividade numérica é secundária, ou mesmo irrelevante. O pesquisador preocupa-se, principalmente, com o aprofundamento da compreensão de um determinado grupo social, uma organização, uma instituição, ou trajetória (GOLDENBERG, 2001). Para tanto, se apóia em dados ricos em pormenores descritivos relativos a pessoas, locais e conversas, de complexo tratamento estatístico, o que impregna de subjetividade os estudos dessa natureza.

Nesse trabalho utilizamos como estratégia a observação participante, que segundo Moreira (2002, p. 52), é “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”. A este propósito Bogdan e Biklen (1994) afirmam que

“os investigadores qualitativos tentam interagir com os seus sujeitos de forma natural, não intrusiva e não ameaçadora (...) Como os investigadores qualitativos estão interessados no modo como as pessoas normalmente se comportam e pensam nos seus ambientes naturais, tentam agir de modo que as atividades que ocorrem na sua presença não difiram significativamente daquilo que se passa na sua ausência” (p.68).

Assim, os investigadores imergem no mundo dos sujeitos observados, tentando entender o comportamento real dos informantes, suas próprias situações e como constroem a realidade em que atuam.

Essa técnica foi impulsionada por um grupo de estudiosos da Escola de Chicago, que fizeram pesquisas de campo, estudando e observando grupos sociais da zona urbana, na década de 1920. O interesse principal desses pesquisadores era interagir com os informantes, compartilhar suas rotinas, preocupações e experiências de vida, colocando-se no lugar dos sujeitos observados, tentando entendê-lo (MOREIRA, 2002).

Ainda segundo Moreira, dependendo do envolvimento do pesquisador com os sujeitos da pesquisa durante a coleta de dados, o pesquisador pode ser:

a) participante completo: o estudioso, de forma alguma, identifica-se como pesquisador no ambiente observado, sendo, o interesse científico totalmente desconhecido pela comunidade analisada;

b) participante como observador: o pesquisador teve o prévio consentimento por parte da comunidade a ser observada, os sujeitos sabem do caráter científico do estudo, podendo haver acordos, algumas obrigações e promessas, discutidas antes do início da pesquisa.

c) observador como participante: No papel de observador como participante, o estudioso não interage muito com os sujeitos pesquisados. Não há a tentativa de estabelecer um contato mais ativo com os sujeitos, nem tampouco desenvolver um relacionamento confiável.

d) observador total ou completo: O pesquisador não mantém nenhuma interação com os sujeitos. Ele poderá desenvolver suas atividades sem ser visto ou fazer suas observações na presença dos sujeitos, mas sem manter nenhum tipo de relação interpessoal.

Diante da tipologia apresentada optamos, na presente pesquisa, pela *observação participante*, tendo o *participante como observador* para a coleta de dados. Nesse caso, o pesquisador, apesar de falar sobre os objetivos da pesquisa, não revela seu total interesse, somente parte do que pretende. Esse posicionamento é tomado para que não haja alterações nos sujeitos estudados.

Após ser efetivada a negociação, o investigador tem acesso às atividades cotidianas dos sujeitos, sendo sua tarefa a de ganhar mais confiança do grupo e compreender como os informantes constroem os sentidos que são de importância para eles.

Essa forma 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.

Sobre este aspecto, concordamos com Marin et al (2000, p. 17) quando defendem a necessidade de: “[...] trabalhar com o professor no interior da escola,

visando condições para a melhoria do conhecimento e intervenção em sua prática diária, por meio do enfrentamento dos problemas específicos de cada realidade escolar”.

Assim, em conformidade com os autores já citados, estabelecemos um trabalho de formação continuada colaborativo entre Universidade (Pesquisadores) e Escola (Professores).

Em sua maior parte, os dados de pesquisa foram registrados por meio de notas de campo. Essa decisão foi tomada porque percebemos, ao longo de todo o período de duração do projeto, que a eventual realização de gravações das reuniões em áudio ou vídeo afetaria o próprio interesse dos professores em participar ou continuar participando das atividades propostas, fato que foi confirmado, quando, já após um ano de convivência com os professores, PQ (uma das professoras participantes) se negou a responder uma entrevista solicitada por um dos pesquisadores.

No entanto, em vários momentos foi possível reconstruir pequenos trechos das falas dos professores de forma próxima ao que seria a transcrição literal dessas falas.

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 do que deve ser anotado e observado, delimitando claramente o foco da investigação para não desviar da proposta inicial da pesquisa.

Bogdan e Biklen (1994) apresentam várias sugestões sobre o que deve ser incluído nas notas de campo. Aqui destacaremos algumas delas que consideramos importantes e que procuramos nos atentar durante a realização da pesquisa. O conteúdo das observações deve conter uma parte descritiva e uma reflexiva. A parte descritiva compreende um registro detalhado do que ocorre no campo:

- Descrição dos sujeitos no que se refere ao modo de falar de agir.
- Reconstrução de diálogos: as palavras, os gestos, os depoimentos, as observações entre sujeitos ou entre estes e o pesquisador. Na medida do possível devem utilizar as suas próprias palavras. As citações são extremamente úteis para analisar, interpretar e apresentar dados.
- Descrição dos locais: O ambiente onde é feita a observação deve ser descrito. O uso de desenhos ilustrando a disposição dos móveis, o espaço físico, a apresentação do quadro de giz, dos cartazes dos materiais de classe podem também ser elementos importantes a ser registrados.

- Descrição de eventos especiais: As anotações devem incluir o que ocorreu, quem estava envolvido e como se deu esse envolvimento.
- Descrição das atitudes: Devem ser descritas as atividades gerais e os comportamentos das pessoas observadas, sem deixar de registrar a sequência em que ambos ocorrem.
- Os comportamentos do observador: sendo o principal instrumento da pesquisa, é importante que o observador inclua nas suas anotações as suas atitudes, ações e conversas com os participantes durante o estudo.

A parte reflexiva das anotações inclui as observações pessoais do pesquisador, feitas durante a fase de coleta: suas especulações, sentimentos, problemas, ideias, impressões, dúvidas, incertezas, surpresas e decepções. As reflexões podem ser:

Analíticas: referem-se ao que está sendo aprendido no estudo, novas ideias surgidas.

Metodológicas: envolvem os procedimentos e estratégias metodológicas utilizadas, problemas encontrados na obtenção de dados e forma de resolvê-los.

Mudança na perspectiva do observador: deve ser anotada as expectativas, opiniões, preconceitos do observador e sua evolução durante o estudo.

Esclarecimentos necessários: as anotações devem conter pontos a serem esclarecidos, aspectos que parecem confusos, relações a serem explicitadas, elementos que necessitam de maior exploração.

Além de seguir as sugestões propostas pelos autores, enquanto um dos pesquisadores encaminhava as discussões, os outros anotavam as informações que julgassem essenciais. Como todos os membros do grupo, geralmente, participavam das reuniões, expressando suas dúvidas e posições, muitos desenvolvimentos e complementos das notas foram escritos após as reuniões utilizando-se da memória como principal meio de registro. As notas de cada reunião foram revistas por cada um dos pesquisadores, que acrescentava suas impressões e “lembranças” às anotações anteriores, em comum acordo com os demais membros da equipe de pesquisadores.

Tais procedimentos tiveram o objetivo de contribuir para que as notas representassem da melhor forma possível os fatos ocorridos durante as reuniões. Em alguns poucos casos, foi possível realizar entrevistas semi-estruturadas, mais especificamente com a professora de biologia, que aceitou de bom grado participar dessas atividades.

Ao final foi gravado um CD de dados com as notas em ordem cronológica das reuniões realizadas e as análises são baseadas na leitura das notas de campo. Cabe ressaltar, portanto, que as considerações aqui apresentadas baseiam-se em análise de conteúdo (BARDIN, 2010) de *notas de campo*, admitindo-se que as observações e registros desenvolvidos coletivamente pelos pesquisadores, embora marcados por seus vieses pessoais, tenha conseguido destacar aspectos do processo que são relevantes para a compreensão dos temas em estudo.

Os professores envolvidos assinaram termo de consentimento de uso de informações.

Assim, os fenômenos observados de onde construímos nossas considerações e interpretações foram, principalmente, os encontros quinzenais, constituindo-se no objeto principal de nosso estudo e fonte de dados. Estes encontros formaram um conjunto de intervenções que constituíram um projeto de *formação continuada*. Entre as reuniões quinzenais, foram realizadas reuniões de planejamento e discussão entre os pesquisadores do projeto (colaboradores externos).

Conforme apresentado em nosso referencial, os chamados programas de formação continuada constituem-se em trajetórias formativas docentes durante a carreira, e representam oportunidades para complementar ou suprir falhas ocorridas durante a formação inicial, embora não seja este seu principal objetivo, a fim de identificarmos seus principais elementos formativos docentes. A *ação formativa*, segundo Garcia (1999), é um conjunto de condutas, de interações entre formadores e formandos, que pode ter múltiplas finalidades explícitas ou não, e que há intencionalidade de mudança, ou seja, o objetivo principal da ação formativa é propor situações que facilitem a contribuição para um *repensar* sobre o próprio trabalho e o crescimento profissional.

Para Garcia (1999), a formação de professores deve responder às necessidades formativas e expectativas dos professores como pessoas e como profissionais, baseando-se nas necessidades e interesses dos participantes, adaptada ao contexto em que estes trabalham, fomentando a participação e reflexão, e possibilitando o questionamento de suas próprias crenças e práticas institucionais.

Portanto, não se devem ignorar as condições reais e as dificuldades dos professores – seus interesses, motivações, necessidades, conhecimentos prévios, experiências e opiniões – pois esses devem servir como ingredientes do planejamento das ações de formação (BRASIL, 2002).

Algumas das indicações para um programa de formação continuada, fornecidas pelos Referenciais para Formação de Professores (BRASIL, 2002), pautam-se nas *necessidades* dos professores, nas quais embasamos as ações de formação: a) deve-se programar espaço e tempo na rotina de trabalho da escola para análises coletivas da prática profissional dos docentes; b) deve ser definido a partir de uma análise da realidade na qual pretende incidir; c) deve ser planejado cuidadosamente levando em conta as modalidades de formação, escolha dos formadores, tempo adequado, infraestrutura, número de professores, objetivos, principais conteúdos, metodologia, recursos didáticos, instrumentos de avaliação, etc; d) deve incluir a observação, análise e discussão do trabalho dos professores (diretamente ou por recursos de documentação) e de suas atividades de experimentação de situações didáticas; e) deve-se considerar as crenças, ideias, opiniões e conhecimentos prévios dos professores; f) deve-se utilizar recursos de documentação tais como diários, registros de um observador de classe, relatos escritos, vídeos, gravações em áudio, etc.; g) deve assumir um aspecto de flexibilidade na seqüência dos conteúdos propostos, sem perder de vista os objetivos definidos no início do programa; h) deve estar previsto um conjunto de práticas e recursos que permitam a ampliação do horizonte cultural e profissional dos professores e o seu desenvolvimento pessoal, tais como saídas em grupo, participação em eventos, organizações de grupos autônomos e associações, produção de materiais, etc; i) deve-se avaliar os programas de formação continuada para que os resultados sejam utilizados na reformulação das práticas tanto dos formadores quanto dos professores.

O estabelecimento de uma relação colaborativa, contemplada pela formação de professores e a presente pesquisa, se deu em quatro etapas que culminaram na formação de um grupo de discussão (entre professores e pesquisadores) posteriormente denominado *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*. As referidas etapas foram as seguintes:

- Seleção da escola e primeiros contatos.
- Formação do *Projeto Diálogos e Sobre o Ensino de Ciências Naturais*.
- Levantamento de interesses e necessidades dos professores e.
- Elaboração de proposta de trabalho colaborativo.

Nos próximos itens, detalharemos cada uma dessas etapas.

Reconhecemos, neste trabalho, a importância da descrição de todos os passos da pesquisa numa tentativa de se evitar ao máximo o viés, a parcialidade, ou o pré-conceito dos pesquisadores, embora Goldenberg (2001) assuma que não seja possível contê-los

plenamente. Portanto, assumimos que outros pesquisadores analisando os mesmos dados de nossa pesquisa, poderiam chegar a resultados distintos.

3.2 Seleção da escola, primeiros contatos e formação do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*

A pesquisa ocorreu em uma escola estadual de educação básica, num município do Estado de São Paulo, durante os anos letivos de 2011 e 2012, como parte de um projeto mais amplo, intitulado *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*.

As primeiras discussões a respeito do projeto que deu origem a este trabalho se deram na segunda metade do ano 2010, durante as reuniões do *Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências* (Unesp-Bauru). A ideia era desenvolver pesquisas, com enfoques diversos em uma mesma escola de educação básica, o que poderia favorecer a articulação entre os projetos em andamento e o intercâmbio e apoio mútuo entre os pesquisadores do grupo.

Nesse momento surgiram-nos algumas preocupações:

- Primeiramente, quanto à limitação da margem de liberdade para o desenvolvimento de projetos nas escolas estaduais de São Paulo, já que a existência de um currículo estruturador (São Paulo Faz Escola) e as avaliações externas dos alunos (SAEB, ENEM, SARESP, etc) poderiam fazer com que os professores se sentissem coagidos a cumprir o papel de meros executores de tarefas.

- Quanto ao encaminhamento da negociação com os professores, visto que considerávamos de extrema relevância que as temáticas a serem trabalhadas nas atividades de formação fossem sugeridas pelos próprios professores. Ao mesmo tempo, os projetos de pesquisa dos pós-graduandos já estavam em andamento, de forma que as temáticas e atividades para o trabalho no projeto não poderiam divergir muito daquilo que vinha sendo feito, caso contrário, entrariam em choque com os projetos já iniciados, ao invés de alimentá-los.

- Quanto à escolha da escola a ser sede de projeto e comentários negativos a respeito da escola selecionada. Houve troca de ideias entre os membros do grupo de pesquisa para chegarmos aos nomes de escolas que poderiam ser mais receptivas ao acolhimento de projetos de formação continuada casados com pesquisa. Algumas escolas foram sugeridas, entre elas, a selecionada, devido à proximidade com a universidade, a tradição da instituição (era uma escola bem antiga na cidade) e por promover o ensino fundamental e o médio no mesmo prédio.

Duas colegas do grupo de pesquisa fizeram alerta (um pouco ameaçadores) a respeito dessa escola. Uma delas, professora já aposentada da rede estadual de ensino e aluna de doutorado, colocou-nos uma observação na seguinte linha: “Vocês se preparem, porque verão o que é uma escola real, cheia de problemas [distante das idealizações que a universidade faz]”. A outra classificou a escola como “problemática”. Indagada a respeito de o que quisera dizer, afirmou que seus licenciandos desenvolveram atividade de estágio na escola em questão, e na época (2009) constataram que os alunos não permaneciam na escola após as 21 horas, alegando que criminosos das redondezas “cobravam pedágio” das pessoas que circulassem pelas ruas do bairro após determinado horário da noite. Comentou, também, que a direção da escola não fazia nada a respeito [estava, pois, criticando a atitude da direção].

Os comentários negativos a respeito da escola deixaram-nos preocupados, no sentido de ficar em dúvida sobre o acerto da decisão de alocar alguns projetos de pesquisa naquele estabelecimento escolar e não em outro. Afinal, se eventuais problemas da escola prejudicassem ou inviabilizassem os trabalhos de extensão e pesquisa que pretendíamos realizar, os custos para nós seriam altos (tratava-se de pesquisas de doutorado e mestrado com prazos definidos para serem concluídas).

Procuramos, entretanto, pensar em outros termos. Nós precisávamos estabelecer com urgência o local onde seriam feitas as coletas de dados, pois duas das pesquisas precisavam iniciar a etapa de campo impreterivelmente em 2011. Além disso, nossas pesquisas deveriam relatar e analisar aquilo que se apresentou, independente de quão problemática fosse a realidade encontrada.

Quatro pesquisadores, vinculados à universidade, iniciaram o contato, primeiramente, com a direção e coordenação da Escola.

Assim, no mês de novembro (22/11/2010), realizou-se o contato por telefone com a diretora da escola. Explicamos que, há algum tempo, pesquisadores da UNESP haviam comparecido à escola para aplicar um questionário aos professores (BASTOS et al, 2010) e, na ocasião, foi levantado pelos professores da escola, a possibilidade de a universidade realizar algum trabalho que auxiliasse a escola. Essa era uma resposta à solicitação anteriormente realizada.

A diretora mostrou-se desde o início interessada, pois a forma como conduziu a conversa pareceu sinalizar que gostaria de estabelecer algum tipo de trabalho colaborativo com a universidade. Sugeriu que comparecêssemos à escola logo no dia

seguinte, quando ocorreria uma reunião de ATPC (horário de trabalho pedagógico coletivo), para que nos apresentássemos, conhecêssemos a escola e pudéssemos verificar se de fato os professores aprovariam a ideia de uma colaboração com a universidade.

Assim, em 23/11/2010, fizemos uma visita à escola, a fim de conhecermos os professores da instituição. Antes, porém a diretora chamou-nos para uma conversa em particular. Relatou-nos que estagiários da universidade compareceram à escola em uma sexta-feira à noite, levando vários materiais para a realização de experimentos. As atividades realizadas, segundo ela, foram muito interessantes, porém a escola contava com poucos alunos, naquele dia, e alguém dessa equipe de estagiários promoveu uma reclamação contra a escola junto à Diretoria de Ensino que, por sua vez, contatou a escola para averiguar os fatos, o que gerou uma situação bastante constrangedora. Obviamente, a diretora nos contou o fato no sentido de impedir que situação similar voltasse a ocorrer.

Tranquilizamo-na argumentando que nosso projeto possuía características diferentes do citado: era um projeto de formação de professores e não de ensino, seria desenvolvido por nós mesmos, sem intermédio de estagiários, tinha objetivos de formação continuada e não de formação inicial de alunos de graduação por meio de estágio.

Aproveitando o espaço cedido para expor as ideias que tínhamos a respeito de como conduzir o projeto de formação, explicamos que, devido à nossa área de atuação, tínhamos condições de oferecer auxílio aos professores no trabalho pedagógico com os seguintes temas: seqüenciamento 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 geral 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 a reunião de ATPC.

Nessa primeira reunião (23/11/2010), havia cerca de vinte professores presentes, todos os que lecionariam ali, naquele ano. Diversos assuntos foram tratados, e em certo momento, fomos solicitados a expor nosso projeto diante dos presentes. Durante nossa explanação, uma professora de 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. Explicamos ainda, de forma breve, a visão que tínhamos a respeito dos problemas educacionais do Brasil (a culpa que sempre recai sobre o professor, diante de uma conjectura geral que prejudica enormemente o trabalho pedagógico na escola) o que deveriam ser denunciados.

Terminada a reunião, a direção ratificou seu interesse pelo desenvolvimento do projeto e relatou a existência de um laboratório na escola, que os professores não o utilizavam sob a alegação de que os alunos quebrariam as vidrarias e demais aparelhos. Relatou, inclusive que haviam recebido um kit com vidrarias e reagentes para a utilização em aulas, mas não haviam utilizado, de forma que o laboratório estava sendo usado para atividades da disciplina Arte.

Ponderamos que um aspecto que dificultava o uso do laboratório para as aulas de ciências era o fato de o governo não disponibilizar funcionários que pudessem fazer o papel de técnicos responsáveis pela preparação e manutenção de materiais e equipamentos a ser disponibilizados pelos alunos.

Nessa ocasião também nos forneceram (por nossa solicitação), um exemplar da proposta curricular estadual para a área de ciências naturais e suas tecnologias (São Paulo, 2010) e marcamos um próximo encontro no planejamento do ano seguinte. Concluímos que seria interessante analisarmos a proposta curricular para verificar de que maneira nossa ação poderia aproximar-se das demandas ligadas ao currículo existente.

No planejamento do ano de 2011 (09/02/2011), conforme combinado, foi feito o convite para os professores da área de ciências naturais participarem do projeto de formação continuada.

Embora houvesse outros professores na escola que ministravam aulas de ciências, apenas três deles aceitaram participar do projeto, sendo estes, uma professora de Biologia, uma professora de Química e um professor de Física. Mais tarde (em maio de 2012), outra professora de Ciências foi inserida no projeto.

Acreditamos que os fatos ligados ao desinteresse dos outros professores da escola em participar das atividades propostas podem estar associados à desagradável

experiência (acima citada) vivenciada com outra equipe ligada à universidade, indicando logo de início que o trabalho em parceria com a universidade levantava preocupações, e ao o temor manifestado por alguns professores, de que o projeto iria gerar uma indesejável sobrecarga de trabalho adicional. Alguns professores nem mesmo mostraram interesse em conhecer nossa proposta de trabalho.

Estava formado, portanto, o *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*, cujo objetivo era a formação continuada de professores de ciências, por meio de um projeto de trabalho colaborativo entre a universidade e a escola básica.

3.3 Levantamento de interesses e necessidades dos professores e elaboração da proposta de trabalho colaborativo

Constituído o *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*, com quatro pesquisadores e três professores foi realizado, naquele mesmo dia (09/02/2011) o levantamento das necessidades dos professores e a identificação de afinidades e interesses com o tema do presente trabalho (atividades práticas no ensino de ciências).

Assim, foi solicitado, inicialmente, que os professores expusessem as dificuldades que enfrentavam em seu dia a dia de trabalho.

Entre as dificuldades citadas, destacamos:

- O conteúdo programático definido pela Proposta Curricular do Estado de São Paulo, através das apostilas intituladas “*Caderno do Aluno*” é extenso e difícil de ser cumprido no tempo determinado pelo calendário oficial;
- Sobre a Proposta Curricular, ainda apontaram as seguintes lacunas: ausência de explicações teóricas, perguntas excessivamente abertas, falta de seqüência nas atividades propostas, etc;
- Carga horária para as disciplinas de Química, Física e Biologia é reduzida (duas aulas de 50 minutos por semana) de forma que o trabalho pedagógico com os alunos fica prejudicado;
- Abordagem superficial dos conteúdos, consequência das dificuldades anteriores;
- O caráter abstrato dos conteúdos e a necessidade de promover maior interesse dos alunos pelos estudos;
- Falta de equipamentos na escola que facilitem o trabalho com metodologias alternativas à lousa e o giz;

- Dificuldades em trabalhar com atividades práticas;
- A indisciplina dos alunos.

O levantamento nos motivou a questionar, primeiramente, os possíveis efeitos que as políticas públicas (“o „Caderno“, as „avaliações externas“, o „bônus“, etc) tem no trabalho e no desenvolvimento profissional de professores, e a importância de mapear e discutir essas questões em nossos levantamentos.

A proposta curricular vigente, por exemplo, não deixa espaço para as decisões dos professores, de modo que não fica claro o que a Secretaria da Educação espera de reuniões de planejamento anual semelhantes àquela em que estávamos participando no momento. 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.

A partir das dificuldades apontadas pelos professores e, portanto, por interesse compartilhado de pesquisadores e professores, o trabalho colaborativo que então se desenvolveu caracterizou-se por dois focos principais:

- (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.

Ainda por negociação com os professores ficou determinado que as reuniões do grupo se dessem quinzenalmente, nos horários de ATPC.

É válido ressaltar que os pesquisadores passaram, a partir daí, a participar dos vários eventos da escola (confraternizações, reuniões de planejamento semestral, reuniões em conjunto com os professores de outras áreas, reunião de avaliação escolar, etc), de forma que foi possível adentrar e conhecer de maneira mais íntima o contexto em que nosso grupo de estudos foi inserido, ação essa que se apóia nos nossos referenciais da área de formação de professores.

Nas reuniões que se seguiram, e que estão listadas na tabela 2, adotou-se a seguinte dinâmica geral:

- Conversa informal: ao chegar à escola, os pesquisadores mantinham com os professores uma conversa informal, momento que ficou caracterizado pela manifestação de desabafos dos professores com relação a situações ocorridas nas escolas, problemas com alunos e insatisfação com as políticas públicas. Também relatavam experiências

mais pessoais pelas quais haviam passado nos dias precedentes, dificuldades fora da escola, etc.

Este espaço se constituiu em um importante momento, pois permitiu a manutenção de um clima de confiança e cumplicidade entre os professores e pesquisadores.

- Proposição e realização de atividades práticas que tivessem relação com os temas do currículo: foi adotada uma atitude provocativa a cerca das atividades demonstrativas e experimentais realizadas, em torno das quais surgiram intensas discussões, a partir das quais extraímos os dados.

As atividades práticas para discussão com o grupo foram selecionadas, ora pelos próprios professores que manifestavam interesse ou dificuldade com determinado assunto ou atividade prática, ora pelos pesquisadores, pela necessidade em discutir algum aspecto, metodologia didática ou conceito, a fim de obter maiores informações em relação aos saberes, concepções e dificuldades dos professores frente às atividades práticas. As atividades e discussões realizadas foram sempre pautadas em conceitos, críticas ou equívocos presentes nos *Cadernos do Aluno* da Proposta Curricular do Estado de São Paulo.

Outras atividades de discussão e estudo foram propostas com base no *feedback* colhido pelos colaboradores externos em cada etapa do projeto. Essas atividades incluíram, por exemplo, discussões sobre objetivos das atividades práticas, ou sobre características da atividade científica.

No decorrer do presente texto adotamos como convenção o uso da fonte em itálico e entre aspas para representar as transcrições das falas dos professores, assim como letras (PB, PQ, PC e PF) que correspondem aos códigos de identificação dos sujeitos, para preservação de sua identidade. Para identificação dos pesquisadores, utilizamos os termos *pesquisadores* ou *colaboradores externos*. Também utilizamos, nas transcrições das falas e dos acontecimentos, frases ou informações complementares entre colchetes. Esses acréscimos foram feitos no intuito de esclarecer e contextualizar as informações que julgamos importante para o leitor.

Tabela 2. Reuniões do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*

Data	Atividade
22/11/2010	Primeiro contato com a escola.
23/11/2010	Visita à escola e estabelecimento da parceria pela formação do <i>Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i>
09/02/2011	Reunião de planejamento e levantamento dos interesses das professoras PB e PQ.
14/02/2011	Reunião de planejamento e levantamento dos interesses do professor PF.
23/02/2011	Acordo com PB e PQ para a realização do trabalho colaborativo com a História da Biologia.
16/02/2011	Reativação do laboratório da escola tanto para as reuniões do grupo quanto para as aulas. <i>Atividades Práticas: Uso de fotos com retícula, Uso do tato para medição da sensação térmica.</i>
18/03/2011	Visita para o fortalecimento do vínculo com a escola.
23/03/2011	Relato dos professores sobre a utilização do laboratório para as aulas.
30/03/2011	Atividade prática <i>Microscopia celular de tecido vegetal</i> . Obs: Afastamento do professor PF, por motivo de doença.
01/04/2011	Realização, em sala de aula, de atividade prática de <i>Microscopia celular de tecido vegetal</i> pela professora PB, com auxílio de um colaborador externo.
13/04/2011	Atividade prática sobre <i>Oxidação de pregos e palha de aço</i> .
11/05/2011	Atividade prática <i>Investigando a relação entre a superfície e o volume por meio de cálculo matemático</i> .
20/05/2011	Entrevista gravada e transcrita com a professora PB sobre os critérios de escolha do livro didático.
25/05/2011	Atividade prática sobre a <i>Extração do DNA de frutas</i> .
27/05/2011	Entrevista gravada e transcrita sobre a visão da professora PB em relação a História da Biologia nos livros e materiais didáticos.
08/06/2011	Atividade prática sobre <i>Fermentação de Leveduras</i> .
17/06/2011	Entrevista gravada e transcrita sobre as concepções da professora PB em relação à História da Ciência.
29/06/2011	Festa de confraternização e encerramento do primeiro semestre da escola.
27/07/2011	Contato para o reinício das atividades do <i>Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais</i> .
10/08/2011	Reunião geral com todos os componentes da escola.
24/08/2011	Reunião de planejamento e levantamento das necessidades dos professores
02/09/2011	Reunião de planejamento das aulas de PB a partir de uma abordagem histórica.
06/09/2011	Acompanhamento, por um dos colaboradores externos, de uma aula sobre Lamarck, solicitado por PB.
06/09/2011	Reunião de planejamento e levantamento das necessidades da professora PQ
09/09/2011	Análise de vídeos com PB sobre a história das pesquisas com o DNA.
14/09/2011	Reunião geral da escola.
05/10/2011	Discussão e apresentação de vídeos para o estudo de forças Intermoleculares.
06/10/2011	Entrevista gravada e transcrita sobre as concepções da professora PB em relação a História da Biologia e seus saberes sobre essa temática.
11/10/2011	Acompanhamento por um dos colaboradores externos de uma aula em que foram aplicados os conteúdos sobre a história das pesquisas com o DNA, por PB.
11/10/2011	Realização de atividades práticas sobre as forças intermoleculares: <i>Mistura entre álcool e água, Pressão de vapor exercida pela acetona.</i>
18/10/2011	Acompanhamento de aula sobre o modelo da molécula de DNA, solicitado por PB.

26/10/2011	Discussão sobre as aulas com a abordagem histórica da professora PB.
09/11/2011	Reunião geral da escola.
23/11/2011	Festa de confraternização e encerramento do ano letivo da escola.
13/03/2011	Reunião para Atividade de Trabalho Pedagógico Coletivo (ATPC)
20/03/2012	Palestra sobre dificuldades de aprendizagem, ministrada por uma psicopedagoga.
10/04/2012	Reunião ATPC acompanhada pelos pesquisadores.
20/04/2012	Visita à escola, para conversar sobre horários que viabilizassem as reuniões do projeto.
04/05/2012	Nova conversa sobre horários para a viabilização das reuniões do projeto.
08/05/2012	Reunião com os professores para realizar atividade de <i>Discussão sobre o papel das atividades práticas no ensino de ciências</i> .
10/05/2012	Visita à escola, para conversar com a professora PC, recentemente integrada ao Projeto.
22/05/2012	Continuidade da <i>Discussão sobre o papel das atividades práticas no ensino de ciências</i> .
05/06/2012	Atividade teórica de <i>Discussão sobre “natureza da ciência”</i> .
14/06/2012	Conversa com PQ sobre possibilidades para a emissão de certificados de participação no <i>Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências</i> .
19/06/2012	Síntese das discussões anteriores sobre “natureza da ciência”. Teste e discussão da atividade de <i>Cromatografia de folhas vegetais em papel filtro</i> .
26/06/2012	Discussão sobre os conceitos de previsão, hipótese e experimentação e sua importância para o ensino prático.
07/08/2012	Atividade prática de <i>Observação de estruturas vegetais em flor de Lírio (<i>Lilium speciosum</i>)</i> .
21/08/2012	Atividade prática <i>Experimento sobre a conservação da massa na reação entre vinagre e bicarbonato</i> .
18/09/2012	Atividade prática de <i>Dissolução do sal de cozinha (NaCl) e do plástico de copos descartáveis em água e gasolina</i> .
09/10/2012	Atividade prática: <i>Experimento sobre conservação da massa na reação entre sulfato de cobre (CuSO₄) e hidróxido de sódio (NaOH)</i> , com uso de roteiro.
23/10/2012	Atividade prática de <i>Demonstração da variação do volume de uma amostra de ar em função do aquecimento</i> , com roteiro.
06/11/2012	Visita dos professores e pesquisadores do Projeto ao Jardim Botânico de Bauru.

1.3. Sujeitos da pesquisa: professores participantes do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*

Faremos uma breve descrição dos professores participantes do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências*, com o objetivo de contextualizar o leitor quanto a algumas características que distinguem os indivíduos envolvidos na pesquisa. As diferenças pessoais e de personalidade e formação se expressam na forma e na quantidade de informações que conseguimos coletar de cada indivíduo. Assim, enquanto PB pôde ser entrevistada sobre sua formação e história de vida, PQ não aceitou participar de entrevistas e PC nos forneceu algumas informações pessoais, ao longo das conversas

cotidianas. De PF, que foi afastado por motivos de saúde, logo no início do projeto, temos poucas informações.

PB – Professora de Biologia, licenciada em instituição superior particular de ensino. Interessou-se pela Biologia porque sempre gostou da “natureza”, já que morava na zona rural quando criança. Ali, relatou ter grandes dificuldades para realizar os estudos (“*a escola era longe, o ensino era fraquinho*”); na época do ginásio, os pais se mudaram para a cidade e ela terminou os estudos na rede pública. Conta que o ensino era muito fraco nessa época e, por ter que trabalhar durante o dia, realizou o ensino secundário no período noturno. Tinha o sonho de fazer Odontologia, mas, devido às condições financeiras da família, e também por julgar impossível passar em uma universidade pública, resolveu cursar Biologia, que era a matéria com a qual tinha mais facilidade na escola. Anos depois, realizou um curso de habilitação em Matemática, em uma faculdade que, posteriormente, foi extinta.

Formada, 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. Em determinado momento fez uma complementação em matemática, por se tratar de disciplina que “*sempre falta professor*”, assim, ministrou por alguns anos, aulas de matemática também.

Já fez pós-graduação em *Gestão Escolar* e realizou concomitante ao *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*, uma especialização semipresencial em ensino de Biologia promovido pelo Programa Rede São Paulo de Formação Docente (REDEFOR)

PB relata 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. PB atribui essas dificuldades a falhas na sua formação inicial.

No entanto, demonstra grande interesse para com a aprendizagem e o desenvolvimento profissional, embora, em muitos momentos, tenha 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, PB 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.

PB mostrou, em geral, uma significativa disposição para experimentar e investigar, característica esta que se manifestou desde o início do projeto, não tendo ocorrido por sua influência.

PQ – Professora de Química (licenciada), formada por instituição particular de ensino. É efetiva da rede pública de ensino há cerca de dez anos, onde também realizou sua formação básica (ensino fundamental e médio). Não reside na cidade onde trabalha, tendo que viajar toda semana para a mesma. Aos finais de semana volta para a cidade de origem, por isso, espera conseguir remoção para lá.

PQ procurou evitar ao máximo, ao longo do projeto, situações em que seus saberes disciplinares e pedagógicos pudessem ser expostos (em situações que revelavam certa precariedade de seus saberes disciplinares, procurava dar a impressão de que dominava o assunto, e falava com “ar professoral”). No entanto, mostrava-se interessada pelas atividades do Projeto, participando ativamente até quando, em determinado momento do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências*, passa a exercer o cargo de vice-diretora, ficando gradativamente impedida de participar das reuniões do projeto.

PQ pediu para não ser entrevistada, de forma que não temos muitas informações sobre sua história de vida. Ela demonstra ser mais segura com relação a sua disciplina e ao ensino que ministra. Também apresenta grande interesse em aperfeiçoar-se, de forma que durante os dois anos que participou do nosso projeto de formação, fez dois cursos: um promovido pela Unesp, cujo tema era “*Educação Ambiental*” e uma “*Especialização em ensino de Química*”, realizada à distância e promovida pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo.

Ao final desses dois anos, PQ conseguiu sua remoção e deixou a escola e o *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*.

PC – Professora de Ciências, formada por instituição particular de ensino. Tem como primeira formação Fisioterapia, mas cursou Pedagogia, também, pois seu campo 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*, durante um ano (o segundo ano do projeto na escola). No ano letivo seguinte, PC também não pegou aula na escola do Projeto.

Percebemos forte ligação da PC com a formação em fisioterapia, sendo que seu interesse em cursos de aperfeiçoamento tinha sempre relação com essa área. 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.

Foi frequente que PC criasse contendas em relação às explicações científicas apresentadas pelos colaboradores externos, mesmo quando não havia razão imediata para isso, parecendo, em vários momentos, estar primeiramente preocupada 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. Além disso, deu indícios, em vários momentos, de que não enxergava valor em discussões mais teóricas, pertinentes a campos como o da didática das ciências

PF – Professor de Física efetivo da escola, formado em instituição da rede pública de ensino superior. Pareceu-nos, pela pouca convivência que tivemos que apresentava boa formação em Física, bem como uma boa cultura geral. Em muitos momentos, inclusive, parecia interessado em exhibir seus conhecimentos para os presentes. Apresentava-se bastante desestimulado com as políticas públicas de educação e, embora interessado com as questões do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* (pedindo materiais e literatura com relação a alguns temas), foi afastado por motivo de doença logo nas primeiras reuniões do projeto, permanecendo afastado por, praticamente, todo o período em que ficamos na escola.

Pesquisadores (ou colaboradores externos) – Tratavam-se de quatro pesquisadores, sendo o coordenador do projeto, biólogo, docente da universidade e orientador dos demais. Um doutorando, biólogo, autor do presente trabalho, cujo interesse principal era a investigação da formação de professores por meio de atividades práticas. Um mestrando, biólogo, cujo enfoque era o uso da História da Ciência por

professores de Biologia e, outro mestrando, químico, com interesse no estudo das atividades práticas no ensino de química.

No próximo capítulo, apresentaremos os dados e algumas análises realizadas. Para facilitar a leitura, decidimos por algumas convenções:

No decorrer do presente texto adotamos como convenção o uso da fonte em itálico e entre aspas para representar as transcrições das falas dos professores, assim como siglas (PB, PQ, PC e PF) que correspondem aos códigos de identificação dos sujeitos, para preservação de sua identidade. Também utilizamos, nas transcrições das falas e dos acontecimentos, frases ou informações complementares entre colchetes. Esses acréscimos foram feitos no intuito de esclarecer e contextualizar as informações que julgamos importante para o leitor. Os pesquisadores não foram nomeados nem diferenciados por siglas, sendo usada a primeira pessoa do plural para identificá-los.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dados referentes aos encontros realizados durante o *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* foram analisados no intuito de responder à questão geral dessa pesquisa: “De que forma um processo de formação continuada de professores de ciências, organizado a partir da discussão realização de atividades práticas, pode contribuir para que os professores aperfeiçoem saberes docentes de diversas naturezas?”

Para isso, selecionamos 12 das atividades práticas realizadas com os professores do Projeto (as outras atividades práticas desenvolvidas estão citadas no Anexo 1e serão analisadas em publicações futuras). As atividades estão apresentadas em ordem cronológica, e introduzidas por um subtítulo após o qual apresentamos os antecedentes e os objetivos das mesmas. As análises e discussões foram feitas no decorrer da descrição da atividade sendo as falas das professoras marcadas com fonte em itálico. Para preservar a identidade dos indivíduos envolvidos na pesquisa, os professores estarão indicados pelas siglas PB, PQ, PC, PF, PB2 e PQ2. Os pesquisadores (ou colaboradores) não foram nomeados por siglas, sendo usada a primeira pessoa do plural para referenciá-los.

Daremos destaque a dois aspectos presentes nas análises: as estratégias formativas desenvolvidas pelos pesquisadores, no decorrer das reuniões, no sentido de promover a mobilização dos saberes docentes dos professores participantes, e os saberes docentes mobilizados (ou com possibilidade de serem mobilizados) de acordo com a tipologia de Tardif (2004), em tais atividades. Assim, ao final de cada atividade descrita, sintetizaremos esses dois aspectos (estratégias desenvolvidas e saberes mobilizados) em quadros que possibilitarão a visualização das informações de forma clara e resumida.

Os dados referentes às outras reuniões e atividades do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* não serão disponibilizados na tese, pois se trata de um material longo e rico em informações que poderão ser reinterpretadas e enriquecidas em publicações futuras.

4.1 Atividade Prática realizada em 30/03/2011: “*Microscopia celular de tecido vegetal*”.

Estavam presentes, nessa reunião, as professoras PB e PQ e dois professores eventuais, de ciências, que estavam na escola, naquele dia, e acompanharam a atividade.

A atividade prática de microscopia celular foi uma das primeiras a serem realizadas no *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*. Foi motivada pelo interesse de PB no tema “biologia celular”, conteúdo com o qual estava trabalhando nas 2^{as} séries do ensino médio. O *Caderno do Aluno* (SÃO PAULO, 2010, 1º Bimestre, 2º ano) estabelecia para o 1º bimestre conteúdos referentes à “Organização celular e funções vitais básicas”, mas, não apresentava propostas de atividades práticas para o tema, de forma que a sugestão foi bem acolhida pelos professores.

O objetivo da atividade foi discutir o papel da observação no ensino de ciências e na própria Ciência, promovendo a familiarização dos professores com os microscópios que a escola possuía, de forma que posteriormente os professores pudessem utilizá-lo nessa ou em outras aulas práticas realizadas na escola.

O enfoque ao conhecimento e uso das instalações e equipamentos presentes na escola foi uma estratégia importante do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*. Os professores pertencem a um sistema de ensino real, com condições reais de infraestrutura sendo que as possibilidades e precariedades desse sistema devem ser conhecidas por eles para que, assim, possam melhor aproveitá-las ou, ainda, lutar por melhorias.

Os professores investigados, por exemplo, não sabiam da existência de microscópios nessa escola, pois os mesmos permaneciam sob guarda da coordenação para evitar que fossem utilizados de forma inadequada ou mesmo, furtados. Os equipamentos pertencentes a uma instituição escolar devem ser conservados, uma vez que são propriedades públicas, no entanto, as atitudes extremas podem limitar a prática docente quanto ao seu uso, e do mesmo modo, limitar as possibilidades para a aprendizagem dos alunos.

No laboratório didático, testamos os dois microscópios existentes na escola, mas apenas um deles possuía lâmpada funcionando. Essa lâmpada, porém, esquentou de modo exagerado. Provavelmente em razão disso, uma peça plástica do condensador já apresentava sinais de derretimento em grande parte de sua extensão. Reparamos que a lâmpada instalada no microscópio era de 20 W, ao passo que a especificação registrada

no próprio aparelho indicava o uso de lâmpadas com potência menor (15 W). Concluímos, a partir disso, que a lâmpada original queimara e fora substituída, de forma inadequada, o que atrapalhava o bom funcionamento do equipamento. Situações como essa podem ser recorrentes nas escolas públicas que não possuem um profissional técnico de laboratório para repor materiais, fazer reparos e suprir sua demanda, o que facilita a perda e o uso inadequado dos equipamentos, diminuindo sua vida útil.

Um dos pesquisadores havia trazido lâminas de microscopia pertencentes a uma coleção particular sua, e tentou focalizar uma dessas lâminas com o microscópio que estava funcionando melhor (o que possuía a lâmpada que acendia). No início, teve alguma dificuldade, mas logo percebeu que os problemas encontrados se deviam ao fato de que uma das lentes objetivas estava parcialmente desrosqueada; assim, após ajustar devidamente o aparelho, focalizou várias lâminas com as lentes objetivas de 10x e 40x, conseguindo imagens bem nítidas das amostras selecionadas.

Nessa oportunidade, foram observados ao microscópio, por todos os presentes, os seguintes materiais:

- Cortes de órgãos vegetais corados, pertencentes à coleção do pesquisador (folha, raiz);
- Epiderme de cebola;
- Folha de *Elodea*, material este que, sob aumento médio, permitiu uma visualização satisfatória dos contornos celulares e dos cloroplastos;
- Esfregaço de sangue humano, montado em lâmina pertencente à coleção da escola.

As professoras PB e PQ, que estavam presentes na reunião, revezaram-se ao microscópio, seguindo as orientações dos pesquisadores quanto a aspectos a serem observados.

Os pesquisadores procuraram mostrar para as professoras quais estruturas, nas imagens, correspondiam às células; mostraram, também, os cloroplastos das células de *Elodea*, enfatizando que a coloração verde era dada pela clorofila que havia no interior desses cloroplastos; e, utilizando-se da comparação entre as lâminas de materiais vegetais e a lâmina de esfregaço de sangue humano, destacaram algumas diferenças entre as células vegetais e animais.

Indicaram, ainda, a presença de núcleo nas células vegetais de alguns materiais observados, salientando que tais estruturas estavam visíveis devido ao fato de que as amostras de material haviam sido coradas (em células ao natural o núcleo geralmente não era discernível).

Não tínhamos ilustrações dos materiais que estavam sendo observados, o que dificultava um pouco a comunicação com as professoras. Diante disso, citamos a possibilidade de levarmos à escola, num outro dia, imagens de cortes de estruturas vegetais (fotos, desenhos), para que todos pudessem analisar juntos.

Notar que nessa reunião (e em várias outras que se sucederam) os pesquisadores optaram por não utilizar um roteiro de realização ou discussão das atividades práticas propostas. Essa decisão foi tomada porque temíamos que a existência de roteiros poderia distorcer o sentido do projeto - isto é, poderia sinalizar aos professores que nossa intenção era a de fornecer receitas, ou estimular algum professor a simplesmente reproduzir em aula os roteiros elaborados por nós. Porém, conforme explicado mais adiante, nas ocasiões em que PB e PQ incorporaram contribuições do projeto às suas aulas, elas sempre modificaram tais contribuições de maneira a ficarem adaptadas às formas de trabalhar que julgavam mais adequadas. Assim, nosso temor em relação à possibilidade de reprodução mecânica de receitas acabou mostrando-se infundado. Além disso, na fase final do projeto (conforme também será explicado), os pesquisadores resolveram testar o desenvolvimento de algumas atividades práticas auxiliadas por roteiros, e o resultado obtido é que essa estratégia foi bastante útil no sentido de colocar em primeiro plano a discussão de questões didático-pedagógicas.

PB interessou-se por realizar uma aula de microscopia com seus alunos, e ficou combinado que na próxima sexta-feira pela manhã (dia 01/04/11) um dos pesquisadores compareceria a escola e a ajudaria no desenvolvimento da aula em questão.

Sugerimos, a partir disso, que nossa atenção principal se voltasse ao conhecimento da coleção de lâminas pertencente à escola, pois era esse o material que estava mais facilmente disponível para as professoras. Propusemos, também, que a PB examinasse as lâminas da escola em horários vagos, a fim de familiarizar-se um pouco mais com as imagens e atividades de microscopia.

Mais uma vez, pode-se perceber a preocupação dos pesquisadores com relação ao conhecimento dos recursos disponíveis na sua escola. Quando se tem cursos de formação oferecidos a professores provenientes de escolas diversas e que são deslocados de seu ambiente de trabalho, atitudes como essa são dificultadas,

principalmente pela falta de conhecimento dos pesquisadores das condições reais de trabalho dos docentes envolvidos.

Um dado importante a ser destacado é que, durante a atividade de microscopia, PB e PQ fizeram comentários e perguntas que pareciam indicar que elas apresentavam várias lacunas em seus conhecimentos básicos sobre o tema em foco (estrutura da célula e dos tecidos), pelo menos no que se refere aos saberes necessários ao trabalho prático. Não era esperado, obviamente, que a professora PQ dominasse satisfatoriamente o assunto, já que ela é formada em Química, mas foi significativo o fato de que a professora PB, embora possuindo habilitação em Biologia, inicialmente não soubesse localizar, nas imagens de cortes de órgãos vegetais, onde estavam as células, e fez algumas perguntas a respeito.

Também participaram das observações dois professores substitutos, de ciências, que estavam na escola naquele dia e vieram ao laboratório para acompanhar a atividade. Um deles, oportunamente, propôs como atividade para reuniões futuras, a preparação e observação de uma cultura de protozoários, pois, em sua opinião, esse tipo de trabalho com os alunos ajudaria a mostrar, entre outras coisas, que a célula não é estática. Esta atividade, infelizmente se perdeu em meio a outros interesses do projeto e não foi realizada.

Atividade de Microscopia realizada por PB

Conforme solicitado por PB, devido à sua “*inexperiência no manuseio do microscópio*”, um dos pesquisadores acompanhou e auxiliou a aula prática da docente no dia 01/03/2012. Embora estivesse bastante interessada em utilizar esse recurso para complementar sua aula, havia ficado evidente a pouca familiaridade da professora com o microscópio e com alguns conceitos referentes a ele (imagens de tecidos).

A dinâmica adotada na aula foi de grupos de 5 a 6 alunos por bancada (no laboratório) com a solicitação de desenvolvimento de um relatório por grupo; em tal relatório da atividade era solicitado: análise e registro por desenho do material observado, descrição (indicação do nome) das estruturas observadas e sua função, e relato da metodologia de preparo dos materiais observados.

O pesquisador explicou aos alunos sobre o uso do microscópio, lâminas e lamínulas; foi ele, também, quem montou e focalizou as lâminas; os materiais observados foram folhas de *Elodea*, epiderme de cebola e esfregaço de sangue humano; PB explicou as observações e procurou controlar a disciplina dos alunos.

É interessante destacar que, embora tenha planejado a aula com base nas discussões do dia 30/03/11 e solicitado a monitoria do pesquisador, PB participou ativamente da construção do produto final oferecido aos alunos, pois foi ela quem estabeleceu a estrutura geral da aula (forma de organização da turma, etapas da aula, tarefas dos alunos, registros a serem elaborados). Acreditamos que para tal, tenha mobilizado seus saberes experienciais, ou seja, baseou-se na vivência de situações específicas relacionadas ao espaço da escola e às relações estabelecidas com esses alunos baseando-se no que conhecia de suas turmas de aluno, nas características dos mesmos, nas atividades que já realizara com os alunos e na atividade vivenciada conosco, para assim planejar e adaptar a atividade prática à aula que iria realizar.

A primeira turma de alunos estava bastante agitada, porém, ansiosa com a aula prática, pois era a primeira vez que eles participavam de uma atividade de observação de materiais em microscopia. Alguns alunos demonstraram bastante interesse na aula, fazendo questionamentos como: *“professora o que vamos conseguir observar? Vai dar pra ver as células? Como é o nome mesmo desse aparelho, é muito caro? Esse microscópio é da escola?...”* Porém, um ou dois alunos demonstravam total desinteresse na atividade “batucando” na mesa da bancada, cantando, fato que desmotivou a professora.

No segundo grupo, por sua vez, os alunos apresentaram bastante interesse nas observações e, inusitadamente, um deles demonstrou que queria observar um fio de cabelo ao microscópio. A professora permitiu dando, portanto, abertura para a atitude investigativa do aluno que ficou bastante surpreso em ver como era a estrutura do cabelo e que ela se aproximava muito do que era mostrado nas imagens dos comerciais de *shampoo*. Esse fato foi empolgante para a professora que ficou satisfeita ao notar o resultado da sua aula em *“despertar o interesse nos alunos”*.

Em conversa realizada posteriormente, a professora comentou que o primeiro grupo de alunos com os quais trabalhou era uma turma bastante difícil e que estava repensando sua ideia de trabalhar as aulas em laboratório. Disse que havia pensado, em virtude de nossas discussões, na ideia de revitalizar totalmente o laboratório e começar a trabalhar todas as aulas nesse local, entretanto, ela começou a demonstrar desmotivação devido à indisciplina dos alunos.

Nesse excerto, ficou clara para nós a contradição entre o estímulo gerado pelas reuniões do projeto e o desestímulo proveniente da indisciplina dos alunos.

“Estou pensando que não vou conseguir controlar esses alunos, estou ponderando em não mais trabalhar muito aqui no laboratório porque... e se eles começarem a depredar as bancadas novas, o que eu vou fazer?”.

Essas manifestações da docente deixaram subentendida a falta de uma análise mais detida das atividades práticas, que as situasse quanto a suas possíveis funções no processo de ensino, os limites de sua contribuição pedagógica e a necessidade de sua articulação com outras atividades de ensino pertinentes, o que nos remete, portanto, a lacunas nos saberes da formação profissional (TARDIF, 2004).

Por outro lado, no exemplo em análise, a experiência de trabalho parece ter fornecido, entre outras coisas, elementos de validação da nova forma de trabalhar (TARDIF, 2004). A professora “viu com seus próprios olhos” que a aula prática desenvolvida e a abertura dada aos alunos para as observações propostas por eles aumentaram o interesse da turma pelo tema em estudo (célula). Aliás, é possível argumentar que o professor aprende muito quando uma ideia para uma aula deixa de ser uma mera ideia e é transportada para o plano das tentativas concretas de implementação. A experiência de trabalho gera *feedback*, contribuindo para que o conhecimento do professor ao final do processo seja maior do que no início.

Para aprofundamento no tema trabalhado por PB, foi fornecida a ela uma cópia da dissertação de Bastos (1992), que investigou o conceito de célula viva entre alunos do ensino médio.

A fim de proporcionar uma visão geral acerca do trabalho realizado e de seus possíveis resultados e limitações, apresentamos a seguir, na forma de quadros,

- Uma síntese das principais estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante os episódios relatados, acompanhada de exemplos de situações em que essas estratégias receberam destaque;
- Uma indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante os episódios relatados, acompanhada de exemplos de situações envolvendo esses saberes.

Quadro 4. Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “Microscopia de tecidos vegetais”.

Estratégia empregada pelos colaboradores externos	Exemplos de situações em que a estratégia recebeu destaque
Propor atividades práticas que possuam relação com o currículo escolar	- A atividade prática de observação de células foi escolhida porque o tema fazia parte do currículo do 2º ano (ensino médio) da Biologia.
Valorizar e estimular a utilização das instalações e equipamentos presentes na escola	- No laboratório didático, testamos os dois microscópios existentes na escola. - Propusemos que a PB examinasse as lâminas da escola em horários vagos, a fim de familiarizar-se um pouco mais com as imagens e atividades de microscopia.
Usar roteiros de realização e discussão das atividades práticas propostas	- Não houve uso de roteiro, a fim de não caracterizar o trabalho desenvolvido como uma tentativa de fornecimento de receitas.
Dar espaço para a participação ativa dos professores nas atividades propostas	- As professoras PB e PQ revezaram-se ao microscópio e colocaram várias perguntas.
Dar atenção às dificuldades conceituais dos professores durante as atividades propostas	- Durante a atividade de microscopia, os pesquisadores procuraram sanar as dúvidas das professoras quanto à célula e sua estrutura.
Apoiar os professores durante seu trabalho em aula (quando solicitado)	- Conforme solicitado por PB, devido à sua “ <i>inexperiência no manuseio do microscópio</i> ”, um dos pesquisadores a acompanhou e auxiliou durante a realização da aula prática de microscopia.
Estimular o aprofundamento do tema em estudo	- Foi fornecida a PB uma cópia da dissertação de Bastos (1992), que investigou o conceito de célula viva entre alunos do ensino médio.

Quadro 5. Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “Microscopia de tecidos vegetais”

Tipos de saberes (TARDIF, 2004)	Exemplos de situações em os saberes em questão se manifestaram e/ou podem ter sido construídos
Saberes disciplinares	- Durante a atividade de microscopia, PB e PQ fizeram comentários e perguntas indicativos de que elas apresentavam várias lacunas em seus conhecimentos básicos sobre os temas em estudo (por exemplo, não conseguiram identificar as células na lâmina ao microscópio). Os colaboradores externos, por sua vez, tentaram sanar essas dúvidas. - Ao ministrar sua aula, PB foi capaz de explicar aos alunos as observações que seriam realizadas, o que indica que houve aperfeiçoamento de seus saberes disciplinares. - O planejamento da aula e a experiência de trabalho com os alunos também podem ter contribuído para a consolidação de saberes disciplinares de PB.
Saberes da formação profissional	- Quando os alunos perguntaram sobre a estrutura de um fio de cabelo, PB estimulou-os a realizarem observações (colocando em prática, portanto, um princípio de ação didática, bastante valorizado pela literatura atual, e que destaca a importância de os alunos serem estimulados a desenvolver investigações).
Saberes curriculares	- PB entrou em contato com determinadas idéias (observar folhas de <i>Elodea</i> , observar epiderme de cebola, etc.) que permitiam organizar uma aula prática de microscopia.

Saberes experienciais	- Durante a reunião com os colaboradores externos, as professoras vivenciaram um processo de observação e discussão semelhante àquele que poderia ocorrer em aula. - A professora utilizou saberes experienciais para planejar e estabelecer a estrutura de sua aula de observação de células. - A professora “viu com seus próprios olhos” que a aula prática desenvolvida e a abertura dada aos alunos para que realizassem suas próprias observações aumentou o interesse da turma pelo tema em estudo (célula).
-----------------------	---

4.2 Atividade Prática realizada em 13/04/2011: “*Oxidação de prego e palha de aço*”.

Na presente atividade, estavam reunidos os pesquisadores e as professoras PB e PQ.

A atividade prática de observação da oxidação do prego e de palha de aço foi proposta porque a PQ estava trabalhando, em aula, o tema “Evidências de reação químicas”, e mostrara interesse por sugestões de atividades práticas sobre esse assunto.

O objetivo da atividade prática realizada foi apresentar aos professores, um experimento que evidenciasse uma reação química a partir de materiais encontrados no cotidiano dos alunos, ou seja, que fossem facilmente acessíveis. Diversas vezes, PQ havia atentado para o fato de que os materiais necessários à realização das atividades práticas propostas pelos *Cadernos de Química* eram, geralmente, de difícil acesso. Exemplificou o problema citando o “*sulfato de cobre pentaidratado*”, reagente que, segundo ela, sempre estava presente nas propostas experimentais do material curricular, embora não fizesse parte dos *kits* distribuídos pela Secretaria da Educação para as escolas.

Relatamos que no protocolo original (LIMA et al., 2004, p.32-34) sugeria-se apenas o uso de pregos, mas decidimos usar também pedaços de palha de aço, devido a sua maior superfície de contato com o meio. Assim, a montagem do experimento foi feita colocando-se separadamente prego e palha de aço em:

- Vidro de azeitonas fechado, contendo água fervida;
- Vidro de azeitonas aberto contendo água não fervida;
- Vidro de azeitonas aberto contendo óleo de cozinha.

Para realização da atividade, PQ ferveu a água, e um dos pesquisadores preparou a montagem. Os potes de vidro foram então guardados sobre uma “bancada” no almoxarifado, a fim de ficarem em repouso durante alguns dias. PQ se propôs a

observar periodicamente a montagem, para saber a partir de quanto tempo a transformação ficara evidente na palha de aço e nos pregos.

Comentamos, na ocasião, que nunca havíamos feito aquele experimento, então, não sabíamos exatamente como seria o resultado. Salientamos aos professores a importância de testarmos os experimentos antes de os levarmos aos alunos, e também a possibilidade de incrementá-los. No caso do experimento em questão, a ideia de usar a palha de aço foi dos pesquisadores, ampliando a proposta original. Da mesma forma, contamos que alguns experimentos realizados anteriormente (difusão da anilina em água quente e água gelada; e fermentação da sacarose pela levedura, em diferentes condições), tiveram ensaios prévios, adaptações e mesmo criações.

Socializamos com os professores que havíamos, por exemplo, testado várias vezes a montagem da fermentação da sacarose, até encontrar a solução mais adequada (volume do recipiente, quantidade de fermento, quantidade de açúcar, temperatura da água etc.). O experimento de difusão da anilina, por sua vez, fora pensado tendo em vista o interesse em preencher uma lacuna (não conhecíamos, na época, nenhuma atividade prática que desse pistas sobre a variação da velocidade de difusão com a temperatura, então procuramos nós mesmos imaginarmos uma atividade).

Além disso, é comum que uma ideia encontrada num livro, para realização de um experimento, embora pareça boa inicialmente, contenha instruções imprecisas, ou erradas. O objetivo da discussão realizada foi estimular os professores a testar, criar e ousar, pois essa é uma das características do seu trabalho, ou seja, é importante que o professor consiga adaptar e criar em busca dos objetivos que pretende.

Passadas duas semanas (reunião de 27/04/11), PQ nos trouxe os potes do experimento de oxidação de pregos e palha de aço. Estava bem visível a diferença de aspecto entre a palha de aço na água comum (que apresentava claros sinais de oxidação) e a palha de aço no óleo e na água fervida (que ainda se conservava semelhante ao que era no início do experimento). PB parecia não saber a explicação do fenômeno, então PQ fez uma breve explanação.

PQ havia acompanhado as etapas intermediárias do experimento, e comentou que, após dois e quatro dias, a oxidação da palha de aço era bem evidente, mas a água estava clara, facilitando a observação dos corpos imersos. Continuou sua fala dizendo que, com o passar do tempo, *“a água foi ficando cada vez mais turva, e agora (decorridas duas semanas) está difícil de ver o Bombri!”*.

Examinando os potes mais de perto, verificamos que os pregos não tinham sinal de oxidação, mesmo quando ficaram na água comum. Especulamos que isso acontecera porque os pregos, apesar de terem vindo em embalagem que não especificava seu material constituinte, poderiam ser de aço inoxidável. Valemo-nos do acontecimento para expor que esse seria um exemplo de como o teste prévio da atividade prática pode ser rico, pois um problema foi detectado, formulamos uma hipótese sobre a causa do problema e, a partir disso, tínhamos ideias sobre como melhorar a montagem do experimento. As professoras vivenciaram esse processo, o que provavelmente lhe proporcionou alguns saberes experienciais.

PQ citou um texto da revista *Superinteressante* (Editora Abril, São Paulo, SP), ao qual tivera acesso, que explicava sobre a oxidação, inclusive apresentando as equações químicas. Relatou que tivera a ideia de propor aos alunos a leitura do texto, seguida da realização do experimento de oxidação dos pregos, experimento este que, segundo ela, “*ilustraria bem o assunto*”.

PB ponderou, assim como nós, que o experimento poderia ser realizado antes da leitura do texto, para que os alunos elaborassem suas previsões e hipóteses. A realização da atividade prática antes ou depois da teoria iria depender dos objetivos educacionais que o professor pretende alcançar com seus alunos, não existindo uma fórmula ou receita única.

Notamos, nesse caso (e em outros momentos do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências*), a possível concepção de PQ de que o papel do experimento, no ensino, é ilustrar a teoria. Embora, um dos objetivos do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* fosse, justamente, discutir as questões teóricas, ou seja, didático-pedagógicas das atividades práticas, não tivemos nesse momento, abertura das professoras para um aprofundamento dessas questões.

Por outro lado, podemos destacar que PQ estava “criando” novas formas de trabalhar a partir de materiais já existentes, propondo a articulação entre um texto de divulgação e o experimento em estudo. Podemos supor que, ao imaginar como seria essa aula, PQ provavelmente tenha lançado mão de seus saberes experienciais. As professoras realizaram sínteses entre os aportes oferecidos pelo projeto e outros elementos de sua vivência. Os saberes experienciais são importantes para nortear essas sínteses, pois elas propõem algo que consideram viável e que tem sustentação em suas experiências de trabalho docente.

Quadro 6. Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “Oxidação de pregos e palha de aço”.

Estratégia empregada pelos colaboradores externos	Exemplos de situações em que a estratégia recebeu destaque
Propor atividades práticas que possuam relação com o currículo escolar.	- A atividade prática foi escolhida, entre outras razões, porque ajudava a discutir um dos temas do currículo de química.
Valorizar os interesses e demandas dos professores.	- PQ solicitou atividades que abordassem “Evidências das reações químicas”.
Dar espaço para a participação ativa dos professores nas atividades propostas.	- A professora PQ auxiliou na montagem do experimento e acompanhou diariamente a evolução dos resultados.
Compartilhar o processo de planejamento e teste das atividades práticas propostas.	- A ideia de usar a palha de aço (ao invés de somente os pregos) foi dos pesquisadores, ampliando a proposta original. - Os pesquisadores comentaram sobre os testes que fizeram para elaborar o protocolo de outros experimentos já realizados (difusão da anilina em água quente e água gelada, fermentação da sacarose pela levedura).
Valorizar as contribuições das professoras, a fim de estimular a sua participação.	- PB parecia não saber a explicação do fenômeno, então PQ fez uma breve explanação.
Encorajar a discussão de aspectos didático-pedagógicos do trabalho em aula com as atividades práticas propostas.	- PB ponderou, assim como nós, que o experimento poderia ser realizado antes da leitura do texto, para que os alunos elaborassem suas previsões e hipóteses.
Retomar e desenvolver aspectos já citados em momentos anteriores	- Socialização dos testes prévios realizados com experimentos propostos em reuniões anteriores

Quadro 7. Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “Oxidação de pregos e palha de aço”

Tipos de saberes (TARDIF, 2004)	Exemplos de situações em os saberes em questão se manifestaram e/ou podem ter sido construídos
Saberes disciplinares	- PB parecia não saber a explicação do fenômeno, então PQ fez uma breve explanação.
Saberes da formação profissional	- PB ponderou, assim como nós, que o experimento poderia ser realizado antes da leitura do texto, para que os alunos elaborassem suas previsões e hipóteses (manifestava aqui, portanto, uma proposta consistente com as discussões encontradas na literatura atual).
Saberes curriculares	- PQ comentou que os materiais para a realização dos experimentos sugeridos nos cadernos do Aluno são muitas vezes de difícil acesso. - Professoras tiveram contato com uma proposta de experimento que elas ainda não conheciam (e que provavelmente passou a fazer parte de seu repertório de alternativas para estruturação do currículo).
Saberes experienciais	- As professoras vivenciaram o processo de realização da atividade prática, constatando suas peculiaridades e possibilidades para seu aperfeiçoamento. - PQ relatou que tivera a ideia de propor aos alunos a leitura de um texto, seguida da realização do experimento de oxidação dos

	pregos, experimento este que, segundo ela, “ilustraria bem o assunto” (essa formulação provavelmente foi elaborada com base em vivências diversas que indicavam que o correto é iniciarmos sempre pela teoria, pois sem a teoria a prática não pode ser compreendida).
--	--

4.3. Atividade Prática realizada em 11/05/2011: “Investigando a relação entre a superfície e o volume por meio de cálculo matemático”

Os participantes desta atividade foram os pesquisadores e as professoras PB e PQ.

A atividade prática realizada para investigar a relação entre a superfície e o volume por meio de cálculo matemático foi pensada como uma possibilidade para complementar um experimento realizado por PQ, com alunos do 3º ano do ensino médio, sobre a velocidade das transformações químicas. Permitir que as discussões ocorridas em cada etapa do projeto pudessem de alguma forma ser resgatadas e aproveitadas em etapas subsequentes, foi uma estratégia recorrente no *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências*. O objetivo dessa medida foi propiciar que o trabalho, desenvolvido com os professores, adquirisse características de „percurso” ou „processo”, contrapondo ações formativas fragmentadas ou pontuais.

O experimento realizado por PQ estava proposto no *Caderno do Aluno* (SÃO PAULO, 2010, 2º Bimestre, 3º ano) e consistia em colocar dois comprimidos efervescentes de bicarbonato de sódio, um inteiro e outro triturado, em água, com o objetivo de comparar as duas montagens e verificar a influência da superfície de contato na velocidade da transformação química observada.

A professora solicitara que os alunos respondessem a um roteiro adaptado do próprio *Caderno do Aluno*, e tal qual a maioria das atividades analisadas, propostas no material, apresentava uma linguagem simplificada e cotidiana para o fenômeno observado, referindo-se à velocidade de reação como “rapidez”. Além disso, as perguntas do roteiro constituíam-se na descrição de fatos observados (“o que ocorreu?”, “onde o comprimido desmanchou mais rápido”? etc), não trazendo as explicações teóricas subjacentes ao fenômeno.

No diálogo, realizado com a professora, pudemos perceber que ela considerava que as explicações preliminares, voltadas para a introdução do experimento, já constituíam explicação suficiente, de modo que não havia apresentado aos alunos os modelos teóricos relacionados.

Diante disso, nos ocorreu que o aluno pode constatar a relação de causa e efeito (quando o comprimido está triturado a velocidade é maior), mas não compreender sua razão. Em outras palavras, o conhecimento do fato de que o comprimido “esmigalhado” efervesce mais rápido que o comprimido íntegro não garante a compreensão de que o fenômeno em estudo tem a ver com as diferenças na relação superfície-volume.

Sugerimos, então, realizar uma atividade de cálculo da superfície de sólidos formados por caixinhas de fósforos arranjadas segundo diferentes padrões, destacando que esse conceito era importante não apenas no estudo da química (por exemplo, para entender a diferença entre o comprimido efervescente intacto e o triturado etc.), como também nas aulas de biologia (por exemplo, para entender a importância da existência dos alvéolos pulmonares, das microvilosidades no intestino delgado, da trituração do alimento pela mastigação), além disso, complementava a atividade de “oxidação do prego e palha de aço”, já realizada anteriormente, na qual a palha de aço apresentava uma grande superfície de contato com a água. Sempre que possível tentamos relacionar os fenômenos e conceitos em estudo com questões das três disciplinas da área de ciências naturais (física, química e biologia), de forma a quebrar as fronteiras entre essas disciplinas e contemplar os possíveis interesses de todas as professoras participantes.

A atividade, criada por um dos pesquisadores, foi realizada com o auxílio de protótipos confeccionados com caixinhas de fósforos coladas entre si. Havia cinco materiais diferentes a serem apresentados, todos eles compostos por oito caixinhas de fósforos (oito peças): (a) paralelepípedo único de oito peças; (b) um paralelepípedo semelhante dividido em dois blocos de quatro peças; (c) três blocos equivalendo, respectivamente, a $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{4}$ do paralelepípedo original; (d) quatro blocos iguais, cada um deles correspondendo a $\frac{1}{4}$ do paralelepípedo de oito peças; (e) oito caixinhas deitadas e coladas em fileira, de modo a formar uma espécie de “fio”.

Tal atividade solicitava aos professores que calculassem e comparassem o volume e a superfície de diferentes protótipos construídos com caixinhas de fósforos e podia ser realizada com os alunos em aula.

A fim de elencarmos algumas possibilidades para contextualização do assunto em aula, conversamos sobre exemplos de situações em que a relação superfície-volume era importante. Os exemplos citados foram os seguintes: comprimido efervescente após ter sido esmigalhado, vilosidades e microvilosidades no intestino delgado, alvéolos

pulmonares ao final de condutos respiratórios intensamente ramificados, pedaço de carne bovina após ter sido moído, alimento após sofrer a ação da mastigação.

Em seguida o material prático foi apresentado, com a sugestão de possíveis linhas de raciocínio a serem compartilhadas com os alunos: *“vamos imaginar que um bolo muito quente, recém-saído do forno, é cortado em duas partes, e depois em quatro etc., para esfriar mais rápido”*; ou *“comparar um mesmo volume de metal quando está concentrado num cubo e quando está „esticado” num fio de palha de aço”*.

Ressaltamos, inicialmente, o problema das dimensões inexatas de uma caixa de fósforos real (por exemplo, 1,3 cm de altura), as quais dificultavam bastante o cálculo de áreas e volumes e, portanto, uma possibilidade seria o uso de medidas aproximadas (altura, 1 cm; largura, 2 cm; comprimento 3 cm), salientando que os valores propostos não eram totalmente arbitrários, pois, além de não ficarem muito longe dos valores reais, mantinham as proporções básicas que poderiam ser encontradas entre as arestas das caixinhas (algo em torno de 1:2:3). Outra alternativa, bastante trabalhosa, seria confeccionar, moldar ou fabricar de modo especial ou artesanal as peças a serem usadas na atividade, cuidando para que tais peças possuíssem medidas com valores inteiros.

Dadas as explicações iniciais sobre o material, foi feito o cálculo dos volumes e superfícies de diferentes conjuntos de caixinhas de fósforos, com a participação ativa das professoras ao longo de todo o processo.

Os cálculos realizados permitiram constatar que as mesmas oito caixinhas (cujo volume total e inalterável era de 48 cm^3) possuíam superfície de 80 cm^2 quando unidas na forma de paralelepípedo único, e superfície de 148 cm^2 quando unidas na forma de “fio” contínuo.

A professora PB colocou várias perguntas ao longo dessa sessão de trabalho, mostrando que teve dificuldades em compreender (1) a relação entre os exemplos citados e a atividade proposta, (2) o objetivo da atividade, (3) o que seria calculado e (4) quais os procedimentos para realizar os cálculos propostos. Isso nos surpreendeu, não apenas pela quantidade de aspectos que foram problemáticos para a professora, mas também porque parte das dificuldades manifestadas por ela ocorreram no campo da matemática, área na qual essa professora possuía uma de suas habilitações (a outra habilitação era em biologia).

Acreditamos que PB apresentou tal nível de dificuldade não apenas em razão de lacunas de conhecimentos em matemática, mas também (e talvez principalmente) porque não estava familiarizada com explicações biológicas, físicas e químicas que

recorressem ao conceito de relação superfície-volume. Em outras palavras, ao desconhecer o princípio científico que seria apresentado ao aluno, não tinha como refletir sobre as possíveis dificuldades desse aluno e, portanto, não saberia analisar o potencial didático da atividade proposta (no caso, a atividade com as caixinhas de fósforos).

A importância de se conhecer o conteúdo que pretende ensinar é um consenso geral entre os professores e pesquisadores do ensino de Ciências. Furió e Gil-Pérez (1989) ressaltam que a preocupação com os conteúdos disciplinares na formação de professores pode parecer supérflua, pois a formação de professores de ciências, tradicionalmente, se deu com enfoque nos conteúdos científicos da química, física e biologia, deixando em segundo plano os saberes da formação profissional. Ainda assim, percebemos que a preparação proporcionada pelos cursos de formação de professores é insuficiente, também, no que se refere aos conteúdos disciplinares e que a precariedade de conhecimentos científicos constitui uma dificuldade para que o professor se envolva em atividades práticas.

Não obstante, a atividade realizada pareceu ter sido significativa para a compreensão da docente, que ao final considerou-a muito interessante, dizendo enfaticamente:

“Olha, essa atividade é dez, bem didática mesmo para o aluno entender”.

Assim, é possível que a participação de PB na atividade tenha de algum modo contribuído para o aperfeiçoamento de seus saberes disciplinares.

Seguem os quadros de síntese e exemplos sobre estratégias empregadas e saberes docentes envolvidos.

Quadro 8. Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática “Investigando a relação entre a superfície e o volume por meio de cálculo matemático”.

Estratégia empregada pelos colaboradores externos	Exemplos de situações em que a estratégia recebeu destaque
Retomar e desenvolver aspectos já citados momentos anteriores	- A atividade de “investigação da relação superfície-volume” foi realizada a fim de aprofundar a explicação a respeito de um fenômeno observado anteriormente (o do comprimido de bicarbonato que “efervesce” mais rapidamente quando esmigalhado).
Usar exemplos, valorizar relações entre conteúdos e cotidiano, promovendo uma abordagem multidisciplinar do tema em estudo.	- Foram citados alguns fatos do dia-a-dia (resfriamento de um bolo cortado, mastigação do alimento etc.) em que a relação entre superfície-volume tinha importância.

Compartilhar o processo de planejamento e teste das atividades práticas propostas.	- Ressaltamos, inicialmente, o problema das dimensões inexatas de uma caixa de fósforos real e a possibilidade de criar os materiais próprios para a atividade.
Dar espaço para a participação ativa dos professores nas atividades propostas.	- Foi feito o cálculo dos volumes e superfícies de diferentes conjuntos de caixinhas de fósforos, com a participação ativa das professoras ao longo de todo o processo.
Dar atenção às dificuldades conceituais manifestadas pelos professores nas atividades propostas	- PB teve dificuldades em compreender os objetivos e resultados da atividade proposta, e os colaboradores externos foram dialogando com ela a fim de auxiliá-la a superar tais dificuldades.

Quadro 9. Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade “Investigando a relação entre a superfície e o volume por meio de cálculo matemático”

Tipos de saberes (TARDIF, 2004)	Exemplos de situações em os saberes em questão se manifestaram e/ou podem ter sido construídos
Saberes disciplinares	- A professora PB colocou várias perguntas ao longo dessa sessão de trabalho, mostrando que enfrentou sérias dificuldades conceituais (provavelmente porque desconhecia a importância dos conceitos abordados, referentes ao modo como a relação superfície-volume interfere nos fenômenos biológicos, físicos etc.). No entanto, conforme realizou a atividade com as caixinhas, deu indícios de que adquiriu novos conhecimentos sobre o tema.
Saberes da formação profissional	- PQ explorou de maneira superficial a atividade com os comprimidos de bicarbonato, sugerindo que, até então, tinha refletido pouco sobre possíveis objetivos para as atividades práticas que utilizava.
Saberes curriculares	- PQ utilizou-se do material curricular para planejar a aula que propôs aos alunos. - As professoras tiveram acesso a uma nova proposta de atividade prática, a qual passou a ser uma alternativa em seu repertório para a estruturação do currículo.
Saberes experienciais	- PQ utilizou-se de sua experiência de trabalho com os alunos e para planejar a aula prática que realizou; - A vivência da atividade de cálculo da superfície-volume forneceu elementos para as professoras formarem uma imagem sobre os alunos interagirem como essa atividade em aula.

4.4 Atividade Prática realizada em 25/05/2011: “Extração do DNA de frutas”

Participaram da atividade, os pesquisadores e as professoras PB e PQ.

A atividade de extração do DNA de frutas, foi inicialmente proposta pelas professoras do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências*, como trabalho para uma Feira de Ciências que aconteceria em uma instituição de ensino superior da cidade. A direção da escola havia incumbido às professoras do Projeto de participarem da Feira e

esperava que nós as ajudássemos na concretização da proposta. Posteriormente, a tal Feira de Ciências foi cancelada, mas todos concordaram, porém, que seria interessante realizar a extração do DNA como parte de suas aulas normais no ensino médio.

PQ propôs a realização dessa atividade, como uma possibilidade de trabalho interdisciplinar (biologia-química) em torno do tema, ressaltando que em um ano anterior já havia realizado um trabalho semelhante com uma ex-professora daquela mesma escola. PQ explicou que, no trabalho em questão, os alunos acompanharam uma atividade prática de extração do DNA vegetal, e também manipularam e observaram um modelo da molécula de DNA, modelo este constituído de peças de plástico encaixáveis. Na ocasião, a ideia surgira em função da participação das professoras em curso de biotecnologia oferecido pela Diretoria de Ensino. Os participantes do curso puderam observar a atividade de extração do DNA vegetal e receberam o *kit* para montagem do modelo dessa molécula. PQ procurou explicar sobre a estrutura química das bases nitrogenadas e das pentoses, e sobre as “pontes de hidrogênio” que se formam entre as cadeias do DNA.

Acreditamos que a participação dos docentes em cursos de atualização e similares pode proporcionar, entre outras coisas, certo nível de enriquecimento dos saberes curriculares, conforme o participante tem acesso a novas propostas de atividades e novos materiais didáticos para uso em aula. Assim, também, o *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências*, consistiu um trabalho que pode ter incidido sobre os saberes curriculares dos professores participantes, visto que lhes apresentamos propostas de montagens experimentais e discussões de conceitos correspondentes.

A demonstração prática da extração do DNA de frutas foi realizada segundo a descrição de um protocolo que a PB havia conseguido e depois nos repassado. Pegamos com a PB o livro didático “*Biologia Geral*” (AMABIS, J. M.; MARTHO, 2009), disponível na escola, para examinarmos a estrutura química da desoxirribose, das bases nitrogenadas etc. Nesse momento, ao nos contar sobre o tipo de explicações que havia dado aos alunos no trabalho anterior sobre DNA, a professora PQ referiu-se às pentoses como “ácidos” que possuíam o grupamento “álcool” (hidroxila). Essa fala, reunida a outras que vieram depois, sugeriu que a professora enfrentava problemas de domínio da matéria a ser ensinada, pelo menos na área de bioquímica. Problemas com os saberes disciplinares, os quais não tinham muito como ser resolvidos naquela situação de reunião de trabalho do projeto, e nem tampouco se alterariam em função dos resultados do experimento proposto.

Conforme combinado anteriormente na reunião da equipe de pesquisadores, perguntamos a PQ sobre o porquê do uso do sal nos procedimentos para extração do DNA, deixando claro que nós, por sermos biólogos, não tínhamos uma resposta. Entendemos que uma compreensão satisfatória da atividade requer alguma noção acerca de como o sal e o álcool atuam no processo, e tivemos a ideia de buscar essa informação com a professora PQ, pois isso presumivelmente valorizaria a participação dela nos trabalhos propostos. Porém, para certa surpresa nossa, ela pareceu também desconhecer a função do sal; mesmo assim, tentou não demonstrar suas eventuais dúvidas, e falou um pouco sobre o sal e o DNA, como se estivesse raciocinando “em voz alta”. A fim de ajudá-la a achar pistas, mostramos a ela um trecho do protocolo; esse trecho, embora não esclarecesse maiores detalhes, sugeria a participação do sal em processos que diminuía a solubilidade do DNA (“*na presença de álcool e sódio, o DNA sai de solução*”); PQ então afirmou que o sódio fazia com que o DNA diminuísse “*sua densidade e subisse*” (no caso, em direção à interface entre a “coluna” inferior de extrato de morango e a “coluna” superior de álcool gelado).

Valorizar os comentários e a participação dos professores na discussão das atividades foi uma estratégia que consideramos importante no que se refere ao *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências*, pois, foi a partir da explicitação das concepções ou indagações dos professores, durante as atividades propostas que os pesquisadores puderam planejar ações visando à formação docente. Algumas vezes, no entanto, essa estratégia levou a situações incômodas, nas quais era preciso ter „habilidade política“ para lidar com certas concepções errôneas manifestadas pelos professores.

Um dos pesquisadores realizou a demonstração da extração do DNA do morango e do mamão, seguindo de forma adaptada o protocolo que havíamos recebido da professora PB. As frutas utilizadas foram levadas pela própria professora e pudemos contar com material existente no laboratório (tubos de ensaio, estantes, funis de vidro etc.).

Surgiram dúvidas sobre se o álcool precisava mesmo ser gelado ou poderia estar à temperatura ambiente. PB perguntou também (e novamente) sobre a razão do uso do sal. Tal fato foi interessante, pois reforçou nossa ideia de que os professores tendem a sentir necessidade de explicações sobre a função do sal e do álcool, a fim de que possam compreender satisfatoriamente a atividade; além disso, de acordo com tal linha de raciocínio, existe a possibilidade de que também os alunos perguntem o porquê dos

procedimentos utilizados, sendo importante que o professor possua uma noção a respeito.

Tendo em vista os questionamentos surgidos, decidimos ampliar o experimento e testar extratos de fruta com sal e sem sal, e o uso de álcool gelado e álcool à temperatura ambiente, dando, assim, abertura para que as professoras investigassem questões de seu interesse.

Durante a preparação do material, a professora PB perguntou sobre o porquê da adição de detergente, e a professora PQ explicou que o detergente “*destrói os lipídeos*” das membranas celulares (não há, porém, uma degradação química dos lipídeos, mas somente a solubilização em água do complexo formado pelos lipídios e moléculas de detergente). Mais adiante, a professora PQ usou a palavra “*proteína*” numa fala em que se referia ao DNA. Assim, o conjunto de observações e explicações duvidosas, colocadas pela professora PQ, nesse dia, deu-nos a impressão de que ela, pelo menos na área de bioquímica, possuía conhecimentos confusos, embora procurasse demonstrar domínio dos assuntos.

Ao final, todas as montagens experimentais funcionaram satisfatoriamente (não houve diferenças muito evidentes entre os resultados obtidos nos diversos tubos de ensaio). Notamos, porém, que o uso do álcool gelado tornava mais distintas as duas fases da mistura e a interface entre elas.

Posteriormente, localizamos um material publicado pelo Instituto de Biociências da USP no qual se explicava detalhadamente o papel do sal e do álcool, o porquê do álcool gelado e a forma de diferenciação entre a “massa” de DNA e outra “massa” que aparece, a de pectina (RODRIGUES, 2008), o que foi socializado com as professoras.

De modo coincidente com o que estava indicado no protocolo, uma “nuvem” de material (decorrente da aglomeração de moléculas de DNA) surgiu na interface entre a “coluna” de extrato de fruta e a “coluna” de álcool, e todos os presentes pareceram ter ficado animados com os resultados obtidos.

PB perguntou o que veríamos se observássemos a “massa” de DNA ao microscópio, demonstrando que acreditava que as moléculas individuais de DNA seriam visíveis. Em resposta, propusemos que realizássemos essa observação. Solicitamos à PQ que arriscasse uma hipótese sobre o que seria visto, e ela respondeu com insegurança - “*Nada?*”.

Montamos, então, o microscópio, e colocamos uma amostra da “massa” de DNA entre lâmina e lamínula. A imagem obtida ao microscópio mostrou numerosos

corpúsculos semelhantes a minúsculos fragmentos pontiagudos de vidro. Colocando a amostra sob aumento maior, pudemos detectar que, na verdade, os corpúsculos encontrados não eram filamentosos, e possuíam contornos irregulares. Explicamos que tais “corpos” são ainda, um conjunto muito numeroso de moléculas agrupadas.

PB insistiu se, com um microscópio bem poderoso, não seria possível ver o DNA. Respondemos que não, isto é, que o máximo que veríamos seria algumas manchas. Notamos, portanto, a dificuldade da PB em entender que a ciência trabalha com modelos. Percebemos, assim, lacunas nas concepções epistemológicas de PB.

Alguns pesquisadores (GARCIA BARROS et al, 1998, GIL e PAYÁ, 1998, HODSON, 1990, 1993) são unânimes ao reforçar as dificuldades de nível epistemológico e conceitual dos professores, quando se trata de utilizar atividades práticas no processo de ensino de ciências.

Ao longo do Projeto, várias falas colocadas pelos professores participantes sugeriram que eles estavam pouco familiarizados com determinadas noções epistemológicas que poderiam ser importantes para a reflexão sobre o ensino escolar de ciências. PF e PB, por exemplo (em outra ocasião), relataram ter tido pouca ou nenhuma oportunidade de contato com estudos de história e filosofia da ciência durante a sua trajetória como alunos de graduação ou professores do ensino fundamental e médio; PQ afirmou várias vezes, que “*a maioria dos fenômenos químicos não são observáveis*”, e com isso pareceu atribuir realidade (caráter fenomênico) a entidades e processos submicroscópicos que são postulados pela ciência na qualidade de modelos; PB e PQ não compreenderam, inicialmente, a crítica que os pesquisadores apresentaram em relação a um trecho do *Caderno do Aluno*, o qual faz confusão entre o que seria uma “hipótese” e uma “previsão”; PB, PQ e PC mostraram não estarem familiarizadas com a expressão “natureza das ciências” confundindo, inicialmente, a discussão sobre características da atividade científica com uma discussão sobre aspectos relevantes do mundo natural que a ciência investiga e desvenda (natureza da ciência correspondendo não a uma descrição sobre o que a ciência é, mas sim a uma descrição sobre objetos de estudo da ciência); entre outros.

Os vários dados sugestivos de que os professores participantes possuíam lacunas em suas noções epistemológicas vieram à tona gradativamente, mas logo os colaboradores externos se perguntaram se tais dificuldades não prejudicavam um dos objetivos do projeto, que era o de discutir o trabalho em aula com atividades práticas. (dito de outro modo, se quero explorar as várias possibilidades que se desdobram a

partir de uma determinada proposta de atividade prática, preciso ter uma noção mínima sobre como a observação e a experimentação se interligam com outros aspectos do processo de produção de conhecimentos na ciência, tais como a formulação de hipóteses, a elaboração de modelos e teorias, a influência do contexto econômico, social e político etc.).

As questões epistemológicas podem ser consideradas como parte dos saberes disciplinares, já que estes últimos não se referem apenas ao conhecimento dos produtos da ciência (teorias, leis etc.), mas também ao conhecimento sobre o que são esses produtos e como eles se originam e se sustentam.

Gil-Pérez e Payá (1988) ressaltam que, para os professores conhecerem a forma como os cientistas abordam os problemas, as características de sua atividade, os critérios de validade e aceitação das teorias científicas é essencial para orientar as práticas de laboratório, a resolução de problemas e, em geral, a construção de conhecimentos pelos alunos.

Seguem os quadros de síntese e exemplos sobre estratégias empregadas e saberes docentes envolvidos.

Quadro 10. Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “Extração de DNA de frutas”

Estratégia empregada pelos colaboradores externos	Exemplos de situações em que a estratégia recebeu destaque
Valorizar os interesses e demandas dos professores.	- A atividade de extração do DNA de frutas foi solicitada pelas professoras (inicialmente) para apresentação em uma feira de ciências.
Valorizar e estimular a utilização das instalações e equipamentos presentes na escola	- Para a atividade realizada foram utilizados materiais presentes no laboratório da escola como tubos de ensaio, estantes, funis de vidro, etc.
Dar espaço para a participação ativa dos professores nas atividades propostas.	- Perguntamos a PQ sobre o porquê do uso do sal nos procedimentos para extração do DNA, deixando claro que nós, por sermos biólogos, não tínhamos uma resposta. - As frutas utilizadas foram levadas pela própria professora PB. As professoras participaram da montagem de todos os experimentos.
Dar abertura para que os professores investiguem questões de seu interesse	- Tendo em vista os questionamentos feitos pelas professoras, decidimos ampliar o experimento e testar extratos de fruta com sal e sem sal, e o uso de álcool gelado e álcool à temperatura ambiente, - Em resposta à dúvida de PB, sobre o que veríamos se observássemos a “massa de DNA”

	ao microscópio, propusemos a ela que separasse um pouco daquele material e o colocasse em uma lâmina de microscopia para observação.
--	--

Quadro 11. Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “Extração do DNA de frutas”

Tipos de saberes (TARDIF, 2004)	Exemplos de situações em os saberes em questão se manifestaram e/ou podem ter sido construídos
Saberes disciplinares	- Os diálogos ocorridos ao longo da reunião sugeriram que PQ enfrentava problemas de domínio da matéria a ser ensinada, pelo menos na área de bioquímica. Os pesquisadores optaram por não questionar as falas da professora, a fim de não causar constrangimentos a ela. - Provável dificuldade da PB em entender que a ciência trabalha com modelos. Em resposta, os pesquisadores procuram argumentar que o DNA e outros construtos da ciência não são diretamente observáveis.
Saberes da formação profissional	xxxx
Saberes curriculares	- Conhecimento de proposta de atividade prática para uso em aula. - Socialização do protocolo da atividade prática de “extração de DNA de frutas” publicado em site da USP.
Saberes experienciais	- Vivência do processo de experimentação de acordo com diferentes possibilidades de procedimentos e uso de materiais, fornecendo aos professores uma ideia sobre o modo como os alunos poderiam interagir com aquele experimento em situação de aula.

4.5 Atividade teórica realizada em 05/06/2012: “Discussão sobre a natureza da ciência”.

Os participantes da presente atividade foram os pesquisadores e as professoras PB, PQ e PC.

Como se pode perceber pelas descrições apresentadas nos itens anteriores, uma parte importante das discussões realizadas durante as reuniões do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* girou em torno das explicações científicas para os fatos observados em atividades práticas, procurando sempre que possível sanar as dúvidas ou desenvolver os saberes disciplinares (conceituais) dos professores.

No entanto, nossa proposta de trabalho era encaminhar as demandas manifestadas pelas professoras não de acordo com uma perspectiva meramente “pragmática” (por exemplo, definir roteiros para a realização de atividades em aula), mas entendendo que os estudos propostos reuniriam potencial para estimular uma

reflexão mais ampla sobre o trabalho docente, reflexão esta que contemplasse aspectos epistemológicos e didático-pedagógicos.

Entretanto, essa abertura para a incorporação de discussões mais gerais não se mostrou fácil, quer pela eficácia limitada de algumas estratégias adotadas pelos proponentes do projeto, quer por uma perspectiva pragmática adotada pelas próprias professoras, de forma que, em determinada etapa do projeto, os pesquisadores, preocupados em dar maior destaque a aspectos didático-pedagógicos, propuseram um trabalho de discussão sobre objetivos da utilização das atividades práticas no ensino de ciências.

Esse trabalho foi realizado, e gerou dados interessantes, os quais foram analisados por PEDRO *et al.* (2013). Naquela oportunidade, as professoras PB, PQ e PC examinaram e discutiram 17 possíveis objetivos para atividades práticas. A compreensão e avaliação crítica desses objetivos demandavam algumas noções epistemológicas. Esse foi o caso de objetivos como “*mostrar que a teoria é verdadeira*”, “*aprender por meio da prática conceitos científicos*”, “*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*” e “*entender a natureza das ciências*”. Por exemplo: a fim de criticarmos a ideia de que as atividades práticas servem para “*mostrar que a teoria é verdadeira*”, precisamos ter conhecimento acerca de determinadas discussões sobre a ciência e seu funcionamento, as quais indiquem que nenhuma comprovação observacional ou experimental é capaz de garantir a verdade de uma teoria.

Assim, numa etapa subsequente, um segundo trabalho de discussão foi feito, agora visando refletir sobre características da atividade científica, a partir da análise de alguns episódios da História da Ciência. Esse trabalho, embora não seja essencialmente “prático”, será relatado aqui, pois constituiu uma estratégia importante a fim de melhorar a aproximação entre o debate sobre atividades práticas e determinadas perspectivas epistemológicas e didáticas, permitindo-nos ainda constatar que, sem a contribuição de certas noções epistemológicas, a discussão sobre aspectos didático-pedagógicos das atividades práticas fica parcialmente prejudicada.

Nessa segunda atividade, realizada em 08/05/12, foi feita a leitura e discussão de um texto curto (sobre um tema da História da Ciência), a partir do qual diversas características da atividade científica pudessem ser inferidas, permitindo que aspectos relativos à natureza da ciência fossem abordados. O texto escolhido (Rezende, 2001)

possui duas páginas e narra episódios relacionados às pesquisas sobre a causa e prevenção do beribéri no final do século XIX e início do século XX.

A leitura foi feita individualmente por cada participante da reunião. Concluída a leitura, questionamos às professoras a respeito de “quais características da atividade científica” apareciam naquele exemplo referente às investigações sobre o beribéri. Entendemos que as características da atividade científica não são fixas ao longo da história, nem nos diferentes ramos de investigação, porém a discussão de tal aspecto parecia ser mais apropriada para um momento em que as professoras estivessem mais firmes quanto a alguns conceitos que auxiliariam na análise do processo de produção de conhecimentos nas ciências naturais.

Em resposta ao questionamento acima (sobre características da atividade científica que apareciam no exemplo das pesquisas sobre beribéri), PQ falou em primeiro lugar, destacando “*o tempo, as várias pessoas que trabalharam para descobrir a causa do beribéri*”; assim, segundo ela, foi “*um longo processo até encontrarem uma solução para o problema*”. Salientara, portanto, o fato de que “**a ciência avança graças ao esforço simultâneo de numerosos cientistas**”, e envolve “**processo**”, ou seja, percurso cuja realização não se dá de forma fácil ou imediata; já citava também, nessa fala, o vínculo da ciência com a ideia de “**resolução de problemas**”.

PC concordou, argumentando que cada cientista teve seu “*foco e, os que vieram antes foram, até certo ponto, e os outros continuaram dali para a frente*”. Ela citou ainda a perspicácia de Eijkman quando procurou verificar se não havia “*algo em comum entre os frangos e marinheiros que adoeciam*”, concluindo, ao final, que era o tipo de “*alimentação*”. Entendemos que estava apontando que “**a intuição e os „insights” são elementos importantes para elaboração do conhecimento científico**”. Um pesquisador lembrou que Eijkman comparara “*dois grupos de frangos tratados com dietas diferentes*”, e em seguida perguntou como se chamava esse tipo de procedimento. PC ficou um pouco indecisa para responder e, depois de uma sugestão do pesquisador “*Não seria a experimentação?*”, concordou que tal procedimento correspondia a um exemplo de “**experimentação**”. Assim, aproveitamos o momento para frisar que a experimentação é um componente importante da ciência.

Comentamos também a respeito das “**questões éticas**” que eram suscitadas pelo trabalho dos cientistas, lembrando que Eijkman havia realizado experimentos com frangos, mas não poderia repetir esses mesmos experimentos com seres humanos, então

recorreu a “**dados estatísticos**” referentes ao cardápio e incidência de beribéri em prisões da Indonésia.

Durante essa discussão PQ lembrou o filme *O Óleo de Lorenzo*, opinando que mostrava “*a dedicação, a persistência do cientista*”; para ela, esse filme ajudaria a mostrar as características da atividade científica como, por exemplo, “**a importância da persistência na busca do conhecimento**”; no entanto, ressaltou que o filme era “*longo, parado*”, por isso não sabia se era “*adequado para despertar o interesse dos alunos*” (mobilizava, aqui, seus saberes experienciais).

Perguntamos se o filme era puramente de ficção ou se tinha sido baseado em fatos reais; PQ então respondeu que se tratava de uma história verdadeira (o pai pesquisou sozinho, a cura para uma doença rara de seu filho); acrescentou, ainda, que a decisão do personagem principal (de ele próprio envolver-se na pesquisa) deveu-se ao fato de que, na época, “*não houve interesse econômico*” pela investigação de uma doença cuja incidência era rara; ressaltava, portanto, que “**a ciência que é produzida tem relação com o contexto econômico e político da época**”.

Pareceu-nos que a PQ e PC, ao frisarem a importância da “intuição”, dos “*insights*” e da “persistência” na busca do conhecimento científico, haviam ficado impressionadas, principalmente, com determinadas qualidades pessoais exibidas por alguns cientistas, e não tanto com as ferramentas supra-individuais que ciência desenvolveu ao longo do tempo, e que lhe permitiram obter conhecimento confiável.

Na sequência, PC citou um filme (que ela não sabia se era adequado para exibição em aula, por ser “*um pouco macabro*”) em que um cientista matava mulheres virgens e as colocava em tonéis contendo um líquido especial, a fim de extrair da pele delas uma essência com a qual fabricava perfumes irresistíveis.

Na verdade, achamos a concepção de ciência adotada por aquele filme totalmente inadequada, já que reforçava o estereótipo do “cientista louco”, “alheio aos preceitos da ética” e cujo trabalho é “individual e isolado”; dito de outro modo, a imagem de ciência estimulada pelo filme não tinha nada a ver com a imagem de ciência que a escola pretende disseminar (ciência coletiva, em interação com as demandas sociais, sujeita a questionamentos quanto a seus fundamentos éticos etc.); a despeito disso, a professora PC não centrou sua crítica na inadequação da visão de ciência adotada pelo filme, e sim na possibilidade de que o filme fosse considerado como impróprio para a faixa etária dos alunos ou como de mau gosto (“macabro”);

finalmente, o roteiro do filme, conforme descrito, remetia de modo bem claro ao preconceito social em torno da ideia de “virgindade”.

Assim, a fim de voltar a elementos do texto, perguntamos sobre como a questão econômica aparecia no relato acerca das pesquisas referentes ao beribéri. As professoras não se manifestaram, então lembramos que, no final do século XIX, a Indonésia era “colônia” (possessão) da Holanda, e o beribéri atrapalhava a atividade econômica naquela região. Um pesquisador explicou inclusive que o beribéri e outras doenças comuns na época (malária, febre amarela, esquistossomose etc.) não eram importantes nos países da Europa, e sim em suas colônias na América, África e Ásia, de maneira que a preocupação em investigar tais doenças tinha a ver principalmente com o interesse em preservar a atividade econômica nas colônias.

Em muitos momentos, como o citado, ficou claro a necessidade de periódica intervenção por parte dos pesquisadores para evitar a dispersão e recolocar os diálogos dentro dos temas e atividades propostos.

Mais ou menos a essa altura da discussão a professora PQ precisou deixar a reunião a fim de atender a demandas ligadas à sua função como vice-diretora. Mais tarde voltou e, após alguma participação nos trabalhos em andamento, precisou sair novamente. Mesmo assim, retornou pela segunda vez quando faltavam cerca de 20 minutos para o encerramento do horário de ATPC.

Ainda referindo-se à questão dos interesses externos que afetam a ciência, PC opinou que era impressionante “*o quanto o mundo se mobiliza quando o problema é uma pandemia*”, o mesmo não ocorrendo em situações que não geram tanta visibilidade.

PC mencionou também a ocorrência de doenças de carência nutricional (“beribéri”, escorbuto etc.) nos “*navios negreiros*”. Pareceu-nos, entretanto, que comparava duas situações distintas (beribéri no Japão e beribéri nos “navios negreiros”); assim, argumentamos que os escravos poderiam ter recebido alimentação inadequada principalmente com a finalidade de diminuir os custos do longo e demorado transporte entre África e Brasil, enquanto que a razão da alimentação inadequada entre marinheiros japoneses deveria estar ligada principalmente a fatores culturais (apreço pelo arroz branco como prato principal da dieta) e à precariedade do conhecimento científico existente na época (ausência quase que completa de compreensão sobre processos bioquímicos nos seres humanos e outros organismos).

Partindo da ideia de que o beribéri possuía características de uma “polineurite” (Rezende, 2001), PC empenhou-se numa longa fala sobre a “Síndrome de Duchenne” (distrofia muscular de Duchenne, doença genética de caráter recessivo, ligada ao cromossomo X, degenerativa e incapacitante), procurando convencer-nos de que diversas doenças do sistema nervoso afetam em primeiro lugar *“as extremidades e membros do corpo”*, já que o organismo atua de forma a manter a todo custo o funcionamento do tronco e da cabeça, essenciais à sobrevivência.

Assim, com base nos argumentos que havia colocado, procurou fazer uma série de afirmações a respeito dos sintomas e mecanismos do beribéri. Essa fala foi bastante cansativa, não apenas em razão de sua extensão, mas também em razão de a professora tentar descrever e explicar uma doença que não conhecia em detalhe - o beribéri - apelando exclusivamente para raciocínio analógico - suposta semelhança entre o beribéri e a “Síndrome de Duchenne”. Cabe lembrar aqui a limitação do raciocínio analógico quando confrontado com o fato de que os processos biológicos têm como característica a sua enorme diversidade, reduzindo bastante os casos em que as analogias se tornam instrumentos de pensamento adequados.

Diante de tal situação, um dos pesquisadores argumentou que não conhecia detalhes sobre os sintomas e distúrbios fisiológicos ligados à “Síndrome de Duchenne”, mas que o simples fato de os médicos terem dado nomes diferentes às duas doenças citadas (“Síndrome de Duchenne” e beribéri) indicava que tais problemas de saúde não eram iguais (não se confundiam). Reforçou sua argumentação dizendo que o beribéri, diferentemente da “Síndrome de Duchenne”, não era de origem genética, e sim um distúrbio causado pela escassez de “tiamina” na dieta. Explicou também que a tiamina era essencial para a realização determinadas etapas da respiração celular, de modo que sua escassez diminuía a velocidade de síntese do ATP, causando a extrema fraqueza dos indivíduos afetados pelo beribéri.

Como não houvesse muito sinal de recuo por parte da professora PC, o pesquisador apelou para o argumento de caráter biológico, e insistiu em repetir esse argumento várias vezes, explicando que a diversidade dos seres vivos era muito grande e, *“como bom biólogo”*, não se arriscaria a fazer afirmações muito específicas sobre nenhum ser vivo, a não ser que o conhecesse bem. Citou o exemplo das plantas angiospermas: *“Se me perguntassem se elas realizam fotossíntese, diria sempre que sim, pois isso é uma característica geral de todas as plantas. No entanto, se me perguntassem sobre a estrutura de sua flor, não poderia dar nenhuma descrição que*

contemplasse a totalidade dos tipos existentes”. Explicou que esse exemplo era para tentar mostrar que, também no caso das doenças do ser humano, as variáveis intervenientes são muitas, não sendo possível compreender uma doença apenas pela suposição de que ela deva ser análoga a outra. Repetiu novamente, ao final de tal argumentação, que *“o bom biólogo não chuta, pois sabe que a diversidade daquilo que acontece é muito grande*”. Feitas essas considerações, pareceu-nos que a professora PC concordou que determinadas extrapolações precisariam ser mais bem pensadas, para não ficarem sem base.

Procurando voltar à discussão do tema proposto (características da atividade científica), ressaltamos um fenômeno que ocorre em ciência, e que havia sido mencionado no texto: teorias possibilitando novas descobertas, mas levando, simultaneamente, a “becos sem saída”. No caso em estudo, a teoria microbiana das doenças, proposta por Pasteur e outros, não apenas proporcionara avanços (descoberta dos agentes causadores de doenças como a tuberculose, a peste e o cólera), mas também induzira a “erros” (investigar o beribéri, a varíola, a febre amarela etc. como se fossem doenças “microbianas”). Mencionamos, especificamente, o modo como **“a teoria direciona o tipo de observação que é realizado”** (por exemplo, examinar o material proveniente de pacientes de beribéri em busca de “micrococos”).

PC, então, avaliou que a teoria microbiana atuara como um “*pré-conceito*”, **“conhecimentos existentes podem atuar como obstáculos**”. Opinou que os cientistas deveriam estar *“sempre abertos a novas possibilidades”*, e detalhou essa ideia utilizando o exemplo das pesquisas sobre a AIDS: *“o HIV muda para driblar as defesas do organismo”* (pareceu assumir, aqui, uma concepção teleológica, de mudança intencional), *“e dessa forma os cientistas não podem ficar presos às suas ideias iniciais”*.

Perguntamos, entretanto se, na prática, os cientistas realmente agiam assim, isto é, se sempre estavam abertos a novas ideias e dispostos a mudar suas convicções. PC respondeu que a atitude dos cientistas muitas vezes não era aquela, mas achava que o correto era que buscassem uma abertura para novas ideias.

Nesse momento, para reforçar nossos questionamentos, um dos colaboradores citou o exemplo histórico da disputa entre os pré-formacionistas e os vitalistas, a respeito de como se dava o desenvolvimento do embrião na espécie humana e em outras espécies vivas; os pré-formacionistas afirmavam que já existia uma miniatura do novo indivíduo no interior do espermatozoide ou do óvulo, e que os vitalistas defendiam que

o novo indivíduo se formava gradualmente a partir da substância viva resultante processo de fecundação, que era, inicialmente, amorfa. Destacou que os defensores de ambas as teorias investigaram e debateram acirradamente durante muito tempo, sem que nenhum dos dois lados desistisse de seus pontos de vista.

Nesses diálogos ficaram implícitas as ideias de que “**o conhecimento científico é falível**”, e de que “**a elaboração do conhecimento científico não envolve apenas situações de consenso, mas também situações de controvérsia e disputa**”.

Durante o comentário sobre o debate entre vitalistas e pré-formacionistas foram citadas as observações de microscopia que referiam à existência de um “homúnculo” no interior dos gametas. PC então opinou que o tipo de instrumentos que os cientistas possuem em cada época influencia o avanço da ciência: “*Quanto maior a tecnologia, mais rápida a descoberta*”. Concordamos [parcialmente] com ela, utilizando o seguinte argumento, de caráter histórico: em diferentes épocas, a investigação da natureza sempre teve maior sucesso no âmbito de temas cujo objeto de estudo era mais acessível. Assim, na Antiguidade, grandes progressos foram realizados, por exemplo, em astronomia, pois o comportamento geral dos corpos celestes podia ser acompanhado sem a necessidade de artefatos técnicos sofisticados. Em contraposição, uma área como a termodinâmica só teve condições de ser desenvolvida a partir dos séculos XVIII e XIX, em parte porque, antes desse período, não havia artefatos técnicos para a descrição e interpretação de objetos de estudo tais como “calor”, “temperatura”, “energia”, “transformações de energia” etc.

Essas considerações mencionavam, assim, a “**importância dos recursos técnicos ou tecnológicos para o avanço da ciência**”.

Ressaltamos, porém, que as ferramentas necessárias ao cientista não são apenas de natureza técnica ou tecnológica, mas também de natureza conceitual. Para apoiar essa ideia (de que o desenvolvimento da ciência depende também da “**disponibilidade de ferramentas conceituais**”), citamos o exemplo da elaboração da teoria celular, que mostrava que a introdução de sucessivas inovações no campo da microscopia só resultou em avanço significativo da compreensão sobre os seres vivos após duzentos anos, quando os inúmeros dados observacionais disponíveis encontraram uma teoria que lhes desse sentido.

Em determinada altura da discussão PQ retornou à reunião, e então lhe perguntamos sobre quais eram as hipóteses que haviam aparecido no texto, a respeito da causa do beribéri. Ela citou, inicialmente, a hipótese de que o agente causador do

beribéri seria um “micrococo”. Pareceu-nos, porém, que as professoras ficaram confusas a respeito de o que era a entidade que havia sido referida como “micrococo”, não sabendo também se tal entidade continuava sendo aceita na literatura médica atual. Explicamos então que, naquele período, os microorganismos conhecidos abrangiam somente aqueles que podiam ser observados ao microscópio óptico (bactérias, fungos, algas, protozoários etc.), e que tais microorganismos eram coletivamente referidos como “micróbios”. Assim, o “micrococo” do texto correspondia a uma bactéria, a qual se instalava nos pacientes com beribéri provavelmente em função do estado de debilitação geral em que seus organismos se encontravam.

Instigadas a mencionar outras hipóteses que o texto referia, as professoras tiveram dificuldades mostrando que, talvez, não estivessem firmes a respeito do tipo de coisas que representariam uma hipótese, mas, com a nossa ajuda, identificaram

- a hipótese de que o beribéri era uma doença decorrente do tipo de alimentação consumida pelos pacientes (arroz polido ou despolido);
- a hipótese de que o “miolo” do arroz possuía uma toxina causadora do beribéri, a qual seria neutralizada pelo princípio antineurítico existente na película;
- a hipótese de que a substância existente na película do arroz era um nutriente essencial, sem o qual o organismo humano desenvolveria o beribéri.

Após esse exercício de identificação das hipóteses citadas no texto, procuramos lembrar e destacar que a “**elaboração de hipóteses**” era uma característica ou componente bastante fundamental da atividade científica.

Na sequência da discussão, voltamos a questionar as professoras sobre outras características da atividade científica que poderiam surgir a partir da leitura do texto. Diante dessa solicitação, PC citou o fato de um cientista brasileiro ter feito a descrição de três diferentes formas de beribéri. Perguntamos, então, que tipo de operação o cientista realizara ao identificar as três formas de beribéri. PC respondeu, sem muita demora, que ele realizara uma “*classificação*”, avaliação esta com a qual afirmamos concordar.

Aproveitando o fato de a professora ter mencionado os procedimentos de “descrição”, ressaltamos a importância de que, em ciência, os fenômenos em estudo sejam identificados, descritos e diferenciados. Assim, procuramos argumentar que, em geral, um fenômeno natural precisa primeiro ser identificado e caracterizado para que seja possível um estudo que busque sua explicação. Citamos como exemplo a doença de Chagas, que só passou “a existir” e ser objeto de investigação conforme os cientistas de

Manguinhos a descobriram e caracterizaram, inclusive no sentido de diferenciá-la de outros problemas de saúde que apresentavam sintomas semelhantes, tais como a desnutrição e o alcoolismo.

Tendo em vista que o horário da reunião (ATPC) já estava chegando ao final, voltamos a perguntar às professoras se havia alguma outra característica da atividade científica que poderia inferida a partir da leitura do texto. Em resposta a isso, um pesquisador destacou que o texto citava algumas vias por meio das quais os cientistas compartilhavam os resultados de seus trabalhos (livros, artigos etc.), promovendo o intercâmbio de informações e ideias no interior da comunidade científica. Tal característica poderia ser sinteticamente descrita através da seguinte ideia: **“uso de mecanismos institucionais de comunicação e debate das pesquisas desenvolvidas (publicações em reuniões científicas, periódicos especializados, livros etc.)”**; cabe lembrar que, atualmente, os *sites* da *web* também constituem locais importantes em que os resultados das pesquisas são disponibilizados.

É interessante notar a dificuldade das professoras em fazer a relação entre os exemplos mencionados no texto e ideias gerais tais como “a elaboração de hipóteses” e “o uso de experimentação”. Aliás, na maioria das vezes, fomos nós, pesquisadores, que sugerimos características da ciência passíveis de serem inferidas a partir do texto, o que indicava, talvez, a falta de familiaridade das professoras com discussões sobre o tema.

Nas reuniões subsequentes (realizadas em 19 e 26/06/12), foi apresentada e discutida uma síntese das conclusões que havíamos obtido a partir da análise dos episódios históricos relativos às pesquisas sobre o beribéri no final do século XIX e início do século XX. Essa síntese identificava as características que o grupo considerou mais notáveis vinculadas à atividade científica. Ainda durante tal etapa de estudos, a síntese proposta foi detalhada através de sua complementação com um debate mais específico sobre o que é uma “hipótese”, o que é uma “previsão” e o que é “experimentação”. Em vários momentos - e principalmente no momento do debate mais específico que acabamos de citar -, exemplos de atividades práticas e de episódios da história da ciência, citados ou estudados ao longo do projeto, foram retomados a fim de serem articulados ao trabalho mais amplo de reflexão sobre características da atividade científica. Assim, a descrição de ciência produzida pelo grupo buscou embasamento progressivo em vários estudos anteriores ocorridos no âmbito do projeto. A título de ilustração, reproduzimos a seguir um trecho de um resumo impresso, disponibilizado às professoras por ocasião do debate que procurava caracterizar o processo de

experimentação. Notar que a sequência adotada é de natureza indutiva (vai dos exemplos para a tentativa de definição), e que os exemplos utilizados na análise do problema são variados e procuram fazer “amarrações” com etapas anteriores do projeto:

Como definiríamos o que é um experimento?

Exemplos de experimentos:

- experimento de Eijkman, comparando o desenvolvimento de frangos alimentados com arroz integral e alimentados com arroz branco;
- teste da água e da gasolina como possíveis solventes do plástico de copo descartável e do sal de cozinha;
- experimentos de cromatografia de macerados de material vegetal;
- experimento verificando a influência da temperatura e da adição de detergente sobre a atividade do fermento biológico.

Quais são as atividades práticas que realizamos ou discutimos, mas que não correspondem a experimentos?

- visita à mata de cerrado (PB);
- observação de células e tecidos vegetais ao microscópio;
- observação da Lua, das estrelas e dos planetas no céu noturno.

Nos cadernos, nota-se o uso da palavra “experimentação” em contexto errado:

por exemplo, há uma atividade em que o aluno é solicitado a simular do processo de meiose, representando os cromossomos com “rolinhos” de massa de modelar (Cad. Biol., v.2, n.1, p.2, p.26-27); durante essa atividade o aluno não manipula o fenômeno real, e sim a sua representação, de modo que não está realizando uma atividade prática, e muito menos um “experimento”.

Outras atividades que, do mesmo modo, não correspondem a atividades práticas:

- a construção de um modelo da molécula de DNA utilizando-se o *kit* de pecinhas de plástico;
- a exploração do planetário virtual *Stellarium*.

Possível definição de experimento:

Experimento é uma situação criada intencionalmente pelo cientista, na qual um fenômeno (um processo) ocorre sob condições controladas, tendo em vista o seu estudo (ver Kneller, 1980). Assim, através do experimento, o cientista manipula o fenômeno.

Num bem conceituado dicionário da língua portuguesa (Houaiss & Villar, 2010), experimento é definido, por exemplo, como “teste para descobrir e verificar algum fenômeno”.

Conforme o conjunto dessas atividades foi desenvolvido (referimo-nos especificamente à análise do texto sobre pesquisas relativas ao beribéri e, depois, aos trabalhos de síntese e enriquecimento realizados nos dias 19 e 26/06/12), as professoras mostraram-se bem mais seguras para dialogar sobre questões relativas a características da atividade científica e procedimentos de trabalho dos cientistas. Também ficou claro que conseguiam expressar-se de forma mais adequada a respeito desses temas.

As discussões realizadas nos encontros citados nos permitem inferir: (1) que o texto proporcionou material significativo para a discussão; (2) que no início da

discussão as professoras logo destacaram alguns poucos aspectos que foram mais visíveis para elas, depois passaram a ter maior dificuldade para prosseguir, mas, com nossa ajuda, foram elencando vários outros aspectos relevantes; (3) que também não demorou muito para as professoras começarem a colocar seus próprios exemplos e opiniões; (4) que a mediação dos pesquisadores foi essencial para que as professoras progredissem na realização da tarefa proposta; (5) que uma estratégia muito presente, utilizada pelos pesquisadores, foi a argumentação baseada em exemplos da História da Ciência (exemplos inicialmente ligados ao texto, depois extraídos de vários outros episódios relevantes da História da Ciência).

Assim, com base nos dados e análises aqui apresentados, entendemos que uma forma produtiva de focalizar a temática do uso de atividades práticas no ensino de ciências é articulando-a à reflexão sobre questões epistemológicas, didáticas e referentes ao conhecimento científico e formação crítica em relação ao processo da ciência. Desse modo, o estudo de episódios de história da ciência pode ser um caminho interessante para o aperfeiçoamento das noções epistemológicas dos professores, refletindo na sua forma de pensar as atividades práticas e o próprio ensino.

Seguem os quadros de síntese e exemplos sobre estratégias empregadas e saberes docentes envolvidos.

Quadro 12. Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade “Discussão sobre a natureza da ciência”

Estratégia empregada pelos colaboradores externos	Exemplos de situações em que a estratégia recebeu destaque
Desenvolver atividades que suprissem as carências manifestadas pelos professores.	- Os pesquisadores, preocupados em dar maior destaque a aspectos didático-pedagógicos, propuseram um trabalho de discussão sobre objetivos da utilização das atividades práticas no ensino de ciências. - Numa etapa subsequente, um segundo trabalho de discussão foi feito, agora visando refletir sobre características da atividade científica, a partir da análise de episódios referentes à história das pesquisas sobre o beribéri na passagem entre o século XIX e o século XX.
Dar espaço para a participação ativa dos professores nas atividades propostas	- As professoras PB, PQ e PC examinaram e discutiram 17 possíveis objetivos para atividades práticas, dispondo de liberdade para concordar ou não com esses objetivos. - Questionamos as professoras a respeito de

	“quais características da atividade científica” apareciam no exemplo referente às investigações sobre o beribéri.
Argumentar baseando-se em exemplos da História da Ciência	- Um dos colaboradores citou o exemplo histórico da disputa entre os pré-formacionistas e os vitalistas, a respeito de como se dava o desenvolvimento do embrião na espécie humana e em outras espécies vivas; esse exemplo tinha o objetivo de mostrar que as disputas também são muito importantes para a evolução do conhecimento científico. - Citamos o exemplo da elaboração da teoria celular, que mostrava que a introdução de sucessivas inovações no campo da microscopia só resultou em avanço significativo da compreensão sobre os seres vivos após duzentos anos (desenvolvimento da técnica, sozinho, não resolve os problemas científicos, sem o correspondente desenvolvimento da teoria).
Mediar as discussões realizadas entre os professores, direcionando-as aos objetivos pretendidos.	- Após a professora PC opinar que era importante os cientistas ficarem abertos a novas ideias, perguntamos se, na prática, os cientistas realmente agiam assim, isto é, se sempre estavam abertos a novas ideias e dispostos a mudar suas convicções. - No momento em que ocorreu uma perda de foco (PC lembrara-se de um filme que achou ter relação com o assunto, mas desviou-se das discussões ao enfatizar críticas ao filme citado), a fim de voltar a elementos do texto, perguntamos sobre como a questão econômica aparecia no relato acerca das pesquisas referentes ao beribéri
Retomar e desenvolver aspectos já citados momentos anteriores	- Em reuniões posteriores, foi apresentada e discutida uma síntese das conclusões que havíamos obtido a partir da análise dos episódios históricos relativos às pesquisas sobre o beribéri.

Quadro 13. Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a “Discussão sobre a natureza da ciência”

Tipos de saberes (TARDIF, 2004)	Exemplos de situações em os saberes em questão se manifestaram e/ou podem ter sido construídos
Saberes da formação profissional	- As professoras PB, PQ e PC examinaram e discutiram 17 possíveis objetivos para atividades práticas. Durante esse trabalho, 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).
Saberes disciplinares	- As professoras apresentaram dificuldade em compreender e avaliar alguns objetivos de atividades práticas, provavelmente por lacunas em suas noções epistemológicas; - As professoras apresentaram dificuldades em fazer a relação entre os exemplos mencionados no texto sobre o beribéri e ideias gerais tais como “a elaboração de hipóteses” e “o uso de experimentação”;

	- As professoras refletiram sobre características da atividade científica, a partir da análise de alguns episódios da história da ciência. - A atividade de discussão de texto permitiu o conhecimento dos conceitos relacionados ao beribéri; - A discussão das características da atividade científica foi detalhada através de sua complementação com um debate mais específico sobre o que é uma “hipótese”, o que é uma “previsão” e o que é “experimentação”.
Saberes curriculares	xxxx
Saberes experienciais	- PQ ressaltou que o filme do qual lembrara era “longo, parado”, por isso não sabia se era “adequado para despertar o interesse dos alunos”. Fez tal afirmação baseada na experiência que adquirira em trabalho com seus alunos.

4.6 Atividade Prática realizada em 19/06/2012: “*Cromatografia de folhas vegetais em papel filtro*”

Presentes, na reunião, estavam os pesquisadores e as professoras PB e PQ.

A Atividade de cromatografia foi proposta pelos colaboradores do projeto, por ser uma atividade de fácil realização e que permite levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a nutrição vegetal. Também apresenta um caráter interdisciplinar de forma que as discussões se alternaram entre aspectos da química e da biologia, podendo ser aproveitadas pelas duas disciplinas.

Explicamos que o material a ser submetido à cromatografia seria um macerado de folhas de planta. Perguntamos, então, sobre a função da folha para as plantas.

PB respondeu que era “*a respiração*”. Um dos pesquisadores conduziu: “*Sim, a respiração é uma função importante da folha*”, mas solicitou às professoras que citassem uma “*outra função que também é muito importante*”.

Após pensar por alguns breves instantes, PB perguntou: “*Não é a fotossíntese? Porque a gente vê nos livros que têm as plantas verdes, e que elas realizam a fotossíntese*”. Continuando, o pesquisador perguntou o que era necessário para a planta poder realizar a fotossíntese. PB destacou que a fotossíntese “*depende da clorofila*”, e descreveu o processo da seguinte forma: “*O gás carbônico e a água são transformados em glicose, com a ajuda da luz - não é isso?*”. Confirmamos que sim, e questionamos sobre o papel da clorofila; PB prosseguiu dizendo que é a clorofila “*que vai absorver a luz*”. Assim, como ocorreu em muitos momentos do Projeto Diálogos sobre o Ensino de

Ciências, PB mostrava-se participativa, no entanto, falava com alguma insegurança, procurando nosso aval quanto à adequação das afirmações que fazia.

Voltamos, então, ao foco mais direto sobre o experimento de cromatografia. Havíamos coletado, no campus da UNESP, algumas folhas que não possuíam coloração verde - tratavam-se, no caso, de folhas de uma planta herbácea, as quais eram carnosas e apresentavam uma coloração predominantemente roxa. O nome científico da planta utilizada, conforme indicado em Joly (1985, p.689), é *Setcreasea* (popularmente conhecida como trapoeraba roxa ou setecrésia).

Perguntamos às professoras se aquelas folhas realizavam fotossíntese. PB opinou que não, pois *“não são verdes, então não têm clorofila”*. Destacamos que o experimento era justamente para investigar essa questão, ou seja, quais as cores dos pigmentos que existiam naquelas folhas. Assim, levantamos as seguintes dúvidas: *“Será que essas folhas só possuem pigmentos roxos? Será que na cromatografia vão aparecer pigmentos de outras cores? Será que vão aparecer pigmentos verdes?”*. Na continuidade, perguntamos à PB se achava que poderiam existir plantas que não possuíam clorofila, e não realizavam a fotossíntese. Ela confirmou que sim, isto é, que na opinião dela havia plantas *“que não são verdes, e que não fazem fotossíntese”*. Questionei, então, se a capacidade de realizar fotossíntese não seria *“uma característica geral de todas as plantas”* ou, de outro modo, se a fotossíntese não seria *“um processo de nutrição típico das plantas”*. Logo em seguida, respondemos afirmativamente a tais perguntas, destacando que todas as plantas realizavam fotossíntese, o que indicava que todas elas precisavam de clorofila.

Feitos esses questionamentos introdutórios, maceramos as folhas roxas no interior de um copo, e depois testamos duas diferentes montagens experimentais:

- Na primeira montagem uma amostra do macerado de folhas foi depositada sobre uma tira de “filtro de papel para café” com dimensão aproximada de 12,0 x 2,5 cm; em seguida, essa tira foi verticalmente colocada num copo em cujo fundo havia cerca de “dois dedos” de álcool comum (92°).
- Na segunda montagem o macerado de folhas foi colocado no fundo de um copo e misturado a uma pequena quantidade de álcool comum (92°); em seguida, uma tira de filtro de papel para café com dimensão aproximada de 12,0 x 2,5 cm foi verticalmente colocada no copo.

Um dos pesquisadores comentou que os mesmos experimentos poderiam ser feitos utilizando-se giz comum (daquele com que se escreve no quadro-negro) ao invés de tiras de papel de filtro. Assim, sugeriu comparar os resultados obtidos com um método e com outro; todos os presentes mostraram ter gostado da ideia, então preparamos montagens experimentais em que o meio para movimentação do álcool era o giz comum.

Lembramos, ainda, que outro material que poderia ser submetido a cromatografia, em situações de aula, era a tinta de caneta hidrocor ou esferográfica. Opinamos que uma atividade desse tipo era interessante porque mostrava que as tintas escuras eram formadas por uma mistura de vários pigmentos; assim, resolvemos realizar a cromatografia de tinta de caneta em giz e em papel de filtro para café, a fim de ver o que acontecia.

- Após algum tempo, a “segunda montagem” (macerado no fundo do copo, misturado a uma pequena quantidade de álcool, e cromatografia em tira de papel de filtro) foi a que retornou os resultados considerados mais interessantes por todos. Assim, ao longo da tira formaram-se, de cima para baixo, as seguintes faixas (Ferri 1979, v.1, p.121-124):

- “roxa” (composta por “antocianinas”),
- “verde” mais escura,
- “amarelo-alaranjada” (composta por carotenóides),
- “verde” mais clara.

Na primeira montagem (amostra de macerado depositada diretamente na tira de papel de filtro) também se formaram faixas, porém menos nítidas, isto é, mais “desbotadas”, mais próximas entre si e com os limites menos claros.

Por sua vez, nos testes usando giz, o resultado demorou mais a aparecer, e a nitidez das faixas também não ficou muito boa.

Conforme esses resultados foram surgindo, o grupo realizou várias discussões, e interessou-se por realizar novos testes.

Um dos pesquisadores, que é formado em química, esclareceu que cada faixa formada na tira de papel de filtro era devida a um diferente pigmento e explicou o princípio que é empregado nas cromatografias:

“Admite-se que há uma fase estacionária e uma fase móvel. A fase móvel, no nosso caso, é o álcool. O álcool se eleva através do papel de filtro, e carrega consigo

as moléculas dos pigmentos. O resultado final tem a ver com o grau de afinidade entre as moléculas do solvente e as moléculas dos pigmentos. Pigmentos mais solúveis, isto é, com mais afinidade pelo solvente, elevam-se mais ao longo do papel”.

PB lembrou que os livros citavam “dois tipos de clorofila”, a clorofila “a” e a clorofila “b”. Perguntou-nos se sabíamos a diferença entre “essas clorofilas”. Respondemos que não nos lembrávamos com detalhes, mas sabíamos que havia sim uma diferença entre as funções dessas duas clorofilas, e iríamos pesquisar. De qualquer forma, após a confirmação de que cada faixa na tira de papel correspondia ao acúmulo de moléculas de um diferente pigmento, era possível hipotetizar que uma das faixas verdes na tira de papel fosse devida à clorofila “a”, e a outra, à clorofila “b”.

Enfatizamos que, embora não parecessem, à primeira vista, as folhas “roxas” da planta utilizada no experimento possuíam sim pigmentos verdes ou, dito de outro modo, possuíam clorofila, e era sabido também que, tal como as folhas de outras plantas - fossem verdes, marrons etc. - realizavam sim a fotossíntese.

Na continuidade, PB apontou algumas flores de hibisco vermelho que eram visíveis do lado de fora da janela da sala, e perguntou o que aconteceria se fizéssemos a cromatografia com elas. Contou também que estava trabalhando com seus alunos a estrutura da flor, e a flor do hibisco seria bem ilustrativa para os alunos. Sugerimos, então que poderíamos apanhar uma daquelas flores e macerar suas pétalas. Assim, fomos até a parte externa do prédio, colhemos duas flores (uma para a cromatografia e outra para a observação das partes de sua estrutura).

De modo semelhante ao que fizéramos na “segunda montagem”, maceramos as pétalas, deixamos o macerado no fundo de um copo, acrescentamos álcool e colocamos uma tira de papel de filtro verticalmente no copo. Perguntamos à PB o que ela achava que a cromatografia iria mostrar; por exemplo, se deveria haver clorofila naquelas pétalas. Ela pensou um pouco e disse que não; que as pétalas eram para “*atrair insetos*”, então talvez não tivessem a ver com “*fotossíntese, clorofila*”, mas não sabia com certeza.

Após algum tempo, ficou visível na tira de papel apenas uma faixa de uma cor entre vermelho e violeta; não houve, portanto, a formação de faixas de cor verde. Ressaltamos que tal resultado sugeria que as pétalas da flor de hibisco não possuem clorofila.

Enquanto esperávamos o resultado da cromatografia do macerado de pétalas de hibisco, abrimos cuidadosamente uma das flores colhidas no jardim da escola, para

observar suas partes componentes. Identificamos o *ovário*, o *estilete*, os *estames* (que, no caso do hibisco, caracteriza-se por apresentar os filetes fundidos), as *anteras*. Com base em tais observações, argumentamos que a flor de hibisco não era o material mais “*didático*”, para aulas práticas introdutórias sobre o assunto, pois algumas de suas peças são diminutas, dificultando a observação (por exemplo, não se veem facilmente os óvulos), e outras peças (como é o caso dos filetes) apresentam-se “fundidas”. Assim (continuamos), em aulas para alunos iniciantes, seria melhor usarmos, por exemplo, a flor de lírio, que serve como um bom modelo de uma flor completa, e cujas partes são de fácil observação.

PB interessou-se por essa sugestão, e perguntou se na próxima reunião não poderíamos abrir uma flor de lírio. Dissemos que sim, que poderíamos comprar um vaso de lírios no supermercado e abrir uma das flores para identificar suas partes.

No momento em que observávamos o “ovário” da flor de hibisco, destacamos que o ovário era a parte da planta que, após a fecundação, crescia e formava o fruto. Diante de tal observação, PB mostrou-se surpresa: “*Mas... o hibisco tem fruto?*”. Respondemos que sim, e que o fruto era semelhante ao “quiabo”, pois as duas plantas eram da mesma família.

Continuamos dizendo (por antecipar que esse ponto era uma dúvida dela) que “*todas as plantas angiospermas possuem flores e frutos*”, sendo que os segundos se desenvolvem a partir das primeiras. PB contou que não sabia disso, que achava que muitas plantas “*não tinham frutos*”. Lembramos, então que às vezes o fruto não se parece com os frutos típicos que estamos acostumados a consumir em nossa alimentação. Demos como exemplo o caso do “dente-de-leão”, que formava aquelas “*pluminhas em buquê*”, as quais se espalhavam pelo ar ao serem sopradas; explicamos que “*aquelas pluminhas*” eram, na verdade, frutos secos, mesmo que não se parecessem nem um pouco com os frutos que conhecemos. Lembramos, ainda, que os frutos abrigavam as sementes, e das sementes nasceriam as novas plantas. Assim, a flor, o fruto e semente eram estruturas relacionadas à reprodução da plantas: a polinização e a fecundação ocorriam na flor, depois o ovário da flor se desenvolvia de modo a formar o fruto, e no interior do fruto se encontravam as sementes.

PB também quis saber o que aconteceria se fizéssemos a cromatografia usando fragmentos de “beterraba”, isto é, “se o resultado seria o mesmo” que o obtido para o macerado de pétalas de hibisco. Pareceu-nos, naquela altura, que as dúvidas colocadas pela PB decorriam do fato de que ela, talvez, não estivesse analisando as questões

propostas (pigmentos das folhas roxas, das pétalas da flor de hibisco, da beterraba; presença ou não de frutos etc.) em termos de conceitos sobre as funções dos órgãos vegetais.

Assim, argumentamos da seguinte forma: *“Mas... a beterraba não é uma raiz? A raiz é um local onde ocorre fotossíntese? Não, não é; inclusive, a raiz está debaixo da terra, e não tem como receber luz; na verdade, o órgão responsável pela fotossíntese é a folha, então deve ter clorofila na folha, e não na raiz”*.

Continuamos, lembrando que nas extremidades do caule também poderia ocorrer um pouco de fotossíntese, mas, de um modo geral, os diferentes órgãos das plantas eram especializados em diferentes atividades ou funções. Então, com o auxílio das professoras, procuramos identificar quais eram essas atividades ou funções:

- A raiz, além de fixar a planta, retirava do solo “água e sais minerais”;
- As folhas realizavam as trocas gasosas (absorção e liberação de O_2 e CO_2) e fabricavam o “alimento orgânico”, através do processo da “fotossíntese”;
- O caule transportava materiais através da planta (água e sais minerais “de baixo para cima”; alimento orgânico “de cima para baixo” etc.); com isso, as raízes recebiam o alimento orgânico e o oxigênio, e as folhas recebiam água e sais minerais;
- As flores, os frutos e as sementes eram estruturas que realizavam a reprodução da planta.

Por fim, perguntamos às professoras sobre qual poderia ser o objetivo de atividades de cromatografia em papel semelhantes àquelas que havíamos acabado de realizar. PB opinou que serviam para mostrar, por exemplo, os pigmentos das folhas. Complementamos essa contribuição lembrando que as atividades propostas ajudavam a colocar em xeque determinadas concepções alternativas acerca da nutrição das plantas, expressas na ideia de que a clorofila só está presente nas plantas verdes. Após tais considerações, procuramos estender a discussão também para o caso da química, argumentando que as atividades de cromatografia em papel mostravam um método de “separação de misturas”, o qual se utilizava de propriedades decorrentes das forças intermoleculares.

Nessa reunião ficou claro sobre os saberes disciplinares de PB que, ao entender que plantas que não são verdes não possuem clorofila e não realizam a fotossíntese, que a clorofila pode eventualmente estar presente em pétalas e raízes, que plantas angiospermas podem ou não apresentar frutos etc., mostra uma visão fragmentada do

conteúdo biológico, isto é, uma falta de percepção das relações entre as partes e entre as partes e o todo, uma falta de percepção das ideias gerais, dos princípios, dos conceitos.

A atividade prática de cromatografia de folhas vegetais permitiu que levantássemos as concepções inadequadas de PB sobre os conteúdos de biologia vegetal. Ao expressar suas dúvidas e incoerências, a professora permitiu que promovêssemos uma discussão voltada a sanar suas dúvidas, ao mesmo tempo, procuramos estimular sua atitude investigativa.

Seguem os quadros de síntese e exemplos sobre estratégias empregadas e saberes docentes envolvidos.

Quadro 14. Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “Cromatografia de folhas vegetais em papel filtro”

Estratégia empregada pelos colaboradores externos	Exemplos de situações em que a estratégia recebeu destaque
Participar das atividades propostas interagindo com os professores, inclusive manifestando nossas dúvidas quanto aos temas abordados.	- Respondemos que não nos lembrávamos da diferença existente entre as clorofilas <i>a</i> e <i>b</i> , com detalhes, mas sabíamos que havia sim uma diferença entre as funções dessas duas clorofilas, e iríamos pesquisar.
Encorajar a discussão de aspectos didático-pedagógicos do trabalho em aula com as atividades práticas propostas	- Perguntamos às professoras sobre qual poderia ser o objetivo de atividades de cromatografia em papel semelhantes àquelas que havíamos acabado de realizar.
Usar exemplos, valorizar relações entre conteúdos e cotidiano, promovendo uma abordagem multidisciplinar do tema em estudo.	- Procuramos estender a discussão da atividade, também para o caso da química, argumentando que as atividades de cromatografia em papel mostravam um método de “separação de misturas”, o qual se utilizava de propriedades decorrentes das forças intermoleculares.
Mediar as discussões realizadas entre os professores, direcionando-as aos objetivos pretendidos.	- Quando a professora PB citou que uma importante função realizada pelos vegetais era a respiração, um dos pesquisadores conduziu a discussão dizendo: “Sim, a respiração é uma função importante da folha”, mas solicitou às professoras que citassem uma “outra função que também é muito importante
Compartilhar o processo de planejamento e teste das atividades	- Os pesquisadores expuseram que outro material que poderia ser submetido a cromatografia, em situações de aula, era a tinta de caneta hidrocor ou esferográfica.
Dar abertura para que os professores investiguem assuntos de seu interesse.	- Quando a professora PB perguntou o que aconteceria se fizéssemos a cromatografia com pétalas de hibisco, sugerimos apanhar uma daquelas flores de hibisco e macerar suas pétalas.

Quadro 15. Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “Cromatografia de folhas vegetais em papel filtro”

Tipos de saberes (TARDIF, 2004)	Exemplos de situações em os saberes em questão se manifestaram e/ou podem ter sido construídos
Saberes disciplinares	- A atividade prática de cromatografia de folhas vegetais permitiu que PB manifestasse suas concepções inadequadas sobre os conteúdos de biologia vegetal. - Os pesquisadores desenvolveram discussões procurando trabalhar esses conceitos, o que permitiu que a professora aperfeiçoasse seus saberes disciplinares a respeito do tema.
Saberes da formação profissional	- As professoras discutiram sobre qual poderia ser o objetivo de atividades de cromatografia em papel semelhantes àquelas que havíamos acabado de realizar, mobilizando para isso seus conhecimentos didático-pedagógicos.
Saberes curriculares	- As professoras tiveram acesso a uma nova proposta de atividade prática e novos materiais didáticos para uso em aula.
Saberes experienciais	- As professoras vivenciaram a atividade de cromatografia em várias montagens diferentes para investigar qual o melhor modo de realizá-la. - A realização da observação de flores de hibisco permitiu que os participantes concluíssem que, em aulas para alunos iniciantes, seria melhor usar, por exemplo, a flor de lírio, que serve como um bom modelo de uma flor completa, e cujas partes são de fácil observação.

4.7 Atividade Prática realizada em 07/08/2012: “Observação de estruturas vegetais em flor de Lírio (*Lilium speciosum*)”

Participaram da atividade os pesquisadores e as professoras PB e PC.

A presente atividade foi realizada em sequência da atividade de Cromatografia acima exposta, por solicitação de PB e PC que concordaram ser uma prática interessante para realizar com os alunos, pois *“é muito mais interessante que o aluno veja o vegetal ao vivo do que em imagens no papel”* (PC). Assim, o principal objetivo da atividade de observação de estruturas vegetais era discutir a possibilidade de utilização de observações e manipulações de espécimes vivos em aulas de ciências e biologia e como esse tipo de prática poderia auxiliar a aprendizagem dos alunos.

Os pesquisadores levaram um vasinho de plástico com uma planta de lírio que apresentava duas flores abertas e um botão. Com um estilete retiramos uma das flores.

Nesse momento, PB tomou a iniciativa de localizar e abrir um livro didático existente na Biblioteca, *“Biologia Geral”* (AMABIS & MARTHO, 2009), no qual havia

explicações e ilustrações sobre a estrutura e funcionamento das flores das angiospermas. Solicitamos a ela que iniciasse as observações, com enfoque à sua escolha.

Primeiramente, PB tentou nomear as partes da flor, em voz alta, e solicitando nossa confirmação. Logo perguntou, para certificar-se, quais eram as partes masculinas e femininas. Portanto, caso fosse realizar uma atividade prática com os alunos, não tinha segurança suficiente para indicar, sequer, a localização geral das estruturas masculinas e femininas. Também confundiu bastante os nomes das diversas partes da flor. Notadamente, PB teve dificuldade em compreender o que era o gineceu (conjunto formado por ovário, estilete e estigma) e o que era o androceu (conjunto de estames).

Ajudou-a uma analogia feita por um dos pesquisadores, que brincava com o fato de que o elemento “feminino” ficava rodeado pelos elementos “masculinos”. PB então comentou que, com essa “*dica*”, não tinha “*mais como esquecer*”. Assim, sua dificuldade foi, entre outras, a de compreender a relação entre as partes e “os todos” que poderiam ser identificados na flor.

Argumentamos, porém, que o mais importante não eram os nomes, mas ter uma noção sobre como se dava o processo de reprodução nas plantas (angiospermas e outras). Surpreendeu-nos o fato de que tais dificuldades da PB ocorreram mesmo após, conforme nos informou, já ter ensinado o assunto, pelo menos, em dois anos consecutivos.

Embora nossa intenção fosse estimular as discussões didático-pedagógicas acerca da atividade prática em questão, esbarramos novamente na necessidade de despender grande parte da reunião em torno da discussão de conceitos biológicos. Imaginamos que isso tenha ocorrido, em grande parte, pela precariedade dos saberes de PB. Quanto menos ela compreende os conceitos centrais de determinado assunto, mais fica presa aos questionamentos factuais e de nomenclatura. O mesmo problema foi detectado no experimento de cromatografia, o que pode explicar, pelo menos em parte, a dificuldade que tivemos de desenvolver discussões didático-pedagógicas a partir das atividades práticas realizadas.

Inicialmente, a observação foi apenas da flor íntegra, depois retiramos as pétalas⁴, e estimulamos as professoras a cortarem com o estilete as partes da flor que quisessem explorar com mais detalhe.

⁴ No caso da flor de lírio, o termo mais preciso para designar as peças do cálice e da corola é “*tépalas*” (pétalas e sépalas de aspecto semelhante), mas as lacunas de conhecimento manifestadas pelas professoras diziam respeito a questões mais gerais e fundamentais, ligadas, por exemplo, à compreensão

As observações e diálogos desenvolvidos durante essa atividade foram sendo feitos alternadamente com a consulta às ilustrações e textos do livro que PB havia deixado sobre a mesa (Amabis & Martho, 2009). Usamos o livro citado não apenas para auxílio nas explicações, mas também para relembrarmos os nomes de algumas estruturas (estigma, estilete, filete etc.) e confirmarmos as definições de androceu e gineceu.

PC perguntou sobre as pequenas e escuras saliências que havia nas pétalas. Respondemos que não sabíamos, e que as peculiaridades em cada espécie eram muitas. Ela também perguntou sobre um suco longitudinal existente em cada pétala. Hipotetizamos que poderiam ser estruturas relacionadas à produção de néctar. Ela então perguntou se não seriam “*para captar a água da chuva, e a planta não ressecar*”. Ficou clara, aqui, a sua condição de “leiga” (já que é formada em fisioterapia), pois só em casos excepcionais uma planta angiosperma precisa depender de um suprimento hídrico diferente daquele que é obtido através das raízes. Ponderamos que a água usada pelas plantas vem, em geral, do solo, através das raízes. No entanto, para darmos consequência a essa investigação, cortamos longitudinalmente a estrutura sulcada existente na pétala.

Em seguida, um dos pesquisadores provou o sabor de uma pequena quantidade do líquido que havia no interior do sulco, para ver se era doce, isto é, se parecia ser néctar, destacando, porém, que deveríamos evitar esse tipo de procedimento, principalmente por parte dos alunos, porque muitas plantas (do cerrado e de outros ambientes) contêm substâncias tóxicas.

Anunciamos, então, o resultado desse pequeno “teste”: o líquido retirado do sulco da pétala de fato tinha sabor adocicado, o que fortalecia a hipótese de que aquelas estruturas estavam associadas à produção de néctar.

Ao longo da reunião, várias outras perguntas surgiram e foram discutidas:

- se os filetes e o estilete possuíam um canal interno;
- se havia grãos de pólen no interior das anteras;
- se era possível visualizar os óvulos cortando-se o ovário;
- o que havia no interior do “botão de flor”.

Confrontados com tais perguntas, sugerimos sempre, em primeiro lugar, que as próprias professoras procurassem “cortar” ou “abrir” as partes da planta em questão, para verificarem o que descobriam.

PB constatou que no interior do estilete havia um canal, e concluiu, por iniciativa própria, que se tratava do “tubo polínico”. Dissemos logo que “não”, e tentamos explicar o que seria o tubo polínico, recorrendo inclusive às ilustrações do livro (Amabis & Martho, 2009), mas durante algum tempo, PB continuou sustentando sua interpretação equivocada, como se não estivesse compreendendo a diferenciação que fazíamos entre uma estrutura ligada à flor (o canal interno do estilete) e uma estrutura ligada ao grão de pólen (o tubo polínico); finalmente, após diversas colocações feitas por nós, pareceu-nos que PB aceitou que o tubo polínico era uma “projeção do grão de pólen”, que crescia “verticalmente para baixo, percorrendo a distância entre o estigma e o ovário”. No entanto, achamos que o fator principal para a mudança de ideia da PB não foi nossa explicação verbal, e sim a observação de um esquema existente no livro, o qual mostrava o tubo polínico estendendo-se desde o estigma até o óvulo (Amabis & Martho, 2009, v.2, p.189).

PB quis também abrir um botão. Isso foi feito, e no interior do botão foram observadas as peças florais já bem formadas, mas ainda imaturas. Algumas das estruturas que se destacavam no botão eram as anteras. As professoras então perguntaram sobre os grãos de pólen, isto é, se os grãos de pólen estariam dentro das anteras, e se seriam visíveis a olho nu. Sugerimos a elas que tentassem abrir as anteras com a lâmina de cortar. Assim, as professoras seccionaram anteras do botão e anteras da flor que estava sendo examinada. Do interior dessas anteras saiu uma substância indefinida - uma “*sujeirinha*”, na definição espontânea das professoras - que marcava a pele dos dedos com uma coloração marrom-arroxeadada. Não dava para perceber, porém, a olho nu, se essa substância possuía granulação.

Esquecêramos de levar uma lupa de mão para a atividade, e comentamos a respeito, argumentando que com a lupa poderíamos fazer observações mais precisas acerca de alguns aspectos.

Conforme citado anteriormente, na planta de lírio que estava no vaso havia uma segunda flor. Tentamos retirar uma antera dessa flor, e da antera saiu um pó fino e seco que aderiu aos dedos. Para nós ficou claro que esse pó era constituído de grãos de pólen. Também foi imediata a conclusão de que esta segunda flor estava “mais madura” que a primeira.

Localizamos no livro uma foto que mostrava justamente a flor de lírio, com as anteras fechadas (condição inicial) e as anteras abertas (condição posterior). Hipotetizamos, assim, que a “sujeirinha” que se desprendera das anteras do botão poderia ser uma massa de material na qual já existiam grãos de pólen em amadurecimento, ou estruturas precursoras deles.

As professoras também fizeram vários cortes dos ovários retirados da flor e do botão. Após esses cortes, eram visíveis alguns “grãozinhos” que se desprendiam dos ovários. Supusemos que tais “grãozinhos” correspondiam aos óvulos. Comentamos, porém que, se dispuséssemos de uma lente de aumento, lupa etc., poderíamos obter imagens mais detalhadas desses “grãozinhos” e de outras estruturas, o que contribuiria para discutirmos nossas hipóteses.

As professoras procuraram ainda abrir os filetes, para ver se possuíam um canal interno. Diante dessa curiosidade, perguntamos sobre a provável função dos filetes. PB opinou que os filetes mantinham as anteras numa posição em que elas poderiam balançar “com o vento” e entrar em contato com o estigma. Entendemos, portanto, que dentro dessa forma de interpretar, a reprodução (do lírio e de outras plantas) se dava por autofecundação, e o fator ambiental responsável pela polinização seria o “vento”. Questionamos essa ideia afirmando que a polinização pelo vento era característica de grupos de plantas como o das gramíneas, mas que o lírio, ao apresentar flores vistosas e coloridas, produzir néctar etc., muito provavelmente estava adaptado à polinização por insetos. PB prontamente concordou com essa observação, destacando que, de fato, “*o que sempre se fala é que os insetos é que fazem a polinização*”.

Na sequência, sugerimos que uma função do filete seria a de deixar a antera em posição favorável à transferência do pólen para os insetos que visitavam a flor, e também a de fornecer água e nutrientes para a antera.

Em certo momento PB fez menção a “*plantas que não têm flores*”, utilizando, porém, um tom sugestivo de que flores e outras estruturas e processos que estávamos citando são elementos de ocorrência casual - e não elementos de ocorrência geral - nas plantas que predominam a nosso redor (angiospermas). Reforçamos, então, que a presença de flores é uma característica geral de todas as plantas angiospermas, muito embora, em diversos casos, como o do capim, as flores não tenham “o aspecto típico das flores ornamentais”.

Esse episódio - e outros ocorridos ao longo do projeto - nos fizeram pensar que uma parte importante das dificuldades conceituais da PB tem a ver com o fato de que

ela incorpora informações de maneira fragmentada, e muitas vezes não reúne essas informações em sistemas explicativos mais amplos (generalizações).

Ao final da reunião, manifestamos uma avaliação positiva a respeito do trabalho realizado, salientando que havíamos passado um tempo significativo examinando as estruturas da flor de lírio, e durante esse período havíamos colocado várias perguntas, formulado hipóteses e desenvolvido diversas observações a fim de testar as hipóteses apresentadas.

Assim, conquanto não tenhamos tido sucesso na abordagem das questões didáticas envolvidas com a atividade proposta, por outro lado, as discussões suscitadas foram ricas no que se refere aos saberes disciplinares das professoras participantes. Isso sem contar a vivência de situações em que suas hipóteses foram levantadas e colocadas em xeque por meio da observação. É possível que essa vivência tenha representado um ganho importante no que diz respeito aos saberes experienciais das professoras a respeito do uso de atividades práticas no ensino de ciências.

Seguem os quadros de síntese e exemplos sobre estratégias empregadas e saberes docentes envolvidos.

Quadro 16. Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “Observação de estruturas vegetais em flor de Lírio (*Lilium speciosum*)”

Estratégia empregada pelos colaboradores externos	Exemplos de situações em que a estratégia recebeu destaque
Dar espaço para a participação ativa dos professores nas atividades	- Os pesquisadores solicitaram que a professora iniciasse as observações, com enfoque à sua escolha. - Os pesquisadores sugeriram sempre, em primeiro lugar, que as próprias professoras procurassem “cortar” ou “abrir” as partes da planta em questão, para verificarem o que descobriam.
Valorizar interesses e demandas dos professores	- A atividade observação da flor de lírio foi realizada por solicitação de PB e PC que concordaram ser uma prática interessante para realizar com os alunos.
Valorizar e estimular a utilização das instalações e equipamentos presentes na escola	- Todas as observações foram apoiadas nas ilustrações do livro de Biologia presente na biblioteca da escola.
Compartilhar processo de planejamento e teste das atividades propostas	- Comentamos, porém que, se dispuséssemos de uma lente de aumento, lupa etc., poderíamos obter imagens mais detalhadas desses “grãozinhos”(presentes no interior das anteras) e de outras estruturas, o que contribuiria para

	discutirmos nossas hipóteses.
Dar abertura para que os professores investiguem questões de seu interesse.	- Estimulamos as professoras a cortarem com o estilete as partes da flor que quisessem explorar com mais detalhe; - As professoras interessaram-se em saber (a) se havia grãos de pólen no interior das anteras; (b) se era possível visualizar os óvulos dentro do ovário; (c) o que havia no interior do “botão de flor” etc. A partir dessas perguntas realizaram diversas observações em busca das respostas que procuravam.
Dar atenção às dificuldades conceituais manifestadas pelos professores nas atividades propostas	- Os pesquisadores procuraram sanar as dúvidas conceituais que surgiram ao longo da prática, usando analogias, diálogo e observação de esquemas e ilustrações.
Participar das atividades propostas interagindo com os professores, inclusive manifestando nossas dúvidas quanto aos temas abordados.	- Mostramos não saber do que se tratava o sulco presente nas pétalas, investigando por meio do sabor da substância presente no sulco.
Uso de esquemas e representações para auxiliar a aprendizagem do tema em estudo.	- Localizamos no livro uma foto que mostrava justamente a flor de lírio, com as anteras fechadas (condição inicial) e as anteras abertas (condição posterior).

Quadro 17. Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “Observação de estruturas vegetais em flor de Lírio (*Lilium speciosum*)”

Tipos de saberes (TARDIF, 2004)	Exemplos de situações em os saberes em questão se manifestaram e/ou podem ter sido construídos
Saberes disciplinares	- A dificuldade da PB foi, entre outras, a de compreender a relação entre as partes e “os todos” que poderiam ser identificados na flor (antera, filete, androceu etc.). - PC fez perguntas que demonstraram várias lacunas conceituais com relação à morfologia e biologia dos vegetais. - Os pesquisadores incentivaram a observação por parte das professoras e procuraram desenvolver várias discussões de caráter conceitual. - As professoras consultaram o livro didático em busca dos nomes e definições de diversas estruturas componentes da flor. - Manifestações das professoras durante e ao final da sessão de trabalho sugerem que elas conseguiram aperfeiçoar seus saberes disciplinares em diversos pontos.
Saberes da formação profissional	xxxx
Saberes curriculares	- Apresentação de proposta de atividade prática e novos materiais didáticos para uso em aula.
Saberes experienciais	- As professoras vivenciaram uma atividade prática em que formularam várias perguntas e hipóteses, bem como desenvolveram diversas observações a fim de testar as hipóteses

	apresentadas; assim, um processo semelhante a este poderia ser proposto para situações de aula. - Os pesquisadores comentaram que deveriam ter levado lentes de aumento ou lupas, pois assim seriam possíveis imagens mais detalhadas dos grãos de pólen etc., contribuindo para quemem esse cuidado.
--	--

4.8 Atividade Prática realizada em 21/08/2012: “*Experimento sobre a conservação da massa na reação entre vinagre e bicarbonato*”

Dessa atividade, participaram os pesquisadores e as professoras PB e PC.

Em 2011 havíamos acompanhado e discutido, durante uma reunião do projeto, uma atividade em que se misturava vinagre e bicarbonato de sódio, a qual fornecia um exemplo de transformação química evidenciada pela liberação de gás. Agora pensáramos em explorar essa mesma atividade de modo mais sofisticado, isto é, buscando observações que ajudassem a discutir o fenômeno da *conservação da massa*.

Para contextualizar o tema, lembramos que nos séculos XVIII e XIX muitos dos trabalhos desenvolvidos pelos químicos tinham como objetivo compreender o fenômeno intrigante de que em algumas transformações a massa das substâncias participantes aumentava e, em outras, a massa diminuía. Foi ao longo dessas investigações que os químicos propuseram o moderno conceito de átomo, ao verificarem que os reagentes deveriam ser colocados em proporções definidas, para que as transformações ocorressem de forma completa, sem deixar resíduos. Isto é, as proporções entre os reagentes pareciam refletir proporções entre os tipos de átomos envolvidos.

A utilização de exemplos históricos foi bastante explorada durante as discussões do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências*, como forma de melhorar a compreensão dos temas em estudo. Esse tipo de conhecimento é importante, não só como aspecto básico da cultura científica geral, mas para vincular os conhecimentos científicos com os problemas que originaram sua construção. O professor pode, assim, conhecer os obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1938) que a ciência precisou superar, e refletir sobre as possíveis dificuldades de seus alunos. Da mesma forma, podem compreender como evoluíram os referidos conhecimentos, evitando assim, visões estáticas e dogmáticas que deturpam a natureza do trabalho científico (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2006).

Como as duas professoras presentes nessa reunião (PB e PC) tinham formação universitária em áreas das ciências biológicas, ponderamos que os experimentos a serem realizados, embora parecessem relacionados principalmente à química, tinham a ver com fenômenos que eram centrais, também, para a compreensão do mundo biológico. Assim, citamos o exemplo das pessoas que querem emagrecer, argumentando que a massa do nosso corpo aumenta, diminui ou se conserva conforme “a quantidade de átomos que entram e saem do corpo”;

Apresentamos o material para a atividade e solicitamos previsões e hipóteses. Essa estratégia foi adotada não apenas para resgatar e afirmar as discussões anteriormente realizadas sobre “*hipóteses*” e “*previsões*”, mas também para que as professoras pudessem vivenciar uma forma mais investigativa de exploração das situações práticas. Ao propor previsões e hipóteses para os resultados de um experimento, os alunos expõem seus conhecimentos sobre determinado tema, constroem e ampliam determinadas habilidades de raciocínio e argumentação etc.

Logo, o envolvimento do professor nesse tipo de atividades pode ser proveitoso para o desenvolvimento de seus saberes experienciais e de seus saberes da formação profissional, pois permite a discussão de objetivos a partir dos quais se pode realizar determinada atividade prática.

Contamos que iríamos misturar vinagre e bicarbonato de sódio numa garrafa PET aberta (2L), e tínhamos uma balança para ver se a massa do conjunto variava ao longo da transformação. Perguntamos então o que iria acontecer após a mistura dos reagentes. Ambas as professoras (PB e PC) opinaram que ocorreria um fenômeno de “efervescência”. Sinalizamos afirmativamente em relação a essa previsão, e indagamos sobre o que aconteceria com a massa da mistura. As professoras ficaram um pouco indecisas, e depois disseram que a massa iria diminuir. Questionadas sobre o porquê, as professoras responderam que seria por causa da formação do gás, mas não detalharam o processo por meio do qual a formação de gás levaria à citada diminuição da massa.

Tínhamos um esquema da equação química, no qual os compostos envolvidos estavam representados por suas fórmulas estruturais. Mostramos esse esquema às professoras, e procuramos argumentar que o ácido acético e o bicarbonato de sódio se transformavam 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 garrafa estivesse aberta, o gás carbônico sairia do recipiente, fazendo com que a massa medida na balança diminuísse.

Intuindo que as professoras talvez não tivessem entendido muito bem a explicação, propusemos outra forma de representação esquemática da transformação. Assim, um dos pesquisadores tomou uma folha de papel e ali desenhou os átomos como bolinhas maiores ou menores, brancas ou coloridas, e em seguida fez a contagem do número de átomos de carbono, oxigênio etc., antes e depois da transformação. Diante disso, as professoras pareceram compreender que a massa no início e no final era a mesma, mas se tornaria cada vez menor conforme houvesse perda de moléculas de gás carbônico para o ar circundante.

Expusemos às professoras, os testes que havíamos feito para montar o experimento de modo que a reação pudesse ocorrer no interior de uma garrafa PET fechada, e que, nesse caso, o grande desafio era encontrar uma maneira de colocar o vinagre e o bicarbonato dentro da garrafa sem que eles se misturassem, mas tendo uma estratégia subsequente que permitisse misturar os reagentes após o rosqueamento da tampa.

Um dos pesquisadores mostrou, então, o material que confeccionara e testara para esse fim: três mangueirinhas de plástico vedadas em uma das extremidades, as quais poderiam ser preenchidas com vinagre e depositadas verticalmente no interior da garrafa. Contou que, havia testado balões de borracha, enchendo-os de bicarbonato, mas essa estratégia não deu certo, pois, quando se chacoalhava a garrafa, o bicarbonato que estava próximo à abertura do balão umedecia e formava uma pasta, impedindo o contato entre os materiais que havia dentro e fora da bexiga. Acrescentou que um problema semelhante também havia acontecido com as mangueirinhas: se elas fossem preenchidas com bicarbonato, sua abertura era bloqueada pela pasta que se formava, dificultando a mistura dos reagentes. Diante disso, ele optara por uma montagem invertida: o bicarbonato espalhado sobre o fundo da garrafa, e o vinagre no interior das mangueirinhas.

Reforçamos, como em ocasiões anteriores, que o relato sobre o nosso trabalho de concepção, teste e aperfeiçoamento de uma determinada montagem experimental era para estimular as professoras a “também se aventurarem por caminhos semelhantes”, isto é, investirem nesse processo de desenvolver algumas atividades didáticas de sua própria autoria.

As discussões citadas acima, referentes ao desenho experimental e materiais para a realização de uma atividade prática sobre conservação da massa, serviram também para explicarmos nossas opções referentes às quantidades de reagentes a serem

utilizadas. Conforme relatado naquele momento, as balanças de que dispúnhamos não detectavam variações de massa inferiores a 1g. Assim, não poderíamos utilizar quantidades de reagentes muito reduzidas, pois, nesse caso, a eventual variação de massa (pelo desprendimento de gás carbônico) também seria reduzida, dificultando a conclusão da observação. Portanto, o ideal era usar uma quantidade bem generosa de reagentes, dentro da capacidade de volume dos recipientes que havíamos selecionado. Com tal quantidade generosa de reagentes, bastante gás carbônico deveria ser formado e desprendido, causando uma diminuição de massa que não poderia ser atribuída a erro da balança.

Um dos pesquisadores observou que realizara diversos testes em sua casa, e que, ao final de tais sessões de estudo, pareceu-lhe adequado usar “três mangueirinhas de vinagre” ($3 \times 45\text{g} = 135\text{g}$) e “metade do pote de bicarbonato” (50g); com essas quantidades, a diminuição de massa após a liberação do gás carbônico era de, no mínimo, “10g”.

Explicou que dera preferência à garrafa PET porque imaginara que, numa situação mais extrema, o pote de vidro poderia romper com a pressão do gás carbônico formado, causando algum tipo de acidente.

Conforme tais diálogos transcorreram, iniciamos a primeira demonstração, em que a reação foi realizada no interior de uma garrafa PET aberta. Fomos solicitando, o tempo todo, que PB e PC auxiliassem na manipulação dos materiais e realização dos procedimentos.

A fim de colhermos elementos para verificarmos eventuais mudanças na massa do sistema, todos os materiais a serem utilizados (recipientes, amostra de vinagre, amostra de bicarbonato etc.) foram pesados em separado antes do início do experimento, na balança.

Assim, com o auxílio das professoras, depositamos 135g de vinagre em uma garrafinha de vidro, e 48g de bicarbonato em um copo de plástico. Em seguida foi feita a pesagem de uma bacia de plástico dentro da qual iríamos colocar a garrafa PET. Essa bacia era para evitar que a espuma que eventualmente transbordasse da garrafa PET caísse sobre para a mesa, alterando a massa do sistema não por desprendimento de gás, mas por perda de líquidos. Nos testes preliminares ficara evidente que a efervescência no interior da garrafa PET era tal que um pouco de espuma sempre costumava transbordar. Finalmente pesamos a garrafa PET dentro da qual seria realizada a transformação. Portanto, com tais medições, tínhamos como saber qual era a massa total

do conjunto em teste (bacia + garrafa PET + amostra de bicarbonato + amostra de vinagre), e se essa massa variava ao longo do experimento.

Na sequência, o bicarbonato (48g) foi espalhado sobre o fundo da garrafa, com o auxílio de um funil. Logo depois, também com o auxílio de um funil, o vinagre (135g) foi despejado no interior da garrafa. A efervescência foi intensa; muita espuma subiu através do espaço interno da garrafa, até atingir a abertura superior e transbordar ligeiramente; após essa primeira etapa do processo, a espuma permaneceu “borbulhando” (liberando gás), e seu nível (altura de seu topo) diminuiu continuamente. Passados alguns minutos, a espuma havia desaparecido por completo, restando no fundo da garrafa apenas um resíduo líquido que interpretamos como sendo uma solução que continha, entre outras substâncias, o produto da reação (acetato de sódio).

Ao final do processo, o decréscimo de massa do conjunto, que se deu gradativamente, foi bem perceptível, isto é, acima de 10g.

As professoras mostraram ter considerado o experimento bem interessante, no entanto, questionadas sobre a explicação que poderíamos apresentar para a diminuição da massa, ficaram novamente com algumas dúvidas. Pareciam entender que a massa diminuía não em razão do desprendimento de gás carbônico, e sim em razão de que substâncias em estado gasoso possuíam “massa menor”. No caso em estudo, seria como se os mesmos átomos de C e O possuísem massa maior quando incorporados a uma substância sólida (bicarbonato de sódio), e massa menor quando incorporados uma substância gasosa (CO_2).

Retomamos, portanto, uma explicação que focalizava a massa nos átomos: se, na garrafa, não entram ou saem átomos, então a massa permanece a mesma; porém, se átomos deixam a garrafa, na forma de CO_2 , então a massa diminui.

Na sequência realizamos a segunda demonstração, sempre com o auxílio das professoras na manipulação dos materiais. Nessa segunda demonstração, o bicarbonato foi espalhado no fundo de uma garrafa PET, e o vinagre depositado no interior das três mangueirinhas com o fundo vedado; as mangueirinhas foram então colocadas sobre o fundo da garrafa, na posição vertical, com as aberturas voltadas para cima, de modo que o vinagre não caísse sobre o bicarbonato; por fim, a garrafa foi fechada hermeticamente, com sua tampa original. Cabe lembrar que nesse teste as quantidades de reagentes colocadas nos recipientes foram semelhantes às que já haviam sido utilizadas anteriormente, isto é, 48g de bicarbonato (espalhados sobre o fundo da garrafa) e 135g de vinagre (divididos em três mangueirinhas). Tínhamos feito também, no início, a

pesagem de todos os recipientes a serem utilizados (garrafa PET, tampa da garrafa, mangueirinhas de plástico, bacia sobre a qual a garrafa seria apoiada).

Concluída a montagem de tal aparato experimental, o conjunto de materiais foi pesado, e a seguir PC inclinou gradativamente a garrafa, de modo a derramar o vinagre sobre o bicarbonato.

Houve efervescência bem visível, mas sem a elevação da coluna de espuma que havia sido observada na primeira demonstração. Além disso, a garrafa (que conforme descrito, estava tampada) ficou bastante rígida, fato este que as professoras foram solicitadas a constatar, e que foi por nós interpretado como decorrente da formação de uma expressiva quantidade de gás no interior da garrafa. Por fim, passado algum tempo, a atividade no meio de reação pareceu declinar e estabilizar-se.

Durante esse processo, não houve variação da massa do conjunto, de acordo com as medições indicadas pela balança.

Quando a transformação parecia já estar encerrada, e sob a expectativa de todos quanto à possibilidade de o conteúdo da garrafa “espirrar”, abrimos vagarosamente a tampa da garrafa, até ocorrer um sibilar intenso, indicativo de que estava escapando gás do interior daquele recipiente. Durante alguns segundos, controlamos o desrosqueamento da tampa, a fim de prevenir a possibilidade de ejeção de líquido proveniente do interior da garrafa. No momento em que a garrafa já se encontrava totalmente aberta foi feita a pesagem do conjunto que estava sobre a balança, e a diminuição da massa foi bem evidente, isto é, superior a 10g.

Um dos colaboradores fez notar que, após o desrosqueamento da tampa, bolhinhas ascendentes se formaram no resíduo líquido que havia no interior da garrafa. Interpretamos essas bolinhas como sendo “massas” de CO_2 que estavam abandonando o meio de reação e passando para o ar circundante. Detalhando um pouco mais a explicação do fenômeno observado, destacou que um dos fatores responsáveis pela formação e liberação de bolhas no resíduo líquido era “a baixa solubilidade do CO_2 em água”.

Concluído o segundo experimento, perguntamos novamente sobre a explicação científica para o fenômeno de “diminuição da massa” que havia sido observado. Nossa intenção era a de retomar e formalizar os conceitos principais discutidos ao longo da reunião. No entanto, as falas das professoras sugeriam que elas ainda estavam presas à concepção alternativa de que “substâncias em estado gasoso possuem massa menor”. Tentamos, então, trazer algum exemplo que ajudasse a descrever os gases como

substâncias que, como todas as demais, possuem massa; assim, lembramos que um balão de borracha “fica mais pesado quando está cheio de ar do que quando está vazio”.

Nesse momento PC citou a diferença entre um balão cheio de “gás carbônico” - que descia - e um balão cheio de “hélio” - que subia. Intervimos, opinando que o exemplo do balão de hélio era confuso para os alunos, pois o fato de ele subir tinha a ver com a força de empuxo exercida pelo ar atmosférico, e não com uma suposta tendência do hélio à elevação. Na verdade, a comparação proposta (entre o balão de gás carbônico e o balão de hélio) poderia levar à ideia inadequada de “peso negativo” do hélio. A partir daí fizemos alguns esquemas numa folha de papel, tentando mostrar que a força de empuxo sobre dois balões de mesmo volume era a mesma, mas, se o balão 1 estivesse preenchido com ar e o balão 2 estivesse preenchido com hélio, no balão 1 a força peso seria maior que a força de empuxo, e no balão 2, contrariamente, a força de empuxo é que seria maior que a força peso.

PC escutou essa explicação e, ao final, como que tentando evitar quaisquer críticas à comparação que fizera (entre balões de gás carbônico e hélio), afirmou que tudo o que faláramos era exatamente igual àquilo que ela tentara colocar. Assim, opinou que estávamos “falando a mesma coisa”. E, com essa conclusão, ignorou a possível inadequação do exemplo do balão para a discussão da massa de substâncias gasosas.

Ao final, PB disse ter achado “*muito bom mesmo*” o trabalho em torno do experimento proposto. PC também manifestou uma avaliação positiva da atividade, mas fez isso contrapondo a “*boa*” reunião daquele dia com reuniões anteriores que, segundo ela, “*ficavam só no preenchimento de papéis*”. PC referia-se, pejorativamente, às discussões ocorridas em junho de 2012, e que haviam focado os objetivos das atividades práticas, e debates sobre “natureza da ciência”. Elogiou, também, a atividade de observação da flor de lírio [realizada em 07/08/12]. Assim, dava indícios de que via pouco valor em discussões mais teóricas, pertinentes a campos como o da didática das ciências.

Portanto, nesse caso, esbarramos em outra dificuldade no que diz respeito às discussões pedagógicas ou teóricas das atividades práticas: a valorização negativa de uma das professoras com relação a essas questões. Esta é uma questão interessante, pois uma professora fez ponderações negativas sobre uma discussão relevante para formação do professor de ciências. A conduta dela, o seu pensamento, está empregando da racionalidade a que formou. Portanto, suas experiências, suas crenças, já se constituem obstáculos epistemológicos.

Seguem os quadros de síntese e exemplos sobre estratégias empregadas e saberes docentes envolvidos.

Quadro 18. Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “Experimento sobre a conservação da massa na reação entre vinagre e bicarbonato”

Estratégia empregada pelos colaboradores externos	Exemplos de situações em que a estratégia recebeu destaque
Dar espaço para a participação ativa dos professores nas atividades	- Apresentamos o material para a realização do experimento e solicitamos previsões e hipóteses - Fomos solicitando, o tempo todo, que PB e PC auxiliassem na manipulação dos materiais e realização dos procedimentos.
Uso de esquemas e representações para auxiliar a aprendizagem do tema em estudo	- Elaboramos um esquema, utilizando as fórmulas das substâncias e suas reações para auxiliar às professoras a compreenderem a reação entre o ácido acético e o bicarbonato de sódio resultando em acetato de sódio, gás carbônico e água; - Partindo dos indícios de que as professoras não estavam entendendo o processo químico demonstrado no experimento, um dos pesquisadores tomou uma folha de papel e ali desenhou os átomos como bolinhas maiores ou menores, brancas ou coloridas, e em seguida fez a contagem do número de átomos de carbono, oxigênio etc., antes e depois da transformação.
Compartilhar processo de planejamento e teste das atividades	- Expusemos às professoras o processo pelo qual chegamos a uma montagem experimental em que a reação vinagre-bicarbonato pudesse ocorrer no interior de uma garrafa PET fechada;
Argumentar baseando-se em exemplos da História da Ciência	- Para contextualizar o tema, lembramos que nos séculos XVIII e XIX muitos dos trabalhos desenvolvidos pelos químicos tinham como objetivo compreender o fenômeno intrigante de que em algumas transformações a massa das substâncias participantes aumentava, e em outras, a massa diminuía.
Retomar e desenvolver aspectos já citados em momentos anteriores	- Retomamos e exploramos o fenômeno da efervescência do bicarbonato em vinagre, agora a fim de possibilitar observações que ajudassem a discutir o fenômeno da conservação da massa.
Usar exemplos, valorizar as relações entre os conteúdos e o cotidiano promovendo uma abordagem multidisciplinar	- Como as duas professoras presentes nessa reunião (PB e PC) tinham formação universitária em áreas das ciências biológicas, ponderamos que os experimentos a serem realizados, embora parecessem relacionados principalmente à química, tinham a ver com fenômenos que eram centrais, também, para a compreensão do mundo biológico.

Dar atenção às dificuldades conceituais manifestadas pelos professores nas atividades propostas	- Partindo dos indícios de que as professoras não estavam entendendo o processo químico demonstrado no experimento, um dos pesquisadores tomou uma folha de papel e ali desenhou os átomos como bolinhas maiores ou menores, brancas ou coloridas, e em seguida fez a contagem do número de átomos de carbono, oxigênio etc., antes e depois da transformação.
---	--

Quadro 19. Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “Experimento sobre a conservação da massa na reação entre vinagre e bicarbonato”

Tipos de saberes (TARDIF, 2004)	Exemplos de situações em os saberes em questão se manifestaram e/ou podem ter sido construídos
Saberes disciplinares	- As professoras pareciam entender que a massa das substâncias presentes no meio de reação diminuía não em razão do desprendimento de gás carbônico, e sim em razão de que substâncias em estado gasoso possuiriam “massa menor”. - Essa concepção alternativa foi trabalhada através de questionamentos, elaboração de esquemas etc.
Saberes da formação profissional	- Discussão sobre a adequação pedagógica do exemplo do balão de hélio que subia (o aluno poderia confundir-se e atribuir “peso negativo” ao hélio, ao invés compreender que a elevação do balão tinha a ver com a força de empuxo exercida pelo ar). - PC dava indícios de que não enxergava valor em discussões mais teóricas, pertinentes a campos como o da didática das ciências.
Saberes curriculares	- As professoras tiveram acesso a uma nova proposta de atividade prática, a qual passou a ser uma alternativa em seu repertório para a estruturação do currículo.
Saberes experienciais	- As PB e PC tiveram participação ativa na atividade proposta, vivenciando o processo de experimentação de acordo com diferentes possibilidades de procedimentos e usos de materiais, fornecendo aos professores uma ideia sobre como os alunos poderiam interagir com aquele experimento em situações de aula.

4.9 Atividade Prática realizada em 18/09/2012: “Dissolução do sal de cozinha (NaCl) e do plástico de copos descartáveis em água e gasolina”.

Participaram da atividade proposta os pesquisadores e as professoras PB, PQ e PC.

No início da reunião, PQ informou que não poderia mais participar das reuniões do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* até o final do ano, devido ao excesso de atividades ligadas à sua função na vice-direção. Pediu “*mil desculpas*” por isso.

Durante os dois anos em que o *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* permaneceu na escola, presenciamos vários eventos como a saída de PQ

(chegada de alguns professores novos, curta passagem de outros pela escola, afastamentos, remoção, etc) que sugerem que as escolas públicas estão sujeitas a um fator que prejudica não apenas o desenvolvimento profissional de professores, como também o desenvolvimento da instituição em que se dão os acontecimentos observados: a rotatividade dos membros do corpo docente. Essas mudanças podem levar à perda da experiência acumulada e à necessidade periódica de “recomeços”. PF, PQ e PC (cada um há seu tempo) tiveram problemas para continuar no projeto, sendo que PC inclusive desligou-se da rede pública ao final do ano letivo de 2012.

Em casos de projetos de formação longos, como o que realizamos, essa rotatividade é ainda mais prejudicial, pois dificulta também a realização das pesquisas a eles vinculadas, já que impossibilita o acompanhamento da evolução do docente em formação, como também a própria autoavaliação dos projetos. Cabe lembrar a importância de que o trabalho dos docentes de uma escola (ou dos colaboradores externos que se associem a ela) tenha continuidade, já que o amadurecimento de saberes experienciais, ideias, estudos, propostas, esquemas de trabalho e laços de grupo é gradativo, não sendo possível senão ao longo de um período de tempo razoavelmente extenso.

Após dar a notícia de sua saída do projeto, PQ procurou a nova coordenadora pedagógica, e explicou-lhe que, no horário do ATPC, de duas em duas semanas, PB e PC se reuniriam conosco, e não com o restante dos professores. Notamos a forma como essa atitude de PQ mostrava apoio significativo ao projeto.

Conversamos com PB e PC sobre um local ao ar livre para realizarmos o experimento do dia, já este que utilizava gasolina automotiva e, portanto, deixaria cheiro intenso em ambientes fechados como a sala dos professores. Sugerimos o estacionamento, no entanto esta proposta não foi aceita, devido ao forte sol e calor que fazia. Foram cogitados também a quadra de esportes e o pátio da escola, sendo que, ao final, decidimos pelo pátio.

O pátio estava parcialmente em reformas. Emparelhamos três bancos compridos, dois para nos sentarmos e um para servir de mesa.

Iniciamos falando sobre o papel que os experimentos podem ter para “*surpreender os alunos, colocar em dúvida as ideias dos alunos*”. Era mais uma tentativa de fazer com que as discussões sobre atividades práticas dialogassem com conceitos da Didática das Ciências, no caso os de “concepções alternativas” e “mudança conceitual”.

Essa introdução foi diversas vezes interrompida por gritos bastante sonoros, os quais imitavam latidos e uivos de cachorros. Tais gritos eram lançados por dois ou três alunos que estavam fora do pátio e, constatando nossa presença, decidiram interferir. Em certo momento, esses mesmos alunos jogaram uma pedra no telhado do pátio, causando um barulho bem intenso, semelhante ao de uma pequena explosão. PB disse então que estava ficando com medo de continuar no pátio. A algazarra só terminou quando, a pedido da PC, um funcionário da escola apareceu no local para conter os meninos.

Desanimou-nos bastante a atitude dos alunos, bem como a repetida constatação de que a escola não dispõe de instalações mínimas para que os professores possam reunir-se, estudar, dialogar etc. Essa situação demonstra que o contexto da escola por nós investigada, não apresenta condições de infraestrutura que favoreçam os processos de reflexão coletivos, dificultando o seu caráter *in lócus*. Não basta termos políticas de incentivo à formação docente no espaço escolar, é preciso que as escolas apresentem condições mínimas (de infraestrutura, por exemplo), para que as relações de formação aconteçam. Em muitas reuniões do projeto, despendemos maior tempo procurando um local que permitisse a realização da reunião do que com as discussões propriamente ditas.

Inicialmente, as reuniões do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* eram realizadas no laboratório didático, que na ocasião estava desativado e foi revitalizado por professores e alunos a partir das primeiras intervenções do projeto. No entanto, após breve espaço de tempo (um ano), o laboratório foi, novamente, desativado sob a justificativa de reforma. A partir desse momento, todas as reuniões realizadas tinham o inconveniente de “perdermos muito tempo”, procurando um local na escola para que as reuniões fossem realizadas em um clima adequado. Infelizmente, em algumas reuniões, como a descrita, surpreendeu-nos situações extremamente desagradáveis, mas que condiziam com o perfil daquela unidade escolar.

O mesmo ocorreu com relação ao horário destinado às reuniões do Projeto. No primeiro semestre de 2012, por exemplo, apesar da insistência dos colaboradores externos, passaram-se 56 dias (ou quase dois meses) sem que a escola viabilizasse condições para que uma reunião do projeto fosse realizada. Os acontecimentos que levaram a tal situação crítica estiveram ligados principalmente a diversos adiamentos das reuniões de ATPC (momento em que as reuniões do projeto ocorriam), combinados ao uso das reuniões restantes para palestras de autoridades da Diretoria de Ensino e até

mesmo de representantes de uma empresa privada que pretendia vender seus serviços às famílias dos alunos da escola. O problema só foi solucionado após uma espécie de “ultimato” dos proponentes do projeto, que já desanimados com a situação apresentada, reivindicaram que o horário usual das reuniões fosse mantido, independentemente de outras prioridades da escola.

Iniciando as discussões sobre o experimento, explicamos às professoras que o experimento do dia era útil para tentar quebrar uma concepção errada muito comum entre os alunos e os leigos. Prosseguindo, explicamos que havia uma abordagem de ensino chamada “ensino por mudança conceitual”, que trabalhava em torno de estratégias para colocar em xeque as concepções dos alunos. Comentamos, ainda, que vários experimentos já realizados ao longo do nosso projeto poderiam ser utilizados para questionamento de ideias. Exemplificamos com o experimento de cromatografia (realizado em 19/06/12): os alunos muitas vezes “*acham que plantas que não são verdes não possuem clorofila, e não realizam a fotossíntese*”; no entanto, a cromatografia “*mostra que folhas que são roxas possuem pigmentos de várias cores, inclusive verdes*”.

Citamos também um experimento realizado por um dos colaboradores numa escola em que trabalhou anteriormente: os alunos, muitas vezes, “*atribuem características humanas às plantas e, a partir disso, acham que as plantas interagem com os gases atmosféricos da mesma forma que o homem ou outros animais*”; assim, os alunos em questão tinham a ideia de que uma planta (tal como um rato) “sufocaria”, se fosse colocada no interior de uma garrafa lacrada; um experimento desse tipo foi feito, e a planta permaneceu viva. Nesse momento PB teceu alguns comentários, citando o experimento histórico “do rato junto com a planta” (mencionado no *Caderno do Aluno*, Biologia, 1º ano, ensino médio), e destacando que “*o interior do recipiente não ficava sem oxigênio porque a própria planta libera oxigênio*”; no entanto, lembrou que a planta precisava de gás carbônico, e perguntou se, sem o rato, esse gás carbônico não acabaria. Explicamos que a planta realizava tanto a fotossíntese quanto a respiração, e que esta respiração produzia gás carbônico. PB mostrou-se surpresa, e contou-nos que “*não sabia que a planta também tinha respiração*”. Observamos, mais uma vez, o caráter aparentemente fragmentado dos conhecimentos de PB em biologia.

Cabe destacar que, grande parte desse diálogo ocorreu em meio às manifestações de algazarra dos alunos citados acima. Logo que o ambiente no pátio se tranquilizou, PC propôs que passássemos sem demora à realização do experimento,

justificando que precisávamos aproveitar aquele momento de paz antes que novos incidentes acontecessem. Mais tarde, fomos unânimes em considerar que tal fala expressava, também, a insatisfação da PC com as discussões teóricas que estávamos tentando desenvolver.

O experimento que leváramos consistia em um teste da gasolina automotiva e da água como possíveis solventes do sal de cozinha e do plástico de copos descartáveis.

Iniciamos a atividade procurando caracterizar uma concepção alternativa bastante comum, relacionada com o fenômeno da dissolução. Conforme argumentamos, as pessoas leigas raciocinavam a partir da ideia de que alguns solventes são em si mesmos, fortes ou fracos. Assim, se a pessoa precisava, por exemplo, retirar um resíduo de cola de etiqueta que havia num pote de vidro, ela tentava primeiro “lavar com água”, depois com “álcool, benzina, removedor etc.”, imaginando que cada um desses solventes fosse sucessivamente “mais forte”. No entanto, o que é *“forte ou fraco é a interação entre as moléculas do solvente e as moléculas do soluto”*.

Apresentamos, então, o material a ser utilizado no experimento: alguns copos de vidro, gasolina, sal grosso para churrasco, copinhos descartáveis para café.

Colocamos cerca três dedos de gasolina em dois copos diferentes. Em seguida anunciamos que iríamos despejar um pouco de sal grosso em um dos copos, e perguntamos às professoras o que elas achavam que iria acontecer, isto é, se elas achavam que a gasolina dissolveria o sal. Ambas as professoras disseram que sim (*“Vai dissolver”*). Perguntamos também, se o sal grosso seria dissolvido pela água. PB respondeu que sim, mas que talvez demorasse um pouco mais que o sal de cozinha comum, devido ao tamanho dos “grãos”.

Terminados esses questionamentos iniciais, despejamos o sal grosso sobre a gasolina e agitamos diversas vezes o conteúdo do copo. Após algum tempo, ficou evidente que a gasolina não estava dissolvendo o sal, e as professoras pareceram surpresas diante desse fato. PB quis, então, testar se a água realmente dissolveria o sal grosso. Pareceu-nos que sua hipótese era a de que o obstáculo ao processo era o soluto, que resistia à dissolução. Assim, colocou água e sal grosso em um terceiro copo. Com uma colher, agitou essa mistura, e pouco a pouco os grãos de sal grosso foram dissolvidos. Ao mesmo tempo, os cristais de sal grosso imersos na gasolina continuavam visíveis, e podiam inclusive ser retirados com uma colher.

Apontamos que, de acordo com a concepção alternativa citada, “a gasolina é mais forte que a água”, no entanto os resultados dos experimentos iam em direção contrária, isto é, mostravam que a água dissolvia o sal e a gasolina não.

Também com relação ao mesmo experimento, colocamos um copinho de café sobre uma amostra de gasolina, e outro sobre uma amostra de água. Os copinhos ficaram flutuando, mas logo o copinho que estava sobre a gasolina virou de lado e afundou. Com o auxílio de uma colher, pegamos esse copinho e, para surpresa das professoras, o fundo havia se destacado das paredes, como que por uma ação “corrosiva” da gasolina; soltamos novamente o copinho sobre a gasolina, e em pouco tempo ele ficou todo retorcido e mole.

PB comentou então, com sagacidade que, de acordo com o experimento realizado, “*o tanque de gasolina de um carro não podia ser feito de plástico!*”. Confirmamos essa conclusão dela acrescentando, porém, que tudo dependia da espécie de plástico utilizada; haviam plásticos que eram dissolvidos pela gasolina, e outros que não; mostramos a embalagem onde a gasolina estava acondicionada, que era uma embalagem plástica de óleo de motor de automóvel; lembramos, também, que as pessoas usam garrafas PET para transportar gasolina, e essas garrafas não dissolvem, porque a condição mais estável do plástico da garrafa PET ocorria quando suas moléculas “estavam interagindo entre si, e não com as moléculas da gasolina”.

PB fez notar que havia um resíduo de chiclete no banco que usávamos como mesa, e perguntou se a gasolina dissolveria aquele resíduo. Sugerimos realizar o teste. Assim, despejamos uma pequena colher de gasolina sobre a “amostra” de chiclete. Logo o material em teste tornou-se amolecido, e foi possível retirá-lo com a colher ou com uma toalha de papel. PC opinou que o chiclete era “semelhante” à gasolina, porque era derivado do petróleo.

A fim de tentar aprofundar a discussão, questionamos as professoras a respeito do porquê dos resultados obtidos no teste da água e da gasolina como possíveis solventes. Reforçamos mais uma vez que a concepção de senso comum, segundo a qual “*a gasolina é mais forte que a água*”, era inadequada para explicar os resultados obtidos, pois, dependendo do soluto testado (sal ou plástico), era a água ou a gasolina que demonstrava a suposta “*força de dissolver ou corroer*”.

As professoras dialogaram brevemente (demonstrando que não estavam totalmente firmes quanto à explicação dos fenômenos observados) e lembraram uma regra citada pela PQ em momentos anteriores: “*semelhante dissolve semelhante*”.

Assim, após esse breve intercâmbio, elas concluíram que o sal era “semelhante” à água, e o plástico dos copinhos descartáveis, “semelhante” à gasolina.

Diante disso, perguntamos em que consistia a semelhança citada; as professoras tiveram dificuldade em apresentar uma resposta. Um dos colaboradores explicou, então, sobre a questão da polaridade e apolaridade nas moléculas, e das cargas elétricas nas substâncias iônicas; esquematizou, num papel, a molécula de água, os íons do NaCl e a molécula mais típica que caracteriza a gasolina automotiva (octano); explicou, ainda, que as forças responsáveis pela interação entre solvente e soluto dependem, também, da estrutura tridimensional dos compostos químicos envolvidos, mas que esse fator era muitas vezes deixado de lado nas explicações direcionadas a alunos do ensino médio, já que nessa etapa da educação escolar, a consideração sobre a presença ou ausência de polaridade ou carga elétrica era suficiente para uma explicação satisfatória a respeito dos fenômenos em questão. O colaborador argumentava no sentido de se ter cuidado com o excesso de simplificações do conteúdo a ser apresentado aos alunos.

Apresentamos às professoras, para complementar a atividade um vídeo que mostrava a interação das moléculas de água com os íons Na^+ e Cl^- no processo de dissolução de um cristal de sal de cozinha pela água; vídeo sobre diferentes tipos de forças intermoleculares e sua atuação no processo de passagem do estado líquido para o estado gasoso. Foi uma tentativa de discutir a importância do uso de modelos no ensino de ciências, já que era impossível o aluno inferir o modelo científico a partir da simples observação de fenômenos.

Em termos de saberes curriculares o *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* promoveu o conhecimento de novos recursos audiovisuais ou virtuais (animações sobre forças intermoleculares, documentários sobre temas de história da ciência, o planetário virtual *Stellarium* etc.); simulações em vídeo (ou utilizando peças de plástico) como recursos que auxiliam o aluno a superar o caráter abstrato dos conteúdos e aprender sobre modelos (entidades e processos pressupostos, inacessíveis à observação).

Quadro 20. Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “Dissolução do sal de cozinha (NaCl) e do plástico de copos descartáveis em água e gasolina”.

Estratégia empregada pelos colaboradores externos	Exemplos de situações em que a estratégia recebeu destaque
Dar espaço para a participação ativa dos professores nas atividades.	- Questionamos as professoras a respeito do porquê dos resultados obtidos no teste da água e da gasolina como possíveis solventes.
Dar abertura para que as professoras investiguem questões de seu interesse.	- PC fez notar que havia um resíduo de chiclete no banco que usávamos como mesa, e perguntou se a gasolina dissolveria aquele resíduo. Sugerimos realizar o teste.
Usar esquemas e representações para auxiliar a aprendizagem do tema em estudo.	- Esquematizamos num papel a molécula de água, os íons do NaCl e a molécula mais típica que caracteriza a gasolina automotiva (octano);
Usar simulações e animações computacionais para auxiliar na aprendizagem de conceitos e processos.	- Para complementar a atividade, apresentamos às professoras um vídeo que mostrava a interação das moléculas de água com os íons Na ⁺ e Cl ⁻ no processo de dissolução de um cristal de sal de cozinha pela água; vídeo sobre diferentes tipos de forças intermoleculares e sua atuação no processo de passagem do estado líquido para o estado gasoso.
Dar atenção às dificuldades conceituais manifestadas pelos professores nas atividades propostas.	- Ao observarmos as dificuldades conceituais dos professores quanto ao tema das interações químicas, buscamos formas alternativas de explicação, como o uso de analogias, o diálogo e o uso de esquemas e simulações computacionais.
Encorajar a discussão de aspectos didático-pedagógicos do trabalho em aula com as atividades práticas propostas	- Os pesquisadores elaboraram um breve comentário sobre concepções alternativas dos alunos e formas para colocá-las em xeque, apresentando aportes das pesquisas em mudança conceitual.

Quadro 21. Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “Dissolução do sal de cozinha (NaCl) e do plástico de copos descartáveis em água e gasolina”.

Tipos de saberes (TARDIF, 2004)	Exemplos de situações em os saberes em questão se manifestaram e/ou podem ter sido construídos
Saberes disciplinares	- No início dos trabalhos, as professoras participantes não apresentaram previsões e explicações cientificamente corretas para as situações experimentais propostas (água e gasolina como solventes), mas, ao longo da atividade proposta (e com a ajuda dos colaboradores externos), pareceram aproximar-se da ideia de que o fenômeno da dissolução tem a ver com o grau de interação entre as partículas do solvente e do soluto. - PB mostrou-se surpresa, e contou-nos que “ <i>não sabia que a planta também tinha respiração</i> ”, sendo que o assunto foi explorado para sanar suas dúvidas.
Saberes da formação profissional	- Os pesquisadores elaboraram um breve comentário sobre concepções alternativas dos alunos e formas para colocá-las em xeque, contribuindo com a reflexão dos professores quanto aos objetivos didáticos da atividade prática apresentada.

	- As professoras vivenciaram uma situação em que sua previsão (de que a gasolina iria dissolver o sal) não se concretizou. Isso presumivelmente as ajudou a refletirem acerca do efeito que as estratégias de conflito cognitivo podem exercer em situações reais de aula. - PC mostrou-se insatisfeita com as discussões teóricas que estávamos tentando desenvolver, demonstrando não valorizar esse tipo de reflexão.
Saberes curriculares	- Apresentação de proposta de atividade prática e novos materiais didáticos para uso em aula. - Os professores conheceram um vídeo que mostrava a interação das moléculas de água com os íons Na^+ e Cl^- no processo de dissolução de um cristal de sal de cozinha pela água, o qual poderia ser utilizado em aula para facilitar a aprendizagem dos alunos sobre os modelos teóricos da reação estudada.
Saberes experienciais	- Vivência do experimento proposto, de forma a ter uma ideia sobre como ele poderá ser introduzido e trabalhado em aula.

4.10 Atividade Prática realizada em 09/10/2012: “*Experimento sobre conservação da massa na reação entre sulfato de cobre (CuSO_4) e hidróxido de sódio (NaOH)*”

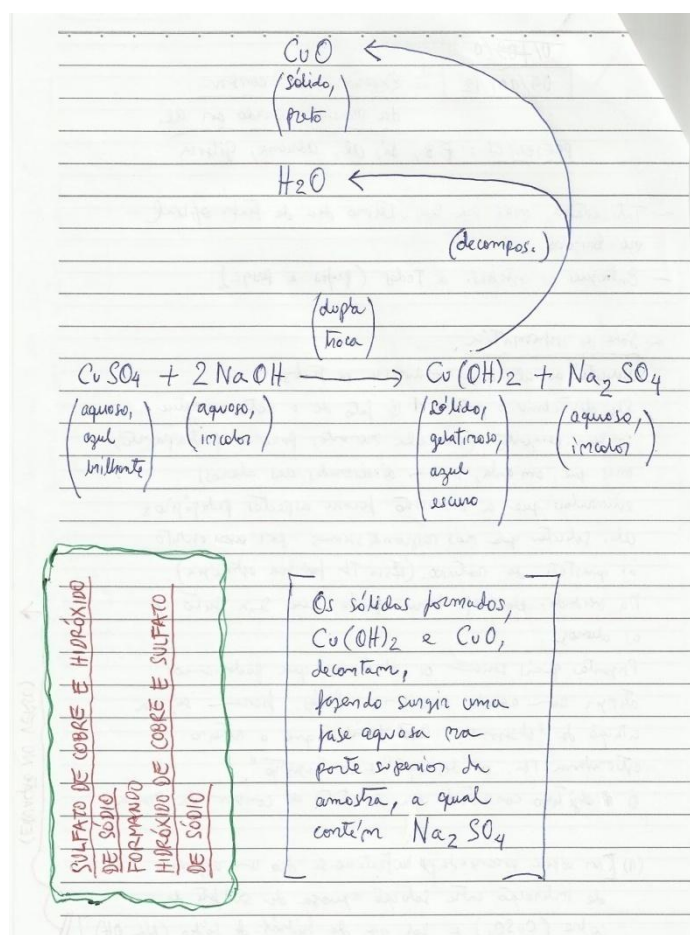
O experimento da conservação da massa na reação entre sulfato de cobre e hidróxido de sódio ($\text{NaOH} + \text{CuSO}_4$) foi selecionado a fim de propormos um exemplo de reação química sem desprendimento de gás, contrapondo outro experimento já realizado no projeto, o da formação de gás na mistura entre vinagre e bicarbonato de sódio. A partir dessa comparação, o objetivo era discutirmos as questões didáticas relacionadas ao uso desses dois experimentos em aula.

Nessa atividade decidimos distribuir, a todos os presentes, um roteiro para orientação da discussão (Anexo 2). Realizamos a atividade passo a passo e fomos, juntamente com os professores, respondendo por escrito às questões do roteiro. Assim, foi feita a descrição e pesagem do sistema no estado inicial e no estado final. Direcionamos o diálogo para que as professoras concluíssem que houve alteração na cor e consistência das amostras de material observadas, sendo isso evidências de transformações químicas. Mais especificamente, no início do processo, a solução de NaOH apresentava-se incolor, e a de CuSO_4 , azul brilhante (ver esquema); ambas as amostras possuíam, além disso, aspecto homogêneo; após a mistura, a coloração resultante foi de um azul mais escuro, e a consistência do material em observação tornou-se gelatinosa; em seguida, grânulos pretos começaram a surgir em meio à “gelatina” (nossa impressão foi a de que o material em observação era formado cada vez mais de grânulos pretos, e cada vez menos de “gelatina”); por fim, os corpos gelatinosos

e os grânulos escuros mostraram estar sedimentando-se, e uma camada incolor surgiu na parte superior da mistura. A massa do sistema no estado inicial e no estado final foi a mesma (383 g).

PB logo perguntou o que estava acontecendo no interior da mistura. Procuramos nomear as substâncias que havia no início e no final da reação, mostrando as fórmulas químicas, esquematizando-as numa folha de papel e esclarecendo que se tratava de uma reação de “dupla troca”, a qual formava hidróxido de cobre [$\text{Cu}(\text{OH})_2$, sólido (“gelatinoso”)] e sulfato de sódio [Na_2SO_4 , aquoso]. Quanto aos grânulos escuros, explicamos que eram de óxido de cobre [CuO , sólido], formado pela decomposição do $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Ocorria uma espécie de “desidratação” do $\text{Cu}(\text{OH})_2$ [hidróxido de cobre], passando a $\text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$ [óxido de cobre + água].

Assim, a equação química das transformações em estudo, conforme construída por nós, ao longo daquele diálogo, ficou esquematizada da seguinte forma:



Desenvolvemos, também, uma comparação entre o experimento daquele dia e o do dia 21/08/12 (formação de gás na mistura entre vinagre e bicarbonato de sódio), até

que as próprias professoras concluíram que a diminuição da massa do sistema só ocorria em casos nos quais havia formação e desprendimento de gás.

Aparentemente, portanto, as professoras adquiriram algum tipo de saber disciplinar ao discutirem as explicações científicas para a transformação observada, e ao consideraram as diferenças entre os resultados dos dois experimentos analisados.

Em algum momento desses diálogos PC relatou que não sabia “*nada de Química*”, porque não tivera a oportunidade de estudar essa disciplina nem no ensino médio (curso de magistério) nem no ensino superior. Perguntamos a ela, então, como era possível “*não ter tido química no curso de Fisioterapia*”; ela respondeu que estudara apenas “Bioquímica” e “Farmacologia”, e não a “Química”. Ficamos surpresos diante dessas falas, primeiro porque a PC nunca havia anteriormente admitido possuir lacunas em seus saberes disciplinares, e segundo porque ela parecia entender a Química, a Bioquímica e a Farmacologia como áreas estanques.

Prosseguimos perguntando quais poderiam ser os objetivos pedagógicos da atividade prática estudada. As professoras citaram apenas a possibilidade de estimular os alunos a observarem. Lembramos, então, que o experimento possuía um objetivo conceitual, que era o de discutir o fenômeno da conservação da massa; ressaltamos ainda, que as questões propostas no roteiro poderiam contribuir para trabalhar não apenas a “observação”, mas também a “descrição” e o “registro”, além de demandarem a “aplicação” e “discussão” de conceitos como os de evidências de reações químicas, estados físicos da matéria e solubilidade. Finalmente, a explicação das transformações observadas precisaria recorrer ao uso de determinados modelos teóricos etc.

Questionamos às professoras sobre o momento em que aquele experimento poderia ser introduzido em aula. As professoras opinaram que começariam com o experimento e depois explicariam a teoria. Dissemos concordar que essa era uma possibilidade, mas questionamos se não haveria outras formas de organizar a aula. As professoras mantiveram sua posição e, em certo momento, PC opinou que não era “*permitido fazer de outra forma*” (pareceu-nos que criticava o possível caráter autoritário das teorias educacionais e currículos defendidos pelos especialistas e pelo governo). Explicamos que a literatura da área previa que as duas formas de organização eram válidas (teoria antes e teoria depois).

Para detalhar nosso entendimento dessa questão, opinamos que as atividades práticas e as aulas teóricas proporcionavam aprendizagens diferentes. As atividades práticas - argumentamos - ensinam *sobre o fenômeno*, e contribuem para que o aluno

fique curioso e especule sobre a explicação científica daquilo que foi observado; ao mesmo tempo, também o estudo da teoria era importante, pois fornecia *a explicação do fenômeno*, sendo que o aluno jamais chegaria a essa explicação somente por meio de observação; aliás, como já havíamos discutido em outras ocasiões, o estudo da teoria geralmente demandava estratégias adicionais, tais como o trabalho com modelos, ilustrações, animações, simulações etc. No caso específico do tema que estávamos abordando (princípio da conservação da massa) os alunos poderiam utilizar experimentos a fim de verificar situações em que a massa do sistema varia ou se mantém constante, mas tal processo de investigação requereria sua articulação com informações sobre modelos a fim de atingir explicações mais profundas (como as que são representadas através de equações químicas).

Ao longo de todo o projeto havíamos tentado mostrar que existem diferentes possibilidades para o trabalho com atividades práticas, e que a escolha de uma abordagem ou outra depende dos objetivos do professor. Assim, nessa reunião do dia 09/10/12, quando as professoras insistiram que o experimento deveria vir, necessariamente, antes da explicação teórica, ficamos com a impressão de ter ocorrido um retrocesso nas discussões já realizadas.

Posteriormente, ao analisar a maneira como a reunião transcorreu, concluímos que a estratégia de utilizar um roteiro de experimento - contendo perguntas semelhantes às aquelas que seriam feitas aos alunos, as quais deveriam ser respondidas por escrito pelos participantes - foi importante para que nossas discussões não ficassem apenas na abordagem dos conceitos científicos ligados aos fenômenos estudados, mas se voltassem também para aspectos didáticos do uso do experimento em aula.

Assim, perguntamo-nos (*a título de hipótese*), se o uso de roteiros de atividades práticas, em situações de formação de professores, não poderia ser fator importante para que as discussões realizadas colocassem foco em questões didático-pedagógicas.

Seguem os quadros sobre estratégias desenvolvidas e saberes docentes nas situações analisadas.

Quadro 22. Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática “Experimento sobre conservação da massa na reação entre sulfato de cobre II (CuSO₄) e hidróxido de sódio (NaOH)”

Estratégia empregada pelos colaboradores externos	Exemplos de situações em que a estratégia recebeu destaque
Dar espaço para a participação ativa dos professores nas atividades	- As próprias professoras concluíram que a diminuição da massa do sistema só ocorria em casos nos quais havia formação e desprendimento de gás.
Usar roteiros de realização e discussão das atividades práticas propostas	- Nessa atividade decidimos distribuir, a todos os presentes, um roteiro para orientação da atividade
Participar das atividades propostas, interagindo com os professores, inclusive manifestando nossas dúvidas quanto aos temas abordados.	- Realizamos a atividade passo a passo e fomos, juntamente com os professores, respondendo por escrito às questões do roteiro
Mediar as discussões realizadas entre os professores, direcionando-as aos objetivos pretendidos.	- Direcionamos o diálogo para que as professoras concluíssem que houve alteração na cor e consistência das amostras de material observadas, sendo isso evidências de transformações químicas.
Uso de esquemas e representações para auxiliar a aprendizagem do tema em estudo.	- Procuramos nomear as substâncias que havia no início e no final da reação, mostrando as fórmulas químicas, esquematizando-as numa folha de papel
Retomar e desenvolver aspectos já citados em momentos anteriores.	- Comparação entre um experimento anterior (o da formação de gás na mistura entre vinagre e bicarbonato de sódio) e o experimento que estava sendo realizado (conservação da massa na reação entre NaOH e CuSO ₄).
Encorajar a discussão de aspectos didático-pedagógicos do trabalho em aula com as atividades práticas propostas	- Prosseguimos perguntando quais poderiam ser os objetivos pedagógicos da atividade prática estudada. - Questionamos às professoras sobre o momento em que aquele experimento poderia ser introduzido em aula.

Quadro 23. Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade “Experimento sobre conservação da massa na reação entre sulfato de cobre II (CuSO₄) e hidróxido de sódio (NaOH)”

Tipos de saberes (TARDIF, 2004)	Exemplos de situações em os saberes em questão se manifestaram e/ou podem ter sido construídos
Saberes disciplinares	- Inicialmente as professoras desconheciam a explicação química para os resultados do experimento proposto (formação da “gelatina” e dos grânulos, detalhes sobre como os átomos se rearranjaram de modo a haver conservação da massa etc.). No entanto, após a discussão em que a equação química foi apresentada e analisada, as professoras pareceram ter ampliado seus saberes disciplinares a respeito dos fenômenos observados. - PC relatou que não sabia “nada de química”, porque não tivera a oportunidade de estudar essa disciplina nem no ensino médio (curso de magistério) nem no ensino superior. - Os professores refletiram, com base em seus saberes didático-

Saberes da formação profissional	pedagógicos, quais os objetivos que a atividade prática realizada poderia ter em uma situação de ensino, assim como o melhor momento da aula para sua introdução.
Saberes curriculares	- Professoras tiveram acesso a uma proposta de montagem experimental que elas desconheciam, proposta essa passível de ser utilizada em aula. - Professoras puderam analisar um roteiro que propunha tarefas e questionamentos referentes à realização da atividade prática selecionada.
Saberes experienciais	- As professoras vivenciaram o processo de realização do experimento, inclusive no sentido de terem uma noção sobre o tipo de dúvidas conceituais que podem surgir em aula, ampliando seus saberes experienciais.

4.11 Atividade Prática realizada em 23/10/2012: “*Demonstração da variação do volume de uma amostra de ar em função do aquecimento*”

Na reunião apresentada participaram os pesquisadores e as professoras PB e PC, além de dois professores novos, uma licenciada em Biologia (que denominaremos PB2) e um licenciado em Química (que denominaremos PQ2), que haviam sido contratados para substituir a PQ, respectivamente nas disciplinas de Ciências e Química. Convidamos esses dois professores a participarem dos trabalhos daquele dia, e eles aceitaram.

O objetivo da realização da atividade de “demonstração da variação do volume de uma amostra de ar em função do aquecimento” foi o de propor um experimento muito simples a partir do qual os alunos poderiam elaborar modelos explicativos através de desenhos e, em seguida, discutir esses modelos com os colegas e o professor (cf. MORTIMER, 2000). Notar ainda que o tema selecionado (variação de volume dos gases), além de estar muito presente nos currículos de ciências e química, também tinha potencial para ser relacionado a fatos do dia-a-dia, tais como o funcionamento de um motor de automóvel.

Quanto a nossos objetivos de pesquisa, pensávamos em explorar uma hipótese referida no item anterior, segundo a qual a existência de um roteiro sugerindo algumas discussões a serem feitas com os alunos ajudava os professores e futuros professores a colocarem foco em questões didático-pedagógicas.

Iniciamos a sessão explicando brevemente, para os professores novos, em que consistiam as atividades do projeto (trabalho em torno de atividades práticas, discussão dos conceitos científicos envolvidos, discussão de questões didático-pedagógicas referentes ao ensino dos temas em foco). Esclarecemos, também, que procurávamos

propor atividades práticas baseadas em materiais e montagens bem simples, para que não fosse difícil realizá-las com os alunos.

Em seguida foi distribuído aos presentes um pequeno roteiro contendo instruções, questões e discussões referentes a um experimento sobre “Variação do volume de uma amostra de ar”. Como já foi dito, a ideia de novamente trabalhar em diálogo com um roteiro havia sido pensada a fim de darmos consistência 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 consonância com o roteiro proposto, apresentamos aos participantes duas garrafinhas de vidro (provenientes de “galeteiras” compradas numa loja popular de utensílios domésticos, e semelhantes às garrafinhas de leite de coco). Na abertura de cada uma dessas garrafinhas foi fixada uma bexiga de aniversário. Explicamos que, há muito tempo atrás, tentáramos realizar atividades desse tipo utilizando garrafas PET de refrigerantes “miniatura”, mas as bordas cortantes, existentes ao redor da abertura, rasgavam as bexigas.

A fim de resfriar e aquecer as amostras de ar em observação, a garrafinha “1” foi colocada numa bacia contendo gelo, e garrafinha “2”, numa bacia contendo água em temperatura próxima à da 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, e a bexiga do sistema que havia sido resfriado colapsou.

Mais adiante, a garrafa aquecida foi posta no gelo, e a garrafa resfriada, na água quente; o resultado disso foi que, após alguns segundos, o aspecto inicial das bexigas inverteu-se (sugerindo que ar contido nas garrafinhas sofreu variação de volume conforme sua temperatura). Durante a realização do experimento a água quente precisou ser periodicamente trocada, pois logo amornava.

Solicitamos aos participantes que desenhassem o que achavam que estava acontecendo no interior de cada sistema (tal como os alunos fariam em aula). PB desenhou apenas as garrafas e as bexigas, sem representar a suposta constituição e comportamento do ar interno. Em seguida, ao ser questionada, opinou que, após o aquecimento, “as moléculas do ar dilatam”. PB2 ouviu a opinião da PB e disse concordar, seguindo, assim, pela mesma linha de raciocínio.

Por sua vez, PA, que é químico, 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 setinhas 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 setinhas de movimento, e ficavam somente no fundo da garrafa, parecendo que o ar “gelado” desceu e ficou imóvel, formando-se vácuo na parte superior do sistema.

Argumentamos que, segundo os físicos, a expansão da bexiga não era devida à dilatação das moléculas, e sim ao aumento da velocidade de movimento das partículas dos diversos gases que compõem o ar. Nesse momento, PQ2 tomou a iniciativa de participar da discussão e, em parceria conosco, utilizou ideias ligadas ao modelo cinético dos gases para explicar às suas colegas de que modo o aquecimento gerava aumento da velocidade de movimento das partículas e, conseqüentemente, aumento da pressão interna que agia sobre as paredes da bexiga.

Destacamos, ainda, que em ambos os casos (ar aquecido e ar gelado) existe agitação térmica das moléculas, pois tal agitação só seria nula em uma temperatura de “zero kelvin”. É possível que essa fala tenha sido percebida pelo PQ2 como indicativa de que sua representação estática das moléculas do ar gelado estivesse errada.

Prosseguimos dizendo, também, que a concepção de que as moléculas dilatavam (“concepção substancialista”) era muito frequente entre os alunos, conforme já havia sido constatado em várias pesquisas sobre o assunto (ver, por exemplo, MORTIMER, 2000). A essa altura alguém perguntou sobre como lidar com tal dificuldade dos alunos. Respondemos que não havia nenhum experimento que pudesse diretamente desacreditar a concepção de que as moléculas dilatavam, e que por isso o professor seria obrigado a lançar mão de outros recursos, tais como esquemas, vídeos, discussões etc., para auxiliar o aluno a construir uma compreensão satisfatória acerca do modelo científico em questão. Aliás, nessa ocasião, procuramos destacar (para os professores novos) e reforçar (para PB e PC) a impossibilidade de que a simples observação de resultados de experimentos consiga levar o aluno ao modelo.

Durante essa discussão desenhamos em uma folha de papel a representação típica da ideia de que a expansão de um gás é devida à dilatação de suas moléculas. Assim, tal qual propusemos que os professores realizassem com os alunos, também nós

utilizamos de esquemas para que a representação de modelos, de forma que a explicação dos fenômenos observados fosse compreendida pelos professores.

Na sequência dos trabalhos apresentamos uma questão que procurava discutir a possível relação entre “o aquecimento global e o aumento do nível da água do mar”. Segundo as explicações desenvolvidas por um dos colaboradores externos, a elevação do nível dos mares nos últimos anos (efetivamente constatada ou apenas prevista) era geralmente atribuída ao derretimento das geleiras existentes nas regiões polares, no entanto, um grupo de pesquisadores em física, vinha argumentando que a dilatação das águas oceânicas superficiais, devida ao aquecimento global, era um fator muito mais importante, para a elevação do nível dos mares, do que o alegado derretimento das geleiras.

Propusemos, também, uma discussão pedagógica do experimento, iniciando com a consideração dos possíveis objetivos de sua realização. Não houve sugestão por parte dos professores presentes, então um dos colaboradores externos opinou que atividade proposta ajudava a identificar as concepções dos alunos (sobre a explicação para a variação do volume do ar). Citamos também o objetivo conceitual que podia ser atribuído à atividade, e que era o de contribuir para o estudo do fenômeno da variação de volume de massas gasosas. Esse experimento estimulava, por exemplo, a manifestação de conhecimentos prévios ligados ao fenômeno, para que o aluno tivesse um ponto de partida para sua reflexão e busca de respostas. Parafraseando Bachelard (1938) e Gil Pérez et al. (1999), argumentamos que todo conhecimento “é a resposta a uma pergunta”, portanto, nada mais natural que o aluno saiba a que fenômenos (presumivelmente intrigantes) se referem as respostas que o professor está tentando apresentar.

O roteiro propunha ainda uma discussão sobre as relações existentes entre o fenômeno em estudo e alguns fatos do cotidiano. Assim, procuramos mostrar que a circulação do ar no interior de uma geladeira e o sentido em que vento sopra nas regiões litorâneas tem a ver com os efeitos do aquecimento e resfriamento sobre as massas de ar atmosférico (a compreensão de tais fenômenos requer, entretanto, a aceitação do princípio de que “o ar quente sobe, por ser menos denso” e, subsequentemente, o entendimento acerca dos efeitos produzidos pela força peso e pela força de empuxo em corpos mais densos e menos densos). Nesse momento foram citadas, também, as diferenças entre a água, a areia e outros materiais, no que tange a seu calor específico (capacidade de resistir à mudança de temperatura).

Em seguida, ao discutir que a bexiga inflava ou colapsava devido a diferenças entre as pressões interna e externa, mencionamos o exemplo dos processos de entrada e saída do ar nos pulmões do ser humano e outros mamíferos, que eram explicados pela capacidade que alguns músculos torácicos possuíam em fazer com que a pressão no interior dos pulmões aumentasse ou diminuísse.

PB, tal como em situações anteriores, comentou sobre sua dificuldade de entendimento a respeito dos assuntos que estavam sendo abordados: *“Nossa!... Mas como isso é difícil!...”*.

PB comentou que no ano de 2012 não realizara atividades práticas com seus alunos, *“por causa da falta do laboratório”*. Durante os últimos meses, várias reformas estavam sendo feitas no prédio da escola, e uma delas envolvia modificar o local onde ficaria o laboratório. A professora prosseguiu afirmando que, em 2013, *“precisava retomar esse trabalho com as atividades práticas”*, mesmo porque o novo laboratório já deveria *“estar pronto”*. Essas falas sugeriram que a PB percebeu a incorporação de atividades práticas como um fator que contribuiu positivamente, em 2011, para o desenvolvimento de suas aulas, ou seja, a importância da realização desse tipo de atividade foi validada pela sua experiência.

Seguem os quadros sobre estratégias e saberes nas situações analisadas.

Quadro 24. Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a atividade prática de “Demonstração da variação do volume de amostras de ar em função do aquecimento”

Estratégia empregada pelos colaboradores externos	Exemplos de situações em que a estratégia recebeu destaque
Dar espaço para a participação ativa dos professores nas atividades.	- Solicitamos aos participantes que desenhassem o que achavam que estava acontecendo no interior do sistema formado por uma garrafinha de vidro em cuja abertura estava acoplado um balão de látex.
Usar roteiros de realização e discussão das atividades práticas propostas.	- Foi distribuído aos presentes um pequeno roteiro contendo instruções, questões e discussões referentes a um experimento sobre “Variação do volume do ar”.
Uso de esquemas e representações para auxiliar a aprendizagem do tema em estudo.	- Durante a discussão realizada desenhamos em uma folha de papel a representação típica da ideia de que a expansão de um gás é devida à dilatação de suas moléculas.
Usar exemplos, valorizar as relações entre conteúdos e cotidiano, promovendo uma abordagem multidisciplinar.	- Na sequência dos trabalhos apresentamos uma questão que procurava discutir a possível relação entre “o aquecimento global e o aumento do nível da água do mar”; - Procuramos mostrar que a circulação do ar no interior de uma geladeira e o sentido em que

	vento sopra nas regiões litorâneas tem a ver com os efeitos do aquecimento e resfriamento sobre as massas de ar. - Ao discutir que a bexiga inflava ou colapsava devido a diferenças entre as pressões interna e externa, mencionamos o exemplo dos processos de entrada e saída do ar nos pulmões do ser humano e outros mamíferos, que eram explicados pela capacidade que alguns músculos torácicos possuíam em fazer com que a pressão no interior dos pulmões aumentasse ou diminuísse.
Compartilhar o processo de planejamento e teste das atividades práticas propostas.	- Explicamos que tentáramos evidenciar a formação de gás em determinada transformação química utilizando garrafas PET de refrigerantes “miniatura”, mas as bordas cortantes, existentes ao redor da abertura, rasgavam as bexigas.
Encorajar a discussão de aspectos didático-pedagógicos do trabalho com as atividades práticas propostas.	- Propusemos, também, uma discussão pedagógica do experimento, iniciando com a consideração dos possíveis objetivos de sua realização.
Dar atenção às dificuldades conceituais manifestadas pelos professores nas atividades propostas	- Por meio da representação que os professores fizeram do experimento (mostrando o comportamento do ar dentro da garrafa), os pesquisadores puderam perceber que os professores não possuíam um saber consistente sobre o comportamento dos gases frente à mudança de temperatura. A partir disso, foram adotadas estratégias para que esse conhecimento fosse desenvolvido como o uso de ilustrações e esquemas.

Quadro 25. Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a atividade de “Demonstração da variação do volume de amostras de ar em função do aquecimento”

Tipos de saberes (TARDIF, 2004)	Exemplos de situações em os saberes em questão se manifestaram e/ou podem ter sido construídos
Saberes disciplinares	- PB e PB2 opinaram que, após o aquecimento, “as moléculas do ar dilatam”; - PQ2 tomou a iniciativa de participar da discussão e, em parceria conosco, utilizou ideias ligadas ao modelo cinético dos gases para explicar às suas colegas de que modo o aquecimento gerava aumento da velocidade de movimento das partículas e, consequentemente, o aumento de volume da bexiga, contribuindo para o desenvolvimento dos saberes disciplinares de PB e PB2 sobre o tema.
Saberes da formação profissional	- Os pesquisadores comentaram sobre a concepção de que as moléculas constituintes do ar dilatavam com o aquecimento (“concepção substancialista”), informando que tal concepção era muito frequente entre os alunos; - Os professores participaram de uma discussão pedagógica sobre possíveis objetivos da realização da atividade prática de variação de volume do ar frente ao aquecimento.
	- As professoras tiveram acesso a uma nova proposta de atividade

Saberes curriculares	prática, a qual passou a ser uma alternativa em seu repertório para a estruturação do currículo.
Saberes experienciais	- As professoras vivenciaram o processo de experimentação e as discussões a ele associadas, o que pôde fornecer aos professores uma ideia sobre o modo como os alunos poderiam interagir com o experimento em situação de aula. - Falas de PB sugeriram que ela percebeu a incorporação de atividades práticas no currículo como um fator que contribuiu positivamente, em 2011, para o desenvolvimento de suas aulas; assim, parece que validou pela experiência a importância da realização desse tipo de atividade.

4.12 Atividade Prática realizada em 06/11/2012: “Visita ao Jardim Botânico da cidade de Bauru”.

Nessa atividade, estavam os pesquisadores, os professores PB, PC e PQ2 e a monitora do Jardim Botânico.

O Jardim Botânico de Bauru 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” PB havia comentado sobre uma visita didática que fizera a uma praça arborizada próxima à escola. Participaram dessa visita os alunos do 6º Ano, e PB 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 Municipal.

Assim, após várias outras atividades realizadas ao longo do Projeto (algumas delas aqui relatadas), combinamos com as professoras 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 interessantes emergiram.

Ao lado do prédio da administração, via-se um cacto de caule ramificado, com mais de três metros de altura. PB apontou o cacto e perguntou se algumas estruturas

coloridas nas partes superiores dos ramos do caule eram flores. Confirmamos que sim, e PB 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 (07/08/12): “*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 PC 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.

Iniciando as discussões preliminares, entregamos às professoras uma folha de papel com algumas considerações sobre o assunto (Anexo 2), a qual foi grampeada uma segunda, propositalmente em branco, para eventuais anotações durante a visita.

Argumentamos 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 alunos. É sabido que maioria dos professores não realiza essa visita prévia, o que leva a um subaproveitamento dos recursos existentes no local, além da ocorrência de imprevistos e problemas que poderiam ter sido evitados.

Colocamos, então, uma primeira questão para reflexão pelas professoras: “Ao levarmos nossos alunos ao Jardim Botânico, quais serão nossos principais objetivos didáticos?”.

PC foi dialogando e citando alguns objetivos que considerava importantes:

- oportunizar atividades de “*observação*”;
- estudar as “*características de uma planta*”, como por exemplo as partes que formam seu organismo (raiz, caule, folha, flor etc.);
- estudar os “*tipos de plantas*” (grandes grupos vegetais);

- elaborar desenhos (de plantas, da paisagem etc.);
- despertar “*dúvidas, interesses, curiosidades*”.

Tais ideias pareceram pertinentes e viáveis, então opinamos que eram “bons objetivos” e, antes de entrar na análise das propostas apresentadas, lembramos que no ano de 2011, PB levava os alunos do 6º Ano ao Jardim Botânico, por isso pedimos a ela que relatasse os objetivos que priorizara naquela ocasião.

A professora citou alguns de seus objetivos: observar o “*paisagismo*” (o trabalho de paisagismo existente na área onde fica a sede do Jardim Botânico); comparar “*uma área de reserva com um local modificado pelo homem*”; discutir sobre o “*desmatamento*”; observar “*o solo, o clima* (o microclima nas diferentes partes da trilha)”; *buscar a “motivação dos alunos*”. Comentamos, então que, de acordo com as falas colocadas, um objetivo importante da visita ao Jardim Botânico seria o da “*educação ambiental*”; as professoras sinalizaram que sim, concordando com tal afirmação.

Conforme realizávamos esses diálogos iniciais, a monitora (a qual chamaremos MO) veio até nós, e logo ficou combinado que poderia nos acompanhar numa caminhada através da trilha de visitação existente no interior da área de proteção ambiental pertencente ao Jardim Botânico.

Em certo momento PB apontou a árvore de copaíba existente junto ao banco de cimento em torno do qual estávamos reunidos; essa árvore estava identificada por meio de uma placa na qual apareciam seu nome popular e seu nome científico; PB comentou que o óleo de copaíba era utilizado com bastante sucesso no tratamento de dores nos pés, nas pernas, nos braços etc. Um dos pesquisadores perguntou de que parte da planta se extraía o óleo; MO esclareceu que era do caule (tronco e ramos). Diante da resposta, o pesquisador comentou que, partindo-se do estudo da copaíba, já seria possível realizar um trabalho interdisciplinar unindo a química e a biologia, sobre a extração de substâncias de uso medicinal (no caso, o óleo de copaíba).

Outro pesquisador opinou que as observações realizadas nos diversos espaços do Jardim Botânico ajudavam o aluno a conhecer as características dos grandes grupos vegetais. Citamos os nomes de tais grandes grupos: briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Diante disso, PQ2 (professor que ficara com as aulas de química no lugar de PQ) quis saber sobre a utilidade da classificação na biologia. Pedimos que ele pensasse sobre a classificação periódica dos elementos químicos (já que era químico); ele sugeriu, então, que a classificação dos organismos vivos na

biologia cumpria um papel semelhante ao da classificação periódica na química; assim, colocou a ideia de que a classificação dos seres vivos talvez “organizasse” o conhecimento.

Explicamos a PQ2 que a classificação dos seres vivos permite condensar diversas informações (MAYR, 2008); por exemplo, se disséssemos que uma planta era angiosperma, já estaríamos automaticamente fornecendo várias características daquela planta, comuns a todas as angiospermas, tais como o fato de possuírem flor e fruto; complementamos lembrando que as classificações atuais tentavam refletir o parentesco evolutivo que se imagina existir entre diferentes grupos de 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.

Nesse momento, PQ2 citou as samambaias, que teriam sido “*as primeiras plantas*”; Concordamos com a ideia apresentada por ele, 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*”.

Uma segunda questão que constava no material entregue às professoras era sobre “lacunas de conhecimentos e concepções inadequadas” que nossos alunos possuíam, “a respeito dos temas a serem estudados”.

PB lembrou que, em 2011, procurara levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o cerrado (para sua monografia de conclusão de um curso de especialização) e chegara à decepcionante conclusão de que eles “*não sabem nada*”. Nesse momento pedimos licença à PB para também lembrar que criticáramos o tipo de questões que havia sido utilizado naquela coleta de dados, argumentando que as questões em referência cobravam apenas definições de conceitos (“O que é bioma?”, “O que é cerrado” etc.), 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.

Prosseguindo, sugerimos que as questões para levantamento de conhecimentos prévios ficariam mais adequadas se os alunos fossem indagados sobre “que plantas e animais acham que vão ver no Jardim Botânico, como essas plantas e animais vivem etc.”. PB imediatamente retrucou que havia feito tais questões, porém os alunos “*continuaram falando só besteira*”; exemplificou dizendo que mencionavam seres vivos

“*que todo mundo já sabia que iam aparecer*”, tais como “*formigas, pássaros, árvores etc.*”. Insistimos que essas respostas dos alunos poderiam ser contrapostas com questões do tipo: “*Por que há formigas no cerrado?*”; “*Por que há pássaros?*”; “*Por que há árvores?*”.

Essa persistência da PB em dizer que os alunos não sabiam “*nada*” nos fez refletir, que ela aceitava a existência e importância das concepções dos alunos *somente em nível de discurso*, e não como um fator a ser considerado no planejamento e desenvolvimento das aulas.

Conforme os pesquisadores discutiram posteriormente (sem a presença dos professores), as melhores perguntas para levantamento das concepções dos alunos talvez sejam aquelas que não se refiram diretamente às características e componentes do cerrado, mas a outros aspectos proximamente relacionados (percepções e sentimentos dos alunos diante da ideia de que iriam participar de uma visita ao Jardim Botânico, posicionamento dos alunos quanto a problemas de desmatamento e poluição no Brasil, suas implicações etc.); por outro lado, questões mais diretivas poderiam ser propostas, tais como solicitar aos alunos que considerassem uma lista de animais previamente selecionados, e discutissem a relação entre suas características e o ambiente onde vivem, a importância ecológica deles etc.; uma terceira possibilidade de abordagem seria ainda o levantamento prévio das curiosidades dos alunos sobre a mata do Jardim Botânico; entretanto, qualquer que fosse o caso, para saber o que esperar de uma visita ao Jardim Botânico, e o que perguntar aos alunos na fase preparatória da visita, era preciso dominar os conteúdos científicos relevantes, coisa que parecia ser sempre um obstáculo para muitos professores, como era o caso de PB; além disso, a dificuldade da professora em discutir a questão dos conhecimentos dos alunos parecia indicar uma *reflexão superficial sobre os instrumentos para acesso ao pensamento dos educandos*, que deveriam ser, afinal, os próprios instrumentos de acompanhamento e avaliação da aprendizagem.

Como considerávamos totalmente implausível que os alunos não tivessem nada a dizer sobre os ambientes com os quais estão em contato repetidamente, citamos alguns exemplos de concepções dos alunos sobre o cerrado e outros biomas brasileiros, já descritas na literatura. Uma delas descrevia o cerrado como “um matagal muito feio e desorganizado”, o qual, devido a seu aspecto “pouco atraente”, não deveria ter “nenhuma importância especial”. Essa mesma concepção exaltava, de outro lado, “a beleza e organização” de praças e parques construídos segundo projetos de paisagismo.

No entanto, contrariando essa visão de senso comum, o cerrado era atualmente reconhecido como um ecossistema muito importante, por diversas razões, entre elas a riqueza de sua biodiversidade.

Mencionamos, também, a ideia, bem comum entre os alunos, de que nos ecossistemas brasileiros são encontrados animais como leões, tigres, cangurus etc. Tal ideia poderia ser considerada, inicialmente, como uma simples confusão a respeito da distribuição geográfica de alguns animais, mas tornava-se bem mais problemática quando notávamos que não questionava as relações que devem existir entre as características de cada espécie e as características do ambiente em que ela vive.

PC disse ter visto “*em algum lugar*” que a vegetação da região de Bauru, “*na verdade, não é cerrado, e sim cerradão*”; explicamos que o cerrado típico tem uma fisionomia muito semelhante à das savanas africanas, isto é, trata-se de um ambiente em que há muitas plantas de pequeno porte, por exemplo, muitas gramíneas, e as árvores ficam mais ou menos espalhadas; assim, o cerrado é um “campo, o chamado campo cerrado”, enquanto que o cerradão, por sua vez, é “uma espécie de mata ou floresta”; PQ2 comentou que, segundo ouvira falar, o cerrado havia sido “*bem degradado*”; respondemos que toda a região central do Brasil, como, por exemplo, o estado de Goiás, era anteriormente de cerrado, mas foi gradativamente alterada em função da atividade agropecuária; prosseguimos lembrando que o cerrado também é caracterizado pelas diversas espécies de vegetais, animais, fungos etc., que vivem naqueles ambientes; PC opinou sobre esse aspecto citando “*os grandes mamíferos*” que existiam nas savanas (girafas, zebras etc.), e que não eram os mesmos que seriam encontrados nos cerrados brasileiros.

Procuramos fazer uma síntese acerca de alguns pontos citados, argumentando que o cerrado não era definido por uma única característica, mas por várias (fisionomia, conjunto das espécies vivas que habitam a região, tipo de solo que predomina etc.).

A terceira pergunta colocada às professoras, antes do início das atividades ligadas ao percurso da trilha de visita, referia-se à possibilidade de que a visita ao Jardim Botânico tivesse um caráter “investigativo”, isto é, fosse organizada a partir de “algumas questões ou problemas” apresentados aos alunos com antecedência, “e que a visita ajudaria a discutir”.

PC argumentou, rapidamente, que sua ideia de usar a visita como um momento para despertar “*dúvidas, interesses, curiosidades*” era uma boa forma pela qual a visita

se aproximaria daquilo que propuséramos (um trabalho com características investigativas).

PB, por sua vez, opinou que pediria aos alunos para observarem a paisagem, as plantas etc., durante o período de percurso da trilha; questionamos se tal observação, por si só, já seria uma atividade de caráter investigativo, e ela respondeu que sim.

Notar, portanto, que as duas professoras enfatizaram aspectos diferentes daquilo que poderia compor uma investigação: PC deu mais ênfase à formulação de questões, e PB, ao papel da observação na elaboração de novos conhecimentos.

Concluídas essas considerações preliminares, iniciamos a atividade de percurso da trilha do JB, acompanhados da monitora MO.

Conforme as explicações da MO, o primeiro trecho da trilha seguia por uma “*mata de várzea*”, alcançando o córrego “*Vargem Limpa*”, que, no passado, havia sido “*a principal fonte de água para as pessoas que viviam em Bauru*”.

Além disso, continuou ela, a “*reserva ambiental*” que inclui o Jardim Botânico, o Jardim Zoológico e o campus da UNESP foi criada, entre outras finalidades, “*para proteger a nascente do córrego Vargem Limpa*”.

Durante esse trajeto através da trilha fazia um calor desconfortável, e muitos insetos esvoaçavam em torno de nós. PB logo começou a reclamar que estava cansada, e tais reclamações perduraram até o final do percurso. Consideramos, depois, que uma visita desse tipo, numa estação quente (primavera), poderia não proporcionar “um contato agradável” do aluno com “um ambiente natural”.

O segundo trecho da trilha, conforme explicado pela MO, passava por uma área de “*mata atlântica*” que, conforme detalhou, era uma “*floresta estacional semi-decídua*”; “*estacional*” porque era afetada pelas estações do ano, que, em Bauru, eram “*duas, a chuvosa e a seca*”; por outro lado, a classificação da floresta como semi-decídua era devida ao fato de que, “*na estação seca, metade das espécies vegetais perdem suas folhas*”; nesse momento a monitora fez notar que no interior da floresta “*o microclima era mais fresco e úmido*”.

Na sequência, MO mostrou-nos 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. Contou inclusive que os funcionários do Jardim Botânico procuravam retirar essa samambaia sempre que a encontravam.

MO também escolheu uma copaíba da mata e solicitou que a comparássemos com a copaíba que existia em frente ao prédio da administração. Fez notar que a copaíba da mata era “*bem mais alta*”, possuindo um tronco que crescera “*reto para cima*”, e ramos superiores que alcançavam “*o topo do dossel*” (nesse momento, explicou o que era o “dossel”). A copaíba da administração - continuou - era mais baixa, e tinha os ramos mais espalhados para os lados. Ela então relacionou tais características com o fato de que a copaíba da mata precisava crescer bem mais para obter seu suprimento de luz.

MO solicitou ainda que verificássemos com as mãos a textura membranácea das folhas de algumas plantas da mata, antecipando que, no trecho de cerrado, veríamos folhas com uma 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 (forneceu, portanto, uma breve indicação das etapas iniciais da sucessão ecológica).

Em seguida, a trilha passou a apresentar uma ligeira inclinação para cima, e MO perguntou o que acontecia com o tamanho das árvores conforme subíamos; notamos que as árvores estavam ficando mais baixas, e MO explicou que esse fato ocorria porque, estando a superfície do solo mais ao alto, 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 num tamanho menor das árvores.

Após esse trajeto ligeiramente íngreme chegamos ao terceiro e último trecho da trilha, que era o trecho de cerrado. A vegetação era mais baixa e menos densa, a temperatura parecia maior e a umidade do ar, menor.

A monitora chamou nossa atenção para a característica do “*escleromorfismo oligotrófico*”, visível na aparência das árvores e dos arbustos, os quais passavam a apresentar troncos e galhos sinuosos, cascas grossas, folhas coriáceas, etc. Explicou que antigamente se acreditava que o solo do cerrado era pobre em nutrientes, e que essa escassez era a causa que levava ao “escleromorfismo”; depois, continuou, foi descoberto que o solo do cerrado era, ao contrário, bastante rico em nutrientes, no entanto apresentava um elevado teor de alumínio, e o alumínio em excesso entrava em competição com outros nutrientes, prejudicando a absorção desses últimos pelas raízes. MO disse em seguida que esses problemas com a nutrição mineral interferem na síntese de “*proteínas*” pelas plantas, daí o aspecto “*escleromórfico*” (conforme pesquisamos

depois, a planta fica com carência de nitrogênio, e com isso produz uma quantidade menor de proteínas e um excesso de carboidratos, o qual se acumula em diversas estruturas do organismo, originando o escleromorfismo). A monitora acrescentou também que as mesmas plantas, crescendo em solo mais equilibrado, ficam com aspecto normal.

Alguém perguntou se havia “cobras” naquela mata, e MO contou que já haviam sido encontrados exemplares de sucuri, jiboia, cascavel, coral falsa e verdadeira etc. Continuando essa fala sobre animais da mata, relatou que os monitores do Jardim Botânico tinham visto, também, pegadas de onça, sendo que, logo em seguida, PQ2 esclareceu se tratar “*só da jaguatirica*”.

No trecho de cerrado MO localizou e nos mostrou, ainda, algumas bromélias de solo, inclusive com inflorescências.

Ao longo da atividade localizamos por conta própria (e mostramos para os colegas) os seguintes organismos e vestígios de organismos:

- Orelhas de pau e borboleta amarela (localizadas pela PB) que pediu para que confirmássemos se algumas das estruturas que ela achava eram mesmo orelhas-de-pau, e nós confirmamos;
- Teia de aranha contendo a aranha que a construía e um exoesqueleto proveniente de ecdise; foi encontrado por um dos pesquisadores que explicou o modo como a aranha precisava trocar de esqueleto para conseguir crescer. Tivemos a impressão de que PB e PC desconheciam esse processo.
- Saguis (localizados por PC) e exoesqueleto de cigarra proveniente de ecdise da ninfa (também encontrado por PC); o exoesqueleto estava sobre o tronco de uma árvore, e PC pensou que fosse uma grande aranha; um dos pesquisadores aproximou-se da árvore, anunciou que era “uma cigarra” e colheu os restos do animal. Um aluno de oito ou nove anos (que estava no grupo de uma escola visitante) quis saber sobre o organismo encontrado e se podia levá-lo; perguntou-nos se éramos “biólogos”; respondemos que sim, e explicamos que a cigarra havia saído de dentro daquele esqueleto; mostramos inclusive a abertura que havia no dorso do tórax, pela qual a cigarra havia abandonado o esqueleto velho. Acreditamos que o menino não entendeu muito bem, pois perguntou uma vez, e depois de novo, se aquele animal estava “vivo”; ao final, deixamos o exoesqueleto com o menino, que saiu todo contente; PC opinou que a dificuldade de entendimento do aluno era porque, para ele, um esqueleto só poderia ser de um animal já morto. Nesse caso, PC foi capaz de hipotetizar sobre a

característica ou origem da concepção do aluno; lembramos que os insetos, aranhas, crustáceos etc. possuíam esqueleto externo, de modo que, “para crescerem”, precisavam “trocar o esqueleto”; a cigarra formava “um novo esqueleto por baixo do velho, e então se desvencilhava do velho”; o esqueleto novo (continuamos) ficava mole por algumas horas, e a cigarra conseguia distendê-lo aumentando a pressão interna de seu corpo; com isso ela ficava um pouco maior e, após algum tempo, o esqueleto novo adquiria a típica consistência dura;

Ao final do percurso PB disse estar bem cansada, e ansiosa para terminar logo com aquela atividade.

Durante o trajeto através da trilha a monitora MO 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 dificultou para que PB e PC se detivessem em observações e perguntas de seu interesse. De fato, PB tentou colocar perguntas em algumas ocasiões, mas a monitora aparentemente não percebeu o que estava ocorrendo, e continuou caminhando; e, ao final do percurso a trilha, PC 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 os 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 tinha uma reunião de trabalho em breve, e não podia demorar-se na trilha;
- A monitora sabia que estava falando para professores, daí, talvez, sua ênfase no uso de termos técnicos e definições;
- 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.

Após a conclusão da atividade de percurso da trilha MO 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 da instituição era levar as pessoas a apreciarem “*as texturas e cheiros*” de algumas espécies de plantas de pequeno porte, entre elas o “*manjerição*” e uma erva cujo aroma era “*semelhante ao da Coca Cola*”. MO contou que uma parte importante do uso do “*Jardim Sensorial*” era em atividades especiais voltadas para alunos cegos.

Em seguida, como última atividade de nossa visita, fomos conhecer a “Coleção de Pteridófitas”, que ficava exposta numa espécie de galpão, dentro qual havia dispositivos que pulverizavam água com frequência, a fim de que o “microclima” local ficasse bem úmido. Um dos pesquisadores (formado em química) comentou, nessa oportunidade, que se surpreendera ao verificar que existem diversas espécies de samambaias.

Confirmou-se aqui, novamente, que a confrontação dos professores com algumas questões que focalizem 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. As questões de caráter didático-pedagógico, colocadas aos professores, foram apresentadas através de um roteiro impresso, o que sugere um papel importante dos roteiros de atividades nos trabalhos de formação continuada de docentes.

Outra conclusão foi que o contato dos pesquisadores e professores com uma multiplicidade de ambientes, organismos vivos e fenômenos, através da participação num trabalho de campo no Jardim Botânico, estimulou visivelmente os diálogos e questionamentos entre os membros do grupo. Isso, dito de forma mais geral, mostra que sessões de trabalho organizadas em torno de 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 e conceitos em estudo.

Seguem os quadros sintéticos sobre estratégias utilizadas e saberes que entraram em cena durante a atividade de visita ao Jardim Botânico.

Quadro 26. Síntese das estratégias de ação empregadas pelos colaboradores externos durante a “Visita ao Jardim Botânico da cidade de Bauru”

Estratégia empregada pelos colaboradores externos	Exemplos de situações em que a estratégia recebeu destaque
Valorizar os interesses e demandas dos professores.	- PB tivera dificuldades em desenvolver uma visita aos arredores da escola, por isso sugerira que uma visita a um ambiente natural poderia ser uma atividade interessante dentro do “Projeto Diálogos...”.
Retomar e desenvolver aspectos já citados em momentos anteriores.	- PB apontou para as estruturas coloridas presentes em um cacto e perguntou se eram flores. Indagamos a ela, a fim de recuperar algumas discussões ocorridas durante a atividade de observação do lírio, “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”.
Dar espaço para a participação ativa dos professores nas atividades.	- Ao longo da realização da trilha, nós e os professores, localizamos vários organismos e vestígios de organismos como: orelha de pau, exoesqueleto de uma aranha, exoesqueleto de uma cigarra, borboletas coloridas, saguis, etc.
Usar roteiros de realização e discussão das atividades práticas propostas	- A fim de propor discussões didático-pedagógicas durante a visita ao JB, iniciamos as discussões preliminares, entregamos às professoras uma folha de papel com algumas considerações e perguntas sobre o assunto.
Mediar as discussões realizadas entre os professores, direcionando-as para os objetivos pretendidos	- PQ2 questionou os pesquisadores a respeito da necessidade de subdividir o grupo de vegetais em briófitas, pteridófitas, gminospermas e angiospermas. Em resposta a essa indagação, pedimos que ele pensasse sobre a classificação periódica dos elementos químicos e sua importância. Ele sugeriu, então, a ideia de que a classificação dos seres vivos talvez “organizasse” o conhecimento.
Usar exemplos, valorizar as relações entre conteúdos e cotidiano, promovendo uma abordagem multidisciplinar.	- No início da visita, PB apontou uma árvore de copaíba, em torno da qual estávamos reunidos, e teceu comentários sobre os benefícios do seu óleo para o tratamento de dores. Um pesquisador comentou que, partindo-se do estudo da copaíba, já seria possível realizar um trabalho interdisciplinar unindo a química e a biologia, sobre a extração de substâncias de uso medicinal (no caso, o óleo de copaíba).
Dar abertura para que os professores investiguem	- Num determinado momento da trilha, PC

questões de seu interesse	encontrou um exoesqueleto sobre o tronco de uma árvore e pensou que fosse uma grande aranha; um dos pesquisadores aproximou-se da árvore, anunciou que era “uma cigarra” e colheu os restos do animal, para PC examinar.
Encorajar a discussão de aspectos didático-pedagógicos do trabalho em aula com as atividades práticas propostas	- Colocamos, então, uma primeira questão para reflexão pelas professoras: “Ao levarmos nossos alunos ao Jardim Botânico, quais serão nossos principais objetivos didáticos?” - Uma segunda questão que constava no material entregue às professoras era sobre “lacunas de conhecimentos e concepções inadequadas” que nossos alunos possuíam, “a respeito dos temas a serem estudados”. - A terceira pergunta colocada às professoras, antes do início das atividades ligadas ao percurso da trilha de visita, referia-se à possibilidade de que a visita ao Jardim Botânico tivesse um caráter “investigativo”, isto é, fosse organizada a partir de “algumas questões ou problemas” apresentados aos alunos com antecedência, “e que a visita ajudaria a discutir”.

Quadro 27. Indicação dos saberes docentes que se manifestaram e/ou podem ter sido construídos durante a “Visita ao Jardim Botânico da cidade de Bauru”

Tipos de saberes (TARDIF, 2004)	Exemplos de situações em os saberes em questão se manifestaram e/ou podem ter sido construídos
Saberes disciplinares	- Durante a visita os professores, pesquisadores e a monitora levantaram vários aspectos para a discussão: da <i>biologia vegetal</i> como a modificação das folhas em espinhos, nos cactos, as características das angiospermas, das briófitas e pteridófitas; da <i>biologia animal</i>, como a presença de exoesqueleto em insetos, hábitos das cobras e serpentes; da <i>ecologia</i>, como as características dos diversos ecossistemas e biomas visualizados. No decorrer dessas interações, os professores manifestaram muitas dúvidas que foram prontamente sanadas, contribuindo para a reflexão e aperfeiçoamento dos professores quanto aos seus saberes disciplinares.
Saberes da formação profissional	- A partir do roteiro distribuído pelos pesquisadores durante a visita ao Jardim Botânico, os professores realizaram discussões relativas aos saberes didáticos pedagógicos que permeiam atividades como a realizada: • À importância da realização de uma visita prévia aos locais em que comparecerão com os alunos, a fim de colher elementos para planejar as atividades didáticas pretendidas; • Aos objetivos didáticos que poderia ter uma visita ao Jardim Botânico, ou seja, sua finalidade pedagógica; • À possibilidade de que a visita ao Jardim Botânico tivesse um caráter “investigativo”, isto é, fosse organizada a partir de “algumas questões ou problemas” apresentados aos alunos com antecedência, “e que a visita ajudaria a discutir”.
Saberes curriculares	Xxxx

Saberes experienciais	- PB lembrou que, em 2011, levou um grupo de alunos para realizar uma visita ao Jardim Botânico. Na ocasião, procurara levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o cerrado e constatou que eles não reconheciam as características desse ecossistema. - Os professores vivenciaram o processo de visita na condição de “alunos”, conhecendo os recursos que estão disponíveis no Jardim Botânico e formando uma ideia sobre possíveis discussões e atividades a serem lá realizadas, com finalidade pedagógica, junto a alunos do ensino fundamental e médio. - Por meio da experiência realizada, os professores puderam concluir, ao final da visita, que uma atividade desse tipo, numa estação quente (primavera), poderia não proporcionar “um contato agradável” do aluno com “um ambiente natural”.
-----------------------	---

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação realizada acompanhou uma experiência de formação continuada de professores de ciências, idealizada a partir de referenciais que consideram:

- A formação de professores como um trabalho colaborativo entre a universidade e a escola;
- A escola como *locus* da formação docente;
- O professor como o profissional que detém e constrói, ao longo da vida e da carreira, os saberes que fundamentam sua prática em sala de aula.

Surgiu então, o *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*, que teve como um de seus focos a formação continuada de professores de ciências a partir da apresentação e discussão de atividades práticas, buscando responder à seguinte questão: *Um processo de formação continuada de professores de ciências, organizado a partir da discussão e da realização de atividades práticas, pode contribuir para que os professores aperfeiçoem saberes docentes de diversas naturezas?*

A leitura detalhada dos dados e a análise realizada nos permitem responder afirmativamente a tal questão, mas alguns aspectos devem ser ressaltados.

Em primeiro lugar, para que os saberes docentes fossem mobilizados e aperfeiçoados, foi necessário que os pesquisadores empregassem um conjunto de estratégias formativas, sem as quais os resultados obtidos em termos de formação continuada não teriam ocorrido. Essas estratégias desenvolvidas foram identificadas nos quadros apresentados na seção de resultados e aqui, reunidas:

- Propor atividades práticas que possuam relação com o currículo escolar;
- Valorizar e estimular a utilização das instalações e equipamentos presentes na escola;
- Usar roteiros de realização e discussão das atividades práticas propostas;
- Dar espaço para a participação ativa dos professores nas atividades propostas;
- Apoiar os professores durante o seu trabalho em aula (quando solicitado);
- Estimular o aprofundamento dos temas em estudo;
- Valorizar os interesses e demandas dos professores;
- Compartilhar o processo de planejamento e teste das atividades propostas;
- Valorizar as contribuições das professoras, a fim de estimular sua participação;

- Encorajar discussões didático-pedagógicas do trabalho em aula com as atividades práticas propostas
- Retomar e desenvolver aspectos já citados em momentos anteriores;
- Usar exemplos, valorizar as relações entre conteúdos e cotidiano promovendo uma abordagem multidisciplinar;
- Dar atenção às dificuldades conceituais manifestadas pelos professores nas atividades propostas;
- Dar abertura para que os professores investiguem questões de seu interesse;
- Desenvolver atividades que suprissem as carências manifestadas pelos professores (seja no campo conceitual, didático-pedagógico ou curricular);
- Argumentar baseando-se em exemplos da História da Ciência;
- Mediar às discussões realizadas pelos professores direcionando-as aos objetivos pretendidos;
- Usar esquemas e representações para auxiliar na aprendizagem do tema em estudo;
- Usar simulações e animações computacionais para auxiliar a aprendizagem de conceitos e processos;
- Participar das atividades interagindo com os professores, inclusive, manifestando as próprias dúvidas quanto aos temas abordados;

Essas estratégias permitiram que as atividades práticas fossem utilizadas como recurso favorável à formação de professores de ciências, pois geraram gradualmente, entre professores e colaboradores, um clima de confiança e respeito, uma espécie de cumplicidade que garantiu que as deficiências ou lacunas nos saberes dos professores fossem expostas, e a partir delas, novas estratégias de ação fossem pensadas e postas em prática a partir do encaminhamento de diferentes propostas de discussão.

Os debates emergidos, a partir da apresentação de diferentes atividades práticas, possibilitaram que saberes de diversas naturezas fossem mobilizados; no entanto, ficou claro que a maior contribuição das nossas intervenções foi no âmbito dos saberes disciplinares, isso porque estes saberes foram os que primeiramente afloraram nas discussões, mostrando que os professores apresentavam domínio insuficiente dos conteúdos, principalmente no que se refere à realização de atividades práticas. Portanto, a necessidade de intervenção constante visando sanar as dúvidas conceituais dos professores prejudicou a discussão de outros aspectos relativos às atividades práticas, como é o caso dos saberes didático-pedagógicos.

Inicialmente, as professoras participantes do projeto interpretaram de forma superficial ou distorcida o significado de determinadas expressões importantes para o debate sobre atividades práticas (“observação”, “hipóteses”, “investigação”, “fenômeno”, “natureza da ciência”). Esse problema pode ter recebido um início de solução quando, posteriormente, um trabalho de discussão foi feito, visando discutir características da atividade científica, durante o qual a consideração de alguns episódios da história da ciência teve papel importante. Diante disso, fomos levados a pensar que

(1), sem a contribuição de determinadas noções epistemológicas, a discussão sobre aspectos didático-pedagógicos do ensino de ciências fica parcialmente prejudicada; e

(2), no âmbito dos programas de formação continuada, o estudo de episódios de história da ciência é um caminho interessante para o aperfeiçoamento das noções epistemológicas dos professores.

Assim, podemos considerar que o domínio insuficiente dos conteúdos de ensino, a pouca familiaridade com discussões sobre as características e componentes da atividade científica e a dificuldade em relacionar os conhecimentos teóricos sobre os fenômenos com as observações realizadas, influenciam a possibilidade de os professores pensarem atividades inovadoras.

Uma estratégia importante que os pesquisadores encontraram para introduzir de forma mais consistente as discussões relativas ao saber da formação profissional, foi o uso de roteiros impressos, com questões orientadoras. Inicialmente, optamos por não produzir roteiros para que os professores não tivessem a falsa impressão de que estaríamos apresentando receitas prontas, no entanto, as dificuldades que vivenciamos com relação ao aprofundamento dessas questões, nos obrigaram à mudança de atitude.

Os roteiros apresentavam questões abertas que conduziam à discussão pedagógica das atividades práticas sem, contudo, limitar a exploração de outros aspectos referentes a elas, como os conteúdos disciplinares, históricos ou curriculares. Assim, esses recursos puderam viabilizar que os colaboradores externos realizassem um trabalho de forma mais organizada e direcionada, contribuindo para que as questões didático-pedagógicas fossem mais bem exploradas durante as atividades.

As questões abordadas nos roteiros permitiram que os professores refletissem sobre algumas questões relativas ao saber da formação profissional como, o papel das atividades práticas no envolvimento de alunos em processos de investigação, no levantamento de concepções prévias sobre determinado tema, na contextualização dos

conteúdos, na proposição de previsões e hipóteses, no desenvolvimento de habilidades cognitivas. Também puderam refletir sobre a limitação da atividade prática em algumas situações de aprendizagem (como é o caso de fenômenos explicados por meio de modelos teóricos), sobre a importância da mediação didática pelo professor, assim como a necessidade de planejamento da atividade a ser concretizada em aula e a importância da realização de testes prévios.

Por meio de tais discussões, os professores participantes do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*, provavelmente, aperfeiçoaram saberes de natureza didático-pedagógica. Entendendo-se a teoria como „produção acadêmica na área de ensino de ciências“, e a prática como „ação pedagógica em aula“, foi nesse sentido que as intervenções do projeto procuraram desenvolver a relação teoria-prática. Cabe destacar, no entanto, que os possíveis aportes de „teoria“ foram introduzidos através de comentários dos pesquisadores, e não do contato com a literatura, tendo muitas vezes ocorrido na forma de diversos diálogos esparsos, de curta duração e não sistematizados. Isso se explica por várias razões, entre as quais podem ser destacadas as seguintes: risco de que uma abordagem com ênfase em „teoria“ afastasse os professores; escassez de tempo dos professores para a realização de leituras e outros estudos similares; certa resistência dos professores em relação ao detalhamento de análises teóricas sobre questões pedagógicas, isto é, preferência dos professores por uma abordagem mais pragmática (conhecer a explicação científica do fenômeno e definir o que fazer em aula).

Com relação aos saberes curriculares, os professores tiveram contato com diversas propostas de atividades práticas existentes em livros didáticos, *sites da web* e outros materiais similares. Ao considerarem situações de interesse dos professores e as demandas do currículo oficial, além de salientarem a utilização dos equipamentos e instalações da escola, os pesquisadores criaram condições que poderiam ser adaptadas e transpostas pelos professores em suas salas de aula.

Os saberes experienciais também foram mobilizados a partir da vivência dos professores em situações:

1. De realização de atividades práticas entre os pares, para familiarização com os materiais, procedimentos, resultados, pontos polêmicos, possibilidade de uso pedagógico;
2. De planejamento e preparação de aulas práticas que foram adaptadas pelos professores ao contexto em que seriam realizadas (a sala de aula);

3. De organização e teste dos materiais e equipamentos a serem usados em sala de aula;

4. De realização de algumas práticas com os alunos, permitindo compreender de que forma eles interagem com as diversas etapas de uma aula prática.

Assim, podemos inferir que, no que se refere à utilização de atividades práticas em sala de aula, os professores tendem a percorrer um caminho em busca de uma *autonomia* de trabalho. Inicialmente, reproduzem as atividades apresentadas por outros (colaboradores externos, propostas de livros didáticos, etc), mas, por meio do conhecimento que têm das salas de aula, das dificuldades dos alunos e desafios que apresentam (ou seja, com base nos seus saberes experienciais), realizam pequenas modificações para planejar e adaptar as atividades práticas ao contexto em que serão realizadas. Essas adaptações acontecem na utilização de materiais e instrumentos ou na forma de abordagem do tema a ser apresentado. No entanto, acreditamos (embora os professores do Projeto não tenham chegado a esse estágio) que, à medida que os docentes realizam testes prévios, refletem sobre novas possibilidades de utilização das atividades práticas, têm acesso às pesquisas que abordam o tema das atividades práticas, e adquirem maior domínio do conteúdo disciplinar - ou seja, se familiarizam com um ensino que engloba o uso de atividades práticas - podem se tornar capazes de realizar atividades inovadoras, de usar a criatividade na busca de propostas práticas, que facilitam a aprendizagem de seus alunos com relação a determinados temas, enriquecendo, conseqüentemente, sua prática pedagógica.

Enfim, constatamos que a implementação de uma abordagem prática em aula, requer dos professores vários saberes, conhecimentos e atitudes que são mobilizados de forma simultânea. Acreditamos na contribuição do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais* no que se refere à emergência e aperfeiçoamento desses saberes, embora sejamos conscientes de que tais saberes, conhecimentos e atitudes não são adquiridos a partir de uma única fonte ou momento específico do percurso profissional dos professores.

Cabe destacar, ainda que, em termos de formação continuada, as discussões em torno das atividades práticas propostas, durante as reuniões do projeto, mostraram-se importantes, não apenas no sentido de mobilizar saberes docentes, mas também no sentido de promover um intercâmbio a partir do qual os colaboradores externos vislumbraram novas possibilidades de ações para a continuidade do projeto (por exemplo, a proposição do trabalho de discussão sobre características da atividade

científica, e a ideia de exemplificar enfoques investigativos através da exposição das professoras às próprias atividades práticas em questão, a introdução de roteiros etc.).

Além disso, o enfoque nas atividades práticas foi importante no sentido de estimular o interesse dos professores em relação às atividades do projeto. PC, por exemplo, dava indícios de desinteresse em discussões mais teóricas.

É relevante dizer, ainda, que as colaborações e estratégias desenvolvidas durante o *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*, deixam claro que as contribuições oferecidas por colaboradores, assim como, as estratégias por eles desenvolvidas durante um processo de formação continuada, têm relação direta com as áreas de pesquisa a que esses pesquisadores estão inseridos (investigação acerca de atividades práticas, abordagem de temas da História da Ciência, por exemplo). Outros pesquisadores, relacionados a outros campos de estudo, poderiam propor outras formas de trabalho e desenvolver estratégias diferentes, chegando a resultados e conclusões distintas.

Também é possível considerar que um projeto de formação continuada colaborativo, situado na escola, requer que as instituições escolares criem espaços e tempos institucionalizados que favoreçam processos de reflexão coletivos e intervenção na prática pedagógica por meio de reuniões pedagógicas, dentro da carga horária dos profissionais, construção coletiva do projeto político-pedagógico da escola. Do contrário, gasta-se muito tempo e esforços com discussões sobre horários e locais a serem realizadas as atividades, desvirtuando os reais objetivos dos projetos de formação, o que pode provocar o desestímulo dos pesquisadores e o desinteresse dos professores com atividades de formação, já que estas podem representar “sobrecarga de trabalho” para os mesmos. Em outras palavras, as limitações impostas ao nosso projeto nos levam a crer que propostas de formação continuada que tenham como *lôcus* a escola, não “cabem” na atual organização de tempo e espaço das nossas escolas e, portanto, essa organização deve ser repensada.

Durante o processo de pesquisa, também chamou-nos à atenção a descrença das professoras em relação aquilo que era possível realizar em aula, principalmente pela preocupação com o “desinteresse”, “falta de base” e “indisciplina” por parte dos alunos. Antes de criticarmos tal visão, no entanto, é preciso considerar que, em grande parte, os fatores que condicionam a situação de aula estão além do controle do professor isolado.

Finalmente, é imprescindível destacar que, tal qual numa situação de ensino e aprendizagem realizada em sala de aula, a atividade prática, por si só, num projeto de

formação continuada, não garante que os professores participantes construam saberes, tampouco, que reflitam sobre a sua prática. A natureza do saber mobilizado durante o projeto de formação continuada, não dependeu unicamente da utilização de atividades práticas, mas principalmente, das estratégias utilizadas pelos colaboradores, do enfoque dado às atividades práticas propostas, das dificuldades dos professores com relação ao tema em estudo, da coerência das atividades com o currículo escolar, das condições de infra-estrutura e gestão presentes na escola e claro, do interesse do professor com relação aos temas estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCÃO, I. **Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão**. Porto: Porto Ed., 1996.

ALMEIDA, P. C. A.; BIAJONE, J. Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. **Revista Educação e Pesquisa**, v. 33, n. 2, p. 281-295, maio/ago. 2007.

AMABIS, J. M.; MARTHO G. R. **Fundamentos da biologia moderna**. São Paulo: Moderna, 1997.

AMARAL, I. A. do. Currículo de Ciências: das tendências clássicas aos movimentos de renovação. In: BARRETO, E. E. E. (Org.). **Os currículos do ensino fundamental para as escolas brasileiras**. Campinas, SP; Autores Associados, 1998.

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

ANDRÉ, M. Pesquisa em educação: buscando rigor e qualidade. **Cadernos de pesquisa**, n.113, p. 51-64, junho/2001

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, p. 176-194, 2003.

ASTOLFI, J.-P., DEVELAY, M. **A didática das ciências**. Campinas: Papirus, 1990. 132p.

AXT, R. O papel da experimentação no ensino de Ciências. In: MOREIRA & AXT. **Tópicos em ensino de Ciências**. Porto Alegre: Sagra: 1991.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

_____. **La Philosophie du Non**. Paris: Presses Universitaires de France. 1981.

_____. **La Formation de L'esprit scientifique**. Paris: Vrin. 1938

BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n.3, p. 365-379, nov., 1996.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010.

BARRA, V. & LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, v.38, n.3, p. 1970-1983, 1986.

BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. **Journal of Science Teacher Education**, v.17, n.3, p.265-278, 2006.

BASTIDA DE LA CALLE, M. et al. Prácticas de laboratorio: una inversión poco rentable? **Investigación en La Escuela**, v. 11, p. 77-91, 1990.

BASTOS, F. LABARCE, E. MIANUTTI, J. BONZANINI, T. NARDI, R. Considerações sobre dificuldades enfrentadas por professores de ciências e matemática em seu cotidiano de trabalho. **Anais... VIII ENPEC**, 2011.

BASTOS, F., NARDI, R., DINIZ, R. E. S., CALDEIRA, A. M. A. Da necessidade de uma pluralidade de interpretações...: revisitando os debates sobre Construtivismo. In: NARDI, R., BASTOS, F., DINIZ, R. E. S. (Org.). **Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2004. p.9-55.

BASTOS, F.; TALAMONI, A. C. B.; BOZELLI, F. C.; GATTI, S. R. T.; BONZANINI, T. K.; LIPPE, E. M. O.; NARDI, R. Demandas de professores de ciências e matemática das escolas estaduais do município de Bauru (SP): análise de um processo de levantamento de dados e divulgação de aspectos preliminares dos resultados obtidos. In: PIROLA, N. A. (Org.). **Ensino de ciências e matemática IV**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. p. 73-93

BASTOS, F. **Caderno de textos de didática das ciências**. UNESP, Bauru, 2011.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994. 336p.

BORGES, A. T. Modelos mentais de eletromagnetismo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.15, n.1, p. 7-31, abr. 1998.

_____. Como evoluem os modelos mentais. **Ensaio**, v. 1, n. 1, p. 85-125, 1999.

_____. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21, edição especial, 2004.p.9-30.

BORGES, C. Saberes Docentes: diferentes tipologias e classificações de um campo de pesquisa **Educação & Sociedade**, ano XXII, nº 74, Abril/2001

BORGES, C.; TARDIF, M. Apresentação: Dossiê Os saberes docentes e sua formação. **Educação e Sociedade**. Ano XXII, nº 74, Abril/2001, p.11-26.

BRASIL. Ministério da Educação. **O plano de desenvolvimento da educação: razões, princípios e programas**. Brasília: MEC, 2007.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Rede nacional de formação de professores**. Brasília: MEC, 2008

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Escassez de professores no ensino médio: propostas estruturais e emergenciais**. Relatório produzido pela Comissão Especial instituída para estudar medidas que visem a superar o déficit docente no Ensino Médio (CNE/CEB). Brasília: MEC, maio 2007

_____. Ministério da Educação. **PCN + Ensino Médio**: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências humanas e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

_____. Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

_____. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, Curso de Licenciatura, de graduação plena. Brasília, 2002a.

_____. Secretaria Nacional de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

_____. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental, Brasília, DF: MEC/SEF, 174p, 1998.

_____. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

BZUNECK, J. A. A motivação dos alunos: Aspectos Introdutórios. In: BORUCHOVITCH, E. & BZUNECK, J. A. (orgs) **A motivação do aluno: Contribuições da psicologia contemporânea**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

DINIZ, R.E.S e CAMPOS, L.M.L. Formação inicial de professores de ciência e Biologia e saberes profissionais: considerações sobre a psicologia da educação. In: Anais... **I ENEBIO** - Encontro Nacional de Ensino de Biologia III EREBIO - Encontro Regional de Ensino de Biologia. Rio de Janeiro: SBENBIO, 2005.

CACHAPUZ, A. F. (Org.). **Perspectivas de ensino**. 1.ed. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência, 2000. 80p. (Formação de professores - Ciências, 1).

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

CANDAU, V. M. F. Formação continuada de professores: tendências atuais. In: REALI, A. & MIZUKAMI, M. G. N. **Formação de professores: tendências atuais**. São Carlos: EdUFSCar, 1996, PP.139-165.

CAPELETTO, A. **Biologia e Educação ambiental: Roteiros de trabalho**. São Paulo: Editora Ática, 1992.

CARDOSO, A. A. et al. Os saberes profissionais dos professores na perspectiva de Tardif e Gauthier: contribuições para o campo de pesquisa sobre os saberes docentes no Brasil. IX ANPED SUL. Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, Caxias do Sul, 2012.

CARVALHO, A. M. P. et al. El papel de las actividades em la construcción del conocimiento em clase. **Investigación em La Escuela**, (25), p. 60-70, 1995.

_____. **Ciências no ensino fundamenal**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.

CHALMERS, A.F. **La ciencia y como se elabora**. Madrid: Siglo XXI. 1992

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

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique Grupo Editor S. A., 1991.

CHUEKE, G. V.; LIMA, M. C. Pesquisa Qualitativa: evolução e critérios. **Revista Espaço Acadêmico**, nº 128, ano XI, jan, 2012.

CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2002.

_____. **La autonomía del profesorado**. Madrid: Morata, 1997.

COSTA, N. M. L. Formação contínua de profesoress: novas tendências e novos caminhos. **Holos**, Ano 20, dezembro de 2004

DE JONG, O. **Los experimentos que plantean problemas en las aulas de Química: dilemas y soluciones**. Enseñanza de las Ciencias, v.16, n.2, 1998. p.305-314.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DEMO, P. **Complexidade e Aprendizagem - A dinâmica não linear do conhecimento**. Atlas, São Paulo, 2002

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In _____. (Org.) DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: Artmed, 2006, p. 15-42.

DOMIN, D. S. **A Review of Laboratory Instruction Styles**. Journal of Chemical Education, v. 76, n.74, 1999. p.543-547.

EL-HANI, C. N.; BIZZO, N. M. V. Formas de Construtivismo: Mudança Conceitual e Construtivismo Contextual. **Ensaio**, v.4, n.1, 2002.

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

FRACALANZA, H; AMARAL, I. A. do; GOUVEIA, M. S. F. **O Ensino de Ciências no primeiro grau**. São Paulo: Atual, 1986.

GABEL, D. **Handbook of Research on Science Teaching and Learning**. New York: Simon & Schuster Macmillan, 1993.

GARCIA, C. M. A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. In.: NÓVOA, A. (coord.) **Os professores e a sua formação**. Tradução de Graça Cunha, Cândida Hespanha, Conceição Afonso e José A. S.Tavares. Lisboa: Dom Quixote, 1995, p 51-76.

_____. **Formação de professores: para uma mudança educativa**. Portugal: Porto Editora, 1999.

GARCÍA BARROS, S. MARTÍNEZ LOSADA, C. y MONDELO ALONSO, M. Hacia la innovación de las actividades prácticas desde la formación del profesorado. **Enseñanza de las Ciencias**, 16 (2), 353 – 366, 1998.

GALIAZZI, M. C., ROCHA, J. M. B., SCHMITZ, L. C., SOUZA, M. L., GIESTA, S., GONÇALVES, F. P. **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.

GALIAZZI, M. C. Seria **tempo de repensar as atividades experimentais no ensino de Ciências?** *Educação*, ano XXIII, n.40, PUCRS, 2000. p.87-111.

GARCÍA BARROS, S. MARTÍNEZ LOSADA, C. y MONDELO ALONSO, M. Hacia La innovación de las actividades prácticas desde la formación Del profesorado. **Enseñanza de las Ciencias**, 16(2), 353 –366, 1998.

GAUTHIER, C. et al. **Pour une théorie de la pédagogie**: recherches contemporaines sur le savoir des enseignants. Sainte-Foy: Université Laval; Bruxelles: De Boeck, 1997

_____. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. Ijuí/BRA: Editora UNIJUI, 1998.

GIL, D. Tres paradigmas básicos em la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**. Vol. 1 (1), 26-33, 1983.

GIL-PÉREZ, D. **La metodología científica y la enseñanza de las Ciencias: unas relaciones convertidas**. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4 (2), p.111-121, 1986.

GIL, D. e PAYÁ, J. Los trabajos prácticos de Física e Química y la metodología científica. **Revista de Enseñanza de la Física**, 2 (2), 73-79, 1988.

GIL-PEREZ, D. **Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de um modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación**. *Enseñanza de las Ciencias*. v.11, n. 02, p.197-212, 1993.

GIL, D. *et al.* **Tiene sentido seguir distinguendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel e realización de prácticas de laboratorio.** *Enseñanza de las Ciencias*, v.17, n.2, 1999. p.311-320.

GIL, D.; VALDÉS, P. **La investigación de las prácticas de laboratorio como Investigación: um exemplo ilustrativo.** *Enseñanza de las Ciencias*, v.14, n.2, 1996.

GIL-PÉREZ, D. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIL-PÉREZ, D., FURIÓ, C., VALDÉS, P. SALINAS, J. MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., GUIASOLA, J. González, E., DUMAS-CARRÉ, A. GOFFARD, M. & PESSOA, A.M., ¿Tiene sentido seguir distinguendo 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. 311-320, 1999.

GIMENO SACRISTÁN, J., PÉREZ GOMEZ, A. I. *Compreender e transformar o ensino*. 4.ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

GIMENO SACRISTÁN J. O currículo: os conteúdos do ensino ou uma análise prática. In: _____.; PÉREZ GÓMEZ, A. I. **Compreender e transformar o ensino**. 4. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2000. Cap. 6, p. 119-148.

_____. Aproximação ao conceito de currículo. In: _____. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. Porto Alegre: ArtMed, 1998. Cap. 1, p. 13-87.

_____. **A cultura para os sujeitos ou os sujeitos para a cultura?** O mapa mutante dos conteúdos na escolaridade. In: _____. *Poderes instáveis em educação*. Porto Alegre: ArtMed, 1999. Cap. 4, p. 147-206.

GIOPPO, C.; SCHEFFER, E.W.O; NEVES, M.C.D. O ensino experimental na escola fundamental: uma reflexão de caso no Paraná. **Educar**, n.14, 1998. p.39-57.

GOLDENBERG, M. **A arte da pesquisa-** Como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 10ª Ed. Editora Record. Rio de Janeiro, 2001.

GONÇALVES, F.P. O Texto de Experimentação na Educação em Química: Discursos Pedagógicos e Epistemológicos. **Dissertação Mestrado**, Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica/ UFSC, Florianópolis, 168p., 2005.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006.

GONÇALVES, F. P.; GALIAZZI, M. C. A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de Licenciatura. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. **Educação em Ciências**: produção de currículo e formação de professores. Ijuí: UNIJUÍ, 2004. p.237-252.

GONZÁLEZ, E. ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos?, **Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 2, p. 206-211, 1992.

GOODSON, I. **Currículo: teoria e história**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

GUARNIERI, M. R. (Org.). **Aprendendo a ensinar: o caminho nada suave da docência**. Campinas: Autores Associados, 2000.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa, **Química Nova Escola** - Vol. 31, Nº 3, AGOSTO 2009.

HANSON, N. R. Observação e interpretação. In: NAGEL, Ernest; MORGENBESSER, Sidney (Org.). **Filosofia da Ciência**. São Paulo: Cultrix, 1979. p.127-138.

_____. Notes toward a logic of discovery. In: BERNSTEIN, R. (ed.) **Perspectives on Peirce**. London & New Haven: Yale University Press, 1965.

HODSON, D. A critical look at practical work in school science. **School Science Review**, vol. 70 no. 256, Association for Science Education, U.K. 1990.

_____. Assessment of practical work: some considerations in philosophy of science. **Science and Educations**, Vol. 1 (2) 115-144, 1992.

_____. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**. Vol. 12(3), 299-313, Barcelona, 1994.
162

_____. Teaching and Learning Chemistry in the Laboratory: A Critical Look at the Research. **Educación Química**, 16(1), p.30-38, 2005.
158

_____. **Experimentos na Ciência e no Ensino de Ciências**. Tradução de Paulo A. Porto. Educational Philosophy and Theory, 2006.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.1, 1999. p.45-59.

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

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU, 1987. 80p.

_____. **Prática de Ensino de Biologia**. 3.ed. São Paulo: HARBRA, 1996. 267p.

_____. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, 2000, v. 14, n. 1. p. 85-93.

_____. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.

KERR, J. F. **Practical Work in School Science: an enquiry into the nature and purpose of practical work in school science in England and Wales**. Leicester: Leicester University Press, 1963.

KUHN, T. S. **La estructura de las revoluciones científicas**. México: Fondo de cultura económica. 1971

_____. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2000.

LABARCE, E. C.; BORTOLLOZI, J. ; CALDEIRA, A. M. A. **O ensino de biologia e o desenvolvimento de habilidades cognitivas por meio de atividades práticas** In: VII ENPEC, 2009, FLORIANÓPOLIS. ANAIS DO VII ENPEC, 2009.

LABAREE, D. F. Power, knowledge, and the rationalization of teaching: a genealogy of the movement. **Harvard Educational Review**, v. 62, nº 2, p. 123-154, 1992.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, dezembro de 2006.

LAKATOS, I. **La metodología de los programas de investigación científica**. Madrid: Alianza Editorial. 1989

LANGHI, R. Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores. **Tese** (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2009.

LIMA, M. E. C. C.; JÚNIOR, O. G. A.; BRAGA, S. A. M. **Aprender ciências – um mundo de materiais**. Belo Horizonte: Ed. UFMG. 1999. 78p.

LÜDKE, M. Um olhar sociológico sobre a avaliação escolar. **Tecnologia Educacional**. V.21, n. 108, set/out. 1992.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. - **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, E.P.U., 1986. 99p.

MARANDINO, M. A Prática de Ensino nas Licenciaturas e a Pesquisa em Ensino de Ciências. **Cad.Bras.Ens.Fís.**,v.20, n.2: p.168-193, 2003.

MARCELO GARCÍA, C. **Formação de professores: para uma mudança educativa**. Porto: Porto Editora, 1999. 272p.

MARIN, A. J. ; GUARNIERI, Maria Regina ; ROMANATTO, M. C. ; CHAKUR, C. R. S. L. ; GIOVANNI, L. M. ; DIAS DA SILVA, Maria Helena G. F. Desenvolvimento profissional docente e transformações na escola. **Pro-Posições** (Unicamp), Campinas, v. 11, n. 31, p. 15-24, 2000.

MEDLEY, D. 1979. The effectiveness of teachers. En P. PETERSON y H. WALBERG (eds.): **Research on teaching: Concepts, findings and implications**. Berkeley, California: McCutchan

MELLADO, V. **Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of the nature of science**. Science Education, v. 6, p. 331 – 354, 1997

MILLAR, R. Rhetoric and reality: what practical work in science education is really for. In: WELLINGTON, J. **Practical Work in school science: which way now?** London: Routledge, 1998. p.16-31.

MILLAR, R. Um currículo de ciências voltado para a compreensão de todos. **Ensaio**. Vol. 5, nº 2, out 2003

MILLAR, R.; DRIVER, R. Beyond processes. **Studies in Science Education**, v. 14, p. 33-62, 1987.

MIZUKAMI, M. G. N. Docência, trajetórias pessoais e desenvolvimento profissional. In: REALI, A. M. M. R. e MIZUKAMI, M. G. N. (Orgs). **Formação de professores: tendências atuais**. São Carlos: UFSCar, 1996, p. 59-91.

_____. **Aprendizagem da docência: algumas contribuições de L. S. Shulman**, 2004. Disponível em <http://coralx.ufsm.br/revce/revce/2004/02/a3.htm> acesso em 12/03/2013

MIZUKAMI, et al. **Escola e aprendizagem da docência: processos de investigação e formação**. São Carlos: EdUFSCar, 2002.

MORAES, A. M.; MORAES, I. J. **A avaliação conceitual de força e movimento**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.22, n.2, p.232-246, 2000.

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

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, M. A. & OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física** 10 (2). Florianópolis: UFSC, 1993.

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. 88p. (Relatório científico referente a projeto de pesquisa financiado pelo CNPq).

NASCIMENTO, F. Pressupostos para a formação crítico-reflexiva de professores de ciências na sociedade do conhecimento. In: MIZUKAMI, M. G. N. e REALI, A. M. M. R. (orgs.). **Teorização de práticas pedagógicas: escola, universidade, pesquisa**. São Carlos: UdUFSCar, 2009, p. 35-72.

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

NOVAK, J. D. e GOWIN, D. B. (1996). **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

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

_____. Formação de professores e profissão docente. In: NÓVOA, A. (Org.) **Os professores e a sua formação**. 3a. ed. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

_____. (Org.). **Vidas de professores**. Porto: Porto Editora, 2000.

_____. Refletindo sobre educação continuada. Revista Nova Escola. Agosto/2002

PACHECO, J. A. B. **Formação de professores: teoria e prática**. Portugal: Appacdm, 1995.

PALOSCHI, R.; ZENI, M.; RIVEROS, R. Cromatografia em giz no ensino de química: didática e economia. **Química Nova na Escola**, n.7, 1998. p.35-36.

PERALES PALACIOS, F. J. Los trabajos Practicos y La didactica de Lãs Ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12(1) 1994.

PÉREZ GÓMEZ, A. O pensamento prático do professor: a formação do professor como profissional reflexivo. In: NÓVOA, A. (Org.) **Os professores e a sua formação**. 3a. ed. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

_____. O pensamento prático do professor – a formação do professor como profissional reflexivo. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

_____. El pensamiento práctico del profesor: implicaciones en La formación del profesorado. In: VILLA, A. (Org.). **Perspectivas y problemas de la función docente**. Madrid: Narcea, 1988.

PERRENOUD, Ph. **Dez Novas Competências para Ensinar**, Porto Alegre, Artmed Editora, 2000.

PIMENTA, S. G. (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. 4.ed. São Paulo: Cortez, 2005. 246p.

PORLÁN, R.; RIVERO, A. **El conocimiento de los profesores: una propuesta formativa en el área de ciencias**. Sevilla: Díada, 1998.

POPKEWITZ, T., TABACHNICK, B. R., ZEICHNER, K. Dulling the senses: research in teacher education. **Journal of Teacher Education**. 30, (5), p. 52-60, 1979.

POPPER, K. R. **A Lógica da Pesquisa Científica**. São Paulo: Cultrix/EDUSP, 1975

_____. **Conjecturas y Refutaciones : el desarrollo del conocimiento científico**. Barcelona: Paidós. 1983. 513 p.

_____. **Autobiografia intelectual**. 2ª ed. São Paulo: Editora Cultrix. 1986. 251 p.

PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A. F. C.; GIL-PEREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência e educação** (Bauru) vol.8 no.1 Bauru 2002.

PINTRICH, P.R., SMITH, D.A.F., GARCIA, T. & MCKEACHIE W.J. (1993). Reliability and predictive validity of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ), **Educational and Psychological Measurement**, 53, 801-803, 1993.

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

SANMARTÍ, N. **Didáctica de las Ciencias en la educacion secundaria obligatoria**. Madrid: Sintesis Educacion, 2002.

SANTOS, V. P. dos. **Interdisciplinaridade na sala de aula**. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

_____. (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta curricular para o ensino de ciências e programas de saúde: 1o. grau**. 5.ed. São Paulo: Secretaria de Estado da Educação, 1992. p.17-19

_____. (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias**. São Paulo: SEE, 2010. 152p.

_____. (Estado). Secretaria da Educação. **Ciências da Natureza e suas tecnologias: Física**. São Paulo: SEE, s/d [2011a]. Caderno do Aluno, Ensino Médio, 1a. Série, v. 1 (1o. Bimestre). 49p.

_____. (Estado). Secretaria da Educação. **Ciências da Natureza e suas tecnologias: Química**. São Paulo: SEE, s/d [2011b]. Caderno do Aluno, Ensino Médio, 1a. Série, v. 1 (1o. Bimestre). 48p.

_____. (Estado). Secretaria da Educação. **Ciências da Natureza e suas tecnologias: Biologia**. São Paulo: SEE, s/d [2011c]. Caderno do Aluno, Ensino Médio, 1a. Série, v. 1 (1o. Bimestre). 56p.

_____. (Estado). Secretaria da Educação. **Ciências da Natureza e suas tecnologias: Ciências**. São Paulo: SEE, s/d [2011d]. Caderno do Aluno, Ensino Fundamental, 5a. Série / 6o. Ano, v. 1 (1o. Bimestre).

SAVIANI, D. O trabalho como princípio educativo frente às novas tecnologias. In C. J. Ferretti, D. M. L. Zibas, F. R. Madeira, & M. L. P. B. Franco (Orgs.), **Novas tecnologias, trabalho e educação: um debate multidisciplinar** (pp. 151-68). Petrópolis: Vozes, 1994.

SCHNETZLER, R.P. Concepções e alertas sobre formação continuada de professores de Química. **Química Nova na Escola**, n. 16, p. 15-20, 2002.

SHILAND, T.W. Constructivism: the implications for laboratory work. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n.1, 1999. p.107-108.

SCHÖN, D. A. **O profissional reflexivo** . Livros básicos: Nova York, 1983

_____. **Educando o Reflective Practitioner** .Jossey- Bass: San Francisco, 1987.

_____. **Formar professores como profissionais reflexivos** . In: Nóvoa, António, “Os Professores e sua Formação”. Portugal (Lisboa): Publicações Dom Quixote, 1995 (2.a edição).

_____. **Educando o Profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e aprendizagem** . Tradução de Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000

SHULMAN, L. **Psicologia Educacional retorna à escola** . G. Stanley Hall Lecture Series, American Psychological Association, 1983.

_____. L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 1986. p. 4-14.

_____. Paradigms and researcher programs in the study of teaching: A contemporary perspective. In: WITTROCK, M.C. (org.) **Handbook of research on teaching**. 3ª ed. New York: MacMillan, 1986a, p. 3-36.

_____. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review** nº 1, vol. 57, febr.1987, p. 1-22.

_____. L. S. Just in case: reflections on learning from experience. In COLBERT, J.; TRIMBLE, K.; DESBERG, P. (Eds.). **The case for education**. Contemporary approaches for using case methods. Needham Height: Allyn Bacon, 1996, p. 197-217,

_____. L. S. Professing the liberal arts. In: ORILL (Ed.). *Education and democracy: Reimagining liberal learning in America*. New York: The College Entrance Examination Board, 1997. In: SHULMAN, L.S. **Teaching as community property**. Essays on higher education. San Francisco: Jossey-Bass, 2004, p. 12-31.

_____. L. S. Research on teaching. A historical and personal perspective. In: OSER, F.K; DICK, A.; PATRI, JL. (Eds.). *Effective and responsible teaching: The new synthesis*. San Francisco: Jossey-Bass, 1992, p. 14-29. In: SHULMAN, L.S. **The wisdom of practice**. Essays on teaching, learning, and learning to teach. San Francisco: Jossey-Bass, 2004a, p. 364-381.

SILVA, R. C. O professor, seus saberes e suas crenças. In: GUARNIERI, M. R. (Org.). **Aprendendo a ensinar: o caminho nada suave da docência**. Campinas: Autores Associados, 2000

SILVA, S. F. da. e NUÑEZ, I. B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes – reflexões teórico-metodológicas **Química Nova**, Vol. 25, No. 6B, 1197-1203, 2002

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: **SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R. M. R. Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, p.120-153, 2000.

STUART, R. de e MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)**. UFPR, Curitiba, 2008.

TAMIR, P. & LUNNETA, V.N. Inquiry-related tasks in high school science laboratory handbooks. **Science Education**, v.65, p. 477-484, 1981.

TAPIA, A. Motivação e aprendizagem no ensino médio. In: COLL, C *et al.* **Psicologia da aprendizagem no ensino médio**. Trad. Cristina M. Oliveira. Porto Alegre: Artmed, 2003. p.103-139.

TAPIA, J. A.; FITA, E. C. **A motivação na escola. O que é como se faz**. 4. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2001.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. **Revista Brasileira de Educação (ANPED)**. Nº 13, jan/fev/mar/abr, 2000.

_____. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002. 325p.

_____. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação do magistério. **Revista Brasileira de Educação**. São Paulo: nº 13, jan/fev//mar/abr, 2000a, p.5-24.

_____. **Saberes docentes e formação profissional**. 4.ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

TARDIF, M.; LESSARD, C. **O trabalho docente**: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Rio de Janeiro: Vozes, 2005.

_____. **Travail enseignant au quotidien**. Québec: Ulaval, 1999. 575p

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

TARÍN, R. M. Y SANMARTÍ, N. **L'educació en els camps dels valors científics** In PUIG, J. M; MARTÍN, M. Y TRILLA, J. Cròniques per a una educació de formació en valors a secundària, Col. Interseccions, 1998.

TOBIN, K., & FRASER, B.J (eds.), paisagens qualitativa e quantitativa de ambientes de aprendizagem em sala de aula. Em B.J Fraser e Tobin K.G (eds.) **O manual**

internacional de educação em ciências (Dordrecht, Países Baixos: Kluwer Academic Publishers) 623-640, 1998.

TOULMIN, S. **La comprensión humana. I: el uso colectivo y la evolución de los conceptos** Madrid: Alianza. 1977

TROPIA, G. Relações dos alunos com o aprender no Ensino de Biologia por atividades investigativas. **Dissertação** (Mestrado em Educacao Cientifica e Tecnologica). Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

VIANNA, I. O. A. A formação de docentes no Brasil: história, desafios atuais e futuros. In: RIVERO, C. M. L. e GALLO, S. (orgs.). **A formação de professores na sociedade do conhecimento**. Bauru: Edusc, 2004, p. 21-54.

VIGOTSKI, L. S. **La imaginación y el arte em la infância**. 4. ed. Madrid: Ediciones Akal, 1998.

WALLON, H. **Psicologia e Educação da criança**. Lisboa: Editorial Vega, 1979.

WELLINGTON, J. Pratical Work in science: time for reppraisal. In: _____. **Pratical Work in school science**: which way now? London: Routledge, 1998. p.3-15.

WILSON, S. M., SHULMAN, L.S & RICHERT, A.E. "150 maneiras diferentes de saber.: Representações do conhecimento no ensino" Em Calderhead J. (Ed.), Explorando o pensamento dos professores. Sussex: Holt, Rinehart & Winston, 1987.

ZEICHNER, K. Novos caminhos para o practicum: uma perspectiva para os anos 90. In: NÓVOA, A. (Org.) **Os professores e a sua formação**. 3a. ed. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

_____. **A formação reflexiva de professores: ideias e práticas**. Lisboa: EDUCA, 1993.

APÊNDICE 1

Fatores que contribuíram para (ou prejudicaram) o desenvolvimento do ensino prático no contexto do *Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências Naturais*

Fatores que contribuem

- A escola possui laboratório, vidrarias e alguns equipamentos para aulas práticas;
- Secretaria da Educação enviou *kits* de material de laboratório;
- Escola comprou mesas para o laboratório;
- Limpeza e arrumação do laboratório, com o auxílio de alguns alunos;
- Auxílio dos colaboradores externos (na preparação de materiais, na condução das aulas práticas);
- Presença dos pesquisadores gerando entre os professores uma espécie de sentimento de obrigação no que diz respeito a inserir atividades práticas em suas aulas;
- Realização e discussão de várias atividades práticas durante as reuniões de trabalho do projeto “Diálogos”, a fim de que os professores ficassem familiarizados com diferentes aspectos dessas atividades (Marcelo García designa tal procedimento como sendo o de “modelagem”) [ver lista de “Atividades práticas realizadas e ou discutidas” em anexo 1].

Fatores que prejudicam

- Professores não usam o laboratório (segundo a Direção da escola);
- Parte do laboratório sendo usada para guardar pacotes de livros didáticos;
- Falta dos reagentes necessários à realização de uma variedade de atividades práticas;
- Organização do espaço do laboratório de forma que haja cadeiras enfileiradas e voltadas para um quadro negro, tal como ocorre numa sala aula em sala típica; esse modo de organização sugeriu que a aula no laboratório seguiria um padrão semelhante ao das aulas que caracterizam o ensino por transmissão (CACHAPUZ, 2000);
- Proponentes da atividade prática não preveem (ou não providenciam) materiais que são importantes para o enriquecimento, ou melhor aproveitamento da atividade prática proposta; algumas vezes durante o projeto, os colaboradores externos não se lembraram de disponibilizar material bibliográfico que seria útil para a realização das observações sugeridas (ilustrações, esquemas, textos explicativos etc.), e também se esqueceram de providenciar determinados recursos (lupas etc.) que permitiriam possibilidades adicionais de observação;

- Indisciplina por parte dos alunos;
- Interdição do laboratório em decorrência de uma reforma na escola;

ANEXO 1

Atividades Práticas realizadas ou discutidas durante as reuniões do Projeto Diálogos sobre o Ensino de Ciências.

- Comparação entre as sensações térmicas obtidas com a mão direita e com a mão esquerda, em uma recipiente com água em temperatura ambiente, após o aquecimento de uma das mãos e o resfriamento da outra;
- Observação de fotos compostas por retículas;
- Formação de gás ao se misturar vinagre e bicarbonato de sódio;
- Visita dos alunos do 2º Ano ao laboratório da escola, para reconhecimento do ambiente (*realizada e relatada pela PQ*);
- Velocidade de reação da difusão da anilina em água gelada e água quente;
- Microscopia de tecidos vegetais;
- Aulas práticas de observação de células ao microscópio (*realizada pela PB*);
- Velocidade de transformações químicas em função da temperatura, da superfície de contato e da concentração dos reagentes (*realizada e relatada pela PQ*);
- Experimento de oxidação de pregos e palha de aço;
- Atividade de investigação da relação superfície-volume por meio de cálculo matemático;
- Experimento de extração do DNA de frutas;
- Formação de gás em recipiente com água, açúcar e fermento biológico, evidencia da fermentação;
- Feijões germinando em diferentes condições (*apenas discutida*);
- Demonstração do efeito da pressão de vapor (*foi montada, mas não funcionou*);
- Diminuição do volume na mistura entre água e álcool etílico;
- Aula prática da PQ sobre diminuição do volume na mistura entre água e álcool etílico;
- Extração do álcool misturado à gasolina automotiva, permitindo a estimativa de seu volume;
- Teste da condutibilidade elétrica de diferentes materiais;
- Flutuação da batata [ovo cozido, no roteiro original] em água comum e água com sal (*realizada e relatada pela PB*);
- Dissolução do sal de cozinha (NaCl) e do plástico de copos descartáveis em água e gasolina;
- Dissolução de resíduo de chiclete pela gasolina automotiva;
- Método para extrair a água que se encontra misturada a uma amostra de álcool 92⁰ (*apenas discutido*);
- Experimentos de cromatografia de macerados de folhas vegetais (utilizando diferentes formas de montagem)
- Experimentos de cromatografia de tinta de caneta;
- Cromatografia em papel de macerado de pétalas de hibisco;
- Observação das partes componentes de uma flor de hibisco;
- Observação de estruturas vegetais em flor de Lírio (*Lilium speciosum*);
- Experimento sobre conservação da massa na reação entre vinagre e bicarbonato;
- Planta cultivada no interior de um recipiente lacrado (*apenas discutida*);

- Experimento sobre conservação da massa na reação entre sulfato de cobre II (CuSO_4) e hidróxido de sódio (NaOH);
- Demonstração da variação do volume de uma amostra de ar em função do aquecimento;
- Demonstração da dilatação de uma amostra de álcool (isto é, um líquido) em função do aquecimento (*foi montada, mas não funcionou*);
- Visita ao Jardim Botânico de Bauru;
- Montagem do experimento sobre “ação de decompositores” e “conservação de alimentos” (*Cad. Biol.*, v.1, n.1, p.29-31.); análise dos resultados do experimento (que acompanhou o fenômeno específico de decomposição ou conservação do tomate);
- Experimento referente à decomposição do bicarbonato de sódio em água gelada e água em temperatura ambiente.

ANEXO 2

Exemplo de um roteiro usado para guiar as discussões acerca de atividades práticas.

Visita ao Jardim Botânico de Bauru

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?

