

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

**O Texto de Experimentação na Educação em Química: Discursos  
Pedagógicos e Epistemológicos**

**FÁBIO PERES GONÇALVES**

**Florianópolis, 2005.**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas  
Centro de Ciências da Educação  
Centro de Ciências Biológicas  
Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica

FÁBIO PERES GONÇALVES

**O Texto de Experimentação na Educação em Química: Discursos  
Pedagógicos e Epistemológicos**

Dissertação submetida ao Colegiado do Curso de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica em cumprimento parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Marques

Florianópolis, 2005.

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas  
Centro de Ciências da Educação  
Centro de Ciências Biológicas  
Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica

**O Texto de Experimentação na Educação em Química: Discursos  
Pedagógicos e Epistemológicos**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Banca examinadora

Prof. Dr. Carlos Alberto Marques (CED/UFSC – Orientador)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria do Carmo Galiuzzi (DQM/FURG – Examinadora)

Prof. Dr. José André Peres Angotti (CED/UFSC – Examinador)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Suzani Cassiani de Souza (CED/UFSC – Suplente)

Fábio Peres Gonçalves

Florianópolis, Santa Catarina, março, de 2005.

*Aos meus pais,  
Walmor e Sônia.*

## ***Resumo***

Esta dissertação desenvolve um estudo que se propõe a problematizar a experimentação na formação docente e a repensar as características metodológicas das atividades experimentais na educação em Química. À luz de uma abordagem pedagógica e epistemológica, investigamos as características dos discursos sobre experimentos divulgados na revista Química Nova na Escola. Foram analisados 38 artigos e 4 questionários submetidos a autores com expressivo número de publicações na respectiva revista, e com reconhecida experiência em formação de professores. A partir da análise do “corpus” apontamos para a necessidade de transcender as atividades experimentais, enquanto simples artefato motivador dos alunos. De forma semelhante, destacamos a importância de refletir acerca dos entendimentos empirista-indutivistas de Ciência que orientam o discurso a respeito da experimentação. Enriquecer o conhecimento em sala de aula sobre a natureza da ciência pode ser favorecido, como sugere tacitamente parte dos textos, pela associação entre teoria e observação. A análise dos artigos ainda sinalizou para as atividades experimentais como constituinte de um contexto dialógico, apontando para o questionamento reconstrutivo, a construção de argumentos e a comunicação desses argumentos. Outra característica marcante no discurso dos autores foi a utilização de materiais e reagentes de baixo custo e fácil aquisição; principalmente, como modo de superar as deficiências infra-estruturais das escolas. Já os conteúdos conceituais se apresentaram fortemente nas propostas de experimentos, no entanto, os conteúdos factuais, procedimentais e atitudinais, também permearam os artigos, porém de forma muito implícita. Na perspectiva dos conteúdos, foi possível depreender a importância de vincular o contexto na qual os alunos estão inseridos com o conteúdo dos experimentos. Tal fato contribui para reforçar que os conteúdos não têm um fim em si mesmos, ponto de vista compartilhado pela maioria dos autores que responderam ao questionário. Portanto, ao ler artigos com sugestões de atividades experimentais, o professor, tanto da educação básica, quanto o formador, precisa entender que nesses escritos estão subentendidas características para tais atividades, e que podem agregar qualidade na prática docente.

Palavras-chave: experimentação, formação docente, educação em Química.

## ***Abstract***

The following thesis intends to rethink the methodological aspects of experimentation in fundamental and high school Chemistry classes, and to raise questions relevant to teacher formation. It seeks to understand the characteristics of articles on experimental classroom activities published in the *Química nova na escola* [new Chemistry in school] magazine, under the light of a pedagogical-epistemological approach. Thirty-eight articles have been analyzed, as well as four quizzes applied to authors with significant amount of publication in the magazine, as well as acknowledged experience in teacher formation. Data analysis has pointed to the necessity of enlarging the role of experimental activities, so that they become more than mere motivational tools; it also pointed to the importance of reflection on the concepts of empirical-inductive science, which guide discourse on experimentation. It is possible to enrich classroom-acquired knowledge on the nature of science through association of theory and observation, as is tacitly suggested by part of the articles analyzed. The analysis also showed the role of experimental activities in a dialogical context, leading to reconstructive questioning, as well the building and communication of arguments. Another remarkable feature of these articles was their suggesting the use of materials and reagents of low cost and easy acquisition, especially as a way to overcome the deficient infrastructure of schools. Conceptual content is strongly represented in the experimentation propositions made; contents of factual, procedimental or attitudinal natures also appear, but rather implicitly. It is thus possible to see the importance of connecting classroom context and the content of the experiments therein made. This also reinforces that contents do not constitute an end in themselves, opinion held by most of the writers who answered the quiz. Therefore, when reading articles that give experimental activity suggestions, teachers and professionals involved in teacher formation have alike to see which features underlining these activities may best serve to enrich teaching experience.

**Keywords:** experimentation, teacher formation, Chemistry fundamental and high school education.

## *Agradecimentos*

À minha família, por todo tipo de apoio, pela confiança, pelo respeito e, sobretudo, por compartilharem das minhas idealizações.

Ao professor Carlos Alberto Marques, que aprendi a chamar de Bebeto, pela orientação e forma acolhedora que me recebeu.

À Viviane, pelo carinho e dedicação, fundamentais nesta caminhada do mestrado.

À professora Maria do Carmo Galiazzi, pela participação na banca examinadora e pelas aprendizagens compartilhadas ao longo dos anos.

Aos meus ex-professores e colegas do curso de Licenciatura em Química da FURG. De modo especial a Luiz Carlos Schmitz, Moacir Langoni de Souza e Renata Hernandez Lindemann, por fazerem parte do início deste processo e por continuarem emitindo aquela preciosa palavra de apoio.

Aos professores do PPGECT, especialmente a: Arden Zylberstajn, Demétrio Delizoicov, Edel Ern, José André Peres Angotti, José de Pinho Alves Filho e Suzani Cassiani de Souza.

Aos colegas da turma de mestrado 2003, pelas aprendizagens e amizades construídas.

Aos meus alunos, que também me ensinam a ser professor e conseqüentemente a repensar meu discurso pedagógico, não somente sobre a experimentação, mas relativo à educação de modo geral.

Aos autores que aceitaram participar da pesquisa.

Ao CNPq, pela bolsa em tempo parcial.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização desse trabalho.

## *Sumário*

Resumo	
Abstract	
Agradecimentos	
Apresentação.....	1
Introdução.....	5
1. Experimentação: uma discussão pedagógica e epistemológica.....	11
1.1. As atividades experimentais na educação em Ciências.....	11
1.1.1. Sobre a história da experimentação na educação em Ciências.....	11
1.1.2. Críticas às atividades experimentais: velhos ranços.....	17
1.1.3. Novas idéias acerca das atividades experimentais.....	23
1.2. Discurso pedagógico e experimentação: as vozes do educar pela pesquisa.....	26
1.2.1 Questionamento, construção de argumentos e comunicação: elementos da educação pela pesquisa.....	27
1.2.2. A problematização das atividades experimentais na formação de professores aos holofotes da educação pela pesquisa.....	32
1.2.3. A compreensão das atividades experimentais sustentada no educar pela pesquisa.....	37
1.3. Experimentação: contribuições epistemológicas.....	40
2. A Pesquisa e o Texto.....	50
2.1. Caminhos Metodológicos.....	50
2.2. O caráter social do discurso e do texto.....	58
3. Um diálogo com os textos de experimentação da Química Nova na Escola..	70
3.1. A crença na motivação.....	72
3.2. A natureza epistemológica da experimentação no ensino.....	76
3.3. Contexto dialógico.....	83
3.4. Condições materiais: o alicerce no alternativo.....	90
3.5.1. Conteúdos: para além do conceitual.....	95
3.5.2. Conteúdos: o cotidiano e a contextualização.....	101
3.5.3. Conteúdos: o conteudismo em debate.....	105



4. Para repensar as atividades experimentais.....	112
4.1. Uma síntese.....	112
4.2. Experimentação: mais acerca das características relevantes e alternativas.....	117
4.3. Possibilidades à formação docente.....	126
4.4. Desdobramentos e perspectivas.....	129
Referências Bibliográficas.....	132
Anexos.....	141

Anexo 1- Questionários

Anexo 2- Referências bibliográficas da Revista Química Nova na Escola

## *Apresentação*

Nesta dissertação, busca-se compreender as características dos discursos sobre experimentação na educação em Ciências, em particular na educação em Química, e, a partir disso, contribuir para repensar e problematizar o tema na formação de professores. Justificar essa decisão é um processo que começa com a minha história acadêmica, talvez mais especificamente ao cursar, em 1999, a disciplina anual de Prática de Pesquisa em Educação Química I da Licenciatura em Química, na Fundação Universidade Federal do Rio Grande –FURG. Foi nesse contexto disciplinar, cuja proposta metodológica se sustentava no educar pela pesquisa como princípio teórico, que tive o primeiro contato com a pesquisa. Os licenciandos participavam de projetos coletivos e individuais com um grupo de professores formadores. Em um desses projetos, os integrantes da disciplina investigaram os objetivos das atividades experimentais no ensino médio (GALIAZZI *et al.*, 2001). O início foi em 1998, mas estendeu-se pelo ano seguinte e, então, tive a oportunidade de me envolver com o trabalho; não mais no âmbito disciplinar, mas na iniciação científica orientada pela professora Maria do Carmo Galiuzzi, uma das participantes do grupo, e que continuou me orientando nessa modalidade de pesquisa até a conclusão da graduação em 2002.

Também cursei as disciplinas anuais de Prática de Pesquisa em Educação Química II e III, quando foram desenvolvidas outras investigações sobre experimentação (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004), as quais dei continuidade na iniciação científica. Nessas pesquisas procurávamos problematizar a experimentação na formação de professores, particularmente o entendimento dos professores formadores do curso de Licenciatura em Química e dos respectivos licenciandos. Os resultados das pesquisas apontaram para a necessidade de investir em investigações acerca do tema na formação docente e isso, de certa forma me proporcionou um problema para o mestrado.

Em outra pesquisa tomamos como objeto de investigação as aulas das disciplinas de Prática de Pesquisa em Educação Química I, II e III a partir do diário de classe coletivo, em que alunos e professores registravam suas reflexões sobre a disciplina, metodologia ou quaisquer outros aspectos que entendessem relevantes (GALIAZZI; GONÇALVES; LINDEMANN, 2002). Dessa forma, compreendemos melhor aquele

contexto disciplinar, que, em suma, se mostrou uma possibilidade para a explicitação dos conhecimentos dos licenciandos e formadores sobre o que é ser professor.

Devido a esse envolvimento na graduação, pude compartilhar experiências com bolsistas de iniciação científica e pesquisadores de outras instituições, além de participar de eventos em Educação em Ciências e Química. Foi em um desses eventos, no III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, realizado em 2001, que soube da criação do Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina e, desde então, procurei informações a respeito. Daí para diante uma parte da história é previsível.

A outra parte se refere ao início da docência em Química e Ciências em escolas públicas da rede de ensino em Florianópolis, que vem contribuindo com as reflexões e aprendizagens sobre a experimentação e formação de professores. As aprendizagens proporcionadas pelas pesquisas citadas me fazem acreditar no questionamento, explicitação do conhecimento, diálogo, leitura e escrita, por exemplo, como características importantes nas atividades experimentais. Porém, tenho aprendido que organizar e desenvolver esses experimentos é uma aprendizagem lenta. Para os alunos, participar de atividades experimentais com tais características não têm sido diferente, principalmente por entenderem a experimentação como uma atividade divertida e demonstrativa. Reconhecer este entendimento inicial do aluno parece fundamental para desenvolvermos experimentos, pois precisamos desses entendimentos no planejamento para, a partir de então, problematizar essa visão considerada simplista.

Semelhantemente ao que se fazia nas disciplinas de Prática de Pesquisa em Educação Química, adotei o “diário de aula” na minha prática docente. No entanto, ao invés de compartilhá-lo com os alunos, optei por interagir com uma colega de profissão que também utiliza esse instrumento para registrar as reflexões relativas a sua sala de aula. A interação se dá na troca momentânea de diários, possibilitando um diálogo a partir dos registros. Se as anotações por si só já contribuem para que eu possa repensar as ações que desenvolvo, o olhar do Outro sobre elas vem favorecendo aprendizagens que vão além da experimentação e formação de professores.

Cursei parte do mestrado exercendo simultaneamente essas atividades e, embora conciliá-las não foi tarefa fácil, esses dois anos já são lembrados com carinho; não apenas pelas aprendizagens profissionais e acadêmicas, mas pelas novas amizades

construídas. Também destaco que escrever esta dissertação não foi um processo linear como pode parecer. A confluência das interlocuções teóricas exigia sempre uma releitura das primeiras escritas. Ou seja, o caminho do título ao ponto final -ou quem sabe dos novos pontos de interrogação- foi marcado por questionamentos e incertezas que talvez ainda estejam latentes no texto. Além disso, as leituras, diálogos com o orientador, professores e colegas e as reflexões decorrentes desse processo favoreceram que a escrita da dissertação fosse marcada pela presença constante do Outro, sem falar nas aprendizagens em coletivos que antecederam a elaboração dessa dissertação e que a permeiam.

Por isso, se até aqui escrevi em primeira pessoa do singular, não ocorrerá desta forma nas próximas linhas; pois, como meio de explicitar o Outro a opção de redação foi pelo uso da primeira pessoa do plural –Nós. Assim, o trabalho está organizado do seguinte modo:

Introdução - apresentamos discussões acerca das atividades experimentais apoiando-as nos documentos oficiais para o ensino fundamental e médio que, em suma, reforçam a necessidade de superar visões empiristas sobre este tema. A formação de professores também foi objeto de discussão. Ainda nessa direção, realçamos uma das contribuições para a docência em Química e Ciências: a revista Química Nova na Escola. Além disso, encontra-se nesta parte o problema de pesquisa e os seus objetivos.

Capítulo I - dissertamos sobre a experimentação sob o ponto de vista pedagógico e epistemológico. Primeiramente, exibimos uma revisão da história, críticas e perspectivas para a experimentação na educação em Ciências e destacamos a educação pela pesquisa como um princípio teórico que pode contribuir para transformar o discurso vigente acerca das atividades experimentais. Referente à dimensão epistemológica, partimos das contribuições da filosofia da Ciência argumentando sobre a insustentabilidade dos pressupostos empirista-indutivistas.

Capítulo II - expomos os procedimentos utilizados na obtenção e análise dos dados, além de uma caracterização da revista Química Nova na Escola e da sua seção “Experimentação no Ensino de Química”. Ainda dissertamos sobre nossa compreensão do discurso e do texto enquanto produções sociais, e, como essa compreensão influenciou teórica e metodologicamente em nossa pesquisa.

Capítulo III - nesta parte mostramos a análise dos dados obtidos por meio dos artigos da seção “Experimentação no Ensino de Química” e através de um questionário respondido por autores com um significativo número de publicações nessa seção e, ainda, com reconhecida experiência em formação de professores. A partir daí, apontamos para um conjunto de características dos discursos pedagógicos e epistemológicos que orientam os textos analisados, como: a motivação; a discussão sobre a natureza da Ciência; o ensino em um contexto dialógico; a importância dos materiais alternativos; a necessidade de um ensino contextualizado; e a problematização dos conteúdos.

Capítulo IV - como última parte do trabalho, apresentamos uma síntese dos resultados e sinalizamos para características relevantes em atividades experimentais, reconhecendo-se que essas não são exclusivas da experimentação, porém, se mostram como uma alternativa para superar os discursos tradicionais acerca deste tema. Também argumentamos sobre a discussão da experimentação na formação inicial e continuada de professores, enfatizando possibilidades para a problematização das atividades experimentais.

Por fim, apontamos para possíveis desdobramentos desta dissertação e perspectivas para a pesquisa sobre experimentação.

## *Introdução*

Tratar da experimentação como objeto de pesquisa pedagógica não é novidade na literatura e há vários argumentos para justificar essa intenção. Por exemplo, a difusão do entendimento da Química como uma Ciência essencialmente experimental do qual os professores parecem ter se apropriado, provavelmente favoreceu a crença nas atividades experimentais como a solução dos problemas na educação em Química. Por outro lado, pouco problematizamos a experimentação de forma fundamentada e a tendência, muitas vezes, é reproduzir o discurso sobre a sua importância de maneira praticamente irrefletida. No entanto, as atividades experimentais na educação básica são uma raridade, principalmente nas instituições públicas. Geralmente, as tentativas de proporcionar o desenvolvimento dessas atividades fracassam e a explicação para esse acontecimento parece ser complexa. Um exemplo desse desejo de incursão dos experimentos em sala de aula é o investimento em “kits” experimentais, que logo se tornam entulhos nas escolas pelos mais variados motivos. Isso está relacionado com outra característica do discurso dos professores que é a aclamação por equipamentos, vidrarias e reagentes convencionais para realizar experimentos. A partir do insucesso dos “kits” e da necessidade de romper com uma visão que aprecia um laboratório escolar com condições de infra-estrutura convencionais, surge uma possibilidade que é a utilização de materiais e reagentes de baixo custo e fácil aquisição, ou simplesmente alternativos, mas cuja adesão pelos professores se dá de forma lenta.

Por essas razões, não sabemos responder se em algum momento da educação brasileira a experimentação fez efetivamente parte do currículo escolar. Entretanto, o discurso sobre a sua relevância foi, e continua sendo, um consenso entre os professores, mas estes não, necessariamente, questionam os seus objetivos e características. Assim, o entendimento acerca das atividades experimentais se apresenta, em geral, como modo de verificar a teoria estudada previamente, valorizando as teses empiristas a respeito da construção do conhecimento científico. Essa compreensão das atividades experimentais em sala de aula, além de incentivar a apropriação de uma visão de Ciência muito criticada, parece contribuir pouco pedagogicamente.

A partir desses aspectos nos questionamos sobre o que tem sido feito para superar tais problemas. Recorrer à história da educação em Ciências no Brasil é bastante

apropriado para responder essa questão. Contudo, optamos pelos exemplos contemporâneos e do passado recente. Uma das contribuições está partindo dos documentos oficiais para a educação básica do governo federal, reconhecendo-se que a realização de atividades experimentais não implica necessariamente na melhoria da educação em Ciências, idéia compartilhada pelas pesquisas da área. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais para o ensino fundamental, enfatiza-se a importância das atividades experimentais promoverem a “reflexão, desenvolvimento e construção de idéias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes” (BRASIL, 1998, p.122). Apreciar esses aspectos transcende a compreensão do experimento como mero meio de aprender a manipular equipamentos e reagentes; que embora possa ser relevante, em determinados momentos, tem sido rechaçada, pois essa aprendizagem já foi considerada objetivo essencial da experimentação e parece ter colaborado pouco para a apropriação do discurso da ciência escolar.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio na área de Ciências da Natureza, Matemáticas e suas Tecnologias, um dos pontos demarcados é a diferença entre os experimentos desenvolvidos na construção do conhecimento científico e aqueles realizados na escola (BRASIL, 2000). Essa consideração se contrapõe à expectativa de muitos professores a respeito de um suposto “método científico” como modo de aprender Ciências. Mesmo que existisse somente esse “método” no qual os cientistas sustentassem as suas atividades, não seria necessariamente uma maneira adequada para favorecer a aprendizagem em sala de aula. Ressalta-se ainda, no documento citado, a importância de valorizar o diálogo se temos como objetivo a aprendizagem dos alunos, buscando-se assim transcender a simples realização de observações e medidas, pois aprender é um processo que possui uma dimensão social. Portanto, promover a interação entre os alunos pode contribuir para que eles enriqueçam seus conhecimentos sobre o tema estudado. Esses aspectos caracterizam a experimentação como um momento dialógico e de fortalecimento do coletivo que, de modo geral, é raro ser priorizado na educação em Ciências.

A problematização das atividades experimentais ressurgiu nas orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio na área de Ciências Naturais, Matemáticas e suas Tecnologias –PCN+ (BRASIL, 2002). Nas disciplinas de Ciências Naturais –Química, Física e Biologia-, salienta-se a

necessidade de desenvolver atividades experimentais com caráter investigativo, o que não é recente no discurso acerca da experimentação. Entretanto, se destaca o papel do professor na orientação do processo de ensino e aprendizagem, distinguindo-se de perspectivas bastante presentes em décadas passadas, que apostavam no aluno como um aprendiz de cientista. As diversas incoerências nessas propostas têm sido criticadas e as abordaremos em um outro momento. Por ora, ressaltamos as contribuições dos documentos oficiais como marca de um novo rumo para as atividades experimentais e que estão, pelo menos parcialmente, em consonância com as discussões contemporâneas sobre esse tema, que no Brasil ainda é pouco problematizado. Isso vai de encontro à predominância, ao longo dos anos, de uma visão acrítica caracterizada por um “ativismo” que se mostrou insuficiente para favorecer a aprendizagem.

Além do mais, entendemos essa abordagem nos Parâmetros Curriculares Nacionais como um reconhecimento da necessidade de problematizar a temática na formação de professores. Nesse sentido, encontramos sustentação ainda nos resultados de pesquisas que apontam para a importância atribuída à atividade experimental como um aspecto pouco refletido pelos professores formadores, que dificilmente questionam os objetivos de tais atividades (GALIAZZI *et al.*, 2001). Isso significa que o debate sobre esse tema não pode se reduzir à educação básica, porque os docentes que atuam nas Licenciaturas em Ciências também precisam transformar os seus discursos acerca da experimentação. Mas o que se configura frequentemente é a difusão de crenças a respeito das atividades experimentais, em geral, com o apoio das próprias disciplinas específicas, pois os formadores, ao desenvolverem experimentos, estão tacitamente ensinando a realizar atividades experimentais. E mesmo que a experimentação seja discutida nas disciplinas que tratam da Didática das Ciências ou em disciplinas de Filosofia da Ciência, os professores formadores da área de Ciências Naturais influenciam com as suas práticas pedagógicas na construção do entendimento sobre como se desenvolvem experimentos e os seus respectivos objetivos.

Em harmonia com essas características, Galiazzi e Gonçalves (2004), em outra investigação a respeito das atividades experimentais, salientaram a necessidade de discussão acerca de aspectos curriculares que permeiam a formação dos licenciandos e do desenvolvimento profissional dos professores formadores. Principalmente porque os resultados sinalizaram para visões estagnadas e simplistas dos participantes da



Licenciatura em Química, enfatizando a experimentação como modo, por exemplo, de comprovar a teoria, teorizar a partir da observação e formar jovens cientistas. Nessas condições, apontamos para a importância de problematizar os entendimentos dos sujeitos sobre a natureza da ciência, bem como, durante as atividades experimentais, procurar enriquecer as compreensões relativas à construção do conhecimento científico, pois elas podem influenciar na maneira como se aprende (LEACH, 1998).

Montes e Rockley (2002), fora do contexto nacional, porém de forma muito pertinente, discutem os critérios dos professores na opção por um determinado “estilo” de atividade experimental. Segundo os autores, os professores preferem os experimentos de verificação, porque são mais “confortáveis e familiares”, conseqüentemente uma “vantagem” para os mesmos. Porém, os próprios investigados assumem que isso é uma desvantagem para os alunos, o que nos parece uma contradição, pois se supostamente desenvolvemos atividades em nome da aprendizagem discente, a justificativa pela escolha de uma abordagem não poderia ir de encontro com tal condição. Desse modo, a experimentação se caracteriza mais por desejo intrínseco do professor do que por uma necessidade do processo de ensino e aprendizagem. Também entendemos que esses critérios podem estar apoiados em visões empiristas de Ciência, como apontam as pesquisas (GALIAZZI *et al.*, 2001). De outra parte, isso realça, de certa maneira, a idéia de que o conhecimento sobre a experimentação parece ser construído de forma pouco refletida. Esses são indícios das razões docentes para realizar atividades experimentais, em geral, carentes de fundamentação teórica, mas que carregam implicitamente os conhecimentos profissionais do professor.

No cenário nacional, a revista Química Nova na Escola –QNEsc- tem contribuído de forma significativa com a formação de professores ao divulgar artigos com temas atuais e de interesse dos professores e pesquisadores como, por exemplo, a experimentação. Encontramos na literatura argumentos que apontam para a relevância dessa revista, especialmente para a comunidade de professores de Química da educação básica. Bejarano e Carvalho (2000), ao analisarem o desenvolvimento da área de pesquisa em educação em Química no Brasil, destacam, por exemplo, a criação da QNEsc como favorecedora da aproximação dos professores do ensino fundamental e médio aos resultados das investigações em educação em Química.

Já Schnetzler (2002) salienta que em 7 anos de existência essa revista publicou mais artigos do que a seção de Educação da Química Nova<sup>1</sup>, em 24 anos. Esse é um dado que ressalta a importância do periódico para professores e pesquisadores. Além disso, os artigos divulgados na Química Nova destinam-se, principalmente, ao ensino de graduação e pós-graduação. Cabe destacar ainda que parte dos trabalhos divulgados na QNEsc é fruto de dissertações e teses de pós-graduação, o que mostra o comprometimento da revista com a divulgação de novos conhecimentos (SCHNETZLER, 2002).

Em 2001, além dos dois números publicados anualmente, foram lançados quatro cadernos temáticos –Química Ambiental, Novos Materiais, Química de Fármacos e Estrutura da Matéria-, de um total de oito previstos por um projeto da Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química -SBQ. Os cadernos temáticos têm como objetivo divulgar textos que possibilitam a atualização de professores da educação básica sobre alguns temas e auxiliar em cursos de formação inicial de professores de Química. Outra ação do referido projeto é a produção de vídeos sobre as temáticas desses cadernos para serem utilizados como material didático pelos professores. Isso tudo reforça uma marca da QNEsc: o seu comprometimento com a formação de professores.

Como destacamos anteriormente, a experimentação é um dos assuntos discutidos na QNEsc. Aliás, o periódico possui uma seção exclusiva para a divulgação de experimentos que, a princípio, se incluem em uma característica que ressaltamos em outro momento, ou seja, a utilização de materiais e reagentes de baixo custo e fácil aquisição. Desse modo, o periódico parece buscar uma interação com o professor da educação básica cujas crenças relativas à experimentação ainda estão arraigadas, na maioria das vezes, na presença de um laboratório escolar estereotipado. A partir destas considerações problematizamos o discurso acerca da experimentação dialogando com os textos divulgados na seção “Experimentação no Ensino de Química” da QNEsc, principalmente porque eles podem apontar características importantes para serem incluídas no planejamento e desenvolvimento de atividades experimentais. A seguir apresentamos o problema e os objetivos desta pesquisa:

---

<sup>1</sup> A Química Nova é uma revista da Sociedade Brasileira de Química que publica artigos de áreas tradicionais da Química, além de artigos sobre Ensino de Química, História da Química e outros temas afins.

***Problema de Pesquisa:*** Quais características dos discursos pedagógicos e epistemológicos orientam os textos de experimentação de um periódico relevante em educação em Química?

***Objetivo Geral:*** Contribuir para repensar as características metodológicas da experimentação em educação em Química e para problematizar esse tema na formação inicial e continuada de professores. Em decorrência disso, pretendeu-se compreender, à luz de referenciais epistemológicos e pedagógicos, as características dos discursos sobre as atividades experimentais divulgadas na seção “Experimentação no Ensino de Química” da revista Química Nova na Escola.

***Objetivos Específicos:***

- Discutir e identificar características fundamentadas pedagógica e epistemologicamente e que são relevantes ao desenvolvimento de atividades experimentais;
- analisar os discursos sobre ensino, aprendizagem e a natureza epistemológica da experimentação nos textos da seção “Experimentação no Ensino de Química” da revista Química Nova na Escola;
- analisar os discursos nos artigos investigados em relação à articulação entre teoria e prática/experimentação;
- analisar os objetivos das sugestões de atividades experimentais divulgadas na revista.

## ***1. Experimentação: uma discussão pedagógica e epistemológica.***

Para entender o discurso sobre experimentação na educação em Ciências é preciso dialogar com os teóricos que problematizam o assunto. Essa discussão pode ser enriquecida com as contribuições das teorias pedagógicas atuais e da epistemologia, pois essas sinalizam caminhos para o desenvolvimento de experimentos coerentes com discurso atual sobre ensino, aprendizagem e a natureza da ciência.

Primeiramente, apresentamos uma revisão sobre como as atividades experimentais têm sido compreendidas historicamente no contexto escolar, com as respectivas críticas e perspectivas. Em seguida, descreveremos algumas contribuições do educar pela pesquisa às atividades experimentais e à problematização desse tema na formação de professores; e, para finalizar, enfatizamos a experimentação à luz da epistemologia da ciência contemporânea.

### ***1.1. As atividades experimentais na educação em Ciências.***

A experimentação na educação em Ciências pode ser discutida sob diferentes olhares. Optamos fazer uma revisão das atividades experimentais sobre sua história, críticas e perspectivas, porque entendemos que esses aspectos podem auxiliar na compreensão dos discursos a respeito da mesma. A distinção entre a história, as críticas e as perspectivas foi feita apenas com fins analíticos, pois perceberemos que essas três dimensões possuem vários pontos de encontro.

#### ***1.1.1. Sobre a história da experimentação na educação em Ciências.***

É antiga a importância atribuída às atividades experimentais na educação em Ciência moderna, embora existam divergências na literatura quanto ao momento de sua inserção na escola. Há informações de que a experimentação foi inserida pela primeira vez no contexto escolar em 1865, no Royal College Chemistry, na Inglaterra (GALIAZZI, 2000). Porém, Petitat (1994) salienta que no século XVIII, na França, já existiam pelo menos 600 locais de experimentação e observação. No entanto, parece consenso que a sua presença nesse ambiente se deva à influência das atividades

experimentais realizadas na Universidade (GALIAZZI, 2000; IZQUIERDO; SANMARTÍ; ESPÍNET, 1999). Provavelmente nesse fato esteja a origem do estereótipo atual de laboratório escolar, isto é, semelhante ao do ensino superior.

Apesar de a experimentação fazer parte do discurso sobre a educação em Ciências há muito tempo, a disseminação da sua relevância ocorreu mais fortemente a partir da década de 60, do século passado, período em que surgiram projetos valorizando o “ensino experimental”. Nos Estados Unidos, foram publicados, por exemplo, o Biological Science Curriculum Study -BSCS-, Chemical Education Material Study -CHEMS-, Physical Science Study Committee -PSSC- e na Inglaterra os cursos Nuffield de Biologia, Química e Física. Existe a idéia de que a inserção desses projetos no ambiente escolar estava vinculada com a chamada guerra-fria. Outro motivo, de cunho político, seria a reação do público ao lançamento do satélite soviético Sputnik, em 1957 (DE JONG, 1998). Porém, cabe destacar que o embrião de alguns desses projetos é anterior ao Sputnik.

Além de fatores políticos, existem os diretamente ligados à educação. Segundo De Jong (1998), na educação em Ciências se passou a desacreditar apenas nos estudos de manuais, compêndios, leis e conceitos, incorporando-se também trabalhos empíricos, pois estes são inerentes às Ciências. No entanto, os projetos dos anos 60, mesmo representando avanços em relação aos antigos compêndios, incluíam características bastante conteudistas e estavam mais preocupados com a formação de futuros cientistas.

Esses projetos de ensino foram traduzidos para diversos idiomas e se difundiram pelo mundo. No Brasil, um livro do projeto CHEMS foi publicado na década de 60, com o nome *Química – uma ciência experimental*. Uma das características desse material didático era a visão empirista de Ciência, salientando o entendimento de que: todo o conhecimento deriva da experimentação; e os sentidos fornecem as bases seguras para a Ciência. Porém, esses pressupostos têm sido criticados pelas discussões atuais sobre a natureza do conhecimento científico, como discutiremos posteriormente. Por isso, entendemos que a educação em Ciências também precisa assumir uma postura crítica em relação à adoção desses pressupostos. Apesar deste aspecto os projetos de ensino norte-americanos e ingleses foram relevantes para o desenvolvimento da área de educação em Ciências, trazendo implicações positivas para a formação inicial e

continuada de professores no Brasil, diga-se de passagem, contribuindo para renovar as expectativas docentes.

Compreendemos que os entendimentos sobre a experimentação desenvolvidos ao longo dos anos estão intimamente associados com esses projetos de ensino. Domin (1999) destaca quatro “estilos” de atividades experimentais na história da educação química: o expositivo, as atividades de investigação, a descoberta e as atividades experimentais baseadas em problemas. Entendemos que esses estilos também permearam a história da educação em Ciências de modo geral, particularmente o ensino de Física e Biologia.

As atividades experimentais expositivas ou de demonstração e verificação são as mais criticadas nas obras sobre o tema (DOMIN, 1999; GALIAZZI, 2000), pois seu papel se resume em comparar um resultado obtido empiricamente com o resultado esperado teoricamente. Além disso, geralmente os alunos limitam-se a seguir os passos indicados em um roteiro que valoriza a tomada de dados e controle de variáveis. Dessa forma, se caracteriza como um tipo de atividade experimental que contribui pouco para a aprendizagem dos alunos.

Ao contrário das atividades experimentais expositivas, os experimentos de investigação, muito presentes na década de 60, tinham como propósito, naquela época, envolver os alunos de forma mais efetiva no processo de aprendizagem. Porém, essas atividades experimentais fundamentadas em pressupostos indutivistas sobre a investigação científica não possibilitaram, 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 opção por procedimentos (DOMIN, 1999).

Os experimentos por descoberta, assim como os de investigação, foram a base da reforma na educação em Ciências dos anos 60. A aprendizagem por descoberta, também fundamentada nas teses empirista-indutivistas, permeou fortemente o discurso dos professores. A observação e as atividades experimentais eram entendidas como fonte de conhecimento, isto é, as teorias seriam descobertas a partir de dados empíricos originados da observação. Entender que os alunos sejam capazes de “descobrir” por meio da observação alguma teoria, é uma maneira ingênua de compreender a aprendizagem e a construção do conhecimento científico. Precisamos destacar que as

observações não ocorrem no “vácuo teórico”, pois as teorias orientam o que e como observar. O aluno não pode observar de forma fundamentada, se está teoricamente despreparado.

Uma das heranças da aprendizagem por investigação e descoberta é o conhecimento dos alunos sobre a natureza da investigação científica, amplamente apontado pelos resultados das pesquisas na área, sinalizando para a importância do método científico e da observação como fonte de conhecimento (HODSON, 1994). Por isso, de maneira geral, os programas de ensino predominantes até o final da década de 60 contribuíram pouco devido, principalmente, a sua orientação positivista (GIORDAN, 1999).

As atividades experimentais baseadas em problemas foram menos influentes do que aquelas fundamentadas na aprendizagem por investigação e descoberta na reforma ocorrida na educação em Ciências na década de 1960 (DOMIN, 1999). Desde então, podemos encontrar diferentes contribuições sobre esse modo de desenvolver experimentos e as publicações atuais sobre o assunto mostram-se comprometidas, principalmente, com a superação dos pressupostos empirista-indutivistas.

Uma possibilidade de desenvolver atividades experimentais problematizadoras são os denominados experimentos p.p. –“*plantean problema*”-, que se caracterizam pela formulação de perguntas considerando o conhecimento inicial dos alunos, indicação de soluções prováveis, comprovação das soluções, e compartilhamento e discussão dos procedimentos e soluções (DE JONG, 1998). Esses experimentos precisam incluir uma ou mais dessas características.

Os experimentos p.p. podem ser divididos em diferentes categorias de acordo com a participação dos alunos. Ou seja, os alunos podem se envolver em todas as etapas –construção do problema, formulação de hipóteses, planejamento e realização do experimento, apontar dados e observações e propor conclusões- no desenvolvimento de da atividade experimental, ou em apenas uma parte dessas etapas; neste caso, o professor se responsabiliza pela realização das demais etapas. Segundo De Jong (1998), o fato dos experimentos p.p. se dividirem em categorias favorece a participação dos alunos de forma crescente na resolução de problemas. De qualquer modo, entendemos que dificilmente um aluno da escola consiga se responsabilizar, de maneira independente do professor, por todas as etapas de um experimento p.p., porque isso

exige do sujeito um envolvimento com a cultura científica que transcende o período da escolaridade básica. Inclusive, é provável que se encontre dificuldades para exercitar essa proposta até no ensino superior. Além disso, embora experimentos desse tipo representem um avanço em relação à visão empirista, também podem ser considerados reducionistas, pois vinculam prioritariamente a investigação às atividades experimentais. Essa compreensão é compartilhada por Gil e Valdés (1996) que, ao apontarem para os experimentos como investigações, destacam um conjunto de aspectos para caracterizar a experimentação como uma atividade investigativa. Em síntese, os autores mostram que é preciso superar a dimensão meramente experimental, pois existem outros pontos, além da experimentação, essenciais para uma investigação.

Nessa mesma perspectiva, Gil *et al.* (1999) questionam a distinção entre aprendizagem conceitual, resolução de problemas de lápis e papel e o desenvolvimento de atividades experimentais. Esse questionamento se refere, em parte, ao entendimento da experimentação como ilustração da teoria estudada previamente em sala de aula, propiciando assim a apropriação de uma visão criticada da atividade científica. Segundo os autores, uma possibilidade de transformar essa compreensão sobre a experimentação é promover sua associação com o trabalho científico. Nesse sentido, a resolução de problemas e os experimentos podem se constituir como diferentes faces da mesma atividade, isto é, o tratamento de situações problemáticas abertas. Para Gil *et al.* (1999) a aprendizagem de conhecimentos científicos é favorecida quando está vinculada ao tratamento de situações abertas. Isso apontaria para a integração entre aprendizagem conceitual, resolução de problemas e experimentação, contribuindo para superar uma visão criticada de Ciência. Esse movimento contra as visões criticadas sobre a atividade científica na educação em Ciências tem colaborado, pelo menos teoricamente, para combater mitos no currículo, como os recém explicitados e outros –a observação neutra, o caráter decisivo da experimentação na construção do conhecimento científico, a utilização do método científico como critério do fazer ciência e assim por diante.

Conforme o apresentado, as atividades experimentais baseadas em problemas são vistas como um modo de transcender esses mitos; embora, às vezes, se caracterizem por um reducionismo. De outra parte, sabemos que mudanças efetivas dependem de que esses esforços se reflitam na formação inicial e continuada de professores, o que não parece simples, pois freqüentemente os cursos de formação de professores, de modo



especial as Licenciaturas, são marcados na própria organização curricular por perspectivas empirista-indutivistas e positivistas.

Ainda destacamos a resolução de problemas em pequenos grupos vinculadas às atividades experimentais como um contexto de socialização e maneira de explicitar o caráter social da Ciência. Assim, defendem Reigosa e Jiménez (2000):

A participação na cultura científica resolvendo problemas em pequenos grupos reflete o caráter social da ciência. A imagem da ciência como disciplina independente do resto da sociedade, cujo único objetivo é compreender o mundo, é incompleta, e a imagem do cientista como um gênio individual, inadequada (REIGOSA; JIMÉNES, 2000, p.275-276)<sup>2</sup>.

O professor precisa tomar como um objetivo explícito o incentivo da apropriação de um entendimento de Ciência como atividade humana e social. Certamente que o trabalho em grupo pode contribuir para o cumprimento de importante função. Entretanto, transcende tal meta, à medida que as premissas sócio-interacionistas se constituem como um modo de propiciar as aprendizagens, não só conceituais e procedimentais, mas também de atitudes; uma vez que trabalhar em equipe envolve comportamento e valores que precisam ser aprendidos. Ainda de acordo com esses autores, os problemas propostos para corresponderem com a cultura científica precisam estar em contextos denominados autênticos. Ou seja, próximos ao mundo real dos alunos e cuja solução não está previamente definida, inclusive podendo não ser única. Comprendemos que isso favorece a superação de uma visão dogmática de Ciência e de experimentação, com a suposta função de demonstrar um conhecimento verdadeiro e imutável.

Reigosa e Jiménez (2000) também sinalizam as dificuldades por parte dos alunos em participar de resolução de problemas abertos, que exige dos mesmos a definição do procedimento a ser adotado no experimento. Isso pode estar associado com o entendimento de atividades experimentais dos alunos, em que a função do professor é indicar um conjunto de passos para serem seguidos. Esse tipo de atividade estereotipada os autores denominam de cultura escolar e essa não corresponde ao processo de resolução de problemas da atividade científica. Entendemos que a expectativa dos alunos em relação às atividades experimentais, em parte, é um reflexo de suas

---

<sup>2</sup> Todas as traduções feitas neste trabalho são do autor.

aprendizagens sobre o papel da experimentação, muitas vezes, reforçada pelos próprios professores. A partir das contribuições desses autores compreendemos que é preciso reconhecer e respeitar as dificuldades dos alunos para, então, poder problematizar seus entendimentos acerca das atividades experimentais, em geral, arraigados na supremacia do método científico.

Os problemas nas atividades experimentais também podem ser utilizados no sentido de favorecer a explicitação do conhecimento dos alunos, auxiliando o professor a mapear os conhecimentos do grupo sobre o tema estudado (SHILAND, 1999). Para isso, pode-se apoiar nas previsões. Uma das propostas que aparecem na literatura aponta para a possibilidade dos alunos desenvolverem, por escrito, previsões indicativas a respeito do que entendem que vai ocorrer em determinada situação problematizada (HODSON, 1994). Essa previsão pode ser contrastada com o fenômeno observado durante a atividade experimental, exigindo dos alunos a reformulação, por escrito, das explicações. Entendemos que problematizar nos experimentos, para proporcionar a explicitação do conhecimento inicial dos estudantes, parece ser outra característica relevante, pois, segundo as discussões contemporâneas sobre aprendizagem, trata-se de um aspecto fundamental, considerando que os alunos aprendem a partir do que já conhecem.

Portanto, parece uma tendência atual investir em atividades experimentais com um caráter indagador, superando a ingenuidade da experimentação cunhada nas teses empirista-indutivistas que caracterizaram os projetos de ensino norte-americanos e ingleses, lançados na década de 60 do século passado. Podemos perceber que esses projetos estavam permeados de características duramente criticadas. No entanto, as críticas à experimentação têm atingido uma amplitude maior, como veremos a seguir.

### ***1.1.2. Críticas às atividades experimentais: velhos ranços.***

Muitas críticas têm sido realizadas às atividades experimentais. De acordo com Barberá e Valdés (1996), em 1892 já havia críticas à experimentação se referindo à falta de fundamentação teórica. Porém, a partir do ano de 1970 as contestações à eficácia dessas atividades surgem de forma mais acentuada na literatura em Didática das Ciências. Segundo os autores, as pesquisas dessa época apontam para a necessidade de

superar as diferenças de expectativas que alunos e professores podem ter a respeito dos experimentos. Isso implicaria, por exemplo, na explicitação, aos alunos, dos objetivos das atividades experimentais sugeridas pelo professor, e na associação dos conteúdos teóricos com os experimentos. O que também auxilia os alunos entenderem o que, como e por que estão desenvolvendo determinado experimento.

Historicamente, isso mostra um decréscimo do entusiasmo em relação à experimentação predominante na década de 60. Reforçando esse momento, os periódicos *International Journal of Science Education* (1996) e *Alambique* (1994) lançaram números exclusivos para problematizar as atividades experimentais. Mas, é a partir das contribuições de Hodson (1994) que sinalizamos para diversas críticas à maneira como os experimentos vêm sendo desenvolvidos ao longo dos anos. Uma delas se refere à contradição entre o demasiado tempo despendido para desenvolvê-los e o reduzido tempo que contribui para a aprendizagem. O mesmo autor aponta para um conjunto de categorias<sup>3</sup> que sintetizam os objetivos da experimentação, segundo o entendimento dos professores de Ciências:

- 1- Para motivar, mediante estimulação do interesse e da diversão.
- 2- Para ensinar as técnicas de laboratório.
- 3- Para intensificar a aprendizagem dos conhecimentos científicos.
- 4- Para proporcionar uma idéia sobre o método científico e desenvolver a habilidade de sua utilização.
- 5- Para desenvolver determinadas “atitudes científicas” a consideração com as idéias e sugestões de outras pessoas, a objetividade e boa disposição para não emitir juízos apressados. (HODSON, 1994, p.300)

De acordo com o autor, a utilização das atividades experimentais como um recurso para motivar os alunos é um equívoco. Primeiramente, nem todos os alunos sentem-se motivados, alguns inclusive possuem aversão a este tipo de atividade. Outro aspecto é que as expectativas em relação à experimentação diminuem conforme os estudantes começam a vivenciar esse tipo de atividade (GALIAZZI *et al.*, 2001). Ao salientarmos esses pontos não estamos negando a importância da motivação no processo de aprendizagem. Porém, segundo as pesquisas, a experimentação não precisa se sustentar nesse objetivo. Além do mais, compreendemos que a motivação é um fenômeno complexo, de tal modo que alcançá-la não se reduz à participação em uma

---

<sup>3</sup> De modo geral, essas categorias também refletem, em parte, os objetivos das atividades experimentais segundo professores brasileiros (GALIAZZI *et al.*, 2001).

atividade, senão entendê-la como parte de um contexto mais amplo, incluindo outros aspectos do currículo, como a avaliação, as características dos conteúdos e assim por diante.

Quanto ao ensino de técnicas de laboratório, a idéia de formar jovens cientistas, difundida a partir da década de 60, contribuiu bastante para a propagação desse objetivo acerca do qual também tem emergido várias críticas. Para Hodson (1994), é preciso ensinar somente aquelas destrezas técnicas úteis para o ensino posterior e, quando esse for o caso, as habilidades precisam ser desenvolvidas em um nível de competência satisfatório, pois são necessárias se os estudantes pretendem participar com êxito da atividade. Também ressaltamos que a utilização de destrezas manuais e técnicas não excluem o desenvolvimento de atitudes e destrezas cognitivas, porque não podemos admitir que a manipulação seja realizada sem uma reflexão sobre o que se está fazendo. Outro argumento contra essa idéia de formar cientistas é que a maioria dos alunos segue profissões em que as destrezas técnicas e instrumentais da Ciência são desnecessárias. E mesmo se a maior parte dos estudantes seguisse carreiras nas quais essas habilidades fossem importantes, isso não seria suficiente para justificar a inclusão desse objetivo na realização de atividades experimentais, pois a escola não precisa se limitar a ensinar conteúdos que serão “pré-requisitos” para etapas posteriores da vida escolar. Os conteúdos precisam ser úteis para o desenvolvimento dos alunos como cidadãos, o que não se reduz ao contexto escolar (GONÇALVES; GALIAZZI, 2004). Por essas razões, entendemos que o ensino de técnicas de laboratório se justifica somente em cursos – superior e técnico- que se propõem formar profissionais cujas habilidades são imprescindíveis, ou naquelas situações delineadas por Hodson (1994) anteriormente.

Em relação à aprendizagem de conhecimentos científicos, segundo Hodson (1994), não existem argumentos consistentes confirmando as atividades experimentais como promotoras da aprendizagem de conhecimentos científicos, inclusive podendo ser, às vezes, menos adequada que outros modos de ensinar. Nessa direção, Galiazzi (2000) destaca que amiúde os alunos se limitam a manipular equipamentos e fazer medidas em detrimento da aprendizagem conceitual. Entendemos a crítica da autora como uma problematização sobre a ênfase no “fazer”, que predomina no discurso acerca da experimentação. Isso não significa que manipular equipamentos e realizar medidas sejam características indesejáveis no desenvolvimento de experimentos, quando essas

são realmente necessárias e importantes. Acreditamos que isso parece intrínseco à experimentação, não obstante, a experimentação não precisa se resumir a tais aspectos. A autora ainda critica as atividades experimentais na perspectiva da mudança conceitual, em que os alunos explicitam seus conhecimentos iniciais sobre o fenômeno estudado e os resultados empíricos da atividade experimental vão de encontro com esse conhecimento do aluno, favorecendo, supostamente, sua substituição por um conhecimento aceito pela comunidade científica. A idéia de utilizar a experimentação como modo de possibilitar a mudança conceitual ainda parece ser um dos aspectos salientados pelos professores, porém, as pesquisas mostram que a substituição de conceitos não é tão freqüente<sup>4</sup>.

Outra crítica se refere à idéia de que aprender Ciência por meio da experimentação é equivalente ao processo de investigação científica, ignorando que o conhecimento produzido pela comunidade científica é fruto de extensas pesquisas e da familiaridade dessa comunidade com os fenômenos em estudo (GALIAZZI, 2000). Esse entendimento parece estar associado com a intenção de formar jovens cientistas, como destacamos anteriormente. De qualquer modo, é uma compreensão que revela visões simplistas sobre a aprendizagem em Ciências. Além disso, muitas vezes, como já explicitamos, o processo investigativo é vinculado prioritariamente à dimensão experimental, reforçando uma visão reducionista da atividade científica.

Com o mesmo viés, Izquierdo, Sanmartí e Espínet (1999) destacam uma possível resposta para a pouca eficácia das atividades experimentais, isto é, os experimentos escolares são organizados tendo como referência o trabalho dos cientistas, enquanto precisariam ser planejados para os alunos aprenderem aspectos da Ciência; diferentemente de uma investigação científica. De acordo com as autoras, o objetivo das atividades experimentais escolares é transformar o prático em teórico. Compartilhamos dessa idéia das autoras, pois compreendemos que a experimentação em sala de aula precisa transcender uma orientação epistêmica e se apoiar também em pressupostos pedagógicos. Ou seja, precisamos entender como os alunos se apropriam do

---

<sup>4</sup> No movimento de mudança conceitual acreditava-se que o conflito entre as idéias dos estudantes e os resultados de um experimento favoreceria a substituição do conhecimento do aluno pelo conhecimento científico. No entanto, as estratégias de ensino para a mudança conceitual foram severamente criticadas, principalmente porque um indivíduo pode utilizar diferentes conhecimentos dependendo do contexto; além disso, percebeu-se que a mudança conceitual não era tão freqüente em sala de aula (MORTIMER, 1996).

conhecimento científico durante as atividades experimentais. Millar (1998) salienta que a função dos experimentos não é construir conhecimento novo, mas favorecer aos alunos a percepção de mundo, de certa maneira, bem conhecida pelo professor e demais representantes de uma comunidade científica.

Se os experimentos realizados pelos alunos precisam ser diferentes dos experimentos científicos, parece evidente que os conteúdos também precisam ser diferentes. Por exemplo, os conteúdos procedimentais ensinados na escola não podem ser os mesmos procedimentos da Ciência; bem como os conteúdos conceituais não podem ser iguais aos da Ciência (INSAUSTI; MERINO, 2000). No entanto, os procedimentos e conceitos da Ciência podem ser um dos pontos de partida para a elaboração dos conteúdos procedimentais e conceituais na educação em Ciências. Se os conceitos e procedimentos são modos de conhecimento mais específicos, isto é, aqueles que podem identificar uma disciplina, não significa excluir das atividades experimentais conteúdos de maior generalidade, como as atitudes, normas e valores.

Outra crítica se refere à utilização do método científico, mas, a compreensão deste, de acordo com as discussões da epistemologia contemporânea, não dá conta de explicar a complexidade da produção científica. A construção do conhecimento científico, como resultado da execução de um conjunto de etapas consecutivas e lineares, é insustentável para a Ciência e a educação científica. Não podemos admitir ainda, por exemplo, a idéia de observação independente da teoria, como defendiam os indutivistas do método científico. A apropriação desse discurso contribui pouco para se aprender sobre a natureza e os “métodos” da Ciência. Mas, são justamente essas teses empirista-indutivistas que normalmente têm prevalecido no discurso dos professores, valorizando a verificação da teoria como modo de mostrar a verdade absoluta. Assim, a experimentação em sala de aula recapitula e comprova o conhecimento teórico (BARBERÁ; VALDÉS, 1996; GALIAZZI, 2000). Quando um professor tem como objetivo comprovar um conhecimento, ele assume uma visão dogmática de Ciência e, conseqüentemente, fomenta a apropriação desse entendimento pelos alunos (SILVA; ZANON, 2000).

Pinho Alves (2000a) destaca que o “método experimental” utilizado na produção científica se transformou em conteúdo de ensino sem função específica no processo de ensino e aprendizagem. Segundo o autor, a inserção da atividade experimental na escola

justifica a necessidade de ensinar o método experimental. Entendemos que para transformar essa compreensão é fundamental uma abordagem epistemológica da construção do conhecimento científico na formação inicial e continuada de professores, contribuindo para repensar o papel da experimentação em sala de aula.

A utilização das atividades experimentais com o propósito de desenvolver atitudes científicas estereotipadas –objetividade livre de valores, disposição para não emitir juízos apressados, etc.- também tem sido rechaçada. Apesar disso, a difusão destes entendimentos sobre a atividade científica é reforçada pelos materiais didáticos e pelos próprios professores, que desta forma estabelecem a sua posição na escola. Hodson (1994) argumenta que os cientistas não possuem essas características, na realidade são mitos criados, em parte, por eles mesmos, fomentando assim uma falsa visão de Ciência e de seus personagens. Acreditamos que a criação de características incongruentes com a prática científica se sustenta na intenção dos pesquisadores em manter e propagar uma imagem que atribua “status” social aos praticantes da Ciência, mostrando quais pessoas podem se tornar membros dessa comunidade. Criticamos essas finalidades, pois os cientistas são pessoas como todas as outras. Portanto, o indivíduo, independente de ser sensível ou insensível, introvertido ou extrovertido, afetuoso ou rude, pode ser um cientista.

No Brasil temos, comumente, esses aspectos imbuídos no discurso dos professores sobre as atividades experimentais (GIOPPPO; SCHEFFER; NEVES. 1998; GALIAZZI, 2000). O problema se agrava porque, em geral, não se desenvolvem experimentos na escola e a justificativa para isso, normalmente, é a falta de laboratórios. A utilização de “kits” tem sido proposta com a intenção de minimizar esse problema. Reconhecemos que é importante a existência de espaço e condições materiais adequadas para a realização de atividades experimentais. No entanto, não é preciso impor um estereótipo de laboratório, semelhante àquele da universidade, na cultura da educação em Ciências; como se apresentam os “kits”, que embora diferentes dos chamados “laboratórios de bancada”, tentam se aproximar destes utilizando os mesmos equipamentos, materiais e reagentes. Esses “kits”, na maioria das vezes, são usados apenas para demonstrações; e, conseqüentemente, contribuem para perpetuar as crenças sobre as atividades experimentais, valorizando o empirismo colorido e divertido (GIOPPPO; SCHEFFER; NEVES; 1998).

Portanto, o não desenvolvimento de atividades experimentais na escola não parece ser o maior problema, mas sim, como são realizadas –mesmo que raramente. Questionamos aqui, quais as contribuições das atividades experimentais com as características criticadas neste texto. Essa problematização pode ser reforçada com base no contexto escolar inglês –embora não seja possível generalizar-, pois os alunos ingleses freqüentam os laboratórios didáticos mais do que a metade da carga horária semanal da disciplina de Química, entretanto, isso não tem contribuído efetivamente para a melhoria da aprendizagem dos alunos (BARBERÁ; VALDÉS, 1996).

A Inglaterra possui longa tradição no desenvolvimento de atividades experimentais –dizem ironicamente que realizam tantos experimentos porque possuem muitos laboratórios-, ao contrário do Brasil –para muitos professores, por não haver tantos laboratórios como no contexto inglês; o que, em parte, pode ser verdadeiro-, embora pareça um consenso lá e aqui que as atividades experimentais são imprescindíveis. Apesar das diferenças entre os dois países, ambos vêem os laboratórios escolares como um ícone de status no currículo da educação em Ciências e ainda problematizam pouco esse espaço como uma possibilidade de ensinar e aprender Ciências. Aliás, no nosso país, em decorrência dessa situação, os laboratórios escolares exercem forte papel ideológico, isto é, sua presença na escola serve como “marketing” para as instituições, principalmente as particulares, que precisam atrair a atenção dos pais (GIOPO; 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. Logo, esperar por rápidas transformações pode ser uma visão ingênua.

Enfim, as pesquisas em Didática das Ciências têm apontado para os problemas que permeiam o discurso sobre as atividades experimentais. Contudo, também é preocupação dos pesquisadores propor possibilidades metodológicas para o desenvolvimento de atividades experimentais, como veremos a seguir.

### ***1.1.3. Novas idéias acerca das atividades experimentais.***

A literatura tem sinalizado maneiras de desenvolver as atividades experimentais na tentativa de superar as críticas à experimentação. Entre algumas alternativas, temos



as simulações, as “representações de papéis”, as práticas de iniciação e a experimentação orientada pelos princípios do educar pela pesquisa.

Giordan (1999) destaca a possibilidade de realizar a experimentação associada à simulação, proposta na qual o experimento é utilizado como organizador de uma realidade simulada que se caracteriza como uma etapa intermediária entre o fenômeno e a representação desenvolvida pelo sujeito. O autor argumenta que esse modo de entender a experimentação pode favorecer a representação do mundo e de seus modelos mentais representativos, expondo-os à crítica. Nessa sugestão, a simulação não tem a finalidade de substituir as atividades experimentais fenomenológicas. Entretanto, sem nos contrapormos à idéia do autor, entendemos que as simulações podem cumprir o papel de substituição nos casos em que os experimentos em sala de aula são inviáveis por questões de segurança dos alunos e do professor. Aliás, refletir sobre as normas de segurança é um indício de que não basta problematizar a experimentação apenas do ponto de vista pedagógico; ainda há que se preocupar com os riscos à integridade física dos alunos durante o processo de ensino e aprendizagem. O que pode ocorrer, por exemplo, com a manipulação de sangue humano na determinação do tipo sanguíneo em aulas de Biologia e Ciências –atividade bastante comum até há pouco tempo.

Os recursos computacionais também podem ser um meio importante para a simulação. Sobre essa possibilidade, Hodson (1994; 1998) aponta o fato da simulação favorecer o estudo dos conceitos e fenômenos, sem as possíveis dificuldades que os experimentos com objetos reais podem proporcionar; como: o tempo dedicado; e, muitas vezes, os cálculos complicados envolvidos no experimento. A utilização desse recurso para resolver problemas -propostos pelos próprios alunos- pode facultar a compreensão de que nem toda a pesquisa científica é experimental (HODSON, 1998). Outra vantagem dos programas de simulação é o menor custo, quando comparados com os aspectos reais (BAGGOTT, 1998; HODSON, 1998). Porém, tanto os recursos computacionais quanto as atividades experimentais em sua dimensão fenomenológica não são sinônimos de melhoria no ensino e aprendizagem de Ciências. Isto é, precisamos refletir sobre o uso desses artefatos com um olhar didático, e não como novidades que podem resolver os problemas da sala de aula, porque essa resolução depende mais do professor do que da própria atividade.

Salientamos ainda as atividades experimentais como uma representação de teatro, que é a aposta de Gough (1998). Nesta perspectiva, uma das implicações seria a utilização dos artefatos e aparatos dos laboratórios escolares como recursos materiais para improvisar uma peça teatral que simule o trabalho dos cientistas, enfatizando, inclusive, a produção e circulação do conhecimento científico. No entanto, o professor precisa estar atento para não difundir uma imagem inadequada sobre o trabalho dos pesquisadores, pois as atividades no laboratório são apenas uma parte do ofício desses profissionais. A representação teatral pode valorizar ainda as “operações, relações e condições que constituem a ciência como uma prática cultural” (GOUGH, 1998, p.80).

Ainda considerando as idéias de Izquierdo, Sanmartí e Espínet (1999), elas abordam a noção de práticas de iniciação, ou seja, atividades que introduzem os modelos teóricos escolares e permitem a intervenção dos alunos nos fatos científicos. Essas atividades têm o objetivo de transformar os fatos do mundo em fatos científicos e dar sentido à manipulação e utilização de instrumentos e à linguagem escrita e falada. Além disso, as práticas de iniciação são planejadas de acordo com o conhecimento inicial dos alunos. As autoras complementam destacando:

Assim as práticas de iniciação devem oferecer a ocasião de transformar a intervenção no mundo em símbolos, à medida que se constroem novos signos para novas entidades, graças às quais se poderão planejar os problemas que poderão solucionar e desenvolver assim a linguagem própria da ciência (IZQUIERDO; SANMARTÍ; ESPINET, 1999, p.50).

A valorização do papel da linguagem, enfatizada pelas autoras, permite a reflexão sobre como nós professores temos trabalhado com a escrita e a leitura durante as atividades experimentais. 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. O que representa valorizar a dimensão social da aprendizagem e problematizar entendimentos tradicionais acerca da experimentação. Neste contexto, as autoras apontam para a escrita como elemento favorável para a construção do conhecimento científico escolar:

[...] 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).

Entendemos que as autoras apontam características importantes para a experimentação. Pontuar o diálogo oral e escrito como recurso essencial no desenvolvimento de experimentos sinaliza para uma compreensão diferenciada da experimentação, quando comparada com os discursos que vêm sendo perpetuados desde os difundidos projetos norte-americanos e ingleses. 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 produção científica; rompendo com o individualismo que, em geral, permeia incoerentemente o discurso sobre ensino, aprendizagem e Ciência.

Outra possibilidade que se aproxima da discussão anterior é compreender as atividades experimentais a partir dos princípios do “educar pela pesquisa”, que se caracteriza pelo movimento de questionamentos reconstitutivos, construção de argumentos e comunicação (GONÇALVES; GALIAZZI, 2004; GALIAZZI, 2000). Nesta perspectiva, as atividades experimentais começam pelo questionamento que favoreça a explicitação do conhecimento inicial dos alunos sobre o fenômeno estudado. A discussão desses conhecimentos pode produzir diferentes argumentos. 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. Aprofundaremos tal perspectiva no próximo item.

### ***1.2. Discurso pedagógico<sup>5</sup> e experimentação: as vozes do educar pela pesquisa.***

Podemos destacar na história da educação diversos discursos de ensino orientadores da prática docente. Salientaremos o educar pela pesquisa como modo de superar discursos cientificamente arcaicos, como, por exemplo, o tradicional e o

---

<sup>5</sup> O termo “discurso pedagógico”, como utilizamos, não possui relação com o significado atribuído por teóricos da análise de discurso de origem francesa (ORLANDI, 1996).

técnico/academicista. No primeiro, o ato de ensinar se assemelha à transmissão de conhecimento, enquanto que no técnico/academicista a ênfase está na transmissão dos conhecimentos elaborados pela investigação científica, sendo o ensino um campo de aplicação desses conhecimentos (PIMENTA; ANASTASIOU, 2002). Além disso, enfatizaremos como o educar pela pesquisa tem contribuído para repensarmos as atividades experimentais em sala de aula e na formação de professores.

### ***1.2.1. Questionamento, construção de argumentos e comunicação: elementos da educação pela pesquisa.***

A educação pela pesquisa é um princípio pedagógico que sinaliza para a possibilidade de superar a cópia que predomina na tradição escolar, e valorizar a elaboração própria no processo de aprendizagem, pois esta meta é condição necessária para a “alfabetização” dos alunos (DEMO, 1997). Conseqüentemente, professor e alunos precisam empenhar-se, aliás, esta é uma exigência intrínseca à etimologia da palavra pesquisa –do latim *perquirere* = perquirir, procurar com cuidado e empenho. De antemão, também salientamos que o educar pela pesquisa não se configura como uma metodologia de ensino (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2004), mas é, entre outros aspectos, uma forma de compreender os diferentes discursos escolares. Por conseguinte, essa compreensão tem apontado implicações para sala de aula. Nesse sentido, Moraes, Galiazzi e Ramos (2002) propõem um princípio geral:

A pesquisa em sala de aula pode ser compreendida como um movimento dialético, em espiral, que inicia com o questionar dos estados de ser, fazer e conhecer dos participantes, construindo-se a partir disso novos patamares desse ser, fazer e conhecer, estágios esses comunicados a todos os participantes do processo (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2002, p.11).

Focalizaremos, inicialmente, o primeiro elemento implícito nesse princípio, ou seja, o questionamento. Começar com uma pergunta significa reconhecer que a origem do conhecimento está no ato de questionar e que a realidade é algo questionável. O questionamento reconstrutivo é um aspecto essencial no processo de educação pela pesquisa. O termo reconstrução é utilizado para salientar que o ponto de partida é o conhecimento do sujeito (DEMO, 2000). Para Demo (1998), o questionamento

reconstrutivo favorece a formação do sujeito competente, isto é, aquele capaz de criar e executar projeto próprio de vida no contexto histórico. O autor também afirma que na reconstrução do conhecimento estão presentes: a interpretação e formulação própria, a elaboração trabalhada, o saber pensar.

Entendido isso, podemos pensar sobre a autoria da pergunta, afinal, um problema para o professor, pode não ser para o aluno. Logo, a pergunta precisa ter significado para o sujeito que pretende aprender e, por isso, este necessita se envolver no processo de questionamento (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2002). A elaboração de certas questões já se constitui em um vestígio do conhecimento inicial dos sujeitos sobre o assunto em estudo; sendo essa uma das funções do questionamento no educar pela pesquisa, isto é, a explicitação do conhecimento inicial. Parte-se do princípio de que sempre se tem um conhecimento acerca do tema problematizado; se não fosse assim seria impossível fazer a primeira leitura a respeito do conteúdo novo. Portanto, se aprende a partir do que se sabe. E apesar de o questionamento estar intrinsecamente associado ao momento inicial de um ciclo de aprendizagem orientado pelos princípios do educar pela pesquisa, a explicitação do conhecimento não é restrita a um momento. Pelo contrário, precisa ocorrer em diferentes instantes de uma aula (GALIAZZI, 2002) e ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

Quando enfatizamos a necessidade de favorecer a explicitação do conhecimento inicial dos participantes, precisamos esclarecer o que entendemos por conhecimento/conteúdo. O educar pela pesquisa investe na abordagem de diferentes modos de conhecimento, extrapolando uma perspectiva meramente conceitual como ocorre comumente (GALIAZZI, 2002). Os conteúdos procedimentais, por exemplo, são pouco valorizados de forma explícita pelos professores de Ciências Naturais e, às vezes, simplesmente ignorados. De maneira semelhante acontece com os conhecimentos atitudinais, mesmo os próprios docentes salientando, freqüentemente, que é preciso ensinar os alunos a se respeitarem, a serem solidários, cooperativos e responsáveis. Aliás, parece que os conteúdos atitudinais são os primeiros a serem rejeitados, em alguns casos de forma inconsciente; mas, sobretudo, devido à morosidade das aprendizagens do grupo em relação às atitudes. O que não deveria surpreender, pois é constitutivo da natureza da aprendizagem atitudinal (POZO, 2003).

Desse modo, os tipos de conhecimentos possíveis de serem explicitados não precisam se limitar à dimensão conceitual. Utilizando os termos de Moraes, Galiazzi e Ramos (2002), podemos questionar “os estados de ser, fazer e conhecer dos participantes”. Questionar o ser, o fazer e o conhecer significa problematizar, respectivamente, valores e atitudes, os modos de agir, o conhecimento teórico. Ao fazer isto, se está caminhando em busca de diferentes modos de conhecimento. O que aponta para um outro elemento do educar pela pesquisa: a construção de argumentos.

Essas considerações possibilitam afirmarmos que o processo de construção de argumento se fecunda a partir de uma pergunta. Entendemos que toda pergunta é seguida de uma hipótese de trabalho –podendo ser provisória -, cujo papel é favorecer o movimento do processo depois de estabelecido o problema. Feito isto, é momento de construir argumentos fundamentados, o que implica em atividades de leitura, escrita, discussão e diálogo com dados empíricos.

Sobre a leitura podemos encontrar vários significados, contudo, a entendemos como interpretação e contra-leitura. Neste sentido, ler implica em compreender o sentido do texto, dialogar com o autor, contra-argumentar, reescrever com palavras próprias (DEMO, 1996). Ler apenas para obter informações, para descrever um objeto, não basta para construir conhecimento, no máximo pode se resumir em memorização. A partir de uma perspectiva bakhtiniana<sup>6</sup> podemos dizer que a leitura se configura como uma atividade dialógica, isto é, leitor e autor interagem. Os interlocutores lêem com seus diferentes conhecimentos sobre o tema, atribuindo significações, reconhecendo a leitura pretendida pelo autor e outras não previstas pelo criador. Essa compreensão de leitura, que aprofundaremos no próximo capítulo, encontra analogia com o entendimento de Freire (1993), para o qual a leitura da “palavra” não pode preceder a leitura do “mundo”; ou seja, precisamos considerar as relações entre a palavra e o contexto de sua produção. Essa visão do ato de ler, no educar pela pesquisa, vai de encontro com a idéia de que a importância da leitura atribuída pelo professor está na quantidade de textos sugerida aos alunos; porque isto não implica necessariamente em qualidade. Ao afirmar isto, não nos contrapomos à necessidade de incentivar os alunos a lerem; bem como os professores. É, porém, uma crítica à leitura como memorização, simples decodificação de sinais, ato de soletrar. A valorização da quantidade em

---

<sup>6</sup> Apoiamo-nos aqui na filosofia da linguagem de Mikhail Bakhtin e que poderá ser melhor compreendida no segundo capítulo.

detrimento da qualidade ainda pode ser analisada do ponto de vista da escrita. Há quem considere que o atributo do texto se expressa no número de páginas, mas a educação pela pesquisa critica essa posição, pois o ato de escrever é compreendido com outro sentido: reconhecimento da qualidade da argumentação.

A articulação entre produção escrita e construção de argumentos é fundamental, porque, como salienta Ramos (2002), expressar os argumentos no papel confere uma maior consistência, quando comparados com a comunicação oral. Da mesma forma que a leitura, adiantaremos parcialmente as discussões relativas a nossa compreensão sobre a escrita. Em uma visão bakhtiniana, o autor escreve o texto para um grupo previamente conhecido, por isso a produção textual é intrinsecamente social; o Outro está presente na obra desde sua gênese. Além disso, o processo de escrita pode ter vários objetivos, todavia, entendemos que ao escrever possibilitamos que os nossos argumentos fiquem claros e coerentes para o Outro –sem negar as possíveis leituras não previstas na criação da obra- e para nós mesmos. Conseqüentemente, temos um material em condições de ser submetido à crítica. Nesse instante se está favorecendo o diálogo crítico. Estabelecer um processo dialógico é reconhecer o Outro como diferente e capaz de dizer algo que desconhecemos (FREIRE; FAUNDEZ, 1985). A educação pela pesquisa aposta que a inserção dos sujeitos em um processo dialógico crítico faculte-os o desenvolvimento de uma competência argumentativa, caracterizada pelos atos de ouvir o Outro e contra-argumentar constantemente.

O que foi exposto até agora dá indícios do porquê de valorizar a construção de argumentos. A produção oriunda desse processo, como dissemos, precisa ser submetida à crítica. Assim, estamos introduzindo o terceiro elemento da educação pela pesquisa: a comunicação.

Comunicar oralmente e/ou por escrito a produção resultante do estudo para o grande grupo em sala de aula é um momento caracterizado pelo compartilhamento das compreensões novas acerca do conhecimento estudado. E ainda pode contribuir para a validação do trabalho produzido. A comunicação da produção também pode extrapolar os limites da escola, sendo submetida a outros grupos por meio de relatórios, eventos, etc.

A partir de uma perspectiva bakhtiniana, destacamos que é na comunicação, na interação entre locutor e interlocutor, que a “palavra” pode ser compreendida

(BAKHTIN, 2004). Em outros termos, é por meio da influência mútua em sala de aula que os participantes imersos em um processo discursivo atribuirão sentidos às produções do coletivo. No entanto, isso não significa apenas um esforço em entender um sentido original proposto inicialmente em cada trabalho, mas enquanto um diálogo crítico, é fundamental contrapor a palavra à palavra do colega.

Sabemos que na comunicação a produção é avaliada; entretanto, a última voz não precisa ser, necessariamente, a do professor, pois a comunicação atinge todos os participantes em sala de aula. Ao enfatizar isto, não se está desvalorizando o professor, pois geralmente ele é o sujeito mais representativo de uma comunidade científica, logo possui um papel importante na validação dos conhecimentos construídos no estudo (RAMOS, 2000). Para entender o que é avaliado é necessário, primeiramente, ver a avaliação como um processo. O professor e os demais participantes precisam compreender o movimento de quem se envolve no processo de aprendizagem. Isso inclui avaliar a elaboração do problema, a competência argumentativa e comunicativa, e, principalmente a contribuição própria na produção. Sobre esse aspecto, Moraes (2002) propõe duas perspectivas complementares:

1) a ênfase na contribuição original do próprio sujeito na sua produção, superando a fase de tratar exclusivamente da produção de outros sujeitos; 2) a ênfase na necessidade da contribuição de todos com algum aspecto próprio e original, não ficando o trabalho de um grupo sob a responsabilidade de um ou de poucos de seus participantes (MORAES, 2002, p.210).

Como percebemos, o autor, ao defender a elaboração própria como marca de qualidade da produção, não incentiva o individualismo marcante na cultura escolar; pois é possível a participação efetiva de todos em uma produção coletiva. Essas reflexões direcionam para discussão a respeito do modo de produção do trabalho: individual ou coletivo.

Como vimos, se o trabalho for em grupo, é necessário a contribuição de cada indivíduo em seus diferentes momentos. E se for individual não significa que se fomenta o individualismo, pois o processo de construção de conhecimento tem uma dimensão social. Quem se dispõe a realizar uma investigação “sozinho” também precisa do Outro nas diversas etapas da pesquisa –leitura de trabalhos anteriores, validação e comunicação de argumentos, etc. Compreender esses aspectos é reconhecer que o



conhecimento não é dos indivíduos, mas pertence a coletivos socialmente estabelecidos (MORAES, 2002).

Entendemos que os fundamentos e pressupostos da educação pela pesquisa se mostram como uma possibilidade de superar discursos, como os tradicionais e academicistas. Além disso, investir na inserção dos seus princípios em sala de aula, é apostar na reconstrução do conhecimento dos alunos como um fenômeno social e complexo e, portanto, transcende entendimentos de ensino e aprendizagem apoiados em uma epistemologia empirista e positivista. Logo, não se trata de apreciar um método de ensino único, mas valorizar uma atuação docente que reconheça o conhecimento e o interesse dos alunos; a linguagem como recurso fundamental no processo de ensino e aprendizagem; e a capacitação dos discentes para aprenderem com autonomia. Para isso sabemos que a formação de professores também precisa de transformações, que é uma outra preocupação do educar pela pesquisa.

### ***1.2.2. A problematização das atividades experimentais na formação de professores aos holofotes da educação pela pesquisa.***

Recentemente discutimos possibilidades sustentadas no educar pela pesquisa como princípio formativo que podem favorecer o enriquecimento das compreensões sobre as atividades experimentais dos professores formadores e da educação básica: a pesquisa em sala de aula como um dos modos de transformar a prática profissional; e a discussão pedagógica acerca da experimentação em disciplinas de conteúdo específico nos cursos de formação inicial de professores de Ciências (GONÇALVES; GALIAZZI, 2004).

Não é raro ouvirmos os professores expressarem a idéia de que as investigações acadêmicas são pouco úteis para resolverem e para responderem aos problemas na prática docente. Isso também parece estar associado à expectativa dos professores em relação aos resultados de pesquisas, freqüentemente vinculados a uma receita, com regras de como resolver os problemas. Porém, em geral, não é meta das pesquisas, pois não se sabe, ao iniciar uma investigação, se conseguir-se-á obter uma solução. Em suma, ressaltamos a necessidade de investir na formação docente a fim de superar as situações que confrontam o que os acadêmicos fazem com a possibilidade de melhoria

da docência. Nessa direção, o educar pela pesquisa aposta que o professor, ao investigar sua sala de aula, enriquece os seus conhecimentos profissionais.

Uma das dimensões possíveis da pesquisa na docência é justamente aquela sobre a prática em sala de aula. Geralmente, a investigação emerge da problematização do discurso que orienta as ações docentes. As questões de pesquisa propostas pelo professor conduzirão a coleta de dados através de instrumentos variados e essas informações serão analisadas à luz de um referencial teórico. Com esse processo se pretende avançar na construção de argumentos coerentes com a questão inicialmente proposta. Os argumentos podem ser socializados com os próprios alunos e outros professores. Um exemplo dessa possibilidade seria o professor da educação básica pesquisar como desenvolver atividades em sala de aula para explicitar o que os cientistas fazem. Ou ainda, no caso do professor formador, investigar como as atividades experimentais podem contribuir para a aprendizagem de conceitos. Em ambos os casos, o professor está buscando uma melhor compreensão da sua sala de aula, trazendo implicações para a prática docente.

No âmbito da formação inicial de professores, apontamos para a pesquisa coletiva entre formadores e licenciandos. Nesse caso, a pesquisa se dá a partir de problemas propostos pelo professor ou pelos próprios alunos. Feito isto, se desenvolve um conjunto de atividades: construção de instrumentos para a coleta de dados, análise dos mesmos, e possíveis considerações. A socialização desse trabalho pode inclusive extrapolar os limites da sala de aula. Esse modo de fazer pesquisa tem se mostrado uma alternativa na superação de uma práxis docente caracterizada pelo repasse de um conhecimento dogmático e imutável; perspectiva que não é rara mesmo entre os professores das disciplinas integradoras das Licenciaturas em Ciências Naturais. Reforçamos essa possibilidade, principalmente por meio de investigações que realizamos em um curso de formação inicial de professores de Química, mais especificamente em um contexto disciplinar, e que se sustentaram no educar pela pesquisa como princípio formativo.

A primeira investigação foi sobre os objetivos da experimentação no ensino médio (GALIAZZI *et al.*, 2001). A segunda, no mesmo contexto disciplinar, se preocupou em mapear as características de atividades experimentais marcantes, obtidas a partir de relatos dos licenciandos e dos professores formadores de Química

(GALIAZZI; GONÇALVES, 2004). Porém, o educar pela pesquisa, juntamente com a abordagem sociocultural, orientou a análise dos dados. As investigações se basearam nos seguintes pressupostos: as compreensões a respeito das atividades experimentais dos participantes de um curso de formação inicial de professores de Química estão fortemente arraigadas sobre visões ingênuas de ensino, aprendizagem e Ciência; e, a pesquisa em sala de aula contribui para transformar e enriquecer os entendimentos de seus participantes sobre um determinado tema –experimentação.

Parte dos resultados dessas pesquisas ressaltam a necessidade de se continuar problematizando os entendimentos dos participantes das Licenciaturas em Ciências Naturais sobre as atividades experimentais, pois, apesar de percebermos avanços no discurso vigente, ainda predominam os pressupostos empiristas acerca da experimentação. Se isso não foi surpreendente, se constituiu como mais um elemento para reforçar a hipótese de que é importante investir em discussões fundamentadas a respeito das atividades experimentais em cursos de formação inicial de professores de Ciências, incluindo nesse diálogo, principalmente, os professores formadores das disciplinas específicas, uma vez que eles não ensinam simplesmente o conteúdo disciplinar, mas, também, pelo menos implicitamente, “como” ensinar Ciências.

De outra parte, uma das contribuições desses trabalhos foi apontar a pesquisa em sala de aula como um processo que apresenta possibilidades e limites. Se por um lado acreditamos que o desenvolvimento dessa prática pode enriquecer o conhecimento do grupo sobre determinado tema; por outro, os participantes mostram dificuldades em entender os propósitos dessa atividade, pois possuem entendimentos de ensino e aprendizagem apoiados em um discurso tradicional, resultado de um processo histórico. Geralmente, os alunos evitam o diálogo, a escrita e a leitura, que são recursos relevantes na pesquisa como princípio formativo. Suas compreensões sobre aprendizagem remetem a processos heterônomos, apostando na transmissão do conhecimento pelo professor, ao invés de investir na autonomia em aprender. Isso parece fortalecer o educar pela pesquisa como um modo de compreender os discursos pedagógicos na formação de professores, pois podemos pôr em evidência os entendimentos tradicionais de ensino e aprendizagem dos participantes dos cursos de Licenciatura, se configurando, portanto, como alternativa de transformação dos conhecimentos construídos ao longo da vida escolar.

Quanto as possíveis críticas a respeito da proposta do professor pesquisador, destacamos a necessidade de transcender a idéia da pesquisa apenas como princípio científico, pois no âmbito da prática docente há uma dimensão formativa. Nesse sentido, a valorização das possíveis dissonâncias entre pesquisa acadêmica e pesquisa de professores contribui quando sinaliza para desafios a serem superados pelos professores e pesquisadores (SANTOS, 2001). Por exemplo: no caso de professores formadores das disciplinas específicas que pretendam realizar pesquisas conforme as propostas aqui apontadas, uma possibilidade positiva, e favorecedora nas aprendizagens, são as parcerias com colegas das Ciências Sociais, ou, mais especificamente com professores de Didática das Ciências (GONÇALVES; GALIAZZI, 2004). De forma semelhante, o desenvolvimento de pesquisas em colaboração entre professores formadores e professores da educação básica é um meio de contemplar assuntos mais próximos à realidade das escolas e dos dilemas dos professores; entre eles a experimentação, que às vezes se julga conhecer. Portanto, se pesquisar é uma tarefa difícil e que exige competência, como tem sido enfatizado, então temos mais um motivo para investir nessa proposta didática de formação de professores. Além do mais, a superação da dicotomia entre pesquisa acadêmica e pesquisa de professores é relatada na literatura como uma alternativa viável e enriquecedora. (ANDRÉ, 2001).

Por último, inclusive como uma decorrência dos resultados de investigações sustentadas no educar pela pesquisa, e que vêm problematizando as atividades experimentais nos cursos de formação inicial de professores (GALIAZZI *et al.*, 2001; GALIAZZI; GONÇALVES, 2004), apontamos para a discussão sobre a experimentação como um elemento das disciplinas de conteúdo específico –no caso da Química, Química Orgânica, Físico-Química, Química Geral, Química Inorgânica, Química Analítica, etc. Sabemos que os docentes das disciplinas pedagógicas nem sempre são oriundos das Licenciaturas em Ciências Naturais, por isso, muitas vezes discutem as atividades experimentais ingenuamente, valorizando uma visão empirista. De outra parte, os professores formadores das disciplinas específicas precisam entender o contexto profissional e social dos licenciandos como marca do comprometimento com a formação de professores. Na prática isso é pouco freqüente, pois esses professores, de maneira geral, não participam das reflexões acerca da docência e porque a maioria é químico, físico ou biólogo de formação inicial; logo, provavelmente não debateram a

experimentação do ponto de vista pedagógico. Aliás, é verossímil que uma abordagem pedagógica não permeou o seu desenvolvimento profissional, o que parece contribuir para uma prática de ensino em consonância com a maneira que “aprenderam”, ou seja, através da “transmissão-recepção” (MALDANER, 1999).

Outro problema é que, em certos casos, a própria organização disciplinar dos cursos de Licenciatura em Ciências Naturais favorece a disseminação de um entendimento empirista de Ciência. Um exemplo é a separação das disciplinas em teóricas e experimentais –Química Orgânica e Química Orgânica Experimental, por exemplo– valorizando a dicotomia entre teoria e prática/experimentação. Em geral, a disciplina teórica é cursada primeiro e a experimentação se caracteriza como uma comprovação, demonstração, verificação da teoria. Isto é, se sobressai uma visão de Ciência dogmática e imutável. Ao criticarmos essa estrutura não estamos defendendo o inverso. Argumentamos que as disciplinas não precisam se desvencilhar em teóricas e experimentais, se for a intenção do professor combater uma compreensão criticada de Ciência em que a experimentação é escrava da teoria, sendo desenvolvida apenas como confirmação do que já é conhecido ou para supostamente favorecer a extração da teoria. Apesar de esse ser o quadro predominante na docência das Licenciaturas em Ciências Naturais, acreditamos que o envolvimento dos professores formadores das disciplinas de conteúdo específico nas discussões fundamentadas teoricamente sobre aspectos pedagógicos da experimentação em suas aulas pode ser um início para transformar positivamente esse quadro, contribuindo para a formação inicial. Nesse sentido, para os professores dessas disciplinas, parece insuficiente saber somente o conhecimento específico que ensina, pois ele também precisa ensinar a ensinar. Isso, a princípio, diminui a dicotomia entre formação específica e pedagógica, descentralizando essa última dos departamentos da área de Educação.

Portanto, acreditamos que esses diferentes modos de fazer pesquisa em sala de aula e a discussão pedagógica das atividades experimentais nas disciplinas de conteúdo específico dos cursos de formação inicial de professores contribuem para enriquecer o conhecimento profissional dos professores acerca da natureza pedagógica da experimentação, embora ainda reconheçamos que os avanços e as aprendizagens sejam lentos. Destacamos que o desenvolvimento dessas propostas não está desvinculado de uma problematização do conhecimento dos professores sobre natureza da ciência,

ensino e aprendizagem, fundamental para transformar os entendimentos a respeito da experimentação. Ao defendermos a idéia de professor pesquisador, não significa que esta seja a única forma de pesquisa que favoreça a problematização das atividades experimentais na formação de professores, inclusive isso iria de encontro ao que fazemos e nos propomos nesta dissertação, no entanto cremos que também seja importante investir nessa alternativa.

### ***1.2.3. A compreensão das atividades experimentais sustentada no educar pela pesquisa.***

Compreender os objetivos e as características relevantes para as atividades experimentais em sala de aula, às lentes da educação pela pesquisa tem se configurado como uma das nossas preocupações em investigações recentes (GALIAZZI *et al.*, 2001; GALIAZZI; GONÇALVES, 2004); e também são compartilhadas por outros teóricos (BARBIERI, 2003). Os argumentos que discutiremos daqui em diante estão apoiados, em parte, nessas pesquisas que sinalizam principalmente para a superação de discursos ingênuos que apostam na experimentação como intrinsecamente motivadora e com um fim em si mesma.

Dessa forma, antes de desenvolver uma atividade experimental, precisamos reconhecer as visões discentes sobre ensino, aprendizagem e natureza da ciência e que influenciam na maneira como se aprende. Como já discutimos, é comum aos alunos, tanto da educação básica, quanto aqueles dos cursos de Licenciatura em Ciências, explicitarem uma visão dicotômica entre teoria e prática/experimentação, o que não é surpreendente. Além disso, eles freqüentemente apontam para a observação, como facilitadora da construção de conhecimentos, pois acreditam na possibilidade de perceberem algo através dos sentidos, e que não foi possível em uma aula teórica; sinalizando um entendimento simplista do processo de aprendizagem e da observação. Nessa compreensão está implícita a idéia de que a partir da observação de um fenômeno podemos interpretá-lo seguramente, ou seja, é a persistência do pressuposto empirista: ver para crer.

Paralelamente, encontramos os discursos dos alunos sobre o que é aprender e ensinar. De maneira geral, prevalecem as orientações tradicionais, indicando o professor

como aquele que tem compromisso de “passar” um conhecimento definitivo. Isso contribui para que os alunos explicitem suas dificuldades em participar de atividades experimentais que priorizam a construção de conhecimento em detrimento de uma suposta transmissão. Acreditamos que, provavelmente, foram aprendizagens construídas ao longo de suas vidas escolares, pois a apropriação de um discurso é um processo dialógico, ou seja, esses alunos não foram os primeiros sujeitos a expressarem essa visão tradicional de ensinar e aprender. Em parte, esse discurso coincide com o da maioria dos professores, quando questionados acerca do papel da experimentação no ensino. Podemos dizer que na voz desses alunos se percebe as “palavras” de outros – professores.

Se reconhecer e respeitar os conhecimentos dos alunos é um aspecto fundamental, então, a primeira consideração importante é que ao planejar um experimento o professor “precisa ter como objetivo a aprendizagem dos alunos, mais do que a transmissão de algum conhecimento pela prática” (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004, p. 327). Isso exige do professor atenção permanente sobre as ações dos alunos durante a atividade experimental, e reflete também uma superação no entendimento de que a simples demonstração experimental de um fenômeno proporciona a aprendizagem dos alunos.

Uma característica relevante em atividades experimentais orientadas pelos pressupostos do educar pela pesquisa é a presença do questionamento reconstrutivo em seus diferentes momentos e especialmente no início do experimento, pois além de reforçar a compreensão de que a gênese do conhecimento se dá a partir de uma pergunta, também favorece a explicitação do conhecimento dos alunos. A explicitação pode ser conduzida pelo questionamento oral ou outro instrumento que sistematize o conhecimento do aluno. Ou ainda através das previsões ou justificativas sobre algum fenômeno, que seguidas de discussão podem enriquecer o conhecimento do coletivo. Isso significa que a explicitação do conhecimento não precisa se limitar ao início da atividade experimental, porque o questionamento reconstrutivo está sempre presente.

Outra característica relevante em uma atividade experimental, segundo os princípios do educar pela pesquisa, é a construção de argumentos. Destacamos que o diálogo com a realidade empírica e a conseqüente discussão no grupo sobre os resultados do fenômeno pode favorecer a estruturação dos resultados de uma maneira próxima ao discurso científico. Nesse contexto, também é fundamental fomentar o

trabalho em equipe no desenvolvimento de atividades experimentais, pois, além de favorecer a socialização dos alunos, contribui para a construção da autonomia coletiva. Porém, o diálogo não precisa estar restrito entre os participantes da atividade experimental, estes podem incluir no processo interlocutores teóricos, que venham colaborar na validação dos argumentos construídos pelo grupo durante os experimentos.

Ao apontarmos para a validação dos argumentos, estamos caminhando para outro momento de uma atividade experimental sustentada pelos princípios do educar pela pesquisa: a comunicação. Nesse sentido, escrever e/ou falar sobre os argumentos construídos ao longo das atividades experimentais é uma maneira de expô-los à crítica, entendendo-a como uma possibilidade não apenas para validar os argumentos, mas para aperfeiçoá-los. Em sala de aula, isso pode ser favorecido pelo compartilhamento entre os alunos de suas próprias produções textuais a respeito do experimento (GONÇALVES; GALIAZZI, 2004). Investir nessa característica significa superar uma visão dogmática de aprendizagem, pois a validação do conhecimento se dá no coletivo.

A surpresa também pode ser uma característica importante nas atividades experimentais. Novamente, a previsão pode ser utilizada, porém com um sentido diferente: possibilitar que os resultados experimentais se confrontem com o conhecimento dos alunos e suas expectativas. Isso não significa estar de acordo com as idéias do difundido movimento de mudança conceitual. No entanto, a previsão é entendida como modo de favorecer a discussão e o enriquecimento das compreensões do grupo sobre o tema estudado. A surpresa ainda pode ter outra dimensão, ou seja, o “show da ciência”. Argumentamos em favor da construção de conhecimento transcendendo o simples “show” da ciência, ao mesmo tempo em que apostamos na inserção dessa característica nos experimentos, por tratar-se de um conhecimento que precisa ser problematizado. Por último, sinalizamos para a relevância da contextualização do conteúdo das atividades experimentais, de forma que inclua relações culturais, sociais, econômicas e políticas.

A partir do exposto, sustentamos que as atividades experimentais desenvolvidas com características orientadas pelos princípios do educar pela pesquisa se mostram como possibilidade de superar as perspectivas tradicionais, que valorizam simplesmente a demonstração de uma teoria na prática. De outra parte, entendemos que a educação



pela pesquisa como princípio teórico favorece a compreensão dos discursos acerca da experimentação na educação em Ciências.

### ***1.3. Experimentação: contribuições epistemológicas.***

Tratar da experimentação sob ponto de vista epistemológico consistiu em dialogar com as reflexões da filosofia da ciência a respeito dos diferentes significados da função dos experimentos no processo de construção do conhecimento científico. Nossas considerações partem das perspectivas empiristas e positivistas que parecem insustentáveis frente às críticas da epistemologia contemporânea, mas que sobrevivem especialmente no discurso acerca das atividades experimentais que permeiam as produções curriculares na educação em Ciências.

A idéia de uma ciência experimental, fortemente presente nos currículos, foi difundida por Francis Bacon (1561-1626), também reconhecido como “profeta da ciência moderna” e o “inventor do método experimental”; apesar de não ter vivenciado pessoalmente os experimentos que tanto defendia. Na filosofia baconiana, acredita-se na verdade como descoberta, e a experimentação seria o único meio de estudar a natureza. Para Bacon, o conhecimento e domínio da natureza proporcionam atingir o objetivo da Ciência: o melhoramento da vida humana. Para este filósofo, a construção do conhecimento deveria partir da observação –desprovida de teorias e pré-conceitos, numerosas, repetíveis, não conflitantes entre si- dos fenômenos a serem investigados.

Japiassu (1995) aponta para três momentos da pesquisa experimental baconiana: acumulação dos fatos; classificação dos fatos; e determinação das causas. No primeiro momento, por meio da observação, se coleta um grande número de fatos. Esses fatos serão distribuídos em listas ou “taboas”, no segundo momento. Existe a “taboa de presença”, para registrar os casos em que a natureza está presente; a “taboa de ausência”, em que se registram os casos em que a natureza está ausente; e a “taboa de graus”, que serve para registrar os casos em que a natureza varia. No terceiro momento, se dá a extração da interpretação. Dessa forma, podemos encontrar a causa do fenômeno investigado e conseqüentemente a sua lei. No entanto, este último momento se divide em duas partes: a) primeiramente, pela comparação das “taboas” se percebe o fenômeno presente, ausente e variável, além do fenômeno estudado; b) na segunda parte, Bacon

sugere a possibilidade de verificar a hipótese através do experimento. Quando duas hipóteses forem possíveis, a experimentação precisa apontar qual é a hipótese verdadeira. Em síntese, os dados coletados por meio da observação seriam organizados em tabelas, buscando-se regularidades, e através da indução se generalizaria elaborando leis e teorias científicas; ou seja, do particular ao geral. O método experimental de Bacon, denominado empirista-indutivista, pode ser resumido nas seguintes etapas: observação, elaboração de hipótese, experimentação e conclusão.

A idéia de um experimento ser conduzido e interpretado sem vínculos com teorias defendida por meio da visão baconiana, e, que ainda, encontra-se inserida no discurso dos professores de Ciências, parece insustentável na epistemologia contemporânea. Ao reconhecermos seus argumentos e suas implicações na educação em Ciências, entendemos que o propósito e a condução do experimento são permeados por teorias. A construção de teorias está associada aos resultados experimentais e o desenvolvimento das atividades experimentais, por sua vez, sustenta-se em teorias. Nessa mesma direção, problematizamos o empirismo clássico de Bacon apontando para a relação entre observação e interpretação como não sendo neutra, pois “quem nada aprendeu, nada pode observar...” (HANSON, 1975, p.134). Ou seja, cada um observa a partir dos seus conhecimentos. Por exemplo, salientar que dois cientistas observam aspectos diferentes em um mesmo experimento é um indício de que podem possuir conhecimentos diferentes. Por outro lado, se observam os mesmos aspectos é porque compartilham um conhecimento. Essas idéias remetem para um entendimento de observação e interpretação como intimamente imbricadas. Tentar aproximá-las ou afastá-las é uma incoerência, pois elas não se separam; uma apóia a outra (Ibid). Ao concordarmos com esse ponto de vista, não temos a intenção de menosprezar a obra de Bacon, porque “o aspecto promocional dado à ciência no progresso do homem popularizou uma idéia de ciência e de como ela é feita, idéia que está mais impregnada no pensamento popular do que seria desejado ainda nos dias de hoje” (PINHO ALVES, 2000b, p.176).

O empirismo e a indução serviram de base ao positivismo, para o qual é impossível reconhecer as causas ou razões dos fenômenos, remetendo à Ciência o papel de apontar as leis às quais esses se submetem (BORGES, 1996). Essas leis, estabelecidas quantitativamente, seriam imutáveis e sua existência independeria da ação humana. Assumir essa visão em sala de aula significa negar as várias interpretações dos

alunos, fundamentadas em seus conhecimentos iniciais, ao estudarem determinado fenômeno; isto é: seria reconhecer a relação entre sujeito da aprendizagem e o objeto do conhecimento como neutra.

Além disso, as premissas positivistas definem o conhecimento científico como uma proposição científica demonstrável e demonstrada a partir de leis derivadas da experimentação. O conhecimento científico, nessa perspectiva, é entendido como um senso comum aprimorado, utilizando-se nesse processo um método cultivado como o único que possibilita a construção do conhecimento para todas as Ciências.

Um dos epistemólogos contemporâneos que criticam essa idéia é Gaston Bachelard (1884-1962). Para caracterizar a descontinuidade entre conhecimento de senso comum e conhecimento científico, Bachelard utiliza a categoria ruptura. Entre os vários critérios que caracterizam a ruptura, o mais importante se refere à contraposição do fenômeno –aparência- ao númeno –essência- (PARENTE, 1990). A partir desse ponto estabelecemos algumas diferenças entre o conhecimento comum e o conhecimento científico. O primeiro consiste na captação dos fenômenos, enquanto o segundo atinge as essências. O epistemólogo considerava que no conhecimento científico a essência é de natureza diferente da natureza do fenômeno correspondente. A ruptura também pode ser concebida como “revolução científica” ou “salto”. Porém, essa compreensão não é consenso entre autores que estudam a obra bachelardiana.

Aliás, a obra de Bachelard reserva um considerável espaço para discutir a experimentação. Mesmo quando não se refere diretamente às atividades experimentais, podemos estabelecer alguns pontos de relação entre elas e suas categorias epistemológicas.

Nos trabalhos desse epistemólogo –e professor- fica explícita a sua preocupação com a educação em Ciências, embora nunca tenha publicado um livro exclusivo na área de educação (LOPES, 1993; 1996). Essa ênfase no ensino é mais relevante para o contexto deste trabalho. Encontramos essas características, por exemplo, no seu livro “A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento”, publicado pela primeira vez em 1938. Nesta obra, Bachelard introduz a noção de obstáculo epistemológico, assim definido:

[...] é no âmago do próprio ato de conhecer que aparece, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos. (BACHELARD, 1996, p.17).

Para Bachelard, a noção de obstáculo epistemológico pode ser estudada também em questões educacionais e nesse caso seria denominada de obstáculo pedagógico, visto que dificulta a apropriação do conhecimento científico por parte dos alunos. Na referida obra, o autor aponta para alguns obstáculos epistemológicos: experiência primeira, conhecimento geral, obstáculo verbal, conhecimento unitário e pragmático, obstáculo substancialista, obstáculo animista, obstáculos do conhecimento quantitativo.

Alguns desses obstáculos podem ser associados com as atividades experimentais, por exemplo, a experiência primeira que se destaca, principalmente, pela observação primeira, repleta de imagens, pitoresca, concreta, natural, fácil. O epistemólogo francês argumenta que “há ruptura, e não continuidade, entre observação e experimentação” (BACHELARD, 1996, p.25). Isto é, o observador precisa evitar o fascínio da observação colorida, divertida, concreta.

Ainda em relação à experiência primeira, o pitoresco e as imagens no desenvolvimento de atividades experimentais podem trazer resultados infrutíferos à construção do conhecimento científico. Bachelard (1996) cita como exemplo, que a utilização de um aparelho esquisito e com denominação diferente, atrai a atenção dos alunos, todavia, eles, como diz o epistemólogo, “deixam de olhar” para o fenômeno. Nas aulas de Física, o gerador de Van der Graff<sup>7</sup> costuma atrair a atenção dos estudantes, sem que os mesmos estejam necessariamente relacionando a atividade desenvolvida com os princípios da eletrostática. Assim, o aparelho se torna comumente um meio de diversão. Já nas aulas de Química são o colorido das soluções, as mudanças de cores dessas soluções, que marcam os alunos pela passagem na educação em Química.

Bachelard (1996) destaca ainda uma situação típica das atividades experimentais de Química: as explosões. Em geral, a explosão é a única lembrança da aula e normalmente nem as teorias que envolveram o fenômeno são utilizadas para explicá-lo. O epistemólogo francês, ao enfatizar esses pontos, não está se contrapondo aos experimentos com explosões e coloridos, mas está alertando sobre as conseqüências

---

<sup>7</sup> Gerador de Van der Graff é um aparelho conhecido por arrepiar os cabelos das pessoas que encostam nele através da energia eletrostática acumulada.

desse tipo de atividade. Por isso, o professor tem um papel fundamental, como salienta o autor:

[...] no ensino elementar, as experiências muito marcantes, cheias de imagens, são falsos centro de interesse. É indispensável que o professor passe continuamente da mesa de experiência para a lousa, a fim de extrair o mais depressa possível, o abstrato do concreto. Quando voltar a experiência, estará mais preparado para distinguir os aspectos orgânicos do fenômeno. (BACHELARD, 1996, p. 50)

Nesse sentido, o professor precisa estar atento a estas questões pontuadas pelo epistemólogo. Caso contrário, podemos estar propiciando que o pitoresco, a imagem e o concreto se sobreponham à formação do espírito científico<sup>8</sup>.

Ao descrever o conhecimento geral como obstáculo ao conhecimento científico, Bachelard (1996) critica a doutrina do geral que dominou de Aristóteles a Bacon. O autor cita o exemplo das generalidades oriundas das “tabelas de observação natural” que registram os dados provenientes “apenas” dos sentidos. A idéia de tabela integrante do empirismo clássico caracteriza um conhecimento estático, que desfavorece a pesquisa científica e “serve apenas para generalizar uma intuição particular, acrescida de uma sondagem tendenciosa” (BACHELARD, 1996, p.74). Na escola, é comum a utilização das “tabelas de observação” como tentativa de aproximar o “ensino experimental” ao método baconiano, como se este fosse o único e verdadeiro método científico. Apesar das críticas epistemológicas já se mostrarem suficientes para contrariar esta perspectiva, também questionamos a importância para o processo de ensino e aprendizagem dessa aproximação das atividades experimentais a um “método científico”.

Já, o conhecimento quantitativo é outro obstáculo epistemológico. Um matematismo vago ou muito rigoroso são sinônimos de riscos quantitativos para a construção do conhecimento científico. O excesso de precisão numérica, que muitas vezes caracteriza a experimentação, é um dos estigmas do espírito não-científico, pois, para o espírito científico, a precisão de uma medida precisa se referir à sensibilidade do método de mensuração e considerar as condições de permanência do objeto medido. Nesse sentido Bachelard destaca:

---

<sup>8</sup> Bachelard (1996) caracteriza diferentes períodos históricos do pensamento científico. O primeiro se refere ao estado pré-científico, que abrange a Antiguidade e os séculos XVI, XVII e XVIII. O estado científico compreenderia o fim do século XVIII e o início do século XIX. O terceiro período começaria a partir de 1905, caracterizando o novo espírito científico.

Medir *exatamente* um objeto fugaz ou indeterminado, medir *exatamente* um objeto fixo e bem determinado com um instrumento grosseiro, são dois tipos de operação inúteis que a disciplina científica rejeita. (BACHELARD, 1996, p. 261).

Portanto, é necessário refletir para medir, e não apenas o contrário, pois o investigador precisa descrever o seu método de medida mais do que seu objeto (BACHELARD, 1996). Isso reforça o argumento de que desenvolver atividades experimentais não se resume a seguir um roteiro, como se fosse receita. Ou seja, é preciso saber porque se está procedendo de um modo, e não de outro, para o objetivo proposto inicialmente. Ainda em relação à precisão numérica, o epistemólogo ressalta uma situação típica de sala de aula:

Basta uma divisão em que “sobre resto”, contas que “não dão certo” para que o aluno se assuste. Ele repete mil vezes a divisão para conseguir um resultado exato. Se desiste, acha que o mérito da solução está no número de decimais indicadas. Não raciocina para ver que a precisão num *resultado*, quando vai além da precisão nos *dados experimentais*, significa exatamente a determinação do nada. As decimais da conta não pertencem ao objeto. Quando duas disciplinas interferem, como a matemática com a física, é raro que os alunos harmonizem as duas posições. Assim, costumo propor – no intuito de ensinar sadias aproximações – este simples problema: calcular, com a margem de erro de um centímetro, o raio médio de um carvalho que tem 150 centímetros de circunferência. A grande maioria da classe utiliza para o cálculo o valor estereotipado para o número  $\pi = 3,1416$ , o que se afasta manifestamente da previsão possível (BACHELARD, 1996, p.262-263).

Quando esses aspectos mencionados caracterizam as atividades experimentais, nos surpreendemos, pois atualmente os aparatos como calculadoras e computadores contribuem para a execução dos cálculos necessários. Nessa mesma direção, é comum em atividades experimentais a presença de “interferências matemáticas”, quando os alunos, e às vezes o próprio professor, não reconhecem as diferenças entre os resultados possíveis de se obter e aqueles que deveriam ser obtidos –teóricos-, isto é, desconsideram as limitações dos experimentos escolares, que geralmente possuem aparelhos com calibrações diferentes daquelas que permeiam a prática científica. Existem ainda situações marcadas pela dificuldade de lidar com o número excessivo de medidas e conseqüentemente de dados, quando essa quantidade seria desnecessária para o propósito da atividade experimental.

Outra característica importante na obra bachelardiana é a ênfase na problematização (BACHELARD, 1996). Assim, entendemos o problema como orientador de uma atividade experimental. Ele precisa ser “bem” formulado, ou seja, ser

dinâmico, flexível, possibilitando que a partir de um problema inicial se possa construir outros. Uma atividade experimental desvinculada de um problema pode incentivar a apropriação de uma visão dogmática e imutável do conhecimento científico, tipicamente empirista, em que se desconsidera a interpretação dos resultados experimentais à luz de quadros teóricos e esses já seriam conhecidos de antemão. E se para Bachelard a problematização está associada à busca de soluções para problemas, dimensão que consideramos relevante, compreendemos que no âmbito da educação em Ciências a problematização também é, por exemplo, um modo de favorecer a explicitação dos conhecimentos discentes e as respectivas discussões acerca destes conhecimentos.

O problema também não se limita a orientar a busca de um conhecimento imutável, verdadeiro. A verdade, na visão bachelardiana, tem dimensões múltiplas e históricas, ou seja, é provisória: “...não existem verdades primeiras, apenas primeiros erros: a verdade está em devir” (LOPES, 1996, p.254). Essa compreensão do que é verdade pode ter implicações para as atividades experimentais em sala de aula, pois não é preciso assumir como objetivo alcançar um conhecimento “definitivo”, como obrigação do processo de ensino e aprendizagem, ao contrário, apostamos na permanente reconstrução do conhecimento discente.

Além disso, esse entendimento bachelardiano de verdade se confronta com a tese positivista que acredita na construção do conhecimento verdadeiro, como dependente do cumprimento de um método único, compreensão freqüentemente compartilhada pelos professores de Ciências. Inversamente, concordamos com a necessidade de problematizar, não apenas o conhecimento verdadeiro enquanto um produto, mas também o processo de sua elaboração. Aliás, esse é um aspecto que pode permear a prática docente, como modo de enriquecer o conhecimento dos alunos sobre a natureza da ciência.

Vinculado a essa noção de verdade está a do erro, que é uma das categorias mais presentes na epistemologia de Bachelard e pode auxiliar na compreensão da dimensão epistemológica e psicológica da experimentação. Não é o caso do erro originário da falta de informação ou distração, mas sim associado a uma prática, e que o cientista ainda não possui lucidez para se separar dele (PARENTE, 1990). Em outras palavras, o erro se dá como efeito dos obstáculos. Entretanto, os obstáculos epistemológicos precisam ser superados pelo espírito científico que se caracteriza como um conjunto de

erros retificados, tornando-se, então, o ponto de partida para construir a verdade; ou seja, o erro é o impulso para o progresso científico (BACHELARD, 1996). No entanto, a verdade e o erro, na Ciência, têm dimensões históricas, superando uma visão dogmática de Ciência. O erro em sala de aula pode ter o papel de desafiar o aluno, pois “a primeira experiência exigente é a experiência que falha”. (BACHELARD, 1996, p.296).

E nesse sentido as atividades experimentais podem ser planejadas de modo a estabelecer situações que conduzam os alunos a prováveis erros, no sentido epistêmico, provocando questionamentos e valorizando os conhecimentos iniciais dos alunos que precisam ser enriquecidos. Ao assumir esse posicionamento, o professor poderá fomentar o aluno a se apropriar de uma visão de Ciência menos dogmática.

Desse modo, concordemos ou não com a epistemologia de Bachelard, essa auxilia no entendimento do caráter epistemológico das atividades experimentais, pois discute pontos que fortalecem a insustentabilidade da visão de Ciência do empirismo clássico e do positivismo, principalmente quando se refere à necessidade da experimentação ser compreendida pela teoria, porque essa não se dá ao acaso; e, também, de superar a dimensão meramente empírica de acúmulo de dados. Não obstante, Bachelard contribui para a compreensão da aprendizagem dos estudantes ao mencionar a noção de “obstáculos pedagógicos” que está associada ao reconhecimento dos discentes como sujeitos com conhecimentos já construídos sobre os fenômenos da Ciência. E da maneira como entendemos a aprendizagem em Ciências, como mencionado anteriormente, não se trata de desenvolver atividades experimentais para mudar este conhecimento de senso comum dos alunos, mas a experimentação pode favorecer que os mesmos tornem seus conhecimentos mais complexos.

Ainda encontramos, no campo da epistemologia, discussões acerca dos denominados “experimentos cruciais”, ou seja, experimentos que sozinhos podem confirmar ou rejeitar hipóteses. A respeito desse assunto se têm contribuições, por exemplo, de epistemólogos como Karl Popper (1902-1994) e Imre Lakatos (1922-1974).

Na visão popperiana, o cientista procura por meio da experimentação contestar a teoria vigente. Nessa perspectiva, se enaltece as teorias refutáveis e os experimentos cruciais, pois considera que, quando a Ciência defende suas teorias, ela mesma favorece



sua estagnação. Assim, a finalidade da Ciência é a refutação de teorias. E o avanço científico está associado com a possibilidade de se propor hipóteses com potencial de serem experimentalmente abandonadas. Desse modo, um conhecimento para ser aceito provisoriamente pela comunidade científica precisaria sobreviver a esse processo (KNELLER, 1980).

Em suma, na epistemologia popperiana, uma teoria não pode ser conclusivamente comprovada, porém pode ser conclusivamente refutada. Com essas condições as verificações tornam-se relevantes somente quando têm a função de investir contra as verdades (SILVEIRA, 1996a). Essa posição se contrapõe às idéias indutivistas que advogam em favor da verificação de um conhecimento como modo de justificar suas verdades, valorizando os resultados obtidos do experimento como previstos e óbvios. O que parece ser um paradoxo, pois a experimentação entendida como dissociada da teoria é utilizada para ratificá-la. Para os empiristas, a reflexão é mais sobre o previsível do que acerca do processo de obtenção do resultado.

Já a epistemologia lakatosiana possui posicionamento semelhante quanto a impossibilidade de verificação de teorias, porém discorda da visão a respeito da refutação conclusiva de qualquer conhecimento. Além disso, argumenta em favor da dimensão histórica dos experimentos cruciais. Isto é, inexistem experimentos capazes de proporcionarem a superação de um programa de pesquisa<sup>9</sup>, ou de determinar entre programas rivais, pois isso é um processo histórico, e, em parte, porque os cientistas resistem à refutação de suas teorias. Como mostra a história da Ciência, os cientistas buscam desenvolver suas teorias, ao invés de refutá-las. Na experimentação, quando os dados empíricos estão em dissonância com o conhecimento aceito, a comunidade científica procura modificá-la, atuando sobre o cinturão protetor<sup>10</sup>. No cinturão protetor são inseridas as hipóteses novas e as teorias auxiliares que favorecem a manutenção do programa de pesquisa. Portanto, um programa de pesquisa, devido a uma característica metodológica, desfavorece a refutação do seu núcleo duro, porque as questões problemáticas são direcionadas para as hipóteses e teorias auxiliares que constituem o cinturão protetor.

---

<sup>9</sup> Na epistemologia de Lakatos o programa de pesquisa é caracterizado pelo seu “núcleo duro”, isto é, teoria ou conjunção de hipóteses que é convencionalmente aceito e não é abandonado por decisão provisória (SILVEIRA, 1996b).

<sup>10</sup> O cinturão protetor é uma categoria da epistemologia de Lakatos designada para expressar o papel de proteção ao núcleo duro. O cinturão protetor pode ser constantemente modificado.

A partir das contribuições lakatosianas e popperianas, sustentamos nosso argumento de que apontar como atribuição das atividades experimentais a verificação de teorias, como foi defendida pelos empirista-indutivistas, é um ponto de vista pouco coerente. Também concordamos com a idéia da inexistência de experimentos cruciais na história da Ciência. Reconhecer isso não significa desprestigiar a experimentação no desenvolvimento da Ciência, mas auxilia a entender que essa não é conclusivamente determinante do conhecimento científico. A experimentação possui um papel histórico, isto é, constitui parte de um processo temporal fundamentado no diálogo empírico e teórico, assim como uma caminhada que se destina a criar e resolver problemas; resolução caracterizada por sua dimensão provisória. Assumir tais compreensões para as atividades experimentais em sala de aula pode favorecer a problematização dos entendimentos empiristas dos alunos sobre a natureza da ciência.

Portanto, percebemos a experimentação como parte intrínseca do discurso da Ciência e sobre Ciência. Além disso, as diferentes perspectivas epistemológicas mostram-se essencialmente dialógicas, pois interagem entre si atribuindo aos experimentos significados distintos no processo de construção do conhecimento científico. Apropriar-se das premissas epistemológicas que apontam para a superação de uma visão empirista da experimentação contribui para a transformação dos currículos vigentes em educação em Ciências.

## **2. A Pesquisa e o Texto**

*O texto só tem vida contatando com outro texto (contexto). Só no ponto de contato de textos eclode a luz que ilumina retrospectiva e prospectivamente, iniciando dado texto no diálogo*  
(Mikhail Bakhtin, 2003, p. 401)

Este capítulo destina-se à caracterização do material analisado, dos instrumentos utilizados para a coleta de dados, e da metodologia para a análise dos dados. Ao explicitarmos as intenções de discutir as características dos discursos sobre a experimentação nos textos da QNEsc, pareceu-nos relevante apresentar nosso entendimento de discurso e de texto e como eles se relacionam. Vincularemos essa abordagem a um enfoque teórico e metodológico para nossa pesquisa. Nesse contexto, também compreendemos ser importante debater acerca das implicações da leitura e da escrita no processo de pesquisa e produção textual, devido à natureza dessa investigação. Em outras palavras, entender as características da produção dos textos pode nos auxiliar na compreensão das características dos discursos veiculados nos artigos analisados.

### **2.1. Caminhos Metodológicos**

A investigação se apóia em contribuições da abordagem sociocultural, por esse motivo entendemos que o “corpus” de análise é o texto –contexto- (FREITAS, 2003). Os textos analisados são os artigos da seção “Experimentação no Ensino de Química” da revista Química Nova na Escola, criada em 1995 –com publicação semestral- pela Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química. Cabe salientar que a revista é fruto do trabalho de uma comunidade com pelo menos 25 anos de história. Sua concretização se deu por meio de um longo processo, que supomos ter iniciado efetivamente pela época da realização do primeiro encontro nacional de Educação Química no país, em 1980: Encontro de Debates sobre o Ensino de Química –EDEQ. O evento ocorreu em Porto Alegre, no Instituto de Química da Pontifícia Universidade Católica e ainda acontece anualmente no Rio Grande do Sul. Tão importante quanto

essa reunião é o Encontro Nacional de Ensino de Química –ENEQ- que teve sua primeira edição em 1982, e tem realização bienal. Mais recentemente surgiram outros eventos, não menos relevantes: Encontro Centro-Oeste de Debates sobre o Ensino de Química –ECODEQ-, Encontro Norte-Nordeste de Ensino de Química –ENNEQ-, Encontro Sudeste de Ensino de Química –ESEQ-, e Encontro Mineiro de Ensino de Química –EMEQ. Outro espaço importante, em todos esses anos, foi a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. A área de educação em Química está presente nesse evento desde o final da década de 70. E até os anos 80, não eram apresentados mais do que 50 comunicações; porém, nas últimas edições do encontro foram publicados mais de uma centena de trabalhos (SCHNETZLER, 2002). O que é claro indício do crescimento da produção científica dos educadores em Química no país. Foi durante a décima primeira Reunião Anual, em 1988, que se deu a elaboração oficial da Constituição da Divisão de Ensino na Sociedade Brasileira de Química (Ibid), essencial para a realização de vários projetos e para idealizar a QNEsc, anunciada somente seis anos após, na sétima edição do ENEQ, realizado na Universidade Federal de Minas Gerais. Após a criação da QNEsc surgiu outro evento que também contribui de forma significativa para a pesquisa em educação em Química: o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências –ENPEC.

A QNEsc foi proposta com a intenção de se dirigir aos professores da educação básica e aos cursos de formação inicial e continuada de professores de Química e Ciências (Ibid), entretanto, muitos dos seus artigos são de interesse geral, estabelecendo interfaces com as demais áreas da educação em Ciências. É uma revista concebida, desde a sua criação, para atender os anseios dos profissionais do ensino médio e fundamental e genuinamente comprometida com o professor. Hoje podemos dizer que o periódico também tem a intenção de atingir o professor formador.

O lançamento da revista teve tiragem de 19.000 exemplares, distribuídos gratuitamente aos professores de Química (BEJARANO; CARVALHO, 2000). Apesar do esforço de fazer a revista chegar ao professor, ao longo dos anos os editores têm expressado a dificuldade em manter o periódico devido a oscilações no número de assinantes. Esse é um aspecto fundamental, já que a revista não dispõe de outros recursos financeiros para sua circulação. O editorial do quarto número do periódico enfatizava a necessidade da colaboração de todos para a sobrevivência da QNEsc:

A Sociedade Brasileira de Química junta-se aos que acreditam que uma melhor educação para todas as pessoas é condição necessária para a construção de uma sociedade mais justa e mais fraterna, razão pela qual a editoria de *Química Nova na Escola* está decidida a dar continuidade a esta proposta para a qual precisa da adesão de todos que estão envolvidos na educação química e desejam ajudar a reverter o atual quadro do ensino brasileiro.

Sabemos que sozinhos não conseguiremos resolver todos os problemas da educação, ou mesmo todos os problemas do ensino de química no nível médio e fundamental. Porém, queremos continuar possibilitando que os professores e professoras de química e de ciências tenham acesso a uma revista que traga sempre novas informações e que favoreça cada vez mais as trocas de idéias, incentivando sempre novas reflexões. Esperamos assim contribuir para a melhoria do ensino de química e, conseqüentemente, para uma melhor educação em nosso país. (BELTRAN, 1996, p.1).

Essas palavras do editor da época salientavam implicitamente a necessidade da colaboração de todos, para que não se seguisse o mesmo rumo de outras publicações importantes para os professores de Ciências, isto é, sair de circulação. As dificuldades surgidas durante esses anos estão bem documentadas nos editoriais da revista. Como percebemos, parece que a comunidade de educadores em Química tem aderido a essa causa, que é a melhoria da educação em Química, e, por isso, já foram publicados 20 números da revista em 10 anos. No número 15, editores e conselho editorial mostraram a satisfação com o fato de o periódico contar com aproximadamente 3.500 leitores, entre assinantes e vendas avulsas. Isso representa um público bastante razoável, se comparado com outros momentos de crise em que a QNEsc tinha apenas 1.800 assinantes.

Provavelmente, uma das causas desse sucesso é a diversidade de seções; a revista possui além da seção “Experimentação no Ensino de Química” outras 10: Química e Sociedade, Educação em Química e Multimídia, Espaço Aberto, Conceitos Científicos em Destaque, História da Química, Atualidades em Química, Relatos de Sala de Aula, Pesquisa em Ensino, O Aluno em Foco, Elemento Químico. Atualmente, o periódico conta com três editores nacionais e um conselho editorial constituído por 13 pesquisadores do Brasil e do exterior. Durante um período, editores e conselho editorial eram os principais responsáveis pela produção de artigos. Porém, com a crescente submissão de trabalhos por colaboradores espontâneos, essa situação começou a se inverter. Em 2001, foram submetidos 47 artigos e, em 2003, chegou a 52 proposições e isso, de acordo com o conselho editorial, garante as duas publicações anuais. Apesar

desse número ser expressivo, a quantidade de textos recebida pelas diferentes seções varia bastante, o que parece influenciar no volume de divulgações em cada seção. “Experimentação no Ensino de Química” é a que tem mais publicações; atualmente são 44 artigos, do total de 221, ou seja, aproximadamente 20% dos trabalhos. Entendemos tal fato como um sinal do interesse da comunidade sobre o tema, tanto de autores como de leitores.

Com tantas sugestões de atividades experimentais, a seção se caracteriza pela abordagem de uma grande quantidade de assuntos/temáticas. São exemplos: ácidos e bases, indicadores, escala de pH, solução tampão, ácido ascórbico, dureza da água, constante de Avogadro, cristalização, filtração, equilíbrio químico, álcool e bafômetro, características do leite, cromatografia, pilhas, composição do solo, raio atômico, detergentes, produção de bebidas e fermentação alcoólica, estequiometria, essências, combustão, plásticos/polímeros, poluição atmosférica, tratamento de efluentes e eletroquímica ambiental, cinética química, solubilidade gás/líquido e pressão dos gases, gasolina, potencial de eletrodo, tratamento de água, oxidação de metais.

Os proponentes dos experimentos com esses assuntos/temáticas também possuem um perfil diversificado, embora com significativa presença dos professores do ensino superior. Segue abaixo um quadro síntese do perfil dos autores:

**Tabela 1: Perfil dos autores da seção Experimentação no Ensino de Química. Estas informações são baseadas nos dados fornecidos pelo próprio periódico.**

Perfil dos autores	Número de artigos
Professores do Ensino Superior	12
Professores da Educação Básica/ Licenciados	1
Pós-graduandos ( <i>Strictu sensu</i> )	1
Professores do Ensino Superior e Pós-graduandos ( <i>Strictu sensu</i> )	6
Professores do Ensino Superior e graduandos	7
Professores do Ensino Superior e Professores da Educação Básica/Licenciados	4
Outros	7

Com exceção de quatro artigos [(1) professor da educação básica; (1) pós-graduando; (1) pós-graduando e licenciado (outros); (1) doutor-bolsista e pós-graduando

(outros)], os restantes, 34 publicações, possuem a participação de professores do ensino superior como autores principais ou co-autores, muitos com longa experiência em formação de professores. Portanto, a produção da maioria dos textos está vinculada diretamente às Instituições de Ensino Superior. Entre essas produções merece destaque aquelas realizadas com a contribuição de professores da educação básica/licenciados (5) [(4) professores do ensino superior e professores da educação básica/licenciados e (1) pós-graduando e licenciado (outros)]. Mas esse número pode ser maior, se considerarmos que entre os pós-graduandos alguns exercem docência na escola. Da mesma forma, se mostra relevante as (8) publicações que envolvem graduandos<sup>11</sup> [(7) professores do ensino superior e graduandos e (1) pós-graduando, professor universitário e graduando (outros)]. Apesar de muitas publicações envolverem docentes universitários, existe uma colaboração significativa entre estes e aqueles que se caracterizam como os principais destinatários dos textos, ou seja, professores em formação inicial e continuada. Além disso, a seção “Experimentação no Ensino de Química”, juntamente com a seção “Relatos de Sala de Aula”, é a que apresenta maior número de autores por artigo e ainda a maior diversidade em relação à atuação profissional dos autores (MORTIMER, 2004).

Talvez essa “heterogeneidade” da autoria dos artigos também favoreça que a Química Nova na Escola seja uma revista bem sucedida. Entretanto, a escolha pela QNEsc não se justifica somente pelo seu sucesso, mas pela sua importância para a comunidade de educadores em Química em nosso país, como foi destacado na introdução deste trabalho. Logo, o diálogo com os textos de experimentação não teve por objetivo instalar dúvida na reconhecida qualidade<sup>12</sup> da revista. Pelo contrário, a partir de uma análise crítica, com uma perspectiva epistemológica e pedagógica dos artigos divulgados no periódico, se pode compreender características relevantes para as atividades experimentais e conseqüentemente contribuir para a problematização desse tema na formação inicial e continuada de professores. Fazer isso implica em uma complexidade que a pesquisa quantitativa parece ser incapaz de retratar. Entendemos

---

<sup>11</sup> A maioria dos graduandos que participa da elaboração de artigos são licenciandos em Química.

<sup>12</sup> É importante destacar que na última avaliação trienal da Capes, a revista foi classificada no Qualis como nacional B, na área de Educação e Ensino de Ciências e Matemática, e como nacional A, na área de Química.

isso como um reflexo da preocupação na investigação dirigir-se mais ao processo do que ao produto.

Para compreender as características relevantes em atividades experimentais foram selecionados<sup>13</sup> 38 artigos referentes aos números 1 a 18 da QNEsc. Essa seleção foi orientada pelos princípios da análise documental, que considera um documento todo material escrito utilizado como fonte de informação a respeito do comportamento humano (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Entre os diversos materiais se incluem, por exemplo, as revistas. O fato de analisar os textos da seção “Experimentação no Ensino de Química” não significa abranger todos os trabalhos acerca da experimentação publicados no periódico; outras seções eventualmente divulgam artigos sobre o tema, mas que não contemplam obrigatoriamente o seu objetivo –definido pelo conselho editorial- que é descrever “experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos químicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes utilizados são facilmente encontráveis, permitindo a realização de experimentos em qualquer escola”. Nesse sentido, já se têm indícios de algumas características que permeiam os discursos que orientam os artigos do periódico.

Além disso, propomos um questionário –ANEXO 1- a cinco autores com significativo número de publicações na seção “Experimentação no Ensino de Química” e com reconhecida experiência na formação de professores. Entre eles apenas um não respondeu ao questionário. Foram colaboradores como autores e co-autores em aproximadamente 30% dos artigos publicados na seção.

Entendemos que o “sujeito pesquisado” precisa ter participação ativa no processo de pesquisa, com possibilidade de aprender, refletir e ressignificar-se (FREITAS, 2003). Além do mais, tivemos como uma hipótese de trabalho que a visão dos autores sobre as características dos textos analisados poderia auxiliar a compreensão do discurso acerca da experimentação que permeia os artigos. Com isso, também pretendemos romper com uma tradição nas investigações em educação, quando analisam “texto” –geralmente de livros didáticos- e raramente “dão voz” aos autores dos materiais investigados.

A opção pelo questionário, em detrimento de outros instrumentos, se justificou pela dificuldade geográfica de manter um contato pessoal com os autores;

---

<sup>13</sup> Desconsideram-se, aqui, os cinco cadernos temáticos publicados, pois estes não possuem a seção “Experimentação no Ensino de Química”.



inviabilizando a utilização de instrumentos como, por exemplo, a entrevista. O questionário se caracterizou por questões abertas, por permitir coerência com a natureza desta pesquisa, possibilitando aos sujeitos pesquisados emitirem suas opiniões. A primeira questão foi estruturada a partir de fragmentos dos artigos investigados (BORGES, 1996) e que fossem representativos da categorização preliminar; a segunda questão foi de cunho geral.

Já a análise dessas informações obtidas se sustentou nos princípios da análise textual discursiva que, como delineada por Moraes (2003), tem o objetivo de produzir metatextos a partir de textos já existentes ou elaborados através de entrevistas, observações, questionário, etc. O ciclo de análise é constituído por três elementos: unitarização, categorização e comunicação.

No processo de desmontagem dos textos, ou unitarização, se dá a sua fragmentação para atingir as unidades de significado ou de sentido. No entanto, antecede essa etapa entender as relações entre leitura e significação –que ampliaremos na seção posterior. Subjacente ao ato de ler está implícito a multiplicidade de significações que podem suscitar um único texto, pois a leitura se constitui em uma interpretação. Em uma pesquisa se busca interpretar, principalmente, o que está tácito no texto, porque, como destaca Moraes (2003), uma das metas da análise é justamente construir novos sentidos e significados acerca dos materiais significantes. Assumindo essas considerações realizamos uma breve leitura dos artigos analisados e, a seguir, uma releitura para a extração das unidades de sentido. Esse processo de fragmentação é chamado de “limite do caos”.

Uma vez isoladas do texto, essas unidades de sentido foram categorizadas. Na categorização se agrupou os dados, considerando as semelhanças entre as unidades extraídas na fase inicial. Os critérios semânticos utilizados na classificação originaram categorias temáticas que foram respectivamente nomeadas.

As categorias não foram definidas a priori, mas emergiram a partir das informações do “corpus” de análise. Como entendemos que podem existir múltiplas leituras de um único texto, isso poderia permitir que uma mesma unidade de sentido pudesse ser classificada em diferentes categorias; no entanto, isso não aconteceu na análise do “corpus”. Além do mais, como salienta Moraes: “Cada categoria constitui uma perspectiva diferente de exame de um fenômeno, ainda que se possa examiná-lo de

uma forma essencialmente holística. Isso constitui um exercício de superação do reducionismo que o exame das partes sem referência ao todo representa” (MORAES, 2003, p.199).

Se o processo de unitarização era chamado de “limite do caos”, na categorização se busca uma nova ordem, isto é, a construção de um novo texto –metatexto- caracterizado pela descrição e interpretação que se revelaram no contexto desta pesquisa; um modo de compreensão e teorização sobre as atividades experimentais. Embora no ato de comunicar esteja implícita a interpretação do autor, analiticamente se considera importante, na análise textual discursiva, distinguir descrição e interpretação. A fase de descrição se configurou como um processo de apresentação do conjunto de significados –em uma perspectiva próxima à realidade imediata do texto- em cada uma das categorias, assentado nas informações extraídas do corpus. As citações ao longo do metatexto favorecem ao leitor uma visão a respeito do discurso sobre a experimentação no qual se descreveu. No entanto, devido à natureza dessa investigação, e aos pressupostos da análise textual discursiva, a descrição é insuficiente para entender profundamente o discurso acerca das atividades experimentais. Foi a interpretação que favoreceu a superação do imediato, possibilitando a elaboração de significados a respeito do fenômeno estudado.

Tanto o “corpus” de análise originário da revista, como aquele produzido através das respostas dos professores ao questionário, foram compreendidos à luz dessa metodologia. Porém, analisamos os textos separadamente, e, inclusive a análise preliminar dos artigos favoreceu a construção do questionário. As categorias resultantes da análise dos artigos, que serão discutidas no próximo capítulo, são as seguintes: a crença na motivação; a natureza epistemológica da experimentação no ensino; contexto dialógico; condições materiais: o alicerce no alternativo; conteúdos: para além do conceitual; conteúdos: o cotidiano e a contextualização. Em relação ao questionário, como enfatizamos em outro momento, sua intenção foi a de valorizar a perspectiva dos autores a respeito do discurso sobre experimentação explicitado nos artigos. Por isso, não verificamos nas respostas dos autores aspectos abordados nas categorias anteriores como modo de mostrar verdades, isso implicaria em uma perspectiva empirista. Assim, as características que já haviam sido analisadas previamente não foram retomadas. A subcategoria construída a partir das respostas ao questionário foi chamada de

“conteúdos: o contitudismo em debate”. Antes de adentrar na análise dos dados, apresentamos uma discussão sobre o nosso entendimento de discurso e texto.

## ***2.2. O caráter social do discurso e do texto***

A comunidade acadêmica nacional de educação em Ciências tem publicado mais, em comparação às épocas passadas. Temos indícios desse fato na criação relativamente recente de periódicos que se constituem como um dos principais meios de veiculação da produção científica. Esse é o trânsito do conhecimento original e novo. Embora o acesso a publicações tenha sido facilitado, ultimamente devido à Internet e a outros recursos, não podemos afirmar que os profissionais da educação básica tenham um contato efetivo com essas publicações. Além disso, é importante estabelecermos as diferenças do modo como nos comunicamos, isto é, escrevemos de maneiras diferentes, para públicos diferentes. Se um pesquisador tiver a intenção de difundir e validar um trabalho entre seus pares, o texto será escrito tendo-se em vista essa comunidade. No entanto, se o público for os educadores do ensino médio e fundamental, a produção textual necessita ser escrita de uma outra forma, pois, pelo menos no Brasil, sabemos que esses profissionais, em geral, lêem pouco e têm dificuldades com a “linguagem” acadêmica –os motivos podem ser variados: falta de tempo, problemas para obter tais materiais, etc. Em síntese, os professores da escola ainda dialogam timidamente com conhecimento novo produzido através das pesquisas. Existe a necessidade desse conhecimento novo –como são os resultados de pesquisas em educação em Ciências– ser submetido a um processo de transformação, de tal modo que o sujeito possa dialogar com interlocutores teóricos.

Raros são os meios de divulgação preocupados com esse aspecto; entre os quais certamente está a QNEsc. A seção “Pesquisa no Ensino de Química” da revista é um exemplo do esforço de promover o contato dos professores com o conhecimento novo em educação em Química. Entendemos que discutir o acesso e a apropriação do conhecimento original produzido nessa área é um processo complexo. A intenção, ao expor essa problemática, é chamar a atenção para a necessidade de se investir em ações que buscam aproximar professores e produções científicas. Assim, aprender a escrever para professores da educação básica é uma tarefa que precisa ser assumida. Geralmente

essas aprendizagens são desfavorecidas em virtude do pouco prestígio acadêmico das publicações; ao contrário dos artigos em periódicos internacionais. Embora também não pretendamos ampliar essa discussão, é preciso refletir e repensar certos valores na academia.

Nosso argumento é que investir em meios de divulgação, como os periódicos para professores, pode contribuir para melhorar a prática docente, que amiúde tem se apoiado apenas no livro didático, reconhecidamente com carências profundas. E, ainda, que esse recurso seja aperfeiçoado; é imperativo que os docentes da educação básica tenham acesso a meios alternativos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Por isso, precisamos fomentar pesquisas acerca desses recursos. A investigação sobre os periódicos não parece uma prática freqüente, como tem sido a respeito do livro didático. Entretanto, advogamos em favor dessa atividade, pois pode contribuir para formação de professores, bem como para a reflexão do uso crítico desses materiais. Além disso, é uma possibilidade de compreender os discursos dos autores do ponto de vista pedagógico e epistemológico, como aposta esta dissertação.

Compreender o discurso dos sujeitos investigados é um processo que pode se sustentar em diferentes fundamentos teóricos e metodológicos. Nesse sentido, importantes, nesse momento, orientar nosso entendimento de texto e discurso que está intrinsecamente associado aos estudos sobre a linguagem. Entendemos que os pressupostos assumidos contribuem para compreendermos, não somente as características dos discursos pedagógicos e epistemológicos que orientam os textos analisados, mas, sobretudo, por considerar os textos, como expressamos até então, produtos sociais e humanos que se dirigem de alguns sujeitos para outros, dentro de um contexto ideológico. Esses aspectos são fundamentais para atribuição de sentidos à produção textual, para além daqueles almejados pelo autor.

Portanto, a linguagem, na dimensão falada ou escrita, é o principal meio de comunicação entre os sujeitos participantes de um processo discursivo. É através dela que as sucessivas gerações de uma sociedade se beneficiam das experiências de seus antecedentes, e cada nova geração compartilha e pode aperfeiçoar sua própria experiência (MERCER, 1998). Esses aspectos caracterizam a linguagem como uma forma de interação entre os sujeitos. Quem fala/escreve tem a intenção de agir sobre um ouvinte/leitor, do qual se espera uma reação (PESSOA, 2002). Desse modo, a

linguagem se define como dialógica, e o entendimento de sujeito que se utiliza desse artefato também é dialógico, pois um sujeito se constitui por meio de sua fala e da fala dos outros.

Na gênese dessas compreensões estão as contribuições de Vygotsky (1896-1934) e Bakhtin (1895-1975). Tem-se caracterizado como uma tendência aproximar os trabalhos desses pensadores russos (WERTSCH, 1996; FREITAS, 1999). Embora o primeiro tivesse como objetivo a elaboração de uma psicologia historicamente fundamentada e o segundo a edificação de um entendimento de linguagem histórica e social. Na literatura não há consenso sobre um possível encontro entre os dois teóricos por meio de seus textos. A princípio, Bakhtin faz referência em seu livro “Freudismo” a um artigo de Vygotsky (FREITAS, 1999), mas inexitem vestígios de um encontro pessoal.

Nosso encontro com Vygotsky se deu a partir dos trabalhos de Wertsch e colaboradores (1996; 1998). Foi através desse diálogo que o pensador russo se apresentou como um dos precursores nas discussões a respeito do discurso. Se etimologicamente essa palavra significa curso, percurso, de movimento, a abordagem a seguir facultará transcender esse entendimento.

Wertsch, del Río e Alvarez (1998) apresentam uma discussão sobre a noção vygotskyana de discurso, que seria uma forma de ação, de processo que utiliza a linguagem como meio. Nesse sentido, discurso e linguagem não possuem o mesmo significado. A linguagem é compreendida como meio semiótico capaz de moldar a fala e o pensamento. Esse entendimento não está explícito na obra de Vygotsky traduzida para o inglês, pois “myshlenie” (pensamento) e “rech” (discurso ou fala), por vezes foram incorretamente traduzidos como “pensamento e linguagem”, respectivamente. Isso ocultou a orientação da ação no processo discursivo (WERTSCH; DEL RIO; ALVAREZ, 1998). Portanto, o objeto de análise do autor russo não era a linguagem, e sim o discurso que, segundo Wertsch (1996), na abordagem vygotskyana também representa a atividade comunicativa humana. A partir disso, entendemos o discurso, com base nos trabalhos de Vygotsky, como uma forma de ação, de pensar, com dimensão social e que considera a linguagem –falada ou escrita- como elemento fundamental no processo discursivo. Temos a crença de que um texto seja orientado por esse discurso.

O termo texto, da mesma maneira que o discurso, pode ter diferentes significados; em latim significa tecido, contextura. Com o apoio do legado bakhtiniano, procuramos transcender esse entendimento. Para Bakhtin: “Dois fatores determinam um texto e o tornam um enunciado: seu projeto (a intenção) e a execução desse projeto. Inter-relação dinâmica desses dois fatores, a luta entre eles que imprime o caráter no texto” (BAKHTIN, 1997, p.330). O próprio Bakhtin apresenta outras definições:

[...] a expressão de uma consciência que reflete algo. Quando o texto se torna objeto de cognição, podemos falar do reflexo de um reflexo. A compreensão de um texto é precisamente o reflexo exato do reflexo. Através do reflexo do outro chega-se ao objeto refletido (BAKHTIN, 1997, p.340-341).

[...] o dado primário (a realidade) e o ponto de partida de todas as disciplinas nas ciências humanas. Conglomerado de conhecimentos e de métodos heterogêneos chamados filologia, lingüística, ciência da literatura, do conhecimento, etc. Partindo-se de um texto perambulam-se nas mais variadas direções... (BAKHTIN, 1997, p.342).

Parte do que argumentaremos pretende explicar essas características abordadas por Bakhtin. Começamos destacando que, embora a palavra texto convencionalmente seja interpretada sob ponto de vista da escrita, o texto também pode ser oral. Segundo este filósofo da linguagem, não existe objeto de estudo e pensamento se não houver texto –oral ou escrito- e que obrigatoriamente tem uma autoria, pois inexistem obras sem criador. O encontro de dois textos –um concluído e outro constituído a partir desse- significa o encontro de dois sujeitos; um diálogo entre dois autores.

Isso possibilita afirmar que o texto não é simplesmente um objeto, pois possui autoria. Também significa reconhecer que parece impossível estudar o homem, nas Ciências Humanas, independentemente do texto. Em outras palavras, o “objeto” de estudo das Ciências Humanas é o criador de um discurso. A investigação se dá sobre esse discurso; sobre o ser falante (AMORIM, 2002). Contudo, o trabalho do pesquisador não precisa se resumir a falar a respeito desse ser, ao contrário, pode se configurar em um ato dialógico, pois o sujeito expressivo que se investiga possui voz. Assim, se subentende que pesquisador e pesquisado interagem. Como diz Bakhtin (1997), o “homem é objeto” *de compreensão* e não de *explicação*. Na visão bakhtiniana, a *compreensão* implica em dois sujeitos e a *explicação* considera apenas um sujeito. Por isso, ver e compreender uma obra significa ver e compreender o Outro.

Dessa forma, a compreensão, em geral, é dialógica e quem se dedica a compreender o todo do enunciado –texto- passa a ser participante de um diálogo, embora isso dependa da natureza da compreensão –e da pesquisa, no caso das Ciências Humanas. Esse ato de compreensão é constituído por três sujeitos. Os dois primeiros são: a) o criador do enunciado –texto-; e b) o destinatário, para quem é produzido o enunciado, do qual se espera uma compreensão responsiva<sup>14</sup>. Aliás, como afirma Amorim (2002), o destinatário pode ser considerado o co-autor do enunciado, pois o discurso está organizado em função de sua destinação. A mesma autora destaca a necessidade de diferenciação entre destinatário suposto –a respeito do qual escrevemos- e o destinatário real que lê o texto. A interpretação de quem lê o texto já se constitui em outro texto que pode se relacionar com o primeiro; e também fazer sentido (BAKHTIN, 1997).

A partir dessas considerações, salientamos que não investigamos textos, enquanto objetos, mas como produções humanas orientadas por discursos, pois são elaborados por autores em função de destinatários. No caso da nossa pesquisa, esses atores sociais são representados, principalmente por professores universitários, os autores, e os professores da educação básica que são os leitores. É claro que o leitor “real” não se apresenta para o autor no momento da criação do texto, porém o seu discurso, que é fortemente retratado na literatura, direciona os argumentos do autor; ou seja, o leitor está presente de forma presumida.

Mas, o autor do enunciado também tem conhecimento de um destinatário superior –o terceiro sujeito do diálogo- que se situa sobre todos os parceiros. Subjacente a isso está a idéia de que a palavra quer ser ouvida; procura uma compreensão; busca uma resposta. Isto é, a palavra busca ser introduzida em um diálogo e quando esta se afasta do terceiro sujeito é porque pretende ser compreendida somente no imediato, naquilo que está explícito. Conseqüentemente, está contribuindo para uma compreensão responsiva limitada (BAKHTIN, 1997).

A compreensão ainda pode complementar o texto, porque possui uma função criadora que pode dar continuidade ao trabalho do primeiro autor. E cada sujeito compreende com um conjunto de conhecimentos, preconceitos, visões de mundo. Portanto, nesse processo está implícita a emissão de um juízo de valor a respeito da

---

<sup>14</sup> A compreensão responsiva é aquela que busca uma resposta (BAKHTIN, 1997).

obra; inexistente uma compreensão neutra. Porém, a vida de um texto reside na sua interação com outro texto –contexto-, na sua difusão. É um contato essencialmente dialógico, pois se dá entre sujeitos e não entre coisas.

Cabe salientar que, na perspectiva bakhtiniana, o diálogo não se limita a um tipo de comunicação em voz alta entre pessoas, mas é compreendido como qualquer comunicação verbal. Esse entendimento de diálogo é fundamental para o estudo do texto e para nossa pesquisa, porque também considera o “ato de fala impressa” –a escrita- como elemento da comunicação verbal (BAKHTIN, 1997a).

Assim, a produção de um texto representa um ato de fala ou escrita de um sujeito para outro, portanto intencional. Percebemos as intenções do criador do texto se este estiver dotado de acabamento (BAKHTIN, 1997). Como não existem critérios formais para definir o acabamento de um texto, este é atribuído pelo outro. Isso somente é possível quando o texto é publicado –no sentido de ter se tornado público-, ou seja, quando é dado à leitura dos destinatários. Conseqüentemente, o sentido da obra depende da relação entre os interlocutores e os discursos, mediados por um processo dialógico (PESSOA, 2002).

Durante a elaboração de um texto para publicação pode ocorrer a organização do pensamento do próprio autor, pois na visão bakhtiniana é a expressão do pensamento que organiza a atividade mental. Ao exteriorizar suas idéias, o sujeito favorece a compreensão do seu discurso interior, reorganizando o seu pensamento. Nessa direção temos a colaboração de Olson (1998), que auxilia no entendimento do discurso ao relacioná-lo com a escrita. Para este autor, a escrita não é uma mera “transcrição do discurso”. Essa idéia está sustentada na história da escrita e do alfabeto, permitindo afirmar que: “os sistemas escritos criam as categorias das quais nos tornamos conscientes do discurso... é a introspecção do discurso que contribui para uma nova compreensão da mente” (OLSON, 1998, p.108). Nisso se apóia nosso entendimento de escrita, isto é, a escrita não se reduz à representação da fala. Contrapomo-nos aos pressupostos defensores da linguagem falada como fornecedora das categorias para a estruturação da escrita. Inversamente, compartilhamos da idéia de Olson (1998) que aponta para a escrita como um artefato cultural<sup>15</sup>; que não apenas transforma, mas

---

<sup>15</sup> A expressão artefato cultural é utilizada aqui para se referir aos instrumentos (culturais e técnicos) envolvidos na mediação.



também origina uma nova ação mediada<sup>16</sup>: “Minha principal noção é que viemos a pensar em nossa fala, na verdade a ouvir nossa fala nos termos das categorias estabelecidas por nossa escrita” (OLSON, 1998, p.92). Portanto, ao introduzirmos uma ferramenta cultural como a escrita, ela transforma a ação mediada e não se constitui como simples facilitadora da ação que ocorreria de outra forma. Poderíamos destacar que ao escrever um artigo acerca da experimentação o autor reflete, mesmo que inconscientemente, sobre o seu discurso a respeito do assunto. Esse é um aspecto no qual nos apoiamos para analisar os dados e desenvolver a pesquisa.

Nessas condições, ao escrever uma sugestão de experimento o autor não está propondo somente um procedimento experimental, porém, estão implícitas no seu discurso características que as atividades experimentais precisam assumir em sala de aula. Talvez, para o leitor isso não seja tão óbvio e pode levá-lo a fazer outras leituras não previstas pelo autor no momento da criação do artigo, o que não é nenhum demérito; desde que sejam autorizadas<sup>17</sup> pelo autor.

Assim, em relação à leitura, poderíamos dizer que a construção das possibilidades de sentido para um texto é compartilhada entre autor e leitor, pois este pode atribuir outras significações para o texto, para além daquelas pretendidas pelo autor. Por isso, ler é uma atividade dialógica. Logo, o sentido da palavra transcende aquele do dicionário, como expõe Bakhtin (1997a). Existem tantas significações possíveis para uma palavra, quanto contextos possíveis. Ou seja, o sentido da palavra depende do seu contexto. Um exemplo bem conhecido é a palavra vetor. Se perguntarmos para um grupo de físicos o que é um vetor, muito provavelmente todos responderiam: “vetor é o ente matemático que reúne em si módulo, direção e sentido”. Porém, se questionarmos uma comunidade de biólogos acerca do significado dessa palavra, seria pouco comum que qualquer profissional apontasse para algo muito diferente disto: “vetores são seres capazes de transmitir doenças de um organismo para outros”. Em cada contexto profissional o termo vetor possui um significado. Um

---

<sup>16</sup> Na abordagem sociocultural o entendimento de mediação está intrinsecamente associado à noção de ação. Por esse motivo, o termo “ação mediada” é mais apropriado. Wertsch, Del Río e Alvarez (1998) apontam para alguns aspectos sobre a mediação: um processo dinâmico; a introdução de uma ferramenta cultural nova, como a linguagem, a transforma; a mediação envolve obstáculo e fortalecimento; e os recursos mediacionais acabam delineando aspectos para os quais esses não haviam sido previstos.

<sup>17</sup> Entendemos que os sentidos autorizados pelo autor são aqueles, de certa forma, compartilhados por um coletivo, ou seja, pelos seus interlocutores. Assim, os sentidos atribuídos a um texto e que não são compartilhados pelos seus interlocutores podem ser sentidos desautorizados pelo autor.

biólogo inserido entre físicos que estivessem dialogando sobre vetores entenderia, no mínimo, que não o fazem com o mesmo significado comum entre os biólogos e vice-versa. Este exemplo, mesmo que distante do nosso tema de pesquisa, favorece problematizar um aspecto fundamental para o pesquisador: a polissemia da palavra. Reconhecer e valorizar essa característica, sempre que possível, durante a investigação é relevante, se temos como princípio que um texto pode ser lido a partir de diferentes perspectivas teóricas. Complementando o pensamento bakhtiniano:

Na realidade toda palavra comporta *duas faces*. Ela é determinada tanto pelo fato de que procede *de* alguém, tanto pelo fato de que se dirige *para* alguém. Ela constitui justamente *o produto da interação do locutor e do ouvinte*. Toda palavra serve de expressão a *um* em relação ao *outro*. Através da palavra defino-me em relação ao outro, isto é, em última análise, em relação à coletividade. A palavra é uma espécie de ponte lançada entre mim e os outros. Se ela se apóia sobre mim numa extremidade, na outra apóia-se sobre o meu interlocutor. A palavra é o território comum do locutor e do interlocutor. (BAKHTIN, 2004, p.113)

Por isso, ler um texto não se resume na decodificação de sinais e na recuperação do sentido atribuído pelo autor. Logo, a leitura dos artigos da seção “Experimentação no Ensino de Química” da QNEsc, não é única. Entre as leituras previstas há a dos professores leitores, a do pesquisador deste trabalho, e assim por diante. Esse é um dos motivos que tornam social o processo de construção de sentido para o texto, isto é, dependente dos interlocutores. Os professores leitores da QNEsc lêem os artigos de experimentação com seus conhecimentos a respeito do tema, e que influenciam na construção de sentido para o texto. Provavelmente, o conhecimento desses professores é diferente do conhecimento do pesquisador que toma os textos como objeto de estudo, o que poderá resultar em leituras diferenciadas dos artigos –não significa que seja melhor ou pior que a leitura do professor. Tudo isso não quer dizer que toda interpretação é válida. Quem determina as possibilidades de interpretação é o próprio autor, muitas vezes inconscientemente. Portanto, um leitor com um conhecimento mais aprofundado pode ver no texto mais aspectos do que um leitor inexperiente, permitindo-o ainda não explicitar sentidos desautorizados pelo próprio autor (OLSON, 1997). Isso também não significa que durante a leitura não se possa recuperar as intenções do autor. Esses entendimentos de leitura estão relacionados com a proposição do questionário aos autores, ou seja, buscamos valorizar a leitura do Outro sobre o tema estudado.

Com essas considerações podemos dizer que o sentido do texto não tem dono. Os autores dos textos de experimentação da QNEsc não são os únicos responsáveis pelo sentido do texto, até porque isso apontaria para um dogmatismo. Por outro lado, o sentido atribuído pelo leitor –professores e pesquisador- também não é o verdadeiro. O sentido do texto se dá em uma interação entre autor e leitor.

Além disso, para Bakhtin a “*palavra é um fenômeno ideológico por excelência*” (BAKHTIN, 2004, p.36). Para compreender esse entendimento de palavra precisamos apontar para a noção de ideologia na obra bakhtiniana. Em síntese, se refere à “visão de mundo” de um determinado grupo social. Sendo assim, o ideológico se situa na dimensão social, pois se encontra entre indivíduos organizados, que, aliás, é uma condição para que o sistema de signos possa se constituir. Esse mesmo coletivo é o responsável pela comunicação da ideologia. A noção de compreensão que destacamos, também possui um caráter ideológico, pois envolve a palavra que é acompanhada das criações ideológicas. E um produto ideológico constituinte de uma realidade –natural e social- reflete e refrata uma outra realidade exterior, além de possuir um significado (BAKHTIN, 2004).

Portanto, temos como uma hipótese de trabalho que os textos de experimentação da QNEsc são por natureza ideológicos. Esses artigos, de modo geral, sinalizam para a visão de experimentação de um grupo socialmente estabelecido, constituído principalmente por professores do ensino superior, e, a princípio, comprometidos com a formação docente. Ou seja, a QNEsc, como portadora de um material ideológico, favorece a circulação das pretensões de uma comunidade.

As palavras que acompanham um ato ideológico, como a criação dos artigos, têm um destinatário, e como estamos compreendendo aqui são os professores de Química e Ciências da educação básica. Certamente a voz do destinatário faz parte do texto, mas existem outras vozes presentes, em decorrência de leituras anteriores dos autores, que podem ser o germe para uma produção textual. Embora o autor também possa começar primeiro escrevendo para, depois, sentir a necessidade de encontrar interlocutores teóricos. Em resumo, em algum momento da produção textual é preciso ler, pois na leitura está uma possibilidade de interação com outros sujeitos que podem contribuir para a reescrita do texto original e para repensar as antigas leituras. Ao destacarmos as correlações entre ler e escrever estamos considerando que na produção desse texto

existe a participação de outras vozes que não a do autor e a do destinatário, e reforçando, portanto, o caráter social da sua produção.

Se a produção de um texto é intrinsecamente social, isso não significa que é um processo marcado pela neutralidade do autor, mesmo que a autoria se mostre extremamente implícita. Espera-se uma originalidade na obra, uma elaboração própria, mesmo que esteja assentada na palavra do outro, pois isso parece inevitável. Caso contrário, o texto será mais caracterizado como cópia; o que dificilmente aparecerá em artigos publicados em revistas como a QNEsc, porque a originalidade da obra é um critério relevante na sua publicação. Desse modo, é importante a presença da marca do autor no texto, sem negar a participação de outras vozes, principalmente a do leitor. Este, assim como o autor, pode tentar apresentar uma atitude passiva. Entretanto, da maneira como compreendemos a leitura, ela se dá quando quem lê o texto atribui sentidos para além daqueles previstos pelo autor.

Em nossa pesquisa a análise dos dados privilegia muito esse aspecto. Entendemos que a leitura do investigador torna-se possível devido às perspectivas teóricas que a orientam. Os diferentes sentidos que um texto suscita se relacionam com as diferentes teorias do leitor, ainda que implícitas, já que ler é, em resumo, teorizar. Além disso, as teorias do pesquisador não são estáticas, ou seja, elas podem se modificar ao longo da análise, possibilitando apontar novos sentidos a partir de um mesmo texto (MORAES, 2003).

Essas características nos permitem discutir novamente a relação entre a autoria e os possíveis sentidos de um texto. Os textos de experimentação da QNEsc, uma vez publicados, não pertencem mais aos autores, pois as idéias são expostas à crítica dos interlocutores. A intenção inicial é que os textos sejam aceitos, já que são produzidos tendo em vista os leitores. Muitas vezes, para atender as expectativas dos leitores, o autor se torna ouvinte da própria produção (PESSOA, 2002), isto é, assume provisoriamente o lugar do outro. Essa é uma atitude importante a ser considerada no processo de pesquisa, visto que pode vir contribuir para justificar a presença de determinadas características no discurso do autor sobre experimentação.

Logo, os textos de um periódico podem ser entendidos desta maneira: sujeitos que dialogam com outros sujeitos. Ao entrarem em circulação, se submetem ao olhar alheio, continuando o diálogo. Essa compreensão também possibilita que ao

analisarmos um conjunto de textos, possamos partir do pressuposto de que exista semelhança entre eles, pois, apesar de serem diferentes, os discursos que os constituem podem se aproximar devido ao caráter social da sua produção. Assim, na análise dos textos está implícita a análise do discurso de sujeitos sobre determinado tema. Os textos de experimentação da QNEsc são elaborados, como vimos na seção anterior, com a participação de profissionais com experiência em formação de professores de Química. É com estes formadores, entre outros indivíduos, que debatemos ao analisar os textos. Conseqüentemente, destacamos, mais uma vez, que não encaramos esses materiais como simples objetos, mas como produção humana e social.

Portanto, o estudo do texto pode contribuir para orientar a pesquisa em uma perspectiva dialógica, valorizando a dimensão social da construção do conhecimento. Reconhecer isso sinaliza para o pesquisador como um sujeito em processo de aprendizagem, assim como o investigado que tem a oportunidade de aprender ao interagir com o primeiro nos diferentes momentos –ou em pelo menos parte desses- de uma pesquisa (FREITAS, 2002). Nessa condição, podemos afirmar que o investigador é parte da situação de pesquisa, pois inexistente investigação neutra.

De outra parte, apreciar a autoria do texto remete para um sujeito que é marcado por um contexto social, histórico e político, a co-responsabilidade pela circulação de um discurso. Desse modo, compreender esses discursos que orientam textos de experimentação no ensino, é compreender o discurso de uma sociedade sobre esse tema. Recuperar os sentidos atribuídos às atividades experimentais pelos autores de artigos analisados e apontar para outros não previstos no momento da criação, é um dos focos deste trabalho. Isso pode auxiliar a entender um conjunto de características relevantes para a experimentação. Outro aspecto que nos interessa nesta abordagem social do discurso e do texto é discutir como a voz<sup>18</sup> dos diferentes sujeitos que compõem o cenário escolar, mais especificamente professor e aluno, é utilizada pelos autores dos artigos. O que favorece, a princípio, compreender como o autor entende a posição do Outro, para o qual o texto se destina, no contexto da educação escolar. Nessa condição, é possível interpretar a presença de determinadas características dos discursos pedagógicos e epistemológicos no texto, a partir da sua destinação. Isto é, como o discurso dos professores de Química e Ciências pode estar influenciando na

---

<sup>18</sup> Na perspectiva bakhtiniana a noção de voz está relacionada à visão de mundo do sujeito, o seu lugar social.

estruturação dos artigos, já que, como salientamos, uma produção textual se dá em função do Outro. Assim, esse entendimento de produção textual permite apontar não somente as características dos discursos que direcionam os textos de experimentação analisados, como ainda, sinalizar possíveis justificativas para suas presenças nos textos associadas aos personagens que constituem a sala de aula. Ao valorizar esses aspectos, estamos explorando a dimensão formativa dos artigos da seção “Experimentação no Ensino de Química”, porque, como ressaltamos, a QNEsc é um periódico comprometido com a formação de professores. Portanto, discutir as prováveis razões das características dos discursos que permeiam os textos é uma possibilidade de problematizar o tema no âmbito da formação de professores.

### ***3. Um diálogo com os textos de experimentação da Química Nova na Escola***

*Há mais necessidade, eu penso,  
de mudar o que nós dizemos  
do que o que nós fazemos...*  
(Robin Millar, 1998, p.30)

Apesar de não concordarmos completamente com esta idéia de Millar, também entendemos que é preciso problematizar o que se fala sobre a experimentação, pois esse pode ser “um dos caminhos” para transformar a maneira como a experimentação é desenvolvida em sala de aula. Por isso, preocupamo-nos com a natureza pedagógica das atividades experimentais.

Durante a análise dos textos nos deparamos com a presença de características, para as atividades experimentais, um pouco díspares dos argumentos da literatura em Didática das Ciências que divulgam resultados de pesquisas. De modo geral, isso não se contrapõem à hipótese de trabalho assumida na pesquisa, isto é, nos textos da seção “Experimentação no Ensino de Química”, da revista Química Nova na Escola, podem estar implícitas características relevantes para a experimentação. Entendemos que as características dos discursos que permeiam os textos mostram a diversidade de idéias acerca da experimentação e que parecem não ser consensuais entre os diferentes teóricos que escrevem sobre o tema.

Por outro lado, apontamos para um conjunto de características dos discursos pedagógicos e epistemológicos que orientam os textos de experimentação analisados; e mais coerentes com as discussões atuais acerca da natureza pedagógica da experimentação. Nesse sentido, destacamos as atividades experimentais como parte de um contexto dialógico em que se sobressai a relevância do questionamento reconstrutivo, da construção de argumentos e da comunicação destes argumentos. Também sinalizamos para a organização dos experimentos com materiais de laboratório não convencionais como um modo de superar as dificuldades infra-estruturais da maioria das escolas, apesar dessa característica, por si própria, não representar necessariamente uma possibilidade de transformação da prática docente. Além disso, enfatizamos a reflexão sobre os conteúdos a serem aprendidos por meio das atividades

experimentais. Em resumo, realçamos a importância de transcender uma abordagem meramente conteudista, como a que foi predominante em projetos de educação em Ciências, em décadas passadas, e que parecem ter contribuído pouco para a melhoria do ensino e da aprendizagem.

Ao longo da pesquisa, percebemos que a dimensão pedagógica das atividades experimentais não está desvinculada de uma problematização acerca da segurança e do destino dos possíveis resíduos gerados nos experimentos. O que nos exigiu, nesse capítulo, olhar para tais aspectos que, em parte, já são discutidos nos Parâmetros Curriculares Nacionais do ensino fundamental e que apresentam orientações para a realização de experimentos sustentadas no Estatuto da Criança e do Adolescente, que prevê:

Art. 17. O direito ao respeito consiste na inviolabilidade da integridade física, psíquica e moral da criança e do adolescente, abrangendo a preservação da imagem, da identidade, da autonomia, dos valores, idéias e crenças, dos espaços e objetos pessoais.

Art. 18. É dever de todos velar pela dignidade da criança e do adolescente, pondo-os a salvo de qualquer tratamento desumano, violento, aterrorizante, vexatório ou constrangedor (BRASIL, 2003).

No artigo 17, destaca-se o respeito com a integridade física dos alunos, o que na história recente da educação em Ciências no Brasil era pouco valorizado nas instituições de ensino. Foi comum professores proporem atividades com fogo e eletricidade – não temos certeza de que isso não ocorra mais – sem as devidas precauções. Hoje, os documentos oficiais dizem que as atividades com fogo devem ser evitadas; e, com eletricidade devem ter corrente contínua e tensão máxima de 9 Volts, não apresentando sugestão de manipulação da rede elétrica domiciliar (BRASIL, 1998). Também foram frequentes os experimentos com manipulação de sangue humano e substâncias tóxicas, atualmente proibidas. Sabemos que experimentos para determinação do tipo sanguíneo dos alunos em sala de aula já causaram bastante confusão, além de pôr em risco a saúde dos alunos e a do próprio professor. Situações como essas não foram raras, mesmo após a criação do Estatuto da Criança e do Adolescente. Com os Parâmetros Curriculares Nacionais essas discussões parecem ter se tornado mais intensas, o que aumentou a vigilância sobre esse tipo de atividade. A respeito da manipulação de substâncias, sugere-se evitar a utilização de substâncias concentradas, tóxicas ou de elevada periculosidade, como metais pesados e os respectivos sais (BRASIL, 1998). Esses



argumentos parecem suficientes para justificar o nosso olhar para além dos aspectos pedagógicos.

Ainda consideramos pertinente tecer um comentário prévio relativo ao nosso diálogo com autores da seção analisada, uma vez que alguns afirmaram ter dificuldade em responder ao questionário, devido ao receio de emitir um juízo inadequado do artigo completo quando, na compreensão deles, estaria representado pelos fragmentos. Entretanto, o instrumento não foi proposto com esse objetivo, pois implicaria em um reducionismo. Por esse motivo, parte dos investigados considerou o texto na íntegra – relativo a cada fragmento-, para responder, e acreditamos que isso também favoreceu a explicitação de suas compreensões do discurso acerca da experimentação dos textos analisados. Portanto, se isso pode ser assumido como uma limitação do instrumento, não significa que tenha prejudicado o diálogo entre autores e pesquisador; inclusive aqueles se mostraram, em geral, dispostos a continuar discutindo caso não tivessem correspondido aos propósitos da pesquisa. Salientamos esses aspectos porque entendemos que uma característica importante na pesquisa qualitativa é apontar indícios de possíveis limitações dos instrumentos, assim, investigações similares podem levar em conta tais limitações.

A seguir, apresentamos nossas categorias de análise que foram: a crença na motivação; a natureza epistemológica da experimentação no ensino; contexto dialógico; condições materiais: o alicerce no alternativo; conteúdos: para além do conceitual; conteúdos: o cotidiano e a contextualização; e conteúdos: o conteudismo em debate.

### ***3.1. A crença na motivação***

Apontar para a motivação como característica inerente à experimentação, não é novidade. Se a maioria dos professores acredita nas atividades experimentais como fator de motivação, não é o que salientam as pesquisas (HODSON, 1994; GALIAZZI, *et al.*, 2001). Nesse sentido, parece relevante compreender porque em alguns textos sinaliza-se para a experimentação como meio de despertar a curiosidade e interesse dos alunos, visto ser uma característica bastante problematizada, principalmente pelos resultados de investigações fora do contexto nacional.

As discussões mais tradicionais sobre a motivação utilizam os termos extrínseco e intrínseco para caracterizá-la, ainda que o primeiro possa implicar em uma contradição, e o segundo em uma redundância. A princípio, esses termos possuem sentidos opostos, mas as respectivas definições não são consensuais entre os teóricos que estudam o tema. O mais comum é compreender a motivação intrínseca como aquela que é interior ao indivíduo, no entanto essa noção parece remeter a referenciais individualistas no campo da psicologia. Ao reconhecermos essas discussões, procuramos transcender a abordagem a respeito da motivação extrínseca ou intrínseca. Conseqüentemente, argumentamos acerca da importância de pôr em primeiro plano, em sala de aula, o que é relevante para o coletivo e para a aprendizagem, ao invés de priorizar interesses unicamente individuais; mesmo que isso implique em possíveis situações particularmente indesejáveis pelos estudantes e o professor.

Uma das compreensões sobre motivação foi a ênfase na observação de algum fenômeno como modo de despertar a curiosidade dos alunos; como salientaram os autores de um experimento sobre pilhas à base de cobre e magnésio: “Os experimentos sugeridos acima, todos funcionando com a pilha de Mg/Cu e solução de HCl, oferecem uma variedade de efeitos de iluminação, movimento e som, que os tornam bastante atraentes para os alunos” (HIOKA *et al.*, 2000, p. 43)<sup>19</sup>. A respeito desse entendimento cabe destacar o papel da observação como uma maneira de facilitar a motivação. A interpretação acerca dessa crença dos autores é que os “efeitos de iluminação, movimento e som” tornam o experimento atraente, e não, propriamente, o fenômeno estudado; ou seja, é a atividade experimental que desperta a curiosidade dos alunos. Ainda podemos enfatizar nessa situação a “experiência primeira”, isto é, a observação colorida que geralmente desfavorece a interpretação dos fenômenos (BACHELARD, 1996).

Em outra proposta de atividade experimental também aparece essa crença na experimentação como artefato que promove a motivação e interesse para a análise dos resultados: “Com experimentos desse tipo é possível despertar o interesse e a motivação para a análise crítica dos resultados, compensando dificuldades freqüentemente citadas pelos alunos em relação ao aprendizado de química e reforçando conceitos importantes” (PALOSCHI; ZENI; RIVERO, 1998, p.36). Nesse caso, apesar dos autores apontarem

---

<sup>19</sup> As referências bibliográficas dos artigos da Química Nova na Escola citados na análise dos dados se encontram no ANEXO 2.

para a atividade experimental como elemento de motivação, transcendem a idéia simplista de “show da ciência” para despertar a “curiosidade”, pois apontam para a análise crítica dos resultados e para a aprendizagem. No entanto, entendemos, como Hodson (1994), que o simples desenvolvimento de atividades experimentais não facilita necessariamente a aprendizagem de conceitos da Ciência, aliás, às vezes pode dificultá-la.

A motivação, segundo os autores citados, ainda pode ser favorecida pelas intenções do professor: “O professor pode motivar os alunos a testar outros materiais coloridos (batom, etc), sempre procurando utilizar um solvente adequado” (PALOSCHI; ZENI; RIVERO, 1998, p.36). Isso reforça que o conhecimento dos autores sobre motivação está mais associado à importância de influências externas aos sujeitos, o que parece contribuir pouco para o processo de ensino e aprendizagem. De forma semelhante, outros autores destacam os aspectos temporais do experimento:

As concentrações foram testadas de modo a permitir a observação dos fenômenos sem que os estudantes percam a atenção e o interesse com a sua demora. No caso do experimento com iodeto de potássio, por exemplo, poderia ser usada uma solução bem mais diluída, preparada de apenas um quarto (25 mL) do volume contido no frasco de xarope. Funciona muito bem, mas o tempo de reação aumenta também. (TEÓFILO; BRAAHTEN; RUBINGER, 2002, p.44)

De acordo com os autores, a rapidez é um critério importante porque, contrariamente, os alunos podem se desinteressar pela atividade experimental. Nesse caso, a voz dos estudantes aparece para reprovar os experimentos demorados, pois isso desmotiva para a aprendizagem. Conseqüentemente, se justifica a relevância da rapidez dos experimentos.

Ao problematizarmos os experimentos que possuem o objetivo de motivar, não estamos negando que isso aconteça. Como destacam os autores de outro texto: “Essa metodologia foi empregada por professores do Ensino Médio, participantes do projeto Pró-Ciências Capes-Fapesp (2000), no ensino do tema polímeros, e gerou maior interesse e atenção por parte dos alunos....” (MARCONATO; FRANCHETTI, 2002, p.44). No entanto, nesse fragmento e na maior parte dos demais citados, aparece tacitamente a voz do aluno. É o Outro posto no texto, de modo a fortalecer o argumento acerca da motivação. A capacidade de motivar os alunos se mostra como uma das características do experimento. Se o aluno aprova de antemão a sugestão de atividade

experimental, isso se apresenta como qualidade intrínseca da proposta, desconsiderando-se, então, as implicações que podem emergir dos diferentes contextos em que se desenvolve o experimento.

Assim, para esses autores, as atividades experimentais se constituem em um recurso capaz de motivar os alunos à aprendizagem. Vinculado a esse objetivo estão algumas características, como a necessidade da observação colorida e a rapidez do experimento. Nessa discussão, a voz dos alunos, de modo geral, aparece para fortalecer o argumento dos autores de que a atividade experimental é um artefato capaz de motivá-los. Entendemos que as atividades caracterizadas pelos aspectos estéticos também podem ser relevantes, porém o professor precisa transcender a idéia de “show da ciência” e contribuir para enriquecer o conhecimento dos alunos sobre o assunto estudado no experimento. De outra parte, as discussões na literatura (TAPIA, 2003) destacam que se temos a intenção de valorizar a motivação dos alunos em sala de aula, precisamos nos preocupar com as suas aprendizagens, isto é, talvez a ênfase não seja motivar para aprender, mas aprender para se sentir e manter-se motivado. Nessa perspectiva, é relevante perceber a aprendizagem e a motivação em um contexto mais amplo que o das atividades experimentais, pois diferentes aspectos associados ao processo de ensino e aprendizagem e que não são exclusivos e nem necessariamente inerentes às atividades experimentais, podem se relacionar com a motivação dos alunos. Alguns exemplos são: a problematização inicial sobre o assunto estudado; o modo de trabalho –individual ou coletivo-; a autonomia; e a avaliação (TAPIA, 2003).

Portanto, embora os alunos possam se motivar com os experimentos, as pesquisas apontam que isso é pouco freqüente. Desse modo, acreditamos na superação do entendimento das atividades experimentais como intrinsecamente motivadoras. Primeiramente pelos pontos já destacados, e, em segundo lugar, porque é importante considerar que uma determinada ação do professor, num mesmo contexto para diferentes alunos, em geral, provoca diferentes reações. Por isso, encontrar um recurso a contento de todos os sujeitos em sala de aula parece improvável. Compreendemos que o discurso acerca da experimentação como modo de motivar alunos pode ser justificado, em parte, pela ausência dessas atividades na escola brasileira; o que, aliás, pode realmente criar uma expectativa nos estudantes em relação aos experimentos, pois se caracteriza como algo muito diferente do que comumente se realiza. Geralmente, ao

vivenciarem a experimentação como tradicionalmente vem sendo desenvolvida, ou seja, como forma de verificar e comprovar teorias, os alunos tornam-se mais críticos quanto às possibilidades de aprendizagem proporcionadas pelas atividades experimentais (HODSON, 1994; GALIAZZI *et al.*, 2001). Apesar de paradoxalmente, muitas vezes os próprios discentes preferirem estes experimentos de verificação e comprovação das teorias em detrimento de propostas que conferem maior autonomia à aprendizagem. Entretanto, reconhecer as expectativas dos alunos no que se refere às atividades experimentais e apostar em experimentos que não se limitem à verificação das teorias estudadas também pode contribuir para tornar o conhecimento dos alunos mais complexo sobre o tema estudado. Entendemos que a motivação é um aspecto mais problematizado pelos pesquisadores em educação em Ciências de países nos quais a experimentação é uma atividade mais presente em sala de aula, do que é em nosso país. Mas, esta presença marcante nem sempre reflete na aprendizagem dos alunos. Pelo contrário, às vezes pode provocar aversão em parte dos alunos a esse tipo de atividade. Contudo, isso não é uma característica exclusiva das atividades experimentais, pois outros tipos de atividades desenvolvidas pelo professor também podem contribuir pouco para a aprendizagem e conseqüentemente para motivação. Prezar pela motivação dos alunos não é um demérito, no entanto, associar a motivação quase que exclusivamente à experimentação pode ser interpretado talvez como indício de que essa é raramente realizada na escola.

### ***3.2. A natureza epistemológica da experimentação no ensino.***

O discurso acerca da natureza da ciência foi uma característica dos textos analisados. Destacamos entendimentos como: a partir dos experimentos é possível extrair um conceito; a demonstração e verificação experimental de um fenômeno como modo de aprender as teorias; a Química é uma ciência experimental por definição; o problema na orientação da prática científica; a obtenção de informações através da observação; a relação entre observação e teoria; a experimentação é a atividade do cientista; o caráter social da construção do conhecimento científico; e a valorização dos processos da Ciência. São aspectos associados a visões de Ciência distintas, que em alguns momentos se aproximam e em outros se afastam. Discutir esse movimento pode

auxiliar na compreensão de quais características dos discursos epistemológicos estão mais coerentes com as discussões atuais da filosofia da Ciência e da natureza da experimentação na educação em Ciências. Isso obviamente não implica assumir uma única imagem de Ciência para direcionar as propostas de experimentos, contudo contribui para problematizar as diferentes percepções relativas à experimentação.

Surgiu então a idéia de que os experimentos são o ponto de partida para as teorias/conceitos, como sugere a descrição a seguir: “Nesse experimento são utilizados extrato de repolho roxo e comprimido efervescente para se chegar ao conceito de solução tampão” (LIMA *et al.*, 1995, p.33). Essa compreensão valoriza a dicotomia entre experimento e conceitos/teorias, pois, como destacam os autores, o objetivo é “chegar” em um conceito, isentando a necessidade de diálogo com esse durante a atividade experimental. De forma semelhante, outros autores apontam para a dimensão experimental como meio de extrair conclusões: “O lapachol mudaria de cor utilizando-se bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ )? Experimente e conclua” (FERREIRA, 1996, p.36). Entendemos que a intenção implícita nesse questionamento é a verificação de uma verdade através do experimento, pois a pergunta aponta para a extração da conclusão a partir do fenômeno observado. Além disso, o modo como foi proposto o questionamento não favorece a explicitação do conhecimento do aluno para explicar o fenômeno observado, aspecto que consideramos importante se acreditamos na interação não neutra entre os aprendizes e o objeto do conhecimento. Em síntese, o que se sobressai é a visão dicotômica entre teoria e prática/experimentação.

Em consonância com isso, temos o entendimento de outros autores que, ao proporem uma atividade experimental sobre cromatografia, se referem a um momento da história da Ciência e trazem à tona a visão empirista da descoberta. Segue abaixo esse momento:

Naquela época, os químicos e biólogos tinham um grande problema: ainda não haviam conseguido encontrar uma maneira de separar as substâncias contidas nos extratos vegetais e animais. Foi quando Tswett teve a brilhante idéia de encher com carbonato de cálcio um vidro semelhante a uma bureta (aberto na parte superior e com uma torneira na parte inferior). O tubo foi fixado numa posição vertical e sobre o carbonato de cálcio foi colocado um extrato de folhas e depois adicionado éter de petróleo. Tswett percebeu que o extrato vegetal estava sendo arrastado para o interior da coluna e que a cor verde-escura original estava sendo decomposta em zonas coloridas com duas tonalidades de verde (clorofilas), laranja (caroteno) e amarelo (xantofila). Estava descoberto um método de separação dos componentes de uma mistura (CELEGHINI; FERREIRA, 1998, p.39).

Se por um lado os autores destacam tacitamente que a construção do conhecimento científico é guiada por um problema, ou seja, não se dá ao acaso, e também, parecem reconhecer a necessidade de superar um ensino a-histórico. Por outro, valorizaram apenas a dimensão individual do processo de construção do conhecimento científico, pois como os autores salientam *o cientista* “teve a brilhante idéia”, cultivando a imagem pouco adequada do gênio individual que resolve todos os problemas. Embora a colaboração do referido cientista possa ter sido ímpar, compreendemos que a gênese do conhecimento possui uma dimensão social, que não foi apreciada. De maneira semelhante aos relatos anteriores, os autores sugerem que a construção do conhecimento partiu da atividade experimental. Entretanto, de algum modo nos apoiamos em conhecimentos teóricos para explicar por que os fenômenos acontecem, e a experimentação por si só não dá conta desse aspecto. O professor precisa ensinar que as teorias não são plenamente determinadas pelos experimentos, mas estas podem se sustentar, em parte, em resultados experimentais (WELLINGTON, 1998).

As sugestões de verificação e de demonstração experimental dos fenômenos destacam-se como outra característica. Entre as sugestões apontamos para um experimento sobre a velocidade das reações químicas e um a respeito do equilíbrio químico, respectivamente:

Para verificar o efeito da temperatura sobre a velocidade dessas reações, use uma das soluções descritas na tabela 1 e faça o experimento em três temperaturas diferentes: [1] temperatura ambiente, [2] em banho-maria (50-60 °C, por exemplo) e [3] banho de gelo (5-10 °C, por exemplo). Nos casos [2] e [3] é importante que durante a reação o sistema seja totalmente imerso no banho quente ou frio... (TEÓFILO; BRAATHEN; RUBINGER, 2002, p.43).

O fato de essa reação apresentar a formação de um precipitado e sua dissolução em presença de excesso de um dos reagentes propícia sua utilização na demonstração prática do equilíbrio químico heterogêneo, isto é, o equilíbrio químico que envolve mais de uma fase (sólido e líquido, por exemplo) (SILVA; STRADIOTTO, 1999, p.51).

A utilização de uma atividade experimental para “mostrar” uma teoria verdadeira pode fomentar os participantes a se apropriarem de uma visão dogmática de Ciência (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004). Além disso, a compreensão de que é possível comprovar, verificar ou demonstrar uma teoria por meio de um experimento é pouco coerente com a história da Ciência, segundo uma visão kuhniana, pois a discordância dos dados empíricos com a teoria não implica conclusivamente no abandono desta. Da

mesma forma que a escolha entre teorias rivais não se dá apenas segundo critérios experimentais. Logo, teorias não são comprovadas, mas podem ser parcialmente amparadas pelos experimentos. Entretanto, a palavra demonstração tem se caracterizado pela sua polissemia. Relembrando Bakhtin (2004), existem tantas significações possíveis para uma palavra quanto contextos possíveis. Assim, as atividades demonstrativas também foram interpretadas como aquelas em que o professor é o único responsável pela manipulação dos equipamentos e reagentes:

Fazer uma demonstração do experimento e na seqüência, deixar que os alunos realizem, em grupo, o seu próprio experimento, coleta de dados e cálculos. Antes de realizarem o experimento devem ser introduzidos: cálculos com gases, aspectos das leis de pressões parciais, frações em mol, solubilidade dos gases em água, como gerar gases e etc (SIMONI; TUBINO, 2002, p.47).

Dessa forma, o fato de o professor fazer uma demonstração do experimento não significa que ele tenha necessariamente a intenção de mostrar uma teoria verdadeira, pois essa “demonstração” pode se caracterizar, por exemplo, pela problematização dos conhecimentos explicitados pelos alunos durante as atividades experimentais. 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. Assim, também compreendemos que uma atividade demonstrativa pode ser aquela em que o professor executa as ações.

Ainda apareceu o entendimento da Química como uma Ciência experimental:

Outro aspecto importante no ensino de Química é a experimentação, quase sempre ausente em nossas escolas, mesmo sendo a química uma ciência experimental por definição (SILVA *et al.*, 2001, p.47).

Concordamos com os autores com a idéia de que a Química é uma Ciência que possui um caráter experimental, logo, compartilhamos com a preocupação quanto à presença da experimentação em sala de aula, visto que esta constitui o discurso da Ciência e sobre a Ciência. Porém, às vezes precisamos problematizar esta compreensão da Química como uma Ciência experimental que foi catalisada no ensino com a incursão de materiais didáticos como o CHEMS –Química: uma ciência experimental- que no próprio título, de uma versão publicada no Brasil, explicita essa visão. Por detrás da percepção da Química como uma Ciência experimental pode existir um viés



empirista de que toda a Ciência se edifica a partir de resultados experimentais (PIMENTEL, 1969). Provavelmente esse não seja o entendimento dos autores, mas esta tese estava presente de forma tácita no CHEMS. Entendemos que talvez tenhamos uma Química extremamente teórica, entretanto, não nos parece coerente defender a existência da Química como uma Ciência essencialmente experimental de acordo com as discussões epistemológicas atuais acerca da construção do conhecimento científico.

Já a observação foi apontada como modo de obter informações científicas:

[...] os alunos devem ser estimulados a acompanhar e anotar todas as observações pertinentes. Este é um bom momento para o professor tornar evidente um dos aspectos das observações científicas: todas as informações experimentais são importantes (SIMONI; TUBINO, 2002, p.47-48).

No entanto, como diz Millar (1998), a observação começa com um processo de seleção, enfatizando o que observar e o que ignorar, pois existem vários aspectos que podem ser observados em um fenômeno. Isso reforça a idéia de que a obtenção de dados não é uma atividade tão comum. Além disso, as informações experimentais extraídas dependem do conhecimento de cada observador. Assim, o que “torna” científica uma observação é justamente o conhecimento científico utilizado para interpretar as imagens que “vemos”. Se existe um único mundo físico independente dos observadores, não significa que esses tenham as mesmas percepções acerca desse mundo. Desse modo, entendemos que a diferença entre uma “observação científica” e outra “não-científica” é precisamente o conhecimento científico utilizado pelo observador, porque qualquer observação está associada a uma interpretação que se dá à luz de um conhecimento. Portanto, as informações experimentais serão informações se o aluno estiver minimamente preparado para observar.

Ainda nessa direção, outros textos se caracterizaram pela relação entre teoria, observação e experimentação, indicando um rompimento com o discurso empirista de Ciência. Um exemplo disso apareceu em uma proposta de experimento sobre a identificação do etanol na gasolina e em outra sobre o tratamento de água, respectivamente:

A geometria molecular, a polaridade da ligação covalente e das moléculas e as forças intermoleculares podem ser apresentadas aos alunos de maneira mais significativa, para justificar os fenômenos macroscópicos observados (DAZZANI *et al.*, 2003, p.44).

Algumas informações auxiliam a interpretação do experimento. A conceituação de colóide e a influência do tamanho das partículas na velocidade de sedimentação mostram a impossibilidade de remoção de partículas coloidais por decantação direta (MAIA; OLIVEIRA; OSÓRIO, 2003, p.50).

Esse entendimento reforça a idéia de que a experimentação depende da teoria. Por isso, para os alunos observarem e interpretarem um experimento precisam dialogar com os conhecimentos da Ciência. São as teorias que possibilitam interpretar a observação, pois essa não é neutra. Como salienta Wellington (1998), os alunos carecem aprender que os processos da Ciência –como a observação, classificação, previsão, etc– não se separam de seu conteúdo teórico. Em suma, como diz o autor, os experimentos não são feitos no vácuo teórico, portanto é necessário aprender a observar. Valorizar esse entendimento significa sinalizar para a superação da dicotomia entre teoria e prática/experimentação.

O trabalho do cientista também foi tomado como uma característica possível de ser vinculada à atividade experimental:

Opção 1: O professor que deseja evidenciar como se trabalha em ciências.

O professor deve levar para aula a água na garrafa 1 já com fenolftaleína e amônia gasosa na garrafa 2. Iniciar com uma introdução de como o cientista elabora e controla os seus experimentos, como observa e anota os dados experimentais. A seguir realizar a demonstração, alertando os alunos para anotarem tudo que julgarem interessante. Após a demonstração os alunos podem ser agrupados para discutir os dados formulando hipóteses e sugerindo procedimentos que possam ser testados por eles mesmos (SIMONI; TUBINO, 2002, p.46-47).

Tomar como referência exclusiva o trabalho dos cientistas no planejamento das atividades experimentais, como vimos anteriormente, tem sido uma das críticas na literatura (IZQUIERDO; SANMARTÍ; ESPÍNET, 1999). Além disso, utilizar a experimentação para evidenciar como o pesquisador trabalha pode favorecer a apropriação de uma visão reducionista da atividade científica, pois o desenvolvimento de experimentos pode ser apenas uma das tarefas desses profissionais, embora, muitas vezes os cientistas se caracterizem realmente como teóricos e/ou experimentais. Entretanto mesmo para os pesquisadores experimentais, dizer que o trabalho dos cientistas se resume ao laboratório parece pouco coerente. No entanto, também entendemos que por meio da experimentação os alunos podem aprender aspectos sobre a natureza da ciência, como parece incentivar a sugestão desses autores ao ressaltarem

que “os alunos podem ser agrupados para discutir”. Nesse sentido, a proposta pode contribuir para explicitar que os cientistas são membros de comunidades, isto é, valoriza o caráter social da Ciência. Assim, os alunos aprendem a ver a Ciência como uma atividade humana e social.

Destacamos ainda outra característica com dimensões epistemológicas que aponta para uma superação do discurso empirista; como o exemplo de um texto apresentando a intenção de problematizar o difundido experimento da vela –combustão de uma vela fixada em um recipiente com água sob um cilindro transparente invertido- como meio de medir o teor de oxigênio no ar atmosférico. Em dado momento do artigo, o autor salienta a importância de não sobrepor os produtos da Ciência aos seus processos, como segue abaixo:

Uma pergunta importante: por que o método da combustão da vela continuou sendo usado por tanto tempo? A resposta é simples: os resultados obtidos são bastantes coerentes com o percentual de 21% v/v de O<sub>2</sub> no ar. Como diz John Moore no editorial do Journal of Chemical Education de julho de 1999: “Mais importante do que obter a resposta certa é obter certo a resposta” (BRAATHEN, 2000, p. 44).

Essa inter-relação dialógica entre palavras, interlocutores e discursos, explicita que a valorização dos processos da Ciência é mais importante do que a obtenção dos seus produtos. Ao fazer isso, o autor está contribuindo para superação de uma visão empirista que aprecia justamente o contrário. Assim, não é somente o resultado o que importa em uma atividade experimental, mas o meio para obtê-lo; pois a Ciência não possui um único método, como propunham os empirista-indutivistas defensores do método científico.

Em síntese, parece-nos que algumas características estão menos coerentes com as discussões atuais sobre a natureza da ciência; por isso, apostamos na superação de entendimentos que valorizam: as atividades experimentais como ponto de partida para a teoria; uma imagem de cientista que não interage com os seus pares; atividades experimentais para mostrar uma teoria verdadeira; o modo de trabalhar em Ciências, reduzido à experimentação; e a observação para simplesmente obter informação. De outra parte, algumas características encontram ressonância na epistemologia contemporânea e dessa forma acreditamos que elas precisam permear o discurso acerca das atividades experimentais. Essas características são: a relação intrínseca entre

observação e teoria; o caráter social da Ciência; a valorização dos processos de consecução dos resultados experimentais; e o problema como orientador das atividades experimentais. A presença destas características em textos com sugestões de atividades experimentais explicitam transformações no discurso sobre a experimentação na área de educação em Química que se centravam quase que exclusivamente nas teses empirista-indutivistas. Portanto, cremos que essas características ao serem agregadas à experimentação podem enriquecer o conhecimento dos participantes em sala de aula a respeito da natureza da ciência, sem com isso negar as diferentes leituras que os textos suscitam.

### **3.3. Contexto dialógico**

Entender a experimentação em uma perspectiva dialógica representa discuti-la como parte de um movimento que valoriza o questionamento reconstrutivo, a construção de argumentos e comunicação destes argumentos, sendo esse processo permeado pelo diálogo oral e escrito. De maneira geral, investir nesses aspectos significa apostar na possibilidade do grupo, em sala de aula, tornar mais complexa as suas compreensões acerca de um fenômeno em detrimento da simples verificação de teorias.

Assim, um dos entendimentos que apareceram foi a associação entre questionamento e diálogo, como mostram as descrições a seguir: “Para responder as questões 3 e 4, recomenda-se uma discussão com os alunos sobre as interações entre o  $\beta$ -caroteno e as clorofilas com a fase estacionária (giz) e com a fase móvel (benzeno ou acetona)” (OLIVEIRA; SIMONELLI; MARQUES, 1998, p.38). Ou: “As questões a seguir podem ser utilizadas pelo professor para que os conceitos abordados durante o experimento sejam discutidos com os alunos” (DAZZANI, *et al.*, 2003, p.45). Entendemos que o questionamento sustentado no diálogo durante as atividades experimentais favorece a superação de uma visão dogmática da Ciência, pois valoriza a problematização de um conhecimento, ao invés da sua mera reprodução. Em uma perspectiva sociocultural, questionamento e diálogo estão intimamente relacionados, pois o que não responde a uma pergunta é pobre de sentido, que por sua vez, existe somente entre outros sentidos –o sentido do Outro (BAKHTIN, 1997).

O questionamento se apresentou de várias maneiras nos textos analisados, e uma delas foi como orientador da atividade experimental:

Ao se cozinhar um alimento há perda de vitamina C? Existe diferença na quantidade de vitamina C quando uma fruta está verde ou madura?

Estas e outras perguntas do tipo poderão ser facilmente respondidas realizando-se a experiência descrita abaixo. (SILVA; FERREIRA; SILVA, 1995, p.31)

Como o conhecimento construído na Ciência é favorecido pelo questionamento, entendemos que a educação em Ciências também pode incluir essa característica no planejamento de atividades experimentais, desde que ela transcenda a intenção de demonstrar um conhecimento “verdadeiro” através da experimentação. Por outro lado, problematizar no sentido de um questionamento reconstrutivo, ou seja, aquele que parte dos conhecimentos que o sujeito possui, é um modo de contribuir para superar o entendimento de que a experimentação em sala de aula tem um fim em si mesma. Desse modo, problematizar o conhecimento explicitado pelo aluno favorece a sua aprendizagem, pois sabemos que o aluno aprende a partir daquilo que sabe. E apesar de acreditarmos que o processo de construção do conhecimento é favorecido por uma indagação, salientamos que esse não se reduz à dimensão experimental. Nessa mesma direção, outros autores destacam a possibilidade do desenvolvimento de atividades experimentais de cunho investigativo:

O professor deseja evidenciar a investigação de um determinado fenômeno, com ênfase na estratégia de trabalho.

Como no caso anterior, o professor deve, inicialmente, dar as informações já apontadas e, ao final, propor o problema a ser estudado experimentalmente. Neste caso, os alunos devem elaborar os seus roteiros apresentando-os a toda turma. Neste tipo de abordagem, o professor deve estar atento, principalmente aos aspectos de periculosidade. Neste caso o professor funcionará como um “âncora” deixando a maior parte do trabalho aos alunos (SIMONI; TUBINO, 2002, p.47).

A investigação sugerida confere mais autonomia aos alunos em sala de aula. Esse entendimento de autonomia considera a importância da coletividade para a aprendizagem, pois, embora os alunos sejam responsáveis pela resolução de um problema, esse processo precisa ser discutido no grupo, reconhecendo-se assim a diversidade. Isso significa que o desenvolvimento da autonomia em aprender se reflete “na preocupação com a aprendizagem do outro” (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004).

As previsões constituíram outra maneira de caracterizar o questionamento. Inclusive foram propostas como um dos possíveis objetivos das atividades experimentais:

O professor que deseja evidenciar a previsão de resultados experimentais a partir de informações conhecidas.

Inicialmente, o professor pode dar informações sobre solubilidade de gases em líquidos, pode falar do conceito de ácido-base, do equilíbrio químico e da ação dos indicadores crômicos. Antes da execução do experimento, o professor deve fazer questões para que os alunos façam previsões (SIMONI; TUBINO, 2002, p.47).

Neste processo de previsão se busca uma teorização, isto é, o sujeito relaciona o seu conhecimento sobre um fenômeno com outro conhecimento construído previamente e que se mostra relevante para os resultados experimentais (WELLS, 1998). Por isso, é importante que a previsão dos resultados seja de um fenômeno conhecido pelos alunos, pois evita a necessidade de “dar informações”, conforme destacaram os autores. Além disso, a previsão propicia a explicitação do conhecimento do grupo, favorecendo que o professor reconheça os conhecimentos iniciais dos alunos acerca do tema estudado. Desde que a experimentação não se limite a confirmar as verdades da Ciência por meio das previsões, esse é um procedimento que também pode romper com uma visão dogmática do processo de construção do conhecimento científico. As hipóteses ainda se constituem em um artefato cultural para articular as teorias, observações e experimento, condicionando os dados a serem obtidos e influenciando nas explicações dos resultados (PRAIA; CACHAPUZ; GIL PÉREZ, 2002), o que reforça a superação da neutralidade como uma característica do fazer científico.

O questionamento ainda se caracterizou como modo de favorecer a explicação ou justificativas dos fenômenos. São aquelas questões sugeridas no final do experimento, como mostram as descrições a seguir: “2) Depois de separado o extrato das folhas observa-se a presença de duas fases. Qual é o solvente da fase inferior? Por que esta fase apresenta coloração verde mais intensa que a fase superior?” (OLIVEIRA; SIMONELLI; MARQUES, 1998, p.38); ou “Quais são as fases estacionárias e móveis utilizadas nesse experimento?” (CELEGHINI; FERREIRA, 1998, p.41). Discordamos quando esse é o único lugar da pergunta no texto, porque compreendemos que a problematização é orientadora da atividade experimental. Ao fazer esse destaque, não nos contrapomos a esta maneira de indagar; mas questionar apenas para explicar o

fenômeno ocorrido, reduz as possibilidades de indagação do conhecimento. É reconhecendo que o conhecimento avança com a problematização, que defendemos a presença do questionamento nos diferentes momentos de uma atividade experimental, pois favorece a explicitação do conhecimento dos alunos nos distintos instantes da aula e não exclusivamente no seu início. Também salientamos que nem sempre as questões apresentadas ao final do texto são somente para auxiliarem nas explicações do fenômeno ocorrido no experimento. Um exemplo disso apareceu em um artigo sobre a determinação do álcool na gasolina, em que o exercício se apresentou como uma forma de perceber as aprendizagens dos alunos acerca do assunto estudado:

3) Hoje em dia, é muito comum ouvirmos falar sobre a gasolina adulterada. Essa adulteração é geralmente feita por solventes orgânicos. Analise se o processo por extração com água, usado no experimento, também é adequado para se verificar a presença desses solventes na gasolina e quantifica-los. (DAZZANI *et al.*, 2003, p.45)

Ou ainda: “Sabendo que o sal sódico do ácido etilenodiaminoacético ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}$ ) causa a complexação dos íons  $\text{Ca}^{2+}$ , qual seria o efeito produzido no experimento se fosse adicionado ao experimento a água de cal em uma solução de  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}$ ” (SILVA; STRADIOTTO, 1999, p.53). Acreditamos que é essencial o aluno enriquecer o seu conhecimento depois da participação em uma atividade experimental, e isso não significa apostar em uma substituição de suas idéias iniciais a respeito do fenômeno estudado, pelos conhecimentos aceitos cientificamente. A própria literatura aponta que nem sempre o aluno muda o seu entendimento sobre um fenômeno, ou que esse processo de apropriação de um discurso novo não ocorre imediatamente (MORTIMER, 1996). A partir disso, entendemos a aprendizagem em Ciências no sentido de “enculturação”, isto é, o ingresso em uma nova cultura, diferente daquela de senso comum (DRIVER *et al.*, 1999).

A dimensão investigativa também foi destacada como decorrente da atividade experimental, salientando o diálogo com interlocutores externos à sala de aula. Uma das possibilidades ressaltadas foi a “pesquisa”, junto à comunidade, sobre algum aspecto do tema estudado: “Procure pesquisar junto à comunidade se os copos descartados são reciclados” (DAZZANI *et al.*, 2003, p.45). A partir disso, realçamos a relevância de ampliar o espaço de aprendizagem para além da sala de aula e da atividade experimental em si. Para isso, como propuseram os autores, o diálogo com interlocutores externos à

escola a respeito do tema do experimento pode ser uma alternativa. Essa característica parece transcender o entendimento da experimentação como a extremidade final do estudo de um conteúdo, em que essa possui a função única de verificação das teorias das aulas anteriores. De maneira semelhante, a dimensão investigativa apareceu ao final do experimento como um “problema novo” acerca do tema estudado na atividade: “Pesquise as propriedades dos carbonatos de cálcio e proponha um método para a eliminação dessas crostas” (MÓL; BARBOSA; SILVA, 1995, p.33). Nesse caso, os autores parecem estender a possibilidade de diálogo para a interlocução teórica como modo de favorecer a construção de argumentos fundamentados. A leitura é um dos artefatos culturais importantes por trazer para a discussão interlocutores teóricos, dilatando, portanto o entendimento de diálogo que comumente se restringe a uma discussão oral, muitas vezes centrada na voz do professor que assim se configura como detentor exclusivo de um conhecimento definitivo.

A importância de dialogar durante as atividades foi assinalada nos textos. O contexto dialógico se caracterizou como um dos meios de favorecer a discussão durante os experimentos, como destacaram esses autores ao apontarem para distintas propostas de utilização de um experimento: “A execução de cada uma das diferentes propostas pode apresentar alguns fatos experimentais diferentes. Entretanto, isto não altera a natureza do fenômeno e não diminui a riqueza de assuntos para discussão com os alunos” (SIMONI; TUBINO, 2002, p.47). A partir dessa descrição, argumentamos sobre a relevância do diálogo em sala de aula, compreendendo-o como a interação entre pelo menos duas enunciações<sup>20</sup> (BAKHTIN, 2004). Para que essa interação aconteça é necessário ouvir a voz do Outro, pois em um processo de ensino e aprendizagem dialógico o professor precisa reconhecer as diferentes visões que os alunos apresentam sobre um assunto; além de aceitar a diversidade como característica da sala de aula, respeitando as dificuldades, estilos e ritmos de aprendizagem. Conseqüentemente, ao defenderem a discussão dos assuntos do experimento com os alunos, os autores propiciam a difusão do entendimento de que a construção de conhecimento é essencialmente social. Portanto, “independente” da proposta de atividade experimental,

---

<sup>20</sup> Para Bakhtin “a enunciação é o produto da interação entre dois indivíduos socialmente organizados e mesmo que não haja um interlocutor real, este pode ser substituído pelo representante médio do grupo social ao qual pertence o locutor” (BAKHTIN, 2004, p.112).



o diálogo se constitui como parte fundamental do experimento. Dentro desse contexto dialógico, outros autores apontam para o trabalho em grupo:

Em sala de aula, também pode ser realizado um debate sobre o tema “O que fazer com os produtos de PVC usados?” Nesse debate os alunos podem ser divididos em grupos que discutam as vantagens e desvantagens dos diferentes destinos para o plástico: incineração, aterro, lixão, lavagem e reutilização, moagem, fusão e moldagem. (MARCONATO; FRANCHETTI, 2001, p. 41)

Entendemos a importância do trabalho em grupo, à medida que contribui para refletir o caráter social da Ciência e para a socialização dos alunos (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004). A função socializadora do trabalho em equipe pode auxiliar na melhoria das habilidades sociais, como por exemplo, a concordância sobre um assunto entre diferentes sujeitos sustentada no diálogo e na comunicação. Dessa forma, os alunos aprendem a conciliar suas intenções e necessidades com as dos demais integrantes e com aquelas do próprio grupo. Outra possível função do trabalho em grupo é favorecer a interação entre os pares em sala de aula, o que para a abordagem sociocultural significa apostar na aprendizagem dos alunos, pois esta, embora não se reduza à dimensão social, está intrinsecamente alicerçada na interação entre os sujeitos. Conseqüentemente, isso descentraliza do professor as contribuições, que foram tradicionalmente cultivadas como de sua incumbência, e por ora se tornam de responsabilidade do coletivo. Como destacamos anteriormente, isso depende ainda da participação efetiva dos alunos, não deixando o trabalho de muitos a serviço de poucos. Portanto, organizar os alunos em pequenos grupos pode propiciar a colaboração individual dos integrantes e também as aprendizagens. Por esses motivos, apostamos no trabalho em equipe como conteúdo de aprendizagem, da mesma forma que os outros componentes tácitos nesse tipo de atividade, como: o diálogo, a autonomia coletiva, a co-responsabilidade e o respeito à opinião do Outro.

A comunicação dos resultados experimentais foi mais uma característica ressaltada: “Este estudo poderá ser também objeto de pesquisa a ser realizada pelos alunos, sendo seus resultados apresentados e discutidos em sala de aula e/ou exposições de ciências” (SILVA; FERREIRA; SILVA, 1995, p.31). Vemos a comunicação como um momento para compartilhar novos conhecimentos, pois essa ocasião envolve o par “locutor-ouvinte”. No entendimento bakhtiniano, é a comunicação verbal que possibilita

à palavra sua significação, pois essa existe enquanto ponte entre interlocutores (BAKHTIN, 1997). Em outros termos, a significação da palavra é um processo de compreensão ativa e responsiva; não pertence nem ao locutor, nem ao ouvinte. Portanto, nesse movimento está implícito o diálogo, a crítica, a contra-argumentação. Atingir um grupo externo ao do trabalho também é importante, porque pode auxiliar a perceber as lacunas (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2002). Hodson (1998) destaca que esse momento pode refletir a autêntica prática científica, além de possibilitar que os estudantes pratiquem a linguagem da Ciência e se estabeleçam como uma “comunidade de aprendizagem”.

Portanto, parece-nos importante inserir as atividades experimentais em um movimento caracterizado pelo questionamento reconstrutivo, construção de argumentos e comunicação destes argumentos. Para isso, o questionamento, ponto de partida de um experimento, pode ser apresentado como um problema que possibilita o desenvolvimento da autonomia coletiva, ou ainda como modo de favorecer uma previsão, explicação, justificativa e perceber a aprendizagem dos alunos. Apostar no questionamento pode contribuir para a superação de uma visão dogmática de Ciência. Entendemos, também, que ao investir nessas diferentes dimensões do questionamento se está propiciando a explicitação do conhecimento dos alunos. Aliás, as implicações da abordagem sociocultural apontam para o diálogo como intimamente relacionado com a presença do questionamento. Entretanto, esse diálogo não precisa ser restrito aos participantes da aula, o que significa a possibilidade de interagir com interlocutores teóricos e práticos em um processo de construção de argumentos fundamentados. A partir disso, compreendemos que a experimentação pode ser mediada pelo diálogo oral e escrito e transcender o espaço da sala de aula. Nesse sentido, as atividades com leitura e escrita, que apareceram de forma muito implícita nos textos, são recursos essenciais para a construção de argumentos. À luz da abordagem sociocultural a construção de argumentos pode ser favorecida pelo trabalho em grupo, pois além de explicitar o caráter social da Ciência e da aprendizagem é uma maneira de auxiliar na socialização dos alunos. Nessa mesma perspectiva advogamos em favor da comunicação dos resultados experimentais e dos argumentos construídos, principalmente por meio de produções escritas que podem ser submetidas à crítica do grande grupo.

### **3.4. Condições materiais: o alicerce no alternativo.**

Como salientamos em um outro momento, uma das características das sugestões de experimentos analisados é a utilização de materiais e reagentes de baixo custo e facilmente encontráveis. Esse discurso parece encontrar sustentação na voz dos professores, que geralmente justificam o não desenvolvimento de atividades experimentais devido à falta de condições materiais. Isso pode reforçar o argumento de que o autor ao produzir o texto o faz tendo em vista o seu principal destinatário. Assim, atividades com materiais alternativos são apontadas como possibilidade de superar as dificuldades infra-estruturais presentes na maioria das escolas:

Há alguns anos publicamos um artigo que descrevia um experimento para a determinação dos parâmetros de uma cela unitária ..., aplicável aos cursos de química de nível superior. Percebemos que muitos professores do ensino médio barravam em duas dificuldades: a balança de precisão e a compra e uso de tolueno. Assim, procuramos fazer algumas modificações tornando o experimento de menor custo e exequível em condições simples (SIMONI; TUBINO, 1999, p.41).

Nessa descrição, o Outro, o professor, aparece para reforçar o argumento a respeito da necessidade de se propor atividades experimentais com materiais alternativos. Ou seja, é a voz de apoio dos professores da educação básica à sugestão dos autores. De outra parte, é o destinatário mostrando-se influente na elaboração do texto. Além desses aspectos, compartilhamos da idéia de que este tipo de experimento favorece a superação das dificuldades materiais. Porém, não é somente a ausência de reagentes e equipamentos convencionais que justificam a inclusão dessa característica, pois essas atividades experimentais também podem romper com um estereótipo de laboratório para a educação em Ciências, e contribuir para desenvolver a criatividade. De acordo com o explicitado pelos autores, entendemos que um dos atributos dos experimentos com materiais e reagentes de baixo custo e fácil aquisição é motivar os professores a desenvolverem atividades experimentais, porque, caso contrário: “desestimula o professor a efetuar a demonstração prática do fenômeno” (HIOKA, *et al.*, 1998, p.37). Apesar de concordarmos com essa compreensão, existem outros aspectos relacionados à formação docente que precisam ser considerados para o desenvolvimento das atividades experimentais. Isto é, não basta sinalizar possibilidades para enfrentar as dificuldades materiais das escolas, é preciso problematizar o modo de

desenvolver tais atividades. Se centralizarmos o discurso acerca da experimentação nas condições materiais, em detrimento de aspectos pedagógicos, podemos continuar presos a visões tradicionais como, por exemplo, a experimentação como artefato para motivar os alunos, extração da teoria através da prática, aprender técnicas de laboratório e assim por diante.

Com um entendimento semelhante, outros autores expressam: “[...] a falta de laboratórios, equipamentos é obstáculo bem conhecido à viabilização de aulas práticas” (SILVA *et al.*, 2001, p.47). Essa compreensão parece associar prioritariamente as aulas práticas às atividades experimentais, porém entendemos que nem toda aula prática é experimental. Concordamos com Hodson (1994) que aponta para alternativas de atividades práticas para acolá da realização de experimentos, como por exemplo: trabalhar com análise de dados; debates e representação de papéis; produção de cartazes, fotografias e vídeos, entrevistas.

Outra finalidade que apareceu para os experimentos com materiais alternativos, para além da superação das dificuldades materiais, foi a possibilidade de se aproximar do cotidiano dos alunos, como destacaram esses autores:

Por fim, mesmo quando dispõe-se de um laboratório bem equipado com todos os reagentes necessários para a realização da reação relógio de Landolt ou suas variações tradicionais, os experimentos com materiais alternativos têm o seu valor. A utilização de tabletes de vitamina C, xarope expectorante, amido de milho, enfim materiais que estão presentes no cotidiano dos alunos, pode tornar a aula mais interessante. Além disto, os alunos aprendem que a Química extrapola as paredes do laboratório e está presente em suas casas e outros setores da sociedade (TEÓFILO; BRAATHEN; RUBINGER, 2002, p.44).

Os materiais alternativos no discurso dos autores se apresentam como elementos supostamente comuns no dia-a-dia dos alunos e, nesse sentido, mostrariam que a Química faz parte do cotidiano. Compreensão semelhante dos materiais do dia-a-dia em atividades experimentais foi destacada por Galiazzi e Gonçalves (2004) que apontaram para sua função ilustrativa do conteúdo e que entendemos estar presente na discussão desta proposta. Na descrição acima, esses materiais do cotidiano parecem ser utilizados também com a intenção de motivar, pois, como salientam os autores isso pode tornar a aula mais interessante. Essas visões do cotidiano sinalizam para um entendimento simplista que pouco contribui para problematizar o contexto dos alunos. De outra parte,

os autores parecem se apoiar na voz dos alunos para reforçarem o argumento da importância de usar materiais do dia-a-dia nos experimentos.

Em outro artigo a utilização de materiais alternativos é ressaltada como critério fundamental para o desenvolvimento de atividades experimentais:

[...] Muitos métodos existem para esta determinação descritos na literatura...,mas a maioria não atende aos critérios fundamentais para o ensino experimental de ciências e de química em nível fundamental e médio, ou seja, segurança, rapidez, exatidão, reprodutibilidade e, principalmente, equipamentos e reagentes simples, acessíveis, de fácil e segura manipulação (BRAATHEN, 2000, p. 44).

Apontar critérios fundamentais para a experimentação na educação em Ciências parece-nos um processo complexo, pois, subjacente a isso estão implícitos objetivos para as atividades experimentais. Apesar de concordarmos que os “equipamentos e reagentes simples, acessíveis, de fácil e segura manipulação” sejam uma característica importante na organização de experimentos, criticamos a idéia de que esse é um critério fundamental. Sustentamos a crítica argumentando que não basta possuir equipamentos e reagentes que favoreçam a realização de atividades experimentais, quando também é relevante, como anteriormente defendemos, problematizar o modo de desenvolver um experimento que contribua, de fato, para enriquecer o conhecimento do grupo acerca do assunto estudado. Caso contrário, pode-se estar valorizando o “fazer” ao invés do “pensar”; da mesma maneira que os defensores da observação como a origem do conhecimento (HODSON, 1998). Entretanto, compartilhamos com os autores que a segurança realmente é um critério essencial para o desenvolvimento de atividades experimentais, pois estas não podem colocar em risco a integridade física dos alunos. As simulações computacionais, certamente, podem exercer a função de inviolabilidade da integridade física dos alunos, bem como as outras –rapidez, exatidão, reprodutibilidade- citada pelo autor como critérios fundamentais para a experimentação, mas sobre isso há um silêncio nos textos analisados. O que pode ser justificado, em parte, porque um dos propósitos da seção “Experimentação no Ensino de Química” é a divulgação de experimentos possíveis de serem realizados em qualquer escola. Infelizmente a informática é um recurso ausente na maioria das instituições de ensino fundamental e médio, o que enaltece o propósito da referida seção e o esforço dos autores. Mesmo assim, a QNEsc possui uma seção exclusiva com contribuições sobre educação em Química e Multimídia.

Ainda a respeito da segurança durante as atividades experimentais, os textos salientam os devidos cuidados na manipulação de reagentes:

O hidróxido de sódio, que é corrosivo, pode causar queimaduras. Em caso de algum contato com a pele, olhos, etc., lave com água corrente e em grande quantidade, durante 10 minutos. No caso de contato com a pele, após lavar com água abundante, passe um pouco de vinagre, ou mesmo suco de limão. Recomendamos o uso de luvas de borracha e óculos de segurança ao gerar o gás amônia. Se o lugar não possuir sistema de exaustão, como uma capela, por exemplo, realize o experimento em local aberto e ventilado. Para descartar o resíduo da garrafa 3, adicionar algumas gotas de solução de fenolftaleína e neutralize-o pela lenta adição de vinagre, dilua-o com água e descarte-o. (SIMONI; TUBINO, 2002, p.46).

Esses aspectos realçam o entendimento de que a utilização de materiais e reagentes facilmente encontráveis não atende, necessariamente, o critério de segurança nas atividades experimentais. Assim, destacamos a importância dessa preocupação dos autores que reconhecem as limitações do desenvolvimento do experimento para além das condições materiais.

A descrição anterior também aponta para outra dimensão relevante: o descarte de resíduos. Antes de desenvolver um experimento o professor precisa ter em vista o destino dos resíduos, senão evitar a sua geração. A questão dos resíduos tem sido tratada de forma crítica, ainda que não especificamente na educação, por um enfoque mais conhecido como “Green Chemistry”, ou Química Verde, surgido no início da década de 90 e que mostra a preocupação de parte da comunidade química com a situação atual. Desenvolver atividades em sala de aula que explicitem e que estejam vinculadas a atitudes responsáveis relativas à geração e tratamento de resíduos pode contribuir para superar a visão das atividades poluentes como intrinsecamente associadas à Química, que, por sua vez faz parte de um contexto mais amplo, incluindo principalmente aspectos sociais, econômicos e políticos. Novamente as simulações computacionais podem ser uma alternativa, quando não se consegue evitar ou tratar os resíduos. Isso é uma condição essencial para o desenvolvimento de atividades experimentais, juntamente com a segurança dos alunos e do professor.

Outras vezes, o reconhecimento da falta de condições materiais na escola pode conduzir a sugestões que depreciam os instrumentos da Ciência e valorizam, na linguagem bachelardiana, os “perigos” do conhecimento quantitativo. Um exemplo

disso apareceu em um artigo em que os autores propõem a utilização de “um dos dedos da mão” para medir a temperatura da água:

Colocar em um béquer de 500mL 200mL de água filtrada. Em seguida aquecer o líquido até uma temperatura próxima a 50 °C, cujo acompanhamento poderá ser feito através de um termômetro ou através da imersão de um dos dedos da mão (nessa temperatura é difícil a imersão do dedo por mais de 3s) (SILVA; FERREIRA; SILVA, 1995, p.31).

Superar o entendimento do laboratório com materiais convencionais, como o espaço das atividades experimentais escolares, contribui para transcender uma imagem estereotipada dos experimentos como artefatos que se caracterizam pela presença de vidrarias de diferentes tamanhos e formatos e equipamentos sofisticados. Por outro lado, utilizar materiais não consagrados, e de forma inadequada, pode fomentar a apropriação de conhecimentos práticos e teóricos pouco significativos do ponto de vista do processo de ensino e aprendizagem. Compreendemos que a utilização dos dedos da mão para medir a temperatura da água se aproxima mais da segunda perspectiva, pois é, no mínimo, um instrumento grosseiro de medida. E também contradiz uma característica destacada de forma positiva, ou seja, a preocupação com a integridade física dos alunos, uma vez que o procedimento criticado oferece riscos de acidente.

A partir do que foi descrito, sinalizamos para a superação da idéia de que as atividades práticas se resumem a experimentos. Essa compreensão possibilita não ficar dependente dos laboratórios escolares para desenvolver tais atividades. Por outro lado, se a intenção for realizar experimentos, podemos utilizar materiais de baixo custo e facilmente encontráveis, porém isso não parece suficiente para problematizar as atividades experimentais do ponto de vista pedagógico. A utilização nos experimentos de materiais de baixo custo e facilmente encontráveis não precisa, necessariamente, se apoiar em discursos simplistas, como a utilização de atividades experimentais como meio de motivação e ilustração de algum fenômeno. Além disso, os instrumentos da Ciência precisam continuar sendo relevantes nos experimentos. O respeito à integridade física dos alunos é outro aspecto importante, independentemente das condições materiais. Tal característica juntamente com a atenção aos possíveis resíduos gerados, quando não evitados, se constituem em qualidades que precedem qualquer planejamento. De outra parte, compreendemos que o locutor-autor quer provocar uma

transformação no entendimento que o seu interlocutor-leitor tem relativamente à experimentação. Isto é, o autor argumenta acerca da possibilidade de desenvolver atividades experimentais, sem a presença de um laboratório estereotipado. Essa diferença no discurso do locutor e do interlocutor é que justificam, em parte, a produção do texto. O que nos permite salientar o aspecto formativo dos textos analisados. Autores e leitores dialogam constantemente; contrapõem opiniões a respeito de um objeto de estudo. Além disso, entendemos que os autores partem do conhecimento inicial dos professores sobre experimentação –a falta de materiais e reagentes como motivo para o não desenvolvimento de atividades experimentais- para transformar o discurso vigente. Também salientamos que esses textos são caracterizados como um produto ideológico, no sentido bakhtiniano, pois refletem e refratam uma realidade, ou seja, o contexto escolar brasileiro, com as suas precariedades -infra-estruturais e de formação profissional.

### ***3.5.1. Conteúdos: para além do conceitual.***

Como enfatizamos anteriormente, as propostas de atividades experimentais analisadas se caracterizam, em geral, pela possibilidade de favorecer a construção de conceitos científicos, que, diga-se de passagem, é uma das orientações da seção “Experimentação no Ensino de Química”. Entretanto, o diálogo com os textos apontou para a presença de outros tipos de conteúdos/conhecimentos, como por exemplo, o factual, o procedimental e atitudinal no discurso sobre experimentação, mesmo que ainda de forma muito tácita.

O estudo de conhecimentos factuais apareceu entre as metas dos experimentos. Um exemplo é os códigos e símbolos típicos da Química propostos como objeto de estudo em uma sugestão de atividade experimental, apresentada pela seção com o objetivo de: “Familiarizar os alunos com os diferentes materiais plásticos e códigos de reciclagem” (FRANCHETTI; MARCONATO, 2003, p.44). Um fato pode ser entendido como uma informação que declara algo acerca do mundo (POZO, 2003). A aprendizagem de conhecimentos factuais é percebida pela reprodução fiel de tal conhecimento, porém essa compreensão é mais flexível no caso de conhecimentos que se referem a acontecimentos. Tomando como exemplo o objetivo citado pelos autores,



podemos dizer que os alunos aprenderam os códigos de reciclagem se conseguiram fazer a atribuição exata de cada código. A característica reprodutiva da aprendizagem factual proporciona que o comportamento mais importante seja a repetição. No entanto, para entender por que se atribuem diferentes códigos de reciclagem aos plásticos, é preciso se apropriar de conceitos. Fazer isso não significa apenas conhecer um fato, mas também compreendê-lo, processo mais complexo do que simplesmente conhecê-lo; apesar de não haver necessidade de compreender conhecimentos factuais, pois às vezes não há nada para compreender (POZO, 2003).

Os textos de experimentação se caracterizaram ainda pela possibilidade de abordar e introduzir conceitos, como segue abaixo, respectivamente:

A identificação do etanol na gasolina (Parte 1) e o estudo da interação entre as moléculas de água, etanol, e os hidrocarbonetos presentes na gasolina permitem abordar conceitos de solubilidade e densidade explorando as características das moléculas envolvidas para explicar os fenômenos observados (DAZZANI *et al.*, 2003, p.44).

Para introduzir o conceito de pilha o professor pode efetuar um experimento simples, isto é, colocar uma placa de zinco em contato com a solução de íons cobre (será visível a redução para cobre metálico na placa), ou ainda, colocar um metal como o ferro em meio ácido (ocorrência de evolução de hidrogênio). Os dois sistemas evidenciam um fluxo de elétrons espontâneo sem que a energia química seja aproveitada. Diante desse fato, um sistema quando montado adequadamente pode ser utilizado para disponibilizar energia química na produção de trabalho elétrico (HIOKA *et al.*, 1998, p.38-39).

Os conceitos são termos abstratos que se referem ao conjunto de fatos, objetos e símbolos com características comuns (ZABALA, 1998). Como já indicamos, aprender conceitos e fatos se dá de modo distinto. A princípio, sabemos que o processo de compreensão na aprendizagem conceitual é mais complexo do que a mera repetição, como ocorre para aprender os fatos. A aprendizagem conceitual envolve a necessidade de compreensão e interpretação de uma determinada situação à luz do conceito estudado, superando a simples reprodução literal do conceito. Isso se justifica pela possibilidade da aprendizagem conceitual ser caracterizada por diferentes níveis de apropriação de um significado. Portanto, o foco não está na quantidade do que o aluno compreende ou não, mas como compreende (POZO, 2003). Entendemos que o conteúdo conceitual é inerente à educação em Ciências, porém sua aprendizagem não tem sido um objetivo facilmente atingido por meio da experimentação (HODSON, 1994). No entanto, continua-se apostando que a apropriação dos conceitos é dependente de uma

dimensão de caráter mais empírico (LOPES, 2002), buscando, então, superar uma fragmentação entre conhecimento conceitual e procedimental. Para Zabala (1998) as condições de uma aprendizagem de conceitos envolvem atividades complexas como, por exemplo, as atividades experimentais que podem possibilitar a relação dos novos conteúdos aos conhecimentos iniciais dos alunos.

Um artigo, tratando sobre o experimento conhecido como “chafariz de amônia”, propôs a montagem experimental como um dos possíveis objetivos das atividades experimentais:

O professor deseja evidenciar a montagem experimental

Começar mostrando uma aparelhagem experimental com materiais de um laboratório convencional de Química. Em seguida, apresentar os vários materiais disponíveis aos alunos: as garrafas, as canetas, a cola, etc. Como se trata de uma estratégia a ser desenvolvida pelos estudantes, é preciso deixar que eles façam as suas montagens, mesmo que errem, desde que isso não envolva riscos (SIMONI; TUBINO, 2002, p.47).

Montar experimentos pode ser considerado um conhecimento procedimental, pois, de modo geral, é uma ação ou conjunto de ações ordenadas com um objetivo, como por exemplo, calcular, observar, classificar, inferir, ler, etc., apesar de a aprendizagem de cada um desses conteúdos possuir características específicas. Defendemos a explicitação desse modo de conhecimento para os alunos, porque eles geralmente não reconhecem que o utilizam com frequência (SÉRE, 2002), isto é, o conhecimento conceitual é que se sobressai na visão dos estudantes. Porém, apontar para a montagem experimental como um dos objetivos da experimentação pode suscitar críticas se a intenção do professor for a aprendizagem de técnicas de laboratório, que, como dissemos anteriormente, é uma das heranças dos projetos da década de 60, quando se pretendia incentivar a formação de jovens cientistas. Mas parece-nos que esta não é a meta da proposta acima; ao invés disso, fomenta a criatividade dos estudantes com a utilização de materiais alternativos.

Outro artigo sugere a construção de pilhas: “Este trabalho propõe a construção de duas pilhas com as quais é possível manter uma lâmpada acesa por tempo prolongado: pilha de Daniel modificada (pilha 1) e pilha de empilhamento (pilha 2)” (HIOKA *et al.*, 1998, p.37). Esse tipo de atividade envolve diversas ações encadeadas que incluem não apenas estratégias manipulativas, mas também cognitivas e que podem favorecer a interpretação dos fenômenos estudados. Tem-se apostado nos conhecimentos

procedimentais, justamente como modo de superar a dicotomia entre teoria e prática (ORÓ, 1999; POZO, 2003). O desenvolvimento de conteúdos procedimentais nas aulas com experimentos parece um aspecto óbvio em decorrência da natureza das atividades experimentais. No entanto, é preciso refletir sobre o ensino e a aprendizagem de determinados conhecimentos procedimentais e, para isso, é importante compreender que estes não são necessariamente manipulativos, podendo se destacar a construção de hipóteses, o planejamento das atividades experimentais, a organização e análise dos dados, a análise de materiais escritos e a elaboração de materiais (INSAUSTI; MERINO, 2000). E muitos desses conhecimentos não precisam ser aprendidos restritamente através de atividades experimentais. Entretanto, outros conteúdos procedimentais já estão mais associados com a experimentação, como mostram as descrições a seguir: “Neste experimento será usado extrato de repolho roxo para a construção de uma escala de pH” (GEPEQ, 1995, p.32). Ou ainda: “Ao realizá-lo o aluno executa um conjunto de operações importantes na química (filtração, cristalização, reação química, extração), as quais associadas ao conhecimento sobre propriedade ácido-base, permitem uma compreensão sobre os processos de extração e purificação do lapachol, um produto natural” (FERREIRA, 1996, p.36). Entendemos que construir um artefato e executar determinadas operações pode ser uma aprendizagem favorecida pelo desenvolvimento de atividades experimentais, mesmo que às vezes não sejam exclusivamente aprendidas por esse meio. Porém, ressaltamos que tais ações precisam ser relevantes para qualquer sujeito e não apenas para cientistas.

O cálculo foi outro conteúdo procedimental apontado como objetivo da experimentação: “O cálculo da massa de bicarbonato de sódio contida em cada comprimido  $-m(\text{NaHCO}_3)-$ , que é o objetivo deste experimento, será efetuado aplicando-se uma regra de três entre as quantidades estequiométricas da reação...” (CAZARRO, 1999, p.54). Os cálculos fazem parte do conhecimento de disciplinas como Química e Física e sua aprendizagem parece imprescindível, desde que não represente uma atividade mecânica, de mera aplicação de fórmulas –ainda que estas sejam importantes-, mas valorize os aspectos conceituais e cognitivos associados, como apareceu na proposta do autor acima. Entendemos que compreender uma regra matemática e suas relações com as grandezas envolvidas, salientando-se o significado dos resultados, parece mais importante do que a simples aplicação de fórmulas.

Portanto, os conhecimentos procedimentais não precisam se resumir a técnicas e destrezas, que se caracterizam como uma rotina automatizada, porém podem ser compreendidos como estratégias em que as técnicas são utilizadas em um contexto problematizado (POZO, 2003).

Ainda sobre os procedimentos, a observação também se configurou como um dos objetivos das sugestões de atividades experimentais analisadas; como mostra esta descrição: “Como a dureza da água normalmente é uma característica regional, vamos fazer uma experiência para observar seu efeito sobre os sabões” (MÓL; BARBOSA; SILVA, 1995, p.33). A ênfase na observação é uma característica bastante arraigada no entendimento dos professores sobre as atividades experimentais (HODSON, 1998; GALIAZZI *et al.*, 2001). Esse objetivo tem sido difundido desde o lançamento dos projetos de ensino na década de 60 que, como dissemos, tinham como meta formar jovens cientistas, embora compreendermos que esse não foi o objetivo dos autores ao proporem o experimento. Acreditamos que os alunos precisam aprender a observar e explicitar as teorias que orientam a observação, para que possam, estas teorias, tornarem-se objeto de discussão no grande grupo em sala de aula (GONÇALVES; GALIAZZI, 2004). Isso reforça um aspecto destacado anteriormente: os “processos” da Ciência não se desvencilham de seus “conteúdos” (WELLINGTON, 1998), isto é, toda observação se dá a partir de uma teoria.

Por último, a aprendizagem de atitudes, aparentemente menos expressiva, foi destacada como uma marca da sugestão experimental: “[...] os alunos passam a prestar mais atenção ao uso dos plásticos, em geral, ao seu descarte e à preservação do meio ambiente” (FRANCHETTI; MARCONATO, 2003, p.44). Os conhecimentos atitudinais se associam a conteúdos que podem ser divididos em valores, atitudes e normas e se caracterizam por componentes cognitivos, afetivos e condutuais. O grau de presença desses componentes depende da natureza do conhecimento atitudinal, ou seja, se é um valor, uma atitude, ou norma (ZABALA, 1998). Apesar de concordarmos que uma determinada abordagem do professor em uma atividade experimental possa contribuir para a problematização do uso dos plásticos, parece-nos que a aprendizagem de atitudes também é um processo lento. Nessas condições, faz pouco sentido organizar uma atividade específica para ensinar uma determinada atitude, o que não parece ser o caso da proposta no texto discutido, pois a atitude precisa ser ensinada de forma contínua no

currículo escolar, superando assim a dimensão disciplinar. Aparentemente, é impossível alunos aprenderem efetivamente atitudes sem um consenso entre os professores das diferentes áreas do currículo. Consenso, este, que determina quais atitudes deverão permear as atividades em sala de aula; até porque os professores precisam assumir essas atitudes em sua prática pedagógica e social.

Portanto, as atividades experimentais são um recurso capaz de favorecer a abordagem dos diferentes conteúdos sem, necessariamente, se constituírem no único ou melhor modo de ensiná-los e aprendê-los. Assim, o conhecimento factual pode ser um dos conteúdos considerados no planejamento de atividades experimentais, desde que a atividade não seja realizada apenas para desenvolver tal conteúdo. Acreditamos ser insuficiente apenas conhecer um fato, ou seja, precisamos ainda compreendê-lo e para isso os conhecimentos conceituais são relevantes. A abordagem de conceitos nas atividades experimentais foi também uma característica presente nos textos analisados, diga-se de passagem, a aprendizagem conceitual mediada pela experimentação é um modo de apostar na relação entre teoria e prática/experimentação. Contudo, o experimento não precisa ser compreendido como atividade facilitadora da aprendizagem conceitual, mas sim como um dos elementos desse processo. Outro aspecto apontado pela análise dos textos, e que consideramos importante, é o desenvolvimento de conteúdos procedimentais; e esses apareceram como possibilidade, por exemplo, de montar experimentos, construir artefatos químicos, executar operações, calcular e observar. Argumentamos em favor da inclusão explícita desse modo de conhecimento, transcendendo, inclusive, as dimensões manipulativas em direção a procedimentos de caráter mais cognitivo. As atividades experimentais ainda podem contribuir para ensinar conteúdos atitudinais, porém o professor precisa compreender que esses conteúdos se diferenciam dos demais pela sua generalidade. Logo, não devem ser tratados exclusivamente por essas atividades, entretanto as atividades experimentais podem ter por assunto conteúdos atitudinais constituintes do currículo escolar. Outras maneiras de entender os conteúdos discutidos nessa categoria encontram-se diluídas nas demais categorias de análise. Além disso, compreendemos que a ênfase explícita nos conteúdos conceituais pode estar associada com o discurso da maioria dos professores. Discurso caracterizado pela valorização dos conceitos em detrimento de outros conteúdos.

### 3.5.2. Conteúdos: o cotidiano e a contextualização.

O movimento de um ensino do cotidiano em direção a um ensino contextualizado se caracterizou pela associação dos conteúdos disciplinares com o contexto social e suas inter-relações econômicas, culturais, etc. Um exemplo do ensino de Química do cotidiano apareceu em uma proposta de experimento cuja função era exemplificar fenômenos científicos:

Neste procedimento, mostra-se como ocorrem as principais reações do enxofre que foram acima discutidas. O experimento pode ser apresentado como exemplo das reações que ocorrem na atmosfera ou nos procedimentos para determinação do gás dióxido de enxofre (CARDOSO; FRANCO, 2002, p.41).

Embora os autores façam diferentes discussões sobre a poluição atmosférica ao longo do artigo, se referem ao experimento como recurso para ilustrar um fenômeno, e não, necessariamente, como uma atividade que pode favorecer a compreensão de um fenômeno relacionado ao contexto em que os alunos vivem. O entendimento dos autores parece se reduzir a uma aplicação dos conteúdos para esconder a abstração de um ensino dos conhecimentos científicos, desconsiderando os aspectos sociais (SANTOS; MORTIMER, 2000). Com perspectiva semelhante, as atividades experimentais foram propostas como meio de aplicar conceitos teóricos no cotidiano dos alunos: “Os sistemas propostos permitem ainda ao professor demonstrar a conversão de energia química em energia elétrica, mostrar a importância do princípio da eletroneutralidade e aplicar conceitos teóricos no cotidiano dos alunos” (HIOKA *et al.*, 1998, p.38). Outra vez o cotidiano é sinalizado como um ponto de chegada, o que também nos parece insuficiente para problematizar o contexto dos alunos. Inversamente, partir do cotidiano dos alunos ou mediante uma “abordagem de temas” pode propiciar um processo dialógico em sala de aula; pois, ao contrário dos conceitos e teorias científicas que são a princípio dominados apenas pelo professor, os temas que supostamente se aproximam do contexto dos estudantes são “conhecimentos” compartilhados, de certo modo, por ambos, professor e alunos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Outra proposta de experimento para identificar íons cálcio e ferro no leite, transcendeu essa abordagem:

A idéia central desse artigo é propor uma aula experimental baseada em leite enriquecido que permita o professor abordar, em um primeiro momento, a relação deste alimento, presente no cotidiano dos alunos com o combate à desnutrição e à deficiência de íons ferro. Em seguida, utilizar as reações derivadas da verificação qualitativa dos íons ferro e cálcio no leite como um meio para introduzir conceitos químicos como, por exemplo, reações químicas, solubilidade, acidez, basicidade e equilíbrio químico (GONÇALVES; ANTUNES; ANTUNES, 2001, p.43).

De modo contrário aos entendimentos anteriores, no resumo do artigo, os autores parecem apontar para uma relação entre o conteúdo disciplinar e um problema social, como a desnutrição e a deficiência de íon ferro no organismo. Dessa forma a experimentação pode favorecer a compreensão de um problema do entorno social. Outros autores parecem avançar na relação entre conhecimento científico e o contexto dos alunos:

Os sabões e detergentes fazem parte do cotidiano das pessoas. A compreensão, ainda que sucinta, de seu mecanismo de ação é relevante para o entendimento de fatores do dia-a-dia, como o porquê de não se usar água do mar junto com detergentes comuns para a lavagem de louças e roupas. Questões referentes ao meio ambiente também podem ser abordadas, como a poluição causada por detergentes não-biodegradáveis (BITTENCOURT FILHA; COSTA; BIZZO, 1999, p.44).

Ao invés de entender a experimentação como meio de introduzir conhecimentos científicos no “cotidiano” dos alunos, como já foi apontado, nesse caso se justifica a utilização desses conhecimentos pela sua relevância para a compreensão de algum aspecto do “dia-a-dia”, isto é, eles não têm um fim em si mesmos. Nessa perspectiva, o contexto é a base para a escolha dos conteúdos, não um recurso para mascarar uma abordagem meramente conteudista.

Ainda nessa direção, encontramos outra sugestão de experimento sobre a identificação do teor de álcool na gasolina:

A falta ou excesso de etanol em relação aos limites estabelecidos pela ANP compromete a qualidade do produto que chega aos consumidores brasileiros. Assim, avaliar a composição da gasolina, verificando se o teor de álcool está adequado, é uma atitude muito importante (DAZZANI *et al.*, 2003, p.42).

Na voz dos autores, a contextualização parece ser meio de desenvolver atitudes e valores. A proposta sugere apreciar o poder de influência que os alunos podem ter e de que modo podem participar na sociedade, discutindo questões referentes à Ciência e

Tecnologia. Investir nessas atitudes e valores, combinadas com um compromisso social, significa problematizar os valores de ordem puramente econômica que, em geral, buscam se sobrepor aos demais. Em outro momento do texto, fomenta-se a prática de uma atividade interdisciplinar: “A obtenção da curva analítica de calibração pode ser transformada em uma atividade interdisciplinar, a ser explorada juntamente com o professor de Matemática” (DAZZANI *et al.*, 2003, p.43). A vinculação entre contextualização e interdisciplinaridade é um dos princípios caracterizadores das novas orientações curriculares propostas nos documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais. Entendemos que essa junção pode favorecer a compreensão de um fenômeno ou problema por meio do conhecimento de disciplinas distintas, ou seja, o contexto tratado em cada disciplina.

Outros autores propõem tacitamente a “contextualização” do experimento como um pretexto para motivar os alunos:

Este experimento aborda a utilização geral dos plásticos, suas propriedades, sua viabilidade econômica, os problemas com seu descarte e sua reutilização (reciclagem). O emprego de uma propriedade física do polímero, no caso, a densidade, para identificar e separar os diferentes materiais plásticos, aproxima o tema polímeros do cotidiano dos alunos, despertando um grande interesse pela ciência e sua aplicação (FRANCHETTI; MARCONATO, 2003, p.44).

Utilizar a experimentação com a finalidade de emparelhar os conteúdos químicos com suas aplicações sociais para os alunos perceberem a Química em seu cotidiano, ou para tornar essa Ciência atrativa, é uma característica antiga no discurso sobre as atividades experimentais (JIMÉNEZ LISO; SÁNCHEZ GUADIX; DE MANUEL TORRES, 2002). O que vem reforçar um aspecto citado anteriormente, ou seja, a experimentação como artefato para motivar os alunos. Também mostra interfaces entre as características orientadoras dos textos de experimentação analisados. Conseqüentemente, destacamos que o “aluno”, nesse texto, exerce uma posição de apoio à voz da “contextualização” dos autores; porque é enfatizado, de antemão, que ao ensinar um tema do dia-a-dia dos alunos, estes terão maior interesse pela Ciência e suas aplicações. Isto é, a voz do aluno aprova a proposta de experimento com aspectos do “cotidiano”, sustentando um argumento dos autores. Mais uma vez ressaltamos que não nos contrapomos à possibilidade dos experimentos com essas características se relacionarem com a motivação dos estudantes, pois, como é realçado na literatura, os



próprios professores reconhecem que a valorização das dimensões sociais da Química pode propiciar uma maior participação dos alunos (SANTOS; MORTIMER, 1999). Entretanto, isso ainda pode não ocorrer, pois depende de cada contexto e sobretudo da maneira como o professor desenvolve a atividade experimental e do interesse do próprio aluno.

A aproximação entre cotidiano e experimentação apareceu com o sentido de contribuir para a aprendizagem de conhecimentos científicos:

O tema polímeros é pouco trabalhado, hoje, nas escolas brasileiras de Ensino Médio, principalmente pela falta de textos e experimentos adequados às necessidades de tais escolas. Para minimizar a complexidade desse assunto, podem ser utilizados exemplos relacionados ao cotidiano, verificando-se as propriedades dos materiais poliméricos e relacionando-as com a sua estrutura.

Objetivos

Propor uma forma alternativa para o ensino de polímeros (estrutura e propriedades) por meio de um experimento simples, utilizando fraldas descartáveis, um material acessível e facilmente encontrado no mercado. (MARCONATO; FRANCHETTI, 2002, p.42-43)

A utilização de materiais do cotidiano, como foi proposta, parece ter o objetivo de favorecer apenas a aprendizagem de conhecimentos científicos, pois embora os autores ressaltem vários fatores relacionando o uso de polímeros ao cotidiano, até propondo discussões de cunho ambiental, o que se pretende ensinar é a estrutura e as propriedades dos polímeros. Essa abordagem contribui pouco para uma compreensão do contexto vivenciado pelos alunos, porque não inclui aspectos econômicos, políticos, culturais e sociais. De outra parte, não desconsideramos que a abordagem de conhecimentos científicos associados aos fatos do cotidiano possa propiciar a aprendizagem, ainda que não necessariamente favoreça a compreensão do contexto de uma forma ampla com os aspectos econômicos, políticos etc.. O discurso dos professores acerca de suas práticas pedagógicas remete para essa possível condição (SANTOS; MORTIMER, 1999). Possibilidade que pode ser justificada pelo mesmo argumento defendido anteriormente, ou seja, tratar de temas próximos ao contexto do aluno pode auxiliar no desenvolvimento de um processo dialógico em sala de aula, essencial para a apropriação do discurso da Ciência. Entretanto, novamente salientamos que isso depende fundamentalmente das ações do professor e dos alunos durante a atividade experimental.

A partir do exposto, entendemos que os conteúdos nas atividades experimentais não têm um fim em si mesmos. Nesse sentido, os conteúdos podem ser um meio, por exemplo, para compreender um problema social ou, ainda, para desenvolver atitudes e valores, podendo esses processos ser mediados por práticas interdisciplinares. Para isso, valorizar o contexto em que o aluno está inserido é fundamental, apesar da utilização do “contexto” em sala de aula possuir diferentes funções, como sinalizou a análise dos textos, mas que, provavelmente, não permitem relacionar o conteúdo estudado com aspectos sociais, econômicos e políticos que permeiam o discurso da Ciência. Entre essas funções destacamos a utilização do cotidiano para ilustrar os fenômenos, aplicar conceitos, contribuir para a aprendizagem de conhecimentos científicos, e motivar os alunos.

### ***3.5.3. Conteúdos: o conteudismo em debate.***

Nesta subcategoria são analisadas as respostas dos autores ao questionário proposto, com a intenção de valorizar a perspectiva dos autores acerca dos discursos sobre a experimentação que permeiam os artigos. Parte do que foi explicitado por eles encontrou ressonância nas categorias anteriores e por isso não são discutidas novamente. De modo geral, as respostas problematizam a finalidade dos conteúdos.

Assim, uma das características apontadas pelos autores foi a superação do objetivo de formar e captar jovens cientistas:

Em suma, trata-se de ensino de química relevante não apenas para futuros químicos mas para o cidadão de modo geral. **Hoje Reciclagem é assunto obrigatório para a formação do cidadão consciente...** Na minha opinião pessoal no Brasil cometemos dois graves equívocos no ensino de química tradicional (o vigente no país). Ensinamos química no ensino médio como se (a) todos os nossos estudantes fossem entrar na universidade, o que obviamente não é verdade e, pior ainda (b) Ensinamos química como se todos os nossos estudantes fossem ser químicos. Precisamos diminuir os currículos de química, e concentrar nossos esforços na química importante para todos, não apenas para químicos e futuros químicos. Os experimentos mostrados na seção Experimentação no ensino de química da revista Q.Nova na Escola, contribuem, a meu ver, admiravelmente nesta missão de tornar o ensino de química relevante para todos (P1).

A partir da declaração, ressaltamos a contraposição das atividades experimentais à idéia do aluno como cientista, implícita nos projetos norte-americanos e ingleses já

citados; e que não obtiveram o sucesso almejado, pois muitos alunos mostraram aversão às carreiras científicas. Uma das contribuições nessa direção vem do movimento “Ciência para todos”, cujos propósitos defendiam que a educação em Ciências deveria ocorrer independentemente das futuras opções profissionais dos alunos e passaria a problematizar a “vida cotidiana”. Aliado a isso está o entendimento de o experimento tratar de um assunto com relevância social e, como enfatizou o autor, a reciclagem é um dos temas. Uma abordagem cunhada na problemática ambiental pode contribuir para romper com o estigma da Química como apenas favorecedora da degradação do meio ambiente; e considerá-la como toda atividade humana, influenciada por um contexto social, político e econômico. Estas considerações não implicam necessariamente na diminuição dos conteúdos químicos nos currículos, como sugere o autor, pois estes são importantes para a compreensão do assunto estudado. Em síntese, é importante valorizar a problemática ambiental como parte de uma problemática maior. Apostar em um ensino com essa ênfase, supera a perspectiva puramente conteudista presente na década de 60.

De maneira semelhante, um outro autor se refere à problemática ambiental como provável preocupação de alguns textos: “Também há uma preocupação dos autores em mostrar que a ciência deve ser capaz de propor soluções para muitos tipos de problemas (ambientais), inclusive aqueles gerados pelo seu conhecimento e aplicação, o que deve, realmente, ser estressado no ensino” (P3); ou: “Os textos escolhidos para polímeros e plásticos estão bastante direcionados para a questão ambiental e preocupados em evidenciar aspectos negativos do desenvolvimento, especialmente as contribuições que a química deu, dá e dará ao desenvolvimento da sociedade” (P3). Sobre isso, enfatizamos que as soluções para prováveis problemas ambientais terão pouco valor se surgirem desacompanhadas de mudanças de hábitos associadas com a origem dos problemas em questão (LEAL, 2002); por isso é importante investir em atividades que favoreçam aos indivíduos compreenderem seus entendimentos acerca do meio ambiente e a partir disso problematizá-los (ANGOTTI; AUTH, 2001).

Em consonância com essas características está a abordagem de aspectos do cotidiano que foi apontada por todos os autores, salientando-se, inclusive, possíveis confusões em relação a este aspecto: “Outro problema na afirmação é a comum confusão entre contexto e cotidiano” (P2). Entendemos que o autor está se referindo a

um aspecto realçado anteriormente, que é a diferenciação entre um ensino contextualizado e o ensino do cotidiano. Nessa direção, outra leitura se refere ao caráter utilitário da Química no cotidiano:

Novamente a contextualização vem à tona. O plástico faz parte de nosso dia-a-dia. Mas mesmo assim, parece meio misterioso para o estudante e o cidadão de modo geral. Como são feitos os plásticos. A oportunidade de fabricar eles mesmos um plástico é muito interessante. Mostra claramente para o estudante que a química é útil, produzindo muitos materiais usados no nosso dia-a-dia (P1).

É importante analisar a leitura do autor, pois a produção de plásticos foi uma sugestão de experimento na revista (SILVA *et al.*, 2001), o que não significa que a atividade experimental tenha sido proposta com um caráter utilitarista. Mas compartilhamos também da necessidade de problematizar a escolha dos conteúdos a serem ensinados, pois argumentamos em favor da relevância destes para a formação de um sujeito capaz de exercer sua cidadania. Nesse sentido, parece pouco provável que o uso do cotidiano somente para exemplificar conteúdos possa favorecer ao aluno a compreensão do contexto em que está inserido.

Outro autor aponta para o entendimento utilitarista da Química como uma característica, de certa forma, positiva: “Retrata uma visão utilitária da Ciência (o fragmento). Isso não é nenhum demérito, pois pelo menos o aluno vê algum sentido naquilo que está aprendendo. Trata-se de um experimento investigativo, que pode desencadear outros trabalhos relacionados aos plásticos” (P4). Embora entendamos ser desejável transcender um caráter utilitarista da Ciência, concordamos que essa visão é um avanço, se comparado com perspectivas anteriores centradas na formação de jovens cientistas. Uma abordagem com base na compreensão utilitarista pode ser uma possibilidade de inserir na prática docente o conhecimento científico contemporâneo presente na vida cotidiana, aparentemente pouco valorizado pelos professores, ainda que realcemos a necessidade de superar uma visão utilitarista. Isso vai além de ensinar Ciência pela Ciência, como defendeu o mesmo autor:

"Douramento e adoçamento da pílula amarga". Este é um experimento que envolve a "Ciência pela Ciência", utilizando-se de um efeito visual interessante para desenvolver conceitos importantes, porém sem estabelecer vínculos com a formação do estudante para o exercício da cidadania. Pode facilitar a aprendizagem de certos conceitos e só (P4).

Para o autor, a ênfase apenas conceitual como uma provável característica no texto de experimentação analisado parece ser insuficiente, se um dos objetivos da educação em Ciências for favorecer o exercício da cidadania. Compartilhamos dessa preocupação, ou seja, favorecer o exercício da cidadania, e, para perseguir tal meta, também é necessário possibilitar a apropriação do discurso da Ciência, o que ultrapassa a dimensão conceitual. Entretanto, entendemos que o desenvolvimento de uma atividade experimental não precisa “cumprir obrigatoriamente” com este objetivo. O autor resgata ainda uma finalidade das atividades experimentais que precisa ser problematizada, ou seja, a sua utilização para facilitar a aprendizagem de conceitos. Argumentamos a respeito da necessidade de transcender esse entendimento, porque a experimentação precisa ser compreendida como um dos artefatos importantes para a aprendizagem conceitual e não, simplesmente, uma facilitadora. Na contramão, um outro autor questiona a necessidade de “situações do cotidiano” no desenvolvimento de atividades experimentais:

Observa-se uma preocupação do autor em apresentar a química como algo associado ao cotidiano, de uma forma direta e objetiva. A pergunta que se faz é: não seriam os aspectos fundamentais, aparentemente desconectados da realidade imediata do estudante, algo que também devesse ser bem estressado no ensino médio? Será que é só esta “aplicação imediata” a responsável pela formação do cidadão consciente e atuante? Parece-me que a preocupação excessiva do autor em afirmar que a prática sempre deve preceder a teoria, e que o cotidiano deve estar sempre muito próximo de todas as atividades, pode ser uma visão um pouco “simplista” para a formação do “cidadão pensante” (P3).

Esta dimensão valorizada pelo autor parece se contrapor a uma contextualização do ensino, como se fosse desvinculada de conceitos científicos, pois esses conceitos são importantes para a compreensão do contexto problematizado. Entretanto, sabemos que dependendo da abordagem pode ocorrer realmente uma depreciação da dimensão teórico/conceitual da Ciência, não repercutindo positivamente na educação em Ciências, já que aprender Ciências também implica na aprendizagem de suas teorias. Em outro momento, o mesmo autor continua a ressaltar o seu posicionamento em favor do ensino de conceitos: “Somente parte dos experimentos está preocupada com aspectos relevantes do ponto de vista conceitual, o que deveria ser a tônica de todos os trabalhos propostos para o ensino fundamental e médio” (P3). Ao concordarmos com o autor sobre a importância da dimensão teórico/conceitual durante o desenvolvimento das

atividades experimentais, é salutar problematizar a sua ênfase conceitual, tão marcante nos projetos da década de 60 e que apresentavam pouca atenção aos aspectos sociais relacionados à Ciência. No entanto, uma maior aproximação entre os aspectos científicos e sociais tem sido um esforço de atividades, por exemplo, com enfoque CTS –Ciência, Tecnologia e Sociedade- no ensino, sem necessariamente desvalorizar a discussão conceitual da Ciência em sala de aula. Além disso, a perspectiva CTS favorece a compreensão do conhecimento científico como aquele inserido em um contexto social, buscando-se superar o entendimento desse conhecimento como sendo objetivo, neutro e imaculado. Em suma, precisamos compreender a Ciência em uma abordagem ampla que transcenda apenas o uso de conceitos científicos. Incorporar essas características no planejamento de atividades experimentais pode ser uma possibilidade de entender de modo mais coerente a produção do conhecimento científico.

Um dos autores salienta justamente o enfoque CTS como uma das possíveis características em um experimento sugerido: “Trata-se de um experimento ilustrativo de importante processo do sistema produtivo, que articula conceitos relevantes para sua compreensão. Propõe uma forma de ensinar que procura desenvolver conceitos a partir de um trabalho experimental que relaciona Ciência, Tecnologia e Sociedade” (P4). Temos na literatura indícios de como incluir a experimentação em uma abordagem CTS (CODNÍA; ZALTS, 2000). Para isso, é essencial selecionar temas associados com problemas da sociedade e que se vinculem com o conhecimento científico e tecnológico. Assim, as atividades experimentais podem se constituir como um dos momentos dessa abordagem, contribuindo para o desenvolvimento de valores, por exemplo. No entanto, como já salientamos, esse processo de construção de valores por parte dos alunos é lento; compreensão que é compartilhada pelo autor que critica a experimentação como um modo de despertar o interesse imediato a respeito de um problema: “Se uma demonstração que ilustre a natureza ácida dos produtos de decomposição de um único plástico por *aquecimento*, realmente levar ao interesse a respeito dos resíduos tóxicos gerados por plásticos *descartados*, não precisaria mais nada, não é?” (P4). Embora os alunos possam se interessar pelo assunto do experimento, concordamos com o autor que isso não se dá em uma simples relação causa-efeito. Todavia, a leitura parece explicitar uma preocupação importante: a inclusão de conteúdos atitudinais no currículo. Novamente, o enfoque CTS pode

contribuir para o desenvolvimento de atitudes em sala de aula. A produção e difusão do conhecimento científico geralmente estão permeadas de posições conflitantes e que nem sempre estão associadas apenas ao conhecimento da Ciência, mas, sim, a aspectos de dimensão política e ideológica (TRIVELATO, 2000). Essa característica da prática científica parece ser uma justificativa para a inserção de conteúdos relativos a valores e atitudes em atividades de cunho CTS.

Ainda em uma perspectiva que visa a superação de um ensino apenas dos conceitos, apontou-se para outros artigos da QNEsc: “Creio que faltaram dois artigos fundamentais para o propósito do questionário de nossa pesquisa: "À procura de vitamina C em sucos de frutas" e " Experiências Lácteas", que podem inserir-se em projetos mais amplos ligados à Química, ao Sistema produtivo e aos direitos do consumidor” (P4). Ver a experimentação associada a temas, como por exemplo os direitos do consumidor, é uma oportunidade para problematizar a postura referente ao consumo de mercadorias, muitas originárias da indústria química, para além das suas aparências, que às vezes é o único critério de escolha. Isto é, as atividades experimentais podem favorecer a compreensão e discussão da elaboração desses produtos, considerando não apenas aspectos científicos, mas também sociais.

Portanto, na visão dos autores, uma característica que se sobressaiu de modo geral foi a relevância dos conteúdos, não somente para alunos que pretendem seguir carreiras científicas, mas para a formação de qualquer sujeito. Associado a isso está a possibilidade das atividades experimentais abordarem temas relacionados ao contexto dos alunos quanto à problemática ambiental, por exemplo; que precisa ser compreendida como parte de um problema maior e que não é exclusivamente proporcionada pelas atividades químicas. Os autores apontaram ainda o utilitarismo como uma característica que permeia os textos de experimentação, salientando a necessidade de transcendê-la, bem como superar uma perspectiva reducionista em favor só dos conceitos. Os autores que responderam ao questionário não se mostraram consensuais em relação a esta última característica. No entanto, entendemos que uma abordagem conteudista pouco contribui para aprender Ciência em um sentido mais amplo que o conceitual. Desse modo, parece que se pode buscar sustentação para as atividades experimentais no enfoque CTS, uma vez que favorece a superação de uma abordagem puramente conceitual, como também, diferencia-se do denominado ensino

do “cotidiano”. Compreendemos o resgate dessa característica pelos autores, ou seja, a tendência de transcender o conteudismo, devido à própria prática pedagógica dos professores que são os destinatários da revista. A perspectiva conteudista nas aulas de Química não é novidade, por isso parece ser intenção problematizá-la por meio da experimentação.



#### ***4. Para repensar as atividades experimentais***

Neste capítulo sinalizamos para reflexões que podem favorecer a superação do entendimento acerca das atividades experimentais como simples artefato para demonstrar teorias. Para isso, apresentamos uma síntese dos resultados da investigação que demarcam características importantes para a experimentação em sala de aula. E, fundamentados em parte nestes resultados, discutimos características e alternativas para as atividades experimentais, sem a pretensão de apontar para uma metodologia ou de explicitar aspectos originais. Como o processo de problematização dos experimentos na educação em Ciências precisa estar vinculado à formação docente, também indicamos possibilidades de interlocução teórica preponderantes para agregar à prática pedagógica as características realçadas como relevantes nesta dissertação. Para finalizar, destacamos desdobramentos do nosso trabalho e perspectivas para a pesquisa sobre as atividades experimentais.

##### ***4.1. Uma síntese***

Acreditamos que valorizar a observação colorida ou a rapidez nos experimentos, apesar da possibilidade de atrair a atenção do aluno, não necessariamente contribui para sua aprendizagem. Advogamos em favor da problematização das atividades experimentais enquanto artefato capaz de motivar os alunos. Contudo, as atividades experimentais também podem se caracterizar pelos aspectos estéticos, mas é preciso transcendê-los em direção a compreensões mais complexas e aceitas cientificamente a respeito do fenômeno estudado. Entendemos ainda que a preocupação com a motivação precisa superar uma visão reducionista, porque se sentir e manter-se motivado pode estar vinculado com um contexto mais amplo do que o da experimentação. Aspectos como avaliação e problematização, por exemplo, podem estar relacionados com motivação dos alunos. Argumentamos em prol da aprendizagem dos alunos como foco da atenção do professor, pois ao aprenderem mais e melhor talvez os alunos se motivem para continuar aprendendo.

A visão empirista-indutivista de Ciência é assunto recorrente e sempre fértil para o diálogo. Destacamos a idéia de teorização a partir dos experimentos, pois, de acordo

com a epistemologia da ciência contemporânea, a relação entre atividade experimental e teoria é dialética, isto é, uma influencia a outra. Relacionado às contribuições da epistemologia contemporânea também está o entendimento de que precisamos de conhecimentos teóricos, mesmo que implícitos, para explicar por que os fenômenos acontecem. Acreditar na superação da dicotomia entre teoria e prática, em parte, significa valorizar de forma explícita as teorias para interpretar os resultados experimentais e não como enfatizavam os empirista-indutivistas: fazer os experimentos para extrair as teorias. Ainda em relação à observação, realçamos a importância de transcender a idéia de que se trata de um simples meio de obter informações experimentais, visto que esse processo é bastante complexo, pois a observação começa a partir de uma seleção do que observar e do que ignorar.

Também nos contrapomos à idéia de cultivar a imagem do cientista como gênio individual e da experimentação como modo de verificar teorias. Da mesma forma, destacamos a necessidade de problematizar a visão da Química como uma Ciência experimental por definição, pois na origem desse entendimento no ensino está implícita a compreensão de que toda Ciência se constrói a partir de resultados experimentais.

Salientamos ainda a relevância de não tomar a experimentação, enquanto prática científica, como referência para as atividades experimentais em sala de aula. Embora, durante o desenvolvimento de experimentos, os alunos possam aprender aspectos sobre a natureza do conhecimento científico, como por exemplo, o caráter social da Ciência. Outra maneira de contribuir para enriquecer o conhecimento dos alunos acerca da natureza da ciência é apreciar o processo durante as atividades experimentais; enfatizando que não é apenas o resultado o que importa, mas como ele foi obtido, sinalizando, então, para a problematização da existência de um único método científico. Em harmonia com esse entendimento estão os pressupostos que prezam pela relação entre teoria e prática/experimentação.

A análise dos textos também apontou para as atividades experimentais como parte de um contexto dialógico, valorizando o questionamento reconstrutivo, a construção de argumentos e a comunicação destes argumentos. Nessa perspectiva, uma das características sinalizadas foi a presença do questionamento como orientador da experimentação; o que pode contribuir para superar uma visão dogmática de Ciência. Ainda com essa ênfase, os experimentos de caráter investigativo mostram-se como um

modo de desenvolver a autonomia coletiva. Outra maneira de caracterizar o questionamento é as previsões que podem proporcionar a explicitação do conhecimento dos alunos; bem como o questionamento, ao final do experimento, para explicar e justificar os fenômenos. Às vezes, estas questões podem propiciar a percepção das aprendizagens dos alunos, aspecto que consideramos relevante. Já, atividades investigativas decorrentes da experimentação foram salientadas como um modo de possibilitar a construção de novos conhecimentos acerca do assunto estudado na atividade experimental. Essas atividades podem ser mediadas pelo diálogo com interlocutores externos à sala de aula ou através da interlocução teórica. Isso remete para um outro movimento importante que é a construção de argumentos favorecida, também, pelo diálogo oral e pelo trabalho em grupo. Como os argumentos construídos durante as atividades experimentais precisam ser validados, sua comunicação é essencial, como enfatizou a análise dos textos. Enfim, é uma forma de submetê-los à crítica, possibilitando novas aprendizagens.

Outra característica dos discursos que orientam os textos analisados é os “materiais alternativos” como modo de favorecer o desenvolvimento de atividades experimentais. Essa característica se justifica, em parte, pelo próprio discurso dos professores de Ciências que remete para a falta de condições materiais adequadas, ou laboratórios, as causas para a não realização de experimentos. Por esse motivo, entendemos que fomentar o desenvolvimento de atividades experimentais com materiais e reagentes de baixo custo e de fácil aquisição é um aspecto importante na formação docente, do mesmo modo que compreendemos ser relevante problematizar as maneiras de desenvolver experimentos em sala de aula. Ao destacar este fato, não significa estarmos em busca de uma metodologia única de ensino para esse tipo de atividade; porém pode ser uma forma de superar a experimentação como simples demonstração de teorias, que é uma perspectiva predominante na educação em Ciências. Em consonância com o que foi dito, encontra-se a necessidade de transcender o entendimento de que toda a atividade prática é um experimento.

De outra parte, é preciso repensar o entendimento de materiais alternativos como aqueles presentes no “cotidiano” dos alunos e que, por isso, podem representar um caráter ilustrativo ou de motivação na atividade experimental. De forma semelhante, defendemos a importância dos instrumentos científicos, mesmo em experimentos com

materiais alternativos. E, independente dos equipamentos e reagentes utilizados, a análise dos textos apontou para a relevância da atenção à integridade física dos participantes em sala de aula e, também, com os resíduos gerados que preferencialmente precisam ser evitados. Quando estes aspectos forem uma restrição às atividades experimentais, as simulações computacionais podem ser uma alternativa, e o êxito dessa opção está associado com a formação inicial e continuada de professores.

Em relação à tipologia dos conteúdos abordados nas atividades experimentais, sinalizamos para a possibilidade de transcender a dimensão conceitual. Ainda que os conceitos sejam essenciais na aprendizagem das Ciências, seu estudo em experimentos não é excludente com relação a outros tipos de conteúdo. Portanto, argumentamos em favor das aprendizagens factuais, procedimentais e atitudinais. Incentivar a superação da ênfase puramente conceitual pode ser um modo de problematizar o discurso de professores sobre a experimentação como meio de facilitar a aprendizagem conceitual; entendimento que geralmente está arraigado em uma visão empirista de que é preciso “ver para crer”. Por outro lado, apostar na aprendizagem de procedimentos não significa valorizar a aprendizagem de técnicas em detrimento de procedimentos de caráter mais cognitivo. Isto é, os procedimentos necessitam ser importantes para qualquer indivíduo e não apenas para cientistas. Quanto às atitudes, as atividades experimentais também podem abarcar esses conteúdos, desde que o professor compreenda a morosidade das aprendizagens atitudinais. Nessa condição, é pouco provável que somente as atividades experimentais ou a disciplina em si dê conta de favorecer a aprendizagem de atitudes, pois se trata de um compromisso que precisa ser compartilhado por todas as disciplinas do currículo escolar.

Ainda na perspectiva dos conteúdos, eles podem estar associados ao “contexto” dos alunos contribuindo na compreensão de problemas sociais e no desenvolvimento de atitudes e valores, podendo estes processos ser mediados por práticas interdisciplinares. Da análise dos textos foi possível depreender também que a utilização do contexto dos alunos, vinculado aos conteúdos, tem outros significados: ilustrar os fenômenos, aplicar conceitos, contribuir para a aprendizagem de conhecimentos científicos e motivar os alunos. Estes significados não favorecem necessariamente a problematização dos conteúdos a partir de aspectos sociais, econômicos, políticos e culturais; condição que consideramos relevante para o ensino e a aprendizagem.

Essas são as características dos discursos pedagógicos e epistemológicos que orientam os textos de experimentação investigados. No entanto, também foi intenção depreender a maneira como o Outro surge nessas características, para melhor compreendê-las. Assim, um dos pontos a serem destacados é a presença da voz dos destinatários –os professores da educação básica-, às vezes, como modo de reforçar os argumentos dos autores sobre a relevância daquela característica na sugestão de atividade experimental. Este foi o caso dos experimentos com “materiais e reagentes de baixo custo e fácil aquisição” ou simplesmente alternativos. A idéia dos professores de que é necessário um laboratório sofisticado para realizar experimentos parece sustentar a defesa dos autores à experimentação com materiais alternativos. De forma semelhante, acontece com a crença na motivação possibilitada pelas atividades experimentais. A voz dos alunos, de modo geral, insere-se de forma tácita, provavelmente para apoiar os argumentos dos autores em favor dos experimentos propostos que seriam supostamente motivadores. Em relação aos conteúdos problematizamos a ênfase, de forma explícita, na aprendizagem conceitual, ou seja, parece ir ao encontro do discurso da maioria dos professores acerca da importância dos conceitos em detrimento de outros conteúdos, como, por exemplo, os procedimentos e as atitudes. Por outro lado, salientamos a tendência em superar a perspectiva conteudista como um esforço de propostas de atividades experimentais. Interpretamos este aspecto como uma razão para confrontar com o entendimento de professores que compartilham da relevância de uma abordagem conteudista. Sendo assim, às vezes os autores parecem se apoiar na voz do Outro para justificar seus argumentos e também, aparentemente, para valorizarem as diferenças entre o discurso do locutor e do interlocutor a respeito da experimentação, porque o primeiro, a princípio, pretende favorecer uma transformação no entendimento dos professores/interlocutores sobre as atividades experimentais. Em síntese, perceber esses aspectos nos textos se mostrou importante, pois favoreceu possíveis compreensões do porquê da presença de determinadas características no discurso dos autores.

Portanto, entendemos que uma das contribuições desse trabalho para a formação inicial e continuada de professores foi possibilitar que os professores leiam os textos de experimentação de forma a perceberem que neles estão implícitas características para as atividades experimentais; mesmo que isso possa não ter sido um dos objetivos dos autores no momento de sua elaboração. Por outro lado, sinalizar para essas

características não representou uma tentativa de demarcar uma metodologia de ensino única para as atividades experimentais.

#### ***4.2. Experimentação: mais acerca das características relevantes e alternativas.***

A partir das discussões teóricas ao logo do trabalho e, especialmente, através do diálogo com os textos da seção “Experimentação no Ensino de Química” da Revista Química Nova na Escola aprofundamos um conjunto de características que entendemos serem importantes na organização das atividades experimentais. De outra parte, o que destacaremos a seguir não tem a intenção de se mostrar exclusivo da experimentação, e, alguns aspectos já são defendidos na literatura. Porém, as características ressaltadas são uma possibilidade de superar compreensões simplistas, fundamentadas em entendimentos tradicionais de ensino e aprendizagem e em uma visão de Ciência empirista. A discussão desenvolvida também transcende a área de educação em Química, pois tratamos de uma problemática que é compartilhada pelas demais áreas da educação em Ciências –ensino de Física e Biologia.

Assim, destacamos a problematização do conhecimento como um movimento fundamental, se temos como pretensão desenvolver atividades experimentais em um contexto dialógico e que estejam coerentes com as visões de Ciência da epistemologia contemporânea. Essa característica do conhecimento na educação em Ciências é uma necessidade reconhecida pelos teóricos, sendo inclusive realçada nos documentos oficiais (BRASIL, 1998), que também ressaltam a importância da sua presença nos experimentos, direcionando o processo de observação, ou seja, os alunos precisam saber o que e por que estão observando determinado fenômeno.

O professor, ao problematizar, admite que o aluno possui um conhecimento inicial e que este é incompleto por natureza. Em outras palavras, problematizar é um modo de confrontar o conhecimento discente com o conhecimento científico, logo pode possibilitar apreender as prováveis inconsistências internas desses conhecimentos para então questioná-los (DELIZOICOV, 2001). Apostamos ainda que essa problematização precisa estar relacionada, prioritariamente, com o contexto em que os estudantes estão inseridos (MORAES, 2004).

Nesse sentido, problematizar constantemente significa investir na explicitação do conhecimento dos alunos no decorrer da atividade experimental. Existem diferentes formas de acessar esses conhecimentos discentes sobre um assunto, e os resultados de pesquisas na literatura acerca das “concepções alternativas” se constituem em um ponto de partida relevante. No entanto, nada impede de se utilizar instrumentos para alcançar os conhecimentos dos alunos. Acreditamos nas formas indiretas de se chegar até esses, seja por meio de questionários, narrativas ou outros recursos, mas que o processo se dê preferencialmente de forma individual e por escrito. As razões para isso são: possibilitar que o maior número possível de estudantes possa expressar seus conhecimentos, valorizando e reconhecendo a diversidade; e entender a escrita como um artefato cultural que exige mais do sujeito do que a expressão oral. Em uma perspectiva sociocultural, acredita-se que esta exteriorização favoreça a organização do pensamento.

Além do mais, entendemos que os conhecimentos iniciais dos estudantes precisam ser discutidos em sala de aula. Para isso, os alunos podem se organizar em pequenos grupos para desenvolverem uma síntese de suas conclusões sobre o tema da problematização inicial e, posteriormente, as apresentarem para o restante da classe (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Ao fomentar essas práticas estamos favorecendo o trabalho coletivo e, portanto, valorizando a dimensão social da construção do conhecimento. É uma forma de promover interações entre os participantes do processo discursivo; e, sobretudo, acreditar na diversidade de conhecimentos que permeiam a sala de aula e que não se resumem ao conhecimento científico. Pelo contrário, sabemos que o conhecimento de senso comum é frequentemente utilizado pelos alunos para explicar fenômenos.

A importância das relações sociais para o ensino e a aprendizagem pode ser compreendida ao se refletir acerca da função da linguagem. Concordamos com Moraes (2004) que a apropriação de um conhecimento novo se dá por meio da linguagem, porque ela propicia a interação entre os sujeitos. Este sentido raramente tem sido atribuído à linguagem na escola e, por conseguinte, é pouco privilegiado de maneira explícita pelo professor durante a experimentação. Contrariamente, apostamos na linguagem oral e escrita como recursos que precisam atravessar as atividades experimentais. Por detrás disso está um entendimento de interação que não precisa se dar necessariamente face a face. A interação ocorre quando há posicionamento a

respeito do discurso do Outro, seja oral ou escrito; isto é: ler um texto é dialogar com um autor; escrever um texto é, também, dialogar, mesmo sem que se conheça o leitor real. Nossa crença é que ao valorizar a combinação entre diálogo oral, escrita, leitura e os experimentos contribuimos para a apropriação do discurso da Ciência e para uma compreensão mais contemporânea da prática científica. Ou seja, a inserção dessas características nas atividades experimentais pode favorecer o entendimento de que um cientista está envolvido em diferentes atividades com linguagem no processo de construção do conhecimento científico e não, simplesmente, no momento de comunicação dos resultados da investigação (SUTTON, 2003). Conseqüentemente, isso reforça uma imagem da prática científica em que falar, escrever e ler é tão importante quanto manipular equipamentos. Apesar de tratarmos da linguagem e da experimentação de forma aparentemente dicotômica, entendemos que elas andam juntas, isto é, dialogamos para experimentar e dialogamos sobre o que experimentamos. Em síntese, essas características podem facultar a apropriação de uma visão de Ciência como atividade humana e social.

A valorização da dimensão dialógica das atividades experimentais encontra apoio, ainda, nos resultados de pesquisas que ressaltam a importância da linguagem para o processo de aprendizagem. O exercício da escrita, por exemplo, tem sido apontado como favorecedor da aprendizagem da argumentação (SARDÁ; SANMARTÍ, 2000). Nessa perspectiva há um reconhecimento da relevância de investir na aprendizagem da expressão das idéias relativas ao conhecimento estudado, pouco apreciada pelos professores de Ciências. Isso se sustenta, em parte, na crença de que a expressão de um conhecimento contribui para sua aprendizagem. Portanto, na comunicação escrita de um conhecimento científico precisamos considerar as características específicas da linguagem científica no texto como marca da apropriação de um discurso.

Essa produção escrita geralmente é feita para o professor que é caracterizado mais como avaliador do que como um interlocutor. Aparentemente, isso influencia na elaboração do texto, pois o aluno considera nessa escrita as possíveis expectativas docentes. Uma possibilidade de minimizar isso é, por exemplo, criar a imagem de um interlocutor virtual para o qual o relatório -ou outra produção textual solicitada pelo professor- seja supostamente dirigido. A produção textual durante as atividades experimentais está associada, em geral, com a escrita de um relatório que se caracteriza



basicamente por apresentar uma introdução, procedimentos experimentais, resultados e conclusões; o que entendemos não precise ser necessariamente neste formato, podendo ser apenas uma síntese das explicações dos alunos, elaborada de forma individual ou coletiva. Esse texto também pode contribuir para perceber o movimento do discurso dos estudantes.

De outra parte, essa produção escrita dos alunos precisa ser socializada em sala de aula, pois isso é coerente com a visão de que o conhecimento científico é validado por uma comunidade, não somente por um único sujeito desse coletivo. Ao apostar na comunicação dos argumentos pelos alunos, se favorece a validação desses argumentos por todos; e quando houver contestações, pode ser um indício de lacunas no discurso de quem contesta ou é contestado. Além do mais, ao fazer isso ensinamos os alunos a dialogar, a ouvir o Outro, a criticar e aceitar críticas. Essa aprendizagem não tem se mostrado fácil, nem tampouco um processo rápido, portanto parece improvável que apenas por meio da experimentação os alunos aprendam a desenvolver essas ações. No entanto, o professor pode realizar atividades experimentais que estejam em consonância com tais aspectos.

De maneira semelhante à escrita, a leitura é um recurso que pode possibilitar a interação com interlocutores teóricos, isto é, se caracteriza como uma atividade dialógica, pois o aluno-leitor, apesar de não perceber a presença física do autor, ouve a voz do autor. Em suma, esse é um artefato cultural que pode contribuir para a construção de argumentos fundamentados. Ao proporcionar aos alunos atividades que envolvam leitura, escrita e diálogo oral a respeito do assunto estudado, cremos que o professor favorece a apropriação de um discurso sobre experimentação, para além da coleta de dados, o que também propicia uma compreensão acerca da natureza do conhecimento científico coerente com as discussões atuais.

Nesse contexto dialógico, a informática é um dos meios que pode facultar o acesso a informações que auxiliem na interpretação dos resultados experimentais e, conseqüentemente, na construção de argumentos fundamentados teoricamente. Através dos serviços do tipo *www* –world wide web- ou FTP –File Transfer Protocol-, o aluno obtém informações atualizadas, às vezes contrastando com aquelas disponíveis na biblioteca da escola. Os serviços de comunicação, como o correio eletrônico, também podem favorecer a construção de argumentos, ao ser utilizado para estabelecer um

diálogo sobre o assunto estudado com interlocutores externos à sala de aula. O mesmo serviço pode ser usado para compartilhar os resultados experimentais e argumentos entre os diferentes grupos da classe, que por sua vez podem fazer considerações.

O desenvolvimento dessas atividades com auxílio da informática parece coerente com a prática científica, pois a realização de experimentos na Ciência contemporânea está associada à utilização dessa tecnologia e ainda porque, como destacamos, fazer Ciência não se reduz a fazer experimentos. Aliás, o uso do computador para coleta e apresentação dos dados pode contribuir para a discussão em sala de aula, já que o tempo dedicado à manipulação é reduzido. Barton (1998) ressalta que se realmente incorporarmos tais sugestões nas atividades experimentais, tornar-se-á necessário refletir mais sobre a atuação dos professores durante a experimentação; a fim de identificar o melhor aproveitamento do tempo. Lamentavelmente, as escolas públicas são ainda carentes desses recursos e os professores e alunos parecem conhecer pouco as tecnologias de informação e comunicação. Além disso, na *web* é possível encontrar as próprias simulações experimentais (WARDLE, 1998), mas em língua portuguesa a disponibilidade é pequena.

As simulações computacionais se constituem em um recurso importante, principalmente em casos no qual a experimentação põe em risco a integridade física dos alunos e do professor, e os resíduos gerados não forem passíveis de tratamento. Essas considerações remetem para a discussão acerca das condições materiais nas atividades experimentais e que precisam estar vinculadas justamente com estes elementos: o respeito à integridade física e os resíduos gerados.

É praticamente consenso atualmente, pelo menos na literatura, de que não precisamos de um laboratório escolar com características semelhantes a dos laboratórios de pesquisa. O que se tem denominado de materiais alternativos pode ser um recurso para enfrentar as dificuldades infra-estruturais da escola. Porém, mesmo em instituições de ensino com laboratórios bem estruturados, esses materiais são relevantes, pois contribuem também para incentivar o desenvolvimento da criatividade dos participantes. Por outro lado, tanto em laboratórios com vidrarias, reagentes e equipamentos, quanto em ambientes com materiais alternativos, o respeito à integridade física dos alunos e do professor é um critério fundamental para a realização de atividades experimentais, bem como a atenção aos resíduos gerados pelos experimentos.

Este é um comportamento importante, se assumirmos como uma característica das atividades experimentais desenvolver de forma explícita, entre outros tipos de conteúdos, os atitudinais, como por exemplo a responsabilidade –com o “meio ambiente”.

Assim, em relação aos conteúdos que podem ser explorados nas atividades experimentais, como acabamos de indicar, eles não precisam se restringir à dimensão conceitual conseqüentemente podem transcender os aspectos cognitivos. Além disso, compreendemos que a experimentação pode estar associada a um assunto mais amplo do que o conteúdo disciplinar e de preferência com caráter interdisciplinar. Também apostamos que os conteúdos precisam atingir interesse coletivo em sala de aula, pois evidencia coerência com a idéia de partirmos dos conhecimentos iniciais dos alunos (MORAES, 2004).

Outra característica que discutiremos é a experimentação animal, que foi ausência nos textos analisados e interpretada de forma positiva. Apesar de no Brasil não se configurar ao longo dos anos como uma prática assídua nas escolas, recebeu legislação adequada proibindo-as nos estabelecimentos de ensino, com exceção dos cursos técnicos da área biomédica e dos cursos de ensino superior. Este tipo de atividade raramente é/foi desenvolvida na disciplina de Química, sendo mais apreciada por professores de Biologia e Ciências. Geralmente na formação inicial, os professores são convencidos da relevância da experimentação animal e, como é um tema pouco problematizado, parte dos docentes entende que os alunos precisam dessa atividade para se apropriarem do discurso da Ciência, ou ainda como uma possibilidade para captar jovens cientistas, já que essa é uma atividade comum na prática científica.

No entanto, este é um assunto polêmico até entre cientistas quando se trata de bioética. Na área biomédica é freqüente a utilização de animais em testes de fármacos, cosméticos, etc. Alguns atribuem à experimentação animal o progresso em diferentes áreas da Medicina, como por exemplo, a oncologia e as afecções cardiovasculares. A comunidade contra a vivisseção rebate salientando que a experimentação animal pouco contribuiu para a cura de doenças, pois essa atividade tem um caráter limitado, ou seja, se desconhece uma espécie animal com comportamento e reações para uma determinada

substância e que sejam seguramente sobreponíveis à espécie humana<sup>21</sup>. Outra crítica a tais experimentos é que apenas se seda os animais, o que não impede a sensação de dor, principalmente em seres vivos com um sistema nervoso bem desenvolvido. Essa discussão parece suficiente para problematizarmos atividades experimentais semelhantes em sala de aula, pois podem fomentar a apropriação de uma visão da prática científica que é, pelo menos, muito contestada.

Essas são somente algumas críticas à experimentação animal e que se estendem no contexto da atividade científica. Entendemos que a polêmica sobre o assunto já se constitui em um motivo para a exclusão da experimentação animal da sala de aula, além da própria legislação. Parece-nos que não temos argumentos suficientes e válidos que se sobreponham às discussões atuais acerca da ética da vida. Porém, há na literatura propostas de dissecação animal, principalmente como meio de desenvolver conteúdos procedimentais (ORÓ, 1999). Se consideramos fundamental o ensino desses conteúdos, não podemos afirmar com tanta convicção que as aprendizagens construídas através de uma dissecação sejam tão imprescindíveis na escola. Entendemos que a provável importância das dissecações na história da Biologia e da Medicina não justifica a reprodução desse conjunto de ações nas disciplinas de Ciências.

Um recurso alternativo às atividades experimentais com animais é o simulador computacional, já mencionado. A partir das simulações é possível favorecer o diálogo sobre questões relativas à ética da vida. Propor essa discussão, apontada como uma necessidade na própria literatura (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004), pode ainda propiciar o desenvolvimento de conteúdos atitudinais. Talvez isso seja mais importante do que a própria experimentação animal. Além das simulações, podemos optar por uma abordagem histórica dos experimentos com animais na prática científica, criando a oportunidade para discutir a natureza epistemológica da experimentação, sem necessariamente fazer experimentos. São exemplos: estudar como a experimentação animal se caracterizou nas investigações sobre o movimento do sangue no corpo humano; entender quais foram as contribuições dos estudos baseados em dissecações realizadas mais em animais do que em corpos humanos, como foram os experimentos de Galeno (130-200 d.c.); quais as características da experimentação animal nas

---

<sup>21</sup> Os exemplos seguintes podem enriquecer essa argumentação: porcos-da-índia podem comer estricnina e não sofrer nenhum distúrbio, porém para espécie humana é um poderoso veneno; por outro lado, a penicilina que salva humanos é mortal para os porcos-da-índia.

diferentes correntes teóricas para a interpretação do movimento sangüíneo e as conseqüências dessas diferenças para a transformação do discurso da Ciência acerca do fenômeno estudado. Sabe-se que William Harvey (1578-1657), ao contrário de antecessores, fazia experimentos com organismos vivos nas investigações a respeito da circulação sangüínea e isso foi essencial para problematizar os entendimentos anteriores sobre o assunto.

Mais uma vez salientamos que é preciso entender a experimentação como parte de um contexto mais amplo. Por isso, mesmo em uma abordagem histórica sobre a experimentação na Ciência, não é obrigatório ficar centrado no papel dos experimentos na construção do conhecimento científico, pois as atividades experimentais são somente uma parte do discurso da Ciência. Ao problematizar a natureza epistemológica da experimentação, os alunos precisam aprender acerca do trabalho dos cientistas hoje e no passado e, sobretudo, a respeito das modificações na linguagem científica à medida que a Ciência se transforma (SUTTON, 2003). Um exemplo disso pode ocorrer durante o estudo de reações de combustão associado a uma abordagem histórica. Ensinar esse conteúdo com os conhecimentos atuais da Química é tão importante quanto ensinar que nem sempre foi esse o conhecimento utilizado para explicar tais reações, pois isso se confronta com uma visão do conhecimento científico como imutável.

A teoria do flogístico, predominante entre o fim do século XVII e início do século XVIII, sustentava as explicações sobre combustão nesse período. Segundo ela, o flogístico seria um elemento imponderável presente nos corpos combustíveis e liberado durante a queima. Portanto, um corpo que não queimava era desprovido de flogístico. Entretanto, a teoria do flogístico não conseguia explicar, por exemplo, por que alguns metais supostamente “aumentavam sua massa” após uma combustão, se justamente nesse processo era liberado flogístico. Essa contradição na teoria contribuiu para a sua insustentabilidade na comunidade científica da época. Parte dos cientistas até propuseram que o flogístico possuía massa negativa. Essa idéia, que surgiu na década de 1760, foi descartada depois de 1780, com as investigações sobre química dos gases.

A explicação para o suposto “aumento de massa” dos metais está vinculada com o que conhecemos por “Lei de conservação da massa”, proposta por Lavoisier<sup>22</sup>, embora

---

<sup>22</sup> Uma explicação mais coerente com o discurso contemporâneo da Química sobre combustão está associada com a “Teoria do Oxigênio”, com destaque especial para os trabalhos coordenados por Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794). Esse químico francês não foi o precursor nos estudos sobre o oxigênio,

essa não seja uma idéia nova na história da Ciência (MAAR, 1999). Existem discussões polêmicas a respeito dessa lei que não discutiremos. Assim, é possível explicar o que a teoria do flogístico não dava conta, ou seja, por que metais “aumentam sua massa” durante reações de combustão. Por exemplo, na reação em sistema aberto entre o gás oxigênio e “palha de aço”, a balança indicaria inicialmente apenas a massa da “palha de aço”. Porém, após a formação do produto, a balança também indicaria a massa do oxigênio incorporado. Sendo assim, ao ensinarmos sobre reações de combustão em um processo mediado pelas atividades experimentais, ou não, e conseqüentemente acerca da “lei da conservação da massa” precisamos investir no ensino do significado dessa expressão, do ponto de vista da história da Ciência, trazendo para a discussão, portanto, a teoria do flogístico; o que por sua vez favoreceria a contextualização histórica do conhecimento, valorizando as controvérsias e discussões na Ciência.

De acordo com o exposto, entendemos que as atividades experimentais precisam estar inseridas em um contexto dialógico que se caracteriza primeiramente pela problematização do conhecimento do grupo em sala de aula, acompanhada pela construção de argumentos e comunicação destes argumentos. Além disso, são recursos importantes, nesse contexto, o diálogo oral, a escrita, a leitura e a informática, contribuindo para o processo de construção de argumentos fundamentados teórica e empiricamente e validados pelo coletivo. A presença de uma abordagem histórica durante as atividades experimentais também pode contribuir para apreciação da experimentação como apenas uma das partes do discurso da Ciência, valorizando a idéia de que fazer Ciência não se resume a fazer experimentos. Compreendemos que nessa perspectiva a ênfase nas modificações da linguagem científica, à medida que a Ciência se transforma, é um modo de favorecer a superação de uma visão do conhecimento científico como imutável. Essa abordagem histórica, juntamente com as simulações computacionais, é uma alternativa à experimentação animal. As simulações ainda são uma possibilidade para os casos em que as atividades experimentais põem em risco a integridade física dos alunos e do professor, e, em situações em que os resíduos gerados não são passíveis de tratamento. Em relação aos conteúdos desenvolvidos, apostamos

---

pois entre os cientistas mais conhecidos envolvidos em pesquisas nesse assunto estão o sueco Carl Wilhelm Scheele (1703-1766) e o inglês Joseph Priestley (1733-1804) que parecem ter contribuído com o trabalho de Lavoisier. Porém, foi este último quem apresentou as compreensões mais aceitas a respeito do papel do oxigênio nas reações de combustão e criticou de forma contundente a teoria do flogístico.

em um ensino para além dos conceitos, sinalizando para a presença explícita de procedimentos e atitudes.

#### ***4.3. Possibilidades à formação docente***

Como argumentamos em outro momento, a pesquisa em sala de aula é uma das propostas que pode contribuir para transformar o discurso vigente dos docentes de Ciências sobre a experimentação. Outra possibilidade é a discussão pedagógica acerca das atividades experimentais em disciplinas de conteúdo específico nos cursos de Licenciatura em Ciências Naturais. Em ambos os modos, são recursos importantes o diálogo, a leitura e a escrita; por isso, apontamos a seguir aportes para a interlocução teórica nessas alternativas, que também entendemos como relevantes para outras propostas didáticas na formação de professores de Ciências Naturais.

Dessa forma, apontamos, primeiramente, as discussões de cunho epistemológico na formação de professores. Essa é uma maneira de favorecer uma melhor compreensão sobre a natureza do conhecimento científico. Apesar de não existir um consenso entre os epistemólogos a respeito do tema; vem surgindo uma diversidade de propostas para a inclusão desse assunto na formação de professores de Ciências.

Acreditamos que os participantes dos cursos de Licenciatura em Ciências precisam dialogar acerca das diferentes perspectivas epistemológicas, com a intenção de superar uma visão empirista caracterizada amiúde pelo suposto método científico. A necessidade de investir na incursão das discussões epistemológicas, desde a formação inicial, é um apelo das pesquisas (BORGES, 1996), pois a educação em Ciências é co-responsável pela difusão de uma compreensão de como se constrói o conhecimento científico, pouco coerente com a sua história. Vinculado a esta difusão está o entendimento a respeito da experimentação que permeia freqüentemente o discurso do professor em sala de aula sobre o que é Ciência.

Estas justificativas, para a abordagem epistemológica do conhecimento científico na formação de professores, foram discutidas parcialmente no primeiro capítulo, ao apontarmos para as contribuições que problematizam a natureza do conhecimento científico e da experimentação. Nessa direção, apostamos nos pressupostos epistemológicos que valorizam o princípio de que a gênese do conhecimento se dá a

partir das interações não neutras entre sujeito e objeto do conhecimento, superando as idéias empiristas e idealistas que defendem, respectivamente, que a origem do conhecimento está no objeto do conhecimento, e, no sujeito do conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Nesse sentido, sinalizamos para o reconhecimento do aluno como um sujeito influenciado pelo seu meio social que, inclusive, transcende aquele representado pela escola. Nesses diferentes nichos sociais, os alunos se apropriam de discursos diversificados e alguns influenciam diretamente na aprendizagem do conhecimento científico. Ao perceber esse fato, assumimos o aluno como detentor de conhecimentos iniciais, ao começar o estudo sobre determinado assunto. Isto é, o professor está diante de sujeitos não neutros e as relações exercidas por eles com o objeto de conhecimento também não são neutras. Por outro lado, as interações sociais na própria sala de aula se constituem em uma característica importante para a apropriação do discurso da Ciência, pois a aprendizagem possui dimensão social. Isso é coerente com as orientações epistemológicas que discutem de forma explícita o caráter social da construção do conhecimento científico, ou seja, que se contrapõe à visão do desenvolvimento científico como resultado de “descobertas” individuais. Assim, a constituição dos indivíduos em grupos que compartilham um “paradigma” ou um “estilo de pensamento” é uma característica intrínseca do fazer Ciência.

Fomentar a apropriação desses princípios, por parte dos professores, pode favorecer a compreensão do entendimento de que a interação dos alunos e do professor com o conhecimento se fundamenta, pelo menos em parte, nas contribuições que apontam para a construção do conhecimento como produto de interações não neutras entre sujeito e objeto, embora a meta não seja a construção do conhecimento novo. Essas considerações acerca da produção do conhecimento apresentam implicações nas discussões atuais sobre ensino e aprendizagem. O que reforça a necessidade de incluir uma abordagem epistemológica na formação de professores.

A compreensão do caráter social da construção do conhecimento também pode ser propiciada por uma abordagem sociocultural na educação em Ciências nos cursos de formação de professores. Essa perspectiva tem enfatizado o papel da linguagem nas interações sociais, como aquelas que ocorrem em sala de aula.



Uma das preocupações das pesquisas orientadas por essa abordagem é entender a relação entre o contexto social e a apropriação de significados pelos estudantes. O que representa o desvio de um enfoque centrado no indivíduo, como um sujeito isolado, para problematizar a construção de conhecimento de um sujeito coletivo. De modo geral, as contribuições das pesquisas com uma perspectiva sociocultural têm auxiliado a compreender esses aspectos e, conseqüentemente, apontam implicações para a educação em Ciências. Assim, destacamos a necessidade de entender a sala de aula como lugar de interações em que se sobressaem, pelo menos, duas linguagens sociais que são: a científica e a de senso comum. Porém, aprender não significa substituir idéias fundamentadas em um conhecimento de senso comum, por outras, fundamentadas no conhecimento científico, mas é um processo associado com a negociação de novos significados (MORTIMER; SCOTT, 2002). Trazer essa discussão para a formação inicial de professores de Ciências possibilita a problematização dos discursos tradicionais do que é ensinar e aprender, pois a ênfase na interação se confronta com o princípio de que o aprendiz é um sujeito passivo, supostamente, “receptor de conhecimentos verdadeiros” de outros sujeitos representantes de uma cultura científica.

Essas considerações permitem tentar compreender maneiras de favorecer interações que possibilitam a construção de significados nas aulas de Ciências. Provavelmente, o professor não poderá se caracterizar como aquele que “domina a palavra”. Portanto, apontar para alternativas, principalmente na formação inicial, fundamentadas nessas orientações sócio-interacionistas torna-se importante no sentido de romper com as visões tradicionais de ensino e aprendizagem.

Por último, destacamos os próprios artigos da seção “Experimentação no Ensino de Química” da QNEsc, pois, como discutimos no capítulo anterior, eles incentivam a inclusão de características relevantes nas atividades experimentais. Assim, considerando a formação inicial de professores, as sugestões de experimentos da QNEsc podem permear a atividade docente tanto dos professores das disciplinas de conteúdo específico, como das disciplinas pedagógicas. Em primeiro lugar, isso poderia favorecer, principalmente, uma prática de ensino dos professores de Química da Licenciatura, de acordo com as discussões contemporâneas em educação em Ciências. Por outro lado, o contato com o conhecimento divulgado na literatura acerca da experimentação é uma oportunidade para os licenciandos se apropriarem do discurso

sobre a natureza pedagógica das atividades experimentais. Conseqüentemente, isso poderá contribuir para uma fundamentação e análise do futuro exercício da docência e também para a realização de uma leitura crítica das práticas nas quais estão sendo formados (DELIZOICOV, 2000).

Entretanto, independentemente das possibilidades realçadas para transformar o discurso docente acerca das atividades experimentais, isto é, a pesquisa em sala de aula e a discussão pedagógica da experimentação nas disciplinas de conteúdos específico nas Licenciaturas em Ciências, acreditamos que a interlocução dos professores da educação básica ou dos próprios formadores com os textos de periódicos em educação em Ciências é um aspecto importante. Principalmente, se forem artigos como aqueles divulgados na *Química Nova na Escola*, apesar de algumas características dos artigos mostrarem-se um pouco díspares dos resultados de pesquisas na área. Entendemos ainda que se os professores desenvolverem uma prática pedagógica em consonância com as discussões dos periódicos, representará um avanço significativo no discurso vigente sobre a experimentação. Também defendemos que o uso de periódicos, como a *Química Nova na Escola*, o *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, etc., nas Licenciaturas em Ciências e pelos professores da educação básica é um modo de reduzir a hegemonia do livro texto na formação de professores e do livro didático na educação em Ciências. Como argumentamos em outro momento é imperativo que os professores de Ciências tenham acesso a meios alternativos ao livro didático.

Em síntese, os aportes para a interlocução teórica salientados, ou seja, as propostas de experimentação em revistas em *Didática das Ciências*, as contribuições epistemológicas contemporâneas e as discussões sustentadas na abordagem sociocultural, são possibilidades para fundamentar as atividades em disciplinas específicas das Licenciaturas em Ciências Naturais, a pesquisa na prática docente e o desenvolvimento de atividades experimentais.

#### ***4.4. Desdobramentos e perspectivas***

Na fase final de uma investigação geralmente comentamos sobre um recomeço e as possibilidades de pesquisas acerca do assunto estudado. Em parte, isso se mostrará como fruto das inquietações e reflexões ao longo do trabalho e não somente por uma

exigência intrínseca da dissertação. Obviamente algumas sugestões interessam mais pessoalmente do que outras, mas são apontadas como perspectiva para as pesquisas a respeito da natureza pedagógica da experimentação.

Uma das possibilidades de investigação é estudar como ocorre a realização de atividades experimentais em sala de aula com os professores da educação básica que utilizam os experimentos sugeridos na revista *Química Nova na Escola*, ou de outros periódicos comprometidos com a formação de professores; ou ainda, nas próprias instituições de ensino superior, particularmente nos cursos de formação inicial de professores de Ciências. Independentemente do texto de experimentação da QNEsc, é importante investigar quais as características das atividades experimentais que são desenvolvidas no ensino fundamental, médio e superior; mesmo que tenhamos indícios de como as atividades experimentais são realizadas, precisamos saber mais a esse respeito. Também, no ensino superior se poderia investigar o que os alunos do curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Naturais pensam sobre as atividades experimentais desenvolvidas na graduação, pois a literatura parece apontar que esses alunos são mais críticos em relação à aprendizagem por meio dos experimentos, considerando a maneira como geralmente têm sido propostos, isto é, com a finalidade de demonstrar as teorias estudadas previamente. Isso pode contrastar com a visão de experimentação dos estudantes da educação básica, já que estes praticamente não desenvolvem atividades experimentais. O entendimento dos alunos do ensino médio e dos cursos técnicos acerca da experimentação poderia se constituir em um tema de pesquisa. Isto é um ponto relevante, pois essas compreensões dos alunos podem influenciar na maneira como eles aprendem durante a experimentação.

De outra parte, as contribuições da abordagem sociocultural podem auxiliar na compreensão de aspectos pouco explorados pelas pesquisas em educação em Ciências. Um dos possíveis estudos pode ser a respeito das representações dos atores sociais, inclusive do aluno, professor e cientista, nos textos sobre experimentação. A partir dessa perspectiva sociocultural, segundo a qual a linguagem não se resume à expressão oral, mas também considera como linguagem os gestos –linguagem não-verbal- que são socialmente construídos, e os seus significados dependem do contexto da interação, entendemos que é fundamental investir em pesquisas que tratem da inclusão de alunos surdos na escola e, especificamente, nos “laboratórios escolares”, já que estamos

discutindo a experimentação. Temos poucos trabalhos a respeito das atividades experimentais para alunos surdos (SEAL; WYNNE; MACDONALD, 2002); e o que tem se enfatizado é a importância dos intérpretes, que proporcionam a mediação do diálogo dos surdos com os demais sujeitos em sala de aula.

À semelhança desta pesquisa, outras podem investigar o discurso acerca das sugestões de atividades experimentais em periódicos em educação em Ciências e que tenham como principais destinatários os professores da educação básica. Ou ainda, pesquisar a compreensão desses professores sobre os textos dos respectivos periódicos, o que não foi objeto de estudo em nossa pesquisa. Para esses novos trabalhos, uma maneira diferente de analisar os textos pode ser caracterizá-los na íntegra pelas suas semelhanças em relação às características.

Com a inserção da informática na educação, parece que um dos caminhos das pesquisas futuras será estudar a associação dessa ferramenta com as atividades experimentais, obviamente que com critérios pedagógicos, porque há muitos materiais para a informática na educação apenas com fins comerciais. Um dos pontos que pode ser problematizado é a utilização do computador para observar imagens –principalmente aquelas de natureza microscópica e submicroscópica- e fenômenos que poderiam ser observados por meio de outros instrumentos, como por exemplo o microscópio. Ou também, o computador como um meio de favorecer a interação entre os participantes da sala de aula e outros sujeitos externos à escola durante e após os experimentos. Essas possibilidades de investigação não se restringem à escola básica, pois podem permear os cursos de formação de professores, contribuindo para que docentes e discentes possam enriquecer seus conhecimentos sobre a associação da experimentação com os recursos da informática. Desse modo, precisamos entender como desenvolver atividades experimentais com o auxílio de computadores, visto que o instrumento por si só não é garantia de aprendizagem. No entanto, temos como uma hipótese que a inserção desse recurso transforma a ação mediada que ocorreria de outra forma.

Enfim, transformar o discurso vigente acerca da experimentação demanda compreender o que os professores da educação básica em Ciências Naturais e os formadores entendem sobre esse tema e também apontar para implicações na formação inicial e continuada, desafio para todos nós professores e pesquisadores, pois precisamos mudar não somente como pensamos, mas, sobretudo, nossa prática docente.

## ***Referências Bibliográficas***

AMORIM, M. Vozes e silêncio no texto de pesquisa em ciências humanas. **Cadernos de Pesquisa**, n.116, 2002. p.7-19.

ANDRÉ, M. Pesquisa, formação e prática docente. In: \_\_\_\_\_. **O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores**. 2 ed. Campinas: Papirus, 2001. p.27-54.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, 2001. p.15-27.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BAGGOTT, L. Multimedia simulation: a threat to or enhancement of practical work in science education? In: WELLINGTON, J. **Practical Work in school science**: which way now? London: Routledge, 1998. p.252-270.

BAKHTIN, M. **Estética da Criação Verbal**. Trad. Maria Ermantina Galvão G. Pereira. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

\_\_\_\_\_. **Estética da Criação Verbal**. Trad. Paulo Bezerra. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

\_\_\_\_\_. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**: problemas fundamentais do método sociológico da ciência da linguagem. 8 ed. Trad. Michel Laud e Yara Frateschi Vieira. São Paulo: Hucitec, 1997.

\_\_\_\_\_. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**: problemas fundamentais do método sociológico da ciência da linguagem. 11 ed. Trad. Michel Laud e Yara Frateschi Vieira. São Paulo: Hucitec, 2004.

BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 3, 1996. p.365-379.

BARBIERI, C. V. **Atividades experimentais de química**: reconstruindo a argumentação na educação pela pesquisa. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. Faculdade de Química. 2003.

BARTON, R. IT in practical work: assessing and increasing the value-added. In: WELLINGTON, J. **Practical Work in school science**: which way now? London: Routledge, 1998. p.237-251.

BEJARANO, N. R. B.; CARVALHO, A. M. P. A educação química no Brasil: uma visão através das pesquisas e publicações da área. **Educación Química**, v.11, n.1, 2000. p.160-167.

BELTRÁN, N. Editorial. **Química Nova na Escola**, n.4, 1996. p.1.

BORGES, R. M. R. **Em debate**: científicidade e educação em ciências. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências Naturais. Brasília: MEC, 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio**: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

\_\_\_\_\_. **Estatuto da Criança e do adolescente**. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990.

CODNÍA, J; ZALTS, A. Contaminación atmosférica urbana: una experiencia pedagógica CTS. **Educación Química**, v.11, n.3, 2000. p.360-364.

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. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. p.125-150.

\_\_\_\_\_. Formação inicial de professores de Física. **Educação em Foco**, v.5, n.1, 2000. p.73-84.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DEMO, P. **Pesquisa e construção do conhecimento**: metodologia científica no caminho de Habermas. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1996.

\_\_\_\_\_. **Conhecer e aprender**: sabedoria dos limites e desafios. Porto Alegre: Artmed, 2000.

\_\_\_\_\_. **Educar pela pesquisa**. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 1998.

- \_\_\_\_\_. **Pesquisa:** princípio científico e educativo. 5. ed. São Paulo: Cortez, 1997.
- DOMIN, D. S. A Review of Laboratory Instruction Styles. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n.74, 1999. p.543-547.
- DRIVER, *et al.* Construindo conhecimento científico em sala de aula. **Química Nova na Escola**, n.9, 1999. p.31-39.
- FREITAS, M. T. A. Bakhtin e a psicologia. In: FARACO, C. A.; TEZZA, CASTRO, G. **Diálogos com Bakhtin**. 2.ed.. Curitiba: Editora da UFPR, 1999. p.165-187.
- \_\_\_\_\_. A perspectiva sócio-histórica: uma visão humana da construção do conhecimento. In: FREITAS, M. T.; SOUZA, S. J.; KRAMER, S. **Ciências humanas e pesquisa:** leituras de Mikhail Bakhtin. São Paulo: Cortez, 2003. p.26-38.
- \_\_\_\_\_. A abordagem sócio-histórica como orientadora da pesquisa qualitativa. **Cadernos de Pesquisa**, n.116, 2002. p.21-39.
- FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma pedagogia da pergunta**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.
- FREIRE, P. A importância do ato de ler. In: \_\_\_\_\_. **A importância do ato de ler:** em três artigos que se completam. São Paulo: Cortez, 1993. p.11-21.
- GALIAZZI, M.C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química. **Química Nova**, v.27, n.2, 2004. p.326-331.
- GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P.; LINDEMANN, R. La investigación en clase sobre los significados de ser profesor. **Investigación en la Escuela**, v.47, 2002. p.95-104.
- GALIAZZI, M.C. *et al.* Objetivo das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, 2001. p.249-263.
- GALIAZZI, M.C. Seria tempo de repensar as atividades experimentais no ensino de Ciências? **Educação**, ano XXIII, n.40, PUCRS, 2000. p.87-111.
- \_\_\_\_\_. A explicitação do conhecimento no educar pela pesquisa: para além dos conceitos. **Educação**, ano XXVI, n. 47, 2002. p.45-59.
- GIL, D.; VALDÉS, P. La investigación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v.14, n.2, 1996. p.155-163.
- GIL, D. *et al.* Tiene sentido seguir distinguiendo 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.

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.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Química Nova da Escola**, n.10, 1999. p.43-49.

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.

GOUGH, N. 'If this were played upon a stage...': school laboratory work as a theatre of representation. In: WELLINGTON, J. **Practical Work in school science**: which way now? London: Routledge, 1998. p.69-89.

HANSON, N. R. Observação e interpretação. In: MORGENBESSER, S. **Filosofia da Ciência**. São Paulo: Cultrix, 1975. p.127-138.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n.3, 1994. p.299-313.

\_\_\_\_\_. Is this really what scientists do? Seeking a more authentic science in and beyond the school laboratory. In: WELLINGTON, J. **Practical Work in school science**: which way now? London: Routledge, 1998. p.93-108.

INSAUSTI, M. J.; MERINO, M. Una proppuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de Física y Química. **Investigação em Ensino de Ciências**, v.5, n.2, 2000. ([www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm))

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.

JAPIASSU, H. **Francis Bacon** – O profeta da Ciência Moderna. São Paulo: Editora Letras & Letras, 1995.

JIMÉNEZ LISO, M. R.; SÁNCHEZ GUADIX, M. A.; DE MANUEL TORRES, E. Química cotidiana para la alfabetización científica: realidad ou utopia? **Educación Química**, v.13, n.4, 2002. p.259-266.

KNELLER, G. F. **A ciência como atividade humana**. Trad. Antônio José de Souza. Rio de Janeiro: Zahar; São Paulo: Ed. USP, 1980.

LEACH, J. Teaching about the world of science in the laboratory. In: WELLINGTON, J. **Practical Work in school science**: which way now? London: Routledge, 1998. p.52-68.



LEAL. **A articulação do conhecimento químico com a problemática ambiental na formação inicial e continuada de professores.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Educação. Centro de Ciências da Educação. 2002.

LOPES, A. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, v.11, n.3, 1993. p.324-330.

\_\_\_\_\_. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.13, n.3, 1996. p.248-273.

LOPES, J. B. Desarrollar conceptos de física a través del trabajo experimental: evaluación de auxiliares didácticos. **Enseñanza de las Ciencias**, v.20, n.1, 2002. p.115-132.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MALDANER, O. A. A pesquisa como perspectiva na formação continuada do professor. **Química Nova**, v.22, n. 2, 1999. p.289-292.

MAAR, J. H. **Pequena história da Química:** uma história da ciência da matéria. Florianópolis: Papa-Livros, 1999.

MERCER, N. As perspectivas socioculturais e o estudo do discurso em sala de aula. In: COLL, C; EDWARDS, D. **Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula:** aproximações ao estudo do discurso educacional. Trad. Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artmed, 1998. p.13-28.

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.

MONTES, L. D.; ROCKLEY, M. G. Teacher perceptions in the selection of experiments. **Journal of Chemical Education**, v. 79, n.2, 2002. p.244-247.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9 n.2, 2003. p.191-211.

\_\_\_\_\_. Produção em sala de aula com pesquisa: superando limites e construindo possibilidades. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. **Pesquisa em sala de aula:** tendências para a educação em novos tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002. p.203-235.

\_\_\_\_\_. Ninguém se banha duas vezes no mesmo rio: currículos em processo permanente de construção. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. **Educação em Ciências:** produção de currículo e formação de professores. Ijuí: UNIJUÍ, 2004. p.15-41.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002. p.9-23.

MORAES, R.; RAMOS, M. G.; GALIAZZI, M. C. A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em Ciências: alguns pressupostos teóricos. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. **Educação em Ciências: produção de currículo e formação de professores**. Ijuí: UNIJUÍ, 2004. p.85-108.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v.1, n.1, 1996. ([www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm)).

\_\_\_\_\_. Dez anos de Química Nova na Escola: A consolidação de um Projeto da Divisão de Ensino da SBQ. **Química Nova na Escola**, n.20, 2004. p.3-10.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividades discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.3, 2002. ([www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm)).

OLSON, D. R. A escrita e a mente. In: WERTSCH, J.; DEL RIO, P; ALVAREZ, A. Estudos socioculturais da mente. Porto Alegre: Artmed, 1998. p.89-111.

\_\_\_\_\_. **O mundo no papel: as implicações conceituais e cognitivas da leitura e da escrita**. São Paulo: Editora Ática, 1997.

ORLANDI, E. **A linguagem e seu funcionamento: as formas do discurso**. 4. ed Campinas: Pontes, 1996.

ORÓ, I. Conhecimento do Meio Natural. In: ZABALA, A. **Como trabalhar os conteúdos procedimentais**. Trad. Ernani F.da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PARENTE, L. T. S. **Bachelard e a química: no ensino e na pesquisa**. Fortaleza: Ed. da Universidade Federal do Ceará/Stylus Publicações, 1990.

PESSOA, M. A. Q. **Argumentação em sala de aula: leitura e produção textual a partir de textos jornalísticos**. Florianópolis: 2002. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Comunicação e Expressão. 2002

PETITAT, A. **Produção da escola/produção da sociedade: análise sócio-histórica de alguns momentos decisivos da evolução escolar no ocidente**. Porto Alegre: Artmed, 1994.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no Ensino Superior**. São Paulo: Cortez, 2002.

PIMENTEL, G. C. **Química**: uma ciência experimental. Trad. Beradinelli, A. R. São Paulo: EDART, 1969.

PINHO ALVES, J. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.17, n.2, 2000a. p.174-188.

\_\_\_\_\_. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Educação. Centro de Ciências da Educação. 2000b.

POZO, J. I. Aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento de capacidades no ensino médio. In: COLL, C *et al.* **Psicologia da aprendizagem no ensino médio**. Trad. Cristina M. Oliveira. Porto Alegre: Artmed, 2003. p.43-66.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciências: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**, v.8, n.2, 2002. p.253-262.

RAMOS, M. G. Os significados da pesquisa na ação docente e a qualidade no ensino. **Educação**, ano XXIII, n.40, 2000. p. 39-56.

\_\_\_\_\_. Educar pela pesquisa é educar para a argumentação. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. **Pesquisa em Sala de Aula**: tendências para Educação em Novos Tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002. p. 25-49.

REIGOSA CASTRO, C. E.; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v.18, n.2, 2000. p.275-284.

SANTOS, L. L. C. P. Dilemas e perspectivas na relação entre ensino e pesquisa. In: ANDRÉ, M. **O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores**. 2 ed. Campinas: Papirus, 2001. p.11-25.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**, v.2, n.2, 2000. p.133-162.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.. A dimensão social do ensino de Química-um estudo exploratório da visão de professores. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2. Valinhos. **Atas...**Porto Alegre: ABRAPEC, 1999. 1CD-ROM

SARDÁ JORGE, A.; SANMARTÍ PUIG, N. Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v.18, n.3, 2000. p.405-422.

SEAL; WYNNE; MCDONALD. Deaf students, teachers and interprets in the Chemistry lab. **Journal of Chemical Education**, v.79, n.2, 2002. p.239-242.

SÉRE, M. La enseñanza en el laboratorio. Que podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia. **Enseñanza de las Ciencias**, v.20, n.3, 2002. p.357-368.

SHILAND, T.W. Constructivism: the implications for laboratory work. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n.1, 1999. p.107-108.

SCHNETZLER, R. P. Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas. **Química Nova**, v.25, suplemento 1, 2002. p.14-24.

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, 2000. p.120-153.

SILVEIRA, F. L. A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.13, n.3, 1996a. p.197-218.

\_\_\_\_\_. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.13, n.3, 1996b. p.219-230.

SUTTON, C. Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. **Enseñanza de las Ciencias**, v.21, n.1, 2003. p.21-25.

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.

TRIVELATO, S. L. F. O ensino de ciências e as preocupações com as relações CTS. **Educação em Foco**, v.5, n.1, 2000. p.43-54.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F.da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

WARDLE, J. Virtual science: a practical alternative. In: WELLINGTON, J. **Practical Work in school science: which way now?** London: Routledge, 1998. p.271-281.

WELLINGTON, J. Practical Work in science: time for reappraisal. In: \_\_\_\_\_. **Practical Work in school science: which way now?** London: Routledge, 1998. p.3-15.

WELLS, G. Da adivinhação à previsão: discurso progressivo no ensino e na aprendizagem em ciências. In: COLL, C.; EDWARDS, D. **Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao estudo do discurso educacional**. Trad. Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artmed, 1998. p.107-142.

WERTSCH, J. A necessidade da ação na pesquisa sociocultural. In: WERTSCH, J.; DEL RIO, P; ALVAREZ, A. **Estudos socioculturais da mente**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p.56-71.

\_\_\_\_\_. A voz da racionalidade em uma abordagem sociocultural da mente. In: MOLL, L. C. **Vygotsky e a educação**: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica. Trad. Fani A. Tessler. Porto Alegre: Artmed, 1996. p.107-121.

WERTSCH, J.; DEL RIO, P; ALVAREZ, A. Estudos socioculturais: história, ação e mediação. In:\_\_\_\_\_. **Estudos socioculturais da mente**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p.11-38.

## ANEXOS

## ANEXO 1 - QUESTIONÁRIOS

**Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC**  
**Centro de Ciências Físicas e Matemáticas – CFM**  
**Centro de Ciências da Educação – CED**  
**Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica – PPGECT**

### Questionário

Este questionário visa obter informações qualitativas para uma pesquisa desenvolvida no âmbito de um curso de mestrado em Educação Científica e Tecnológica<sup>23</sup> que tem como objetivo contribuir para repensar as características metodológicas da experimentação no ensino de química e para problematizar esse tema na formação inicial e continuada de professores. Para tanto estaremos analisando as atividades experimentais divulgadas na seção “Experimentação no Ensino de Química” da revista Química Nova na Escola (referentes ao nº 01 a 18). Está garantido o anonimato dos sujeitos que responderem o questionário que deve ser posteriormente enviado via correio eletrônico para [fpgoncalves@ced.ufsc.br](mailto:fpgoncalves@ced.ufsc.br)

**Nome:**

**Instituição:**

**Graduação:**

Instituição:

Ano de conclusão:

**Mestrado:**

Instituição:

Ano de conclusão:

**Doutorado:**

Instituição:

Ano de conclusão:

**Tempo de docência:**

**Tempo de experiência com formação de professores:**

1- Leia os textos abaixo e escreva sua interpretação sobre os possíveis entendimentos de ensino, aprendizagem e natureza da ciência expresso em cada um deles.

### TEXTO 1

“Este artigo relata a montagem e utilização de um experimento simples, para demonstrar vários fenômenos relacionados com o experimento “chafariz de amônia”, que foi adaptado para ser realizado com material de baixo custo. O procedimento descrito, por um lado, pode ser realizado em escolas onde não há laboratório e, por outro, ativa a imaginação do aluno ao mostrar que é possível realizar “trabalho de laboratório” sem laboratório. O experimento pode ser realizado em uma aula de, pelo

---

<sup>23</sup> Mestrando: Fábio Peres Gonçalves

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Marques

menos, 50 minutos, incluindo as possíveis discussões, embora períodos maiores sejam desejáveis. Os materiais utilizados são bastante simples, alguns são “sucatas”, outros são de baixíssimo custo e facilmente encontrados no comércio”.

**Resposta:**

### TEXTO 2

“Este experimento aborda a utilidade geral dos plásticos, suas propriedades, sua viabilidade econômica, o problema com o seu descarte e a sua reutilização (reciclagem). O emprego de uma propriedade física do polímero, no caso, a densidade, para identificar e separar os diferentes materiais de plásticos, aproxima o tema polímeros do cotidiano dos alunos, despertando um grande interesse pela ciência e sua aplicação”.

**Resposta:**

### TEXTO 3

“O desenvolvimento dessa experiência constitui um importante instrumento no ensino médio e fundamental, uma vez que estabelece espaço para a experimentação, pré-requisito fundamental e ponto de partida do concreto para o abstrato, do prático para o teórico, trazendo para a vida do aluno uma experiência prática sobre um material que faz parte do seu cotidiano: os plásticos”.

**Resposta:**

### TEXTO 4

“O experimento descrito é facilmente executado em sala de aula ou laboratório e, utilizando materiais de fácil acesso, permite o aluno entrar em contato com vários conceitos envolvidos, desde a extração de compostos de plantas com o auxílio de solventes até a cromatografia de extrato obtido. Conceito como solubilidade, polaridade, coeficiente de partição, adsorção e fator de retenção ( $R_1$ ) podem ser abordados durante o experimento, que também proporciona ao aluno o conhecimento de uma poderosa técnica de análise empregada cotidianamente em laboratório de pesquisa e em algumas indústrias como a farmacêutica”.

**Resposta:**

### TEXTO 5

“As tintas de canetas esferográficas de mesma cor mas de diferentes marcas diferem quanto a sua constituição? Em que diferem das hidrográficas? Este experimento propõe encontrar respostas a essas perguntas por meio de cromatografia em papel”.

**Resposta:**



## TEXTO 6

“Este trabalho trata de uma demonstração experimental que ilustra a natureza ácida dos produtos de decomposição de um filme de PVC. Sendo assim, o trabalho desperta o interesse a respeito dos resíduos plásticos descartados, bem como dos produtos tóxicos gerados no ambiente”.

**Resposta:**

2- Gostaria de escrever algo mais sobre o tema do questionário?

**Resposta:**

*Obrigado!*

## Professor 1 (P1)

1- Leia os textos abaixo e escreva sua interpretação sobre os possíveis entendimentos de ensino, aprendizagem e natureza da ciência expresso em cada um deles.

### TEXTO 1

*“Este artigo relata a montagem e utilização de um experimento simples, para demonstrar vários fenômenos relacionados com o experimento “chafariz de amônia”, que foi adaptado para ser realizado com material de baixo custo. O procedimento descrito, por um lado, pode ser realizado em escolas onde não há laboratório e, por outro, ativa a imaginação do aluno ao mostrar que é possível realizar “trabalho de laboratório” sem laboratório. O experimento pode ser realizado em uma aula de, pelo menos, 50 minutos, incluindo as possíveis discussões, embora períodos maiores sejam desejáveis. Os materiais utilizados são bastante simples, alguns são “sucatas”, outros são de baixíssimo custo e facilmente encontrados no comércio”.*

Resposta:

A primeira é óbvia vantagem deste experimento é que ensino de química sem fenômenos é, na minha opinião, pura enganção. A química é a ciência que estuda as substâncias, e suas propriedades, os materiais e as transformações onde substâncias se transformam em outras, as reações químicas. Anexo modelo desenvolvido por mim (pode usar a vontade) que ressalta a importância fundamental da experimentação no ensino de química, mostrando que os três componentes experimentação, observação e explicação devem estar presentes no ensino de química. O que acontece, infelizmente, na maioria das escolas que apenas o componente explicação é contemplado.

Assim a natureza da natureza da ciência está contemplado ressaltando que a química é uma ciência experimental. O estudante tem a oportunidade de fazer observações de fenômenos, interpretar e construir hipóteses. Além disto o número de conceitos implícitos neste experimente são muitos. Reações químicas, equações, balanceamento. Solubilidade de substâncias, natureza dos gases, das soluções. Conceito de ácido e base – uso de indicadores. E assim por diante. Para professores a mensagem mais importante, além da necessidade de ter os aspectos fenomenológicos no ensino de química, é que os matérias e as substâncias são facilmente adquiridos. Para professores e alunos, além disto tudo, tem a importante contextualização no ensino de química, pois as substâncias usadas são comuns no dia a dia do ser humano. Por exemplo o fato de que bicarbonato de amônio é vendido em padarias, pois é usado na preparação de biscoitos. Mostra que a química não é dissociada da vida do dia-a-dia do homem.

### TEXTO 2

*“Este experimento aborda a utilidade geral dos plásticos, suas propriedades, sua viabilidade econômica, o problema com o seu descarte e a sua reutilização (reciclagem). O emprego de uma propriedade física do polímero, no caso, a densidade, para identificar e separar os diferentes materiais de plásticos, aproxima o tema*

*polímeros do cotidiano dos alunos, despertando um grande interesse pela ciência e sua aplicação”.*

Resposta:

Novamente a contextualização vem a tona. O plástico faz parte de nosso dia-a-dia. Mas mesmo assim, parece meio misterioso para o estudante e o cidadão de modo geral. Como são feitos os plásticos. A oportunidade de fabricar eles mesmos um plástico é muito interessante. Mostra claramente para o estudante que a química é útil, produzindo muitos materiais usados no nosso dia-a-dia).

### TEXTO 3

*“O desenvolvimento dessa experiência constitui um importante instrumento no ensino médio e fundamental, uma vez que estabelece espaço para a experimentação, pré-requisito fundamental e ponto de partida do concreto para o abstrato, do prático para o teórico, trazendo para a vida do aluno uma experiência prática sobre um material que faz parte do seu cotidiano: os plásticos”.*

Resposta:

Acho que o meu triângulo responde esta pergunta e também a resposta ao texto anterior.

### TEXTO 4

*“O experimento descrito é facilmente executado em sala de aula ou laboratório e, utilizando materiais de fácil acesso, permite o aluno entrar em contato com vários conceitos envolvidos, desde a extração de compostos de plantas com o auxílio de solventes até a cromatografia de extrato obtido. Conceito como solubilidade, polaridade, coeficiente de partição, adsorção e fator de retenção ( $R_1$ ) podem ser abordados durante o experimento, que também proporciona ao aluno o conhecimento de uma poderosa técnica de análise empregada cotidianamente em laboratório de pesquisa e em algumas indústrias como a farmacêutica”.*

Resposta:

Veja só que interessante!. Assuntos como polaridade de moléculas – eletro negatividade, geometria molecular, são ensinados para os nossos alunos de maneira abstrata ,sem nenhuma ligação com a dia das pessoas , e portanto útil apenas para passar no vestibular. Idem para soluções, solubilidade. Já com este experimento todas estas idéias são usadas para explicar fenômenos reais – a separação dos componentes da mistura de corantes. Além disto, este experimento mostra técnica de separação relativamente sofisticada, de uso comum do químico pesquisador e profissional, mas mesmo assim se encaixa muito bem num dos primeiros assuntos ensinados no nosso ensino de química – fracionamento de misturas.

## TEXTO 5

*“As tintas de canetas esferográficas de mesma cor mas de diferentes marcas diferem quanto a sua constituição? Em que diferem das hidrográficas? Este experimento propõe encontrar respostas a essas perguntas por meio de cromatografia em papel”.*

Resposta:

Aqui pode ser introduzido muito bem o assunto de construção de hipóteses. Aspectos de como trabalha o cientista. Como são construídas as teorias. Por que cores? Por que cores diferentes. Por que alguns “correm” mais rápido que outros etc. Este experimento sem dúvida fornece ampla oportunidade para este tipo de abordagem.

## TEXTO 6

*“Este trabalho trata de uma demonstração experimental que ilustra a natureza ácida dos produtos de decomposição de um filme de PVC. Sendo assim, o trabalho desperta o interesse a respeito dos resíduos plásticos descartados, bem como dos produtos tóxicos gerados no ambiente”.*

Resposta:

O PVC é sempre presente no dia-a-dia do estudante, assim como é o caso de plásticos de modo geral. Este experimento é de grande utilidade pois traz a tona o fato de que novas soluções trazem novos problemas. Hoje a poluição causada por plástico é extremamente relevante, sendo o descarte não adequado de garrafas PET responsável por grandes enchentes de natureza catastrófica. A interdisciplinaridade neste experimento é outro aspecto muito importante. Em suma, trata-se de ensino de química relevante não apenas para futuros químicos mas para o cidadão de modo geral. Hoje Reciclagem é assunto obrigatório para a formação do cidadão consciente. Isto traz a lembrança da questão fundamental continuamente posta por Áttico Chassot. Para quem é útil o ensino de química e O que ensinar, Por que ensinar, para quem ensinar. Na minha opinião pessoal no Brasil cometemos dois graves equívocos no ensino de química tradicional (o vigente no país). Ensinamos química no ensino médio como se (a) todos os nossos estudantes fossem entrar na universidade, o que obviamente não é verdade e, pior ainda (b) Ensinamos química como se todos os nossos estudantes fossem ser químicos. Precisamos diminuir os currículos de química, e concentrar nosso esforços na química importante para todos, não apenas para químicos e futuros químicos. Os experimentos mostrados na seção Experimentação no ensino de química da revista Q.Nova na Escola, contribuem , a meu ver, admiravelmente nesta missão de tornar o ensino de química relevante para todos.

2- Gostaria de escrever algo mais sobre o tema do questionário?

Resposta:

Fiquei com muita dúvida de como responder a este questionário. Os textos completos não são facilmente disponíveis (as minhas revistas quase sempre perco, emprestando para alunos etc) e assim a análise fica um pouco prejudicada. Acredito que você vai ter alguma dificuldade na análise das respostas das pessoas que preencheram o questionário. Mas esta é a natureza deste tipo de pesquisa. O meu doutorado... A análise dos dados qualitativos não foi brincadeira.

Estou à sua disposição para qualquer coisa adicional em que eu puder ser útil. Ampliar as respostas, e assim por diante.

Além disto, fora os meus artigos na Q.Nova na Escola tenho muitos roteiros de práticas com material alternativo e baixo custo e fácil aquisição. Se você estiver interessado neste tipo de material me dê um toque que lhe envio. Um abraço e boa sorte no seu mestrado.

*Obrigado!*

### **Professor 2 (P2)**

1- Leia os textos abaixo e escreva sua interpretação sobre os possíveis entendimentos de ensino, aprendizagem e natureza da ciência expresso em cada um deles.

#### TEXTO 1

*“Este artigo relata a montagem e utilização de um experimento simples, para demonstrar vários fenômenos relacionados com o experimento “chafariz de amônia”, que foi adaptado para ser realizado com material de baixo custo. O procedimento descrito, por um lado, pode ser realizado em escolas onde não há laboratório e, por outro, ativa a imaginação do aluno ao mostrar que é possível realizar “trabalho de laboratório” sem laboratório. O experimento pode ser realizado em uma aula de, pelo menos, 50 minutos, incluindo as possíveis discussões, embora períodos maiores sejam desejáveis. Os materiais utilizados são bastante simples, alguns são “sucatas”, outros são de baixíssimo custo e facilmente encontrados no comércio”.*

Resposta:

Há uma tendência de se elaborar experimentos simples para que possam ser utilizados em escolas que não apresentem infra-estrutura “adequada”. Por outro lado, muitos professores ainda vêem equivocadamente os experimentos como uma forma de demonstrar as teorias estudadas. Há que se ter clareza também que são diferentes os objetivos de experimentos didáticos e experimentos científicos. Além disso, pode-se passar a idéia de que ciência pode ser feita com sucata.

#### TEXTO 2

*“Este experimento aborda a utilidade geral dos plásticos, suas propriedades, sua viabilidade econômica, o problema com o seu descarte e a sua reutilização (reciclagem). O emprego de uma propriedade física do polímero, no caso, a densidade, para identificar e separar os diferentes materiais de plásticos, aproxima o tema polímeros do cotidiano dos alunos, despertando um grande interesse pela ciência e sua aplicação”.*

Resposta:

A simples utilização de situações contextualizadas não desperta interesse nos alunos, embora facilite que isso aconteça. Outro problema na afirmação é a comum confusão entre contexto e cotidiano.

### TEXTO 3

*“O desenvolvimento dessa experiência constitui um importante instrumento no ensino médio e fundamental, uma vez que estabelece espaço para a experimentação, pré-requisito fundamental e ponto de partida do concreto para o abstrato, do prático para o teórico, trazendo para a vida do aluno uma experiência prática sobre um material que faz parte do seu cotidiano: os plásticos”.*

Resposta:

Os alunos já possuem experiência concreta com plásticos. O texto parece supervalorizar a experimentação como se a mesma fosse garantia de aprendizagem e de transposição do abstrato para o concreto e vice-versa.

### TEXTO 4

*“O experimento descrito é facilmente executado em sala de aula ou laboratório e, utilizando materiais de fácil acesso, permite o aluno entrar em contato com vários conceitos envolvidos, desde a extração de compostos de plantas com o auxílio de solventes até a cromatografia de extrato obtido. Conceito como solubilidade, polaridade, coeficiente de partição, adsorção e fator de retenção ( $R_1$ ) podem ser abordados durante o experimento, que também proporciona ao aluno o conhecimento de uma poderosa técnica de análise empregada cotidianamente em laboratório de pesquisa e em algumas indústrias como a farmacêutica”.*

Resposta:

O aluno não entra em contato com conceitos. Estes são abstratos. Ele pode ter contato com propriedades e fenômenos que serão descritos por conceitos.

### TEXTO 5

*“As tintas de canetas esferográficas de mesma cor mas de diferentes marcas diferem quanto a sua constituição? Em que diferem das hidrográficas? Este experimento propõe encontrar respostas a essas perguntas por meio de cromatografia em papel”.*

Resposta:

O experimento não leva à respostas de questões colocadas. As observações dos resultados obtidos é que podem ser utilizados como ponto de partida para a elaboração de teorias e modelos que fornecerão as respostas desejadas

## TEXTO 6

*“Este trabalho trata de uma demonstração experimental que ilustra a natureza ácida dos produtos de decomposição de um filme de PVC. Sendo assim, o trabalho desperta o interesse a respeito dos resíduos plásticos descartados, bem como dos produtos tóxicos gerados no ambiente”.*

Resposta:

Novamente, coloca-se a observação de fenômenos com garantia de aprendizagem e de aumento de interesse sobre o tema em estudo, o que não é verdade.

2- Gostaria de escrever algo mais sobre o tema do questionário?

Resposta:

*Obrigado!*

### **Professor 3 (P3)**

1- Leia os textos abaixo e escreva sua interpretação sobre os possíveis entendimentos de ensino, aprendizagem e natureza da ciência expresso em cada um deles.

## TEXTO 1

*“Este artigo relata a montagem e utilização de um experimento simples, para demonstrar vários fenômenos relacionados com o experimento “chafariz de amônia”, que foi adaptado para ser realizado com material de baixo custo. O procedimento descrito, por um lado, pode ser realizado em escolas onde não há laboratório e, por outro, ativa a imaginação do aluno ao mostrar que é possível realizar “trabalho de laboratório” sem laboratório. O experimento pode ser realizado em uma aula de, pelo menos, 50 minutos, incluindo as possíveis discussões, embora períodos maiores sejam desejáveis. Os materiais utilizados são bastante simples, alguns são “sucatas”, outros são de baixíssimo custo e facilmente encontrados no comércio”.*

Resposta:

Extraído do contexto, nem sempre um texto permite uma análise de seu conteúdo, no que concerne o ensino–aprendizagem e a natureza da ciência da sociedade “ocidental”. No caso do texto pode-se verificar que para se ensinar-aprender uma ciência experimental, muitas vezes não é necessária uma instrumentação e ambiente “sofisticado”. O chafariz de amônia, como se apresenta no trabalho pode ser realizado em qualquer ambiente com o mínimo de ventilação e com materiais simples. Embora não esteja explícito pelo texto, percebe-se a preocupação dos autores em apresentar vários aspectos de um determinado fenômeno e também um exemplo de método, pelo qual a ciência é obtém, organiza e elabora suas informações. Do ponto de vista do ensino e aprendizagem o texto, então, procura evidenciar aspectos fundamentais de um determinado conteúdo, a desmistificação do necessário uso de aparelhagem e ambiente

adequados para se fazer a experimentação e a exploração de um dos possíveis “métodos científicos”. Também fica claro que a simples coleta de dados não basta para se estudar um fenômeno ou se fazer ciência. É preciso uma reflexão sobre as informações obtidas na experimentação, de preferência em um grupo com afinidades (objetivos, conhecimento, necessidades etc).

## TEXTO 2

*“Este experimento aborda a utilidade geral dos plásticos, suas propriedades, sua viabilidade econômica, o problema com o seu descarte e a sua reutilização (reciclagem). O emprego de uma propriedade física do polímero, no caso, a densidade, para identificar e separar os diferentes materiais de plásticos, aproxima o tema polímeros do cotidiano dos alunos, despertando um grande interesse pela ciência e sua aplicação”.*

Resposta:

Considerando-se somente o texto, observam-se preocupações dos autores, não só com as propriedades de polímeros, como também com sua utilidade e os problemas ambientais advindos da sua utilização. É evidente que os aspectos de ensino e aprendizagem, em parte da proposta dos autores, têm características básicas de apresentação de informações, como no caso das propriedades, viabilidade econômica e seu descarte. Como natureza investigativa, fica somente o uso da densidade como uma propriedade a ser explorada pela experimentação.

Também há uma preocupação dos autores em mostrar que a ciência deve ser capaz de propor soluções para muitos tipos de problemas, inclusive aqueles gerados pelo seu conhecimento e aplicação, o que deve, realmente, ser estressado no ensino.

## TEXTO 3

*“O desenvolvimento dessa experiência constitui um importante instrumento no ensino médio e fundamental, uma vez que estabelece espaço para a experimentação, pré-requisito fundamental e ponto de partida do concreto para o abstrato, do prático para o teórico, trazendo para a vida do aluno uma experiência prática sobre um material que faz parte do seu cotidiano: os plásticos”.*

Resposta:

O autor do texto expressa sua convicção plena de que o ensino de ciências, no caso a química, sempre deve ser feita no sentido prática-teoria. Nem sempre isto é verdadeiro, mesmo porque muitos fenômenos, não passíveis de observação sem uma instrumentação adequada, podem ser muito importantes. Nestes casos, só podemos optar por oferecer os “dados prontos”. É claro que, à parte o exagero dos autores, é sempre mais agradável e fácil partir-se da experimentação e da observação dos fatos e fenômenos, para se explorar o aspecto submicroscópico da interpretação química do mesmo, e a conexão entre estes dois níveis permeada pela linguagem específica. Observa-se uma preocupação do autor em apresentar a química como algo associado ao cotidiano, de uma forma direta e objetiva. A pergunta que se faz é: não seriam os



aspectos fundamentais, aparentemente desconectados da realidade imediata do estudante, algo que também devesse ser bem estressado no ensino médio? Será que é só esta “aplicação imediata” a responsável pela formação do cidadão consciente e atuante? Parece-me que a preocupação excessiva do autor em afirmar que a prática sempre deve preceder a teoria, e que o cotidiano deve estar sempre muito próximo de todas as atividades, pode ser uma visão um pouco “simplista” para a formação do “cidadão pensante”.

#### TEXTO 4

*“O experimento descrito é facilmente executado em sala de aula ou laboratório e, utilizando materiais de fácil acesso, permite o aluno entrar em contato com vários conceitos envolvidos, desde a extração de compostos de plantas com o auxílio de solventes até a cromatografia de extrato obtido. Conceito como solubilidade, polaridade, coeficiente de partição, adsorção e fator de retenção ( $R_f$ ) podem ser abordados durante o experimento, que também proporciona ao aluno o conhecimento de uma poderosa técnica de análise empregada cotidianamente em laboratório de pesquisa e em algumas indústrias como a farmacêutica”.*

Resposta:

Aqui há duas preocupações centrais do autor: o ensino de alguns conceitos ligados à técnica cromatográfica e a apresentação da mesma, a técnica, como ferramenta para o desenvolvimento. Não dá para se saber qual é a ordem de prioridade do autor. Do ponto de vista do conteúdo, espera-se que o autor tenha se preocupado com as diversas conexões entre os diversos conceitos abordados e não com seu conhecimento específico e isolado. Resultados de  $R_f$  não têm nenhum significado, sem sua devida associação com fenômenos como solubilidade, adsorção, estrutura molecular etc. Quanto às aplicações na indústria, também não fica claro se o autor apresenta exemplos concretos de como a cromatografia foi utilizada. É possível, apenas pelo texto apresentado, que o autor não tenha sugerido o experimento na forma de pesquisa ou redescoberta, o que seria o mais adequado, já que muitos conceitos estão envolvidos.

#### TEXTO 5

*“As tintas de canetas esferográficas de mesma cor mas de diferentes marcas diferem quanto a sua constituição? Em que diferem das hidrográficas? Este experimento propõe encontrar respostas a essas perguntas por meio de cromatografia em papel”.*

Resposta:

Parece que a preocupação central do experimento é a apresentação de uma técnica experimental sem o necessário conteúdo a ela associado, como é o caso do texto anterior. Trata-se de um experimento que, aparentemente, foca aspectos qualitativos, onde a principal preocupação é a verificação experimental de que um determinado pigmento pode ser constituído por um ou mais componentes. É um experimento que pode ser oferecido em qualquer nível do ensino, dependendo do enfoque do professor. Neste caso não há qualquer preocupação do autor com a técnica em si, com seus

parâmetros experimentais e com possíveis conteúdos específicos. Com certeza o experimento não utiliza as metodologias mais recentes e desejáveis ao ensino experimental, privilegia a execução de tarefas e a simples observação de fatos, sem a devida discussão de aspectos relevantes. Com certeza deve faltar profundidade na exploração do experimento.

## TEXTO 6

*“Este trabalho trata de uma demonstração experimental que ilustra a natureza ácida dos produtos de decomposição de um filme de PVC. Sendo assim, o trabalho desperta o interesse a respeito dos resíduos plásticos descartados, bem como dos produtos tóxicos gerados no ambiente”.*

Resposta:

Trata-se de um experimento que ilustra vários conteúdos como: ação de indicadores, decomposição térmica, natureza de ligações, composição polimérica e reações químicas. É um instrumento de ensino com fortes instrumentos conteudísticos, se bem aplicado, e com certo interesse ecológico. Fica claro, pelo texto apresentado, que o autor está mais interessado na questão ambiental do que na questão de conceitos tão importantes como os citados anteriormente. Não se tem uma idéia de como o autor faz isto, porém seria desejável que os alunos pudessem descobrir, a partir do experimento estes aspectos relativos à poluição.

2- Gostaria de escrever algo mais sobre o tema do questionário?

Resposta:

Todas as respostas foram dadas levando-se em conta somente os textos apresentados, embora eu, particularmente, conheça todos os textos na íntegra. Como se trata de resumos apresentados na revista, e a mesma tem suas limitações técnicas, às vezes, fica difícil para os autores condensarem os objetivos da atividade. Muitas vezes optam por fazer uma “propaganda” que possa atrair, antes que esclarecer, a atenção do leitor.

Todos os textos têm preocupações qualitativas ou fenomenológicas. Em um ou outro há a possibilidade de exploração de aspectos quantitativos, o que é muito difícil no ensino fundamental e médio.

Os textos escolhidos para polímeros e plásticos estão bastante direcionados para a questão ambiental e preocupados em evidenciar aspectos negativos do desenvolvimento, especialmente as contribuições que a química deu, dá e dará ao desenvolvimento da sociedade.

Todos os textos têm um apelo para a instrumentação simples e barata e pela não necessidade de uso de um laboratório específico. Somente parte dos experimentos está preocupada com aspectos relevantes do ponto de vista conceitual, o que deveria ser a tônica de todos os trabalhos propostos para o ensino fundamental e médio.

*Obrigado!*

#### **Professor 4 (P4)**

1- Leia os textos abaixo e escreva sua interpretação sobre os possíveis entendimentos de ensino, aprendizagem e natureza da ciência expresso em cada um deles.

##### TEXTO 1

*“Este artigo relata a montagem e utilização de um experimento simples, para demonstrar vários fenômenos relacionados com o experimento “chafariz de amônia”, que foi adaptado para ser realizado com material de baixo custo. O procedimento descrito, por um lado, pode ser realizado em escolas onde não há laboratório e, por outro, ativa a imaginação do aluno ao mostrar que é possível realizar “trabalho de laboratório” sem laboratório. O experimento pode ser realizado em uma aula de, pelo menos, 50 minutos, incluindo as possíveis discussões, embora períodos maiores sejam desejáveis. Os materiais utilizados são bastante simples, alguns são “sucatas”, outros são de baixíssimo custo e facilmente encontrados no comércio”.*

Resposta:

"Douramento e adoçamento da pílula amarga", Este é um experimento que envolve a "Ciência pela Ciência", utilizando-se de um efeito visual interessante para desenvolver conceitos importantes, porém sem estabelecer vínculos com a formação do estudante para o exercício da cidadania. Pode facilitar a aprendizagem de certos conceitos e só.

##### TEXTO 2

*“Este experimento aborda a utilidade geral dos plásticos, suas propriedades, sua viabilidade econômica, o problema com o seu descarte e a sua reutilização (reciclagem). O emprego de uma propriedade física do polímero, no caso, a densidade, para identificar e separar os diferentes materiais de plásticos, aproxima o tema polímeros do cotidiano dos alunos, despertando um grande interesse pela ciência e sua aplicação”.*

Resposta:

Retrata uma visão utilitária da Ciência. Isso não é nenhum demérito, pois pelo menos o aluno vê algum sentido naquilo que está aprendendo. Trata-se de um experimento investigativo, que pode desencadear outros trabalhos relacionados aos plásticos.

##### TEXTO 3

*“O desenvolvimento dessa experiência constitui um importante instrumento no ensino médio e fundamental, uma vez que estabelece espaço para a experimentação, pré-requisito fundamental e ponto de partida do concreto para o abstrato, do prático para o teórico, trazendo para a vida do aluno uma experiência prática sobre um material que faz parte do seu cotidiano: os plásticos”.*

Resposta:

Vejo aqui uma visão em certo ponto equivocada do que seja o concreto e o abstrato. Quem é ponto de partida de quem é muito discutível - na maioria das vezes o "concreto" constroi-se a partir do "abstrato", que justamente é o que lhe dá significado. Será que o que se está considerando abstrato são apenas os modelos estruturais? Além do mais não considero a experimentação de laboratório como pré-requisito "fundamental" para a transição do concreto para o abstrato ou vice-versa. A experimentação não tem sentido como pré-requisito para que quer que seja, mas sim como meio de articulação de vários "nós" que constituem a extensa rede, interligada, do conhecimento humano. Note que a noção de pré-requisito está ligada a uma visão de conhecimento como cadeia de *sucessivas* relações de causa-efeito, quando todos sabemos e sentimos que ao resolver qualquer problema, articulamos de forma *simultânea* e complementar todos os dados e informações de que dispomos.

#### TEXTO 4

*“O experimento descrito é facilmente executado em sala de aula ou laboratório e, utilizando materiais de fácil acesso, permite o aluno entrar em contato com vários conceitos envolvidos, desde a extração de compostos de plantas com o auxílio de solventes até a cromatografia de extrato obtido. Conceito como solubilidade, polaridade, coeficiente de partição, adsorção e fator de retenção ( $R_f$ ) podem ser abordados durante o experimento, que também proporciona ao aluno o conhecimento de uma poderosa técnica de análise empregada cotidianamente em laboratório de pesquisa e em algumas indústrias como a farmacêutica”.*

Resposta:

Trata-se de um experimento ilustrativo de importante processo do sistema produtivo, que articula conceitos relevantes para sua compreensão. Propõe uma forma de ensinar que procura desenvolver conceitos a partir de um trabalho experimental que relaciona Ciência, Tecnologia e Sociedade.

#### TEXTO 5

*“As tintas de canetas esferográficas de mesma cor mas de diferentes marcas diferem quanto a sua constituição? Em que diferem das hidrográficas? Este experimento propõe encontrar respostas a essas perguntas por meio de cromatografia em papel”.*

Resposta:

Experimento ilustrativo e investigativo, que busca respostas a problemas levantados a partir de situações e materiais do dia-a-dia, por meio de uma técnica usual de análise química. Trata-se de uma visão utilitária da Ciência, mas que pode dar algum sentido e motivação ao estudo de misturas e substâncias, saindo dos temas tradicionalmente abordados nos livros. Este artigo é apenas parte de um conjunto de

artigos sobre cromatografia , pois foi um numero temático de QNESC e portanto foi escrito nesse contexto.

## TEXTO 6

*“Este trabalho trata de uma demonstração experimental que ilustra a natureza ácida dos produtos de decomposição de um filme de PVC. Sendo assim, o trabalho desperta o interesse a respeito dos resíduos plásticos descartados, bem como dos produtos tóxicos gerados no ambiente”.*

Resposta:

Trata-se de um experimento apenas ilustrativo, mas que pode contribuir para que os alunos adquiram argumentos para debater sobre um tema tão atual que é a reciclagem de plásticos, apontando vantagens e desvantagens. Entretanto, o que é afirmado na frase é uma relação de causa-efeito discutível. Se uma demonstração que ilustre a natureza ácida dos produtos de decomposição de um único plástico por *aquecimento*, realmente levar ao interesse a respeito dos resíduos tóxicos gerados por plásticos *descartados*, não precisaria mais nada, não é?

2- Gostaria de escrever algo mais sobre o tema do questionário?

Resposta:

Creio que faltaram dois artigos fundamentais para o propósito do questionário: "À procura de vitamina C em sucos de frutas" e " Experiências Lácteas", que podem inserir-se em projetos mais amplos ligados à Química, ao Sistema produtivo e aos direitos do consumidor.

Um alerta: os trechos "pinçados" dos artigos selecionados, em geral da parte introdutória, podem não refletir completamente o contexto em que o experimento está proposto e possa ser realizado e, muito menos, servir para detectar possíveis visões de ensino e da ciência. Sem o conhecimento dos artigos na íntegra, inclusive com as proposições de questões e atividades subsequentes, pode-se chegar a conclusões equivocadas.

Assim, minhas respostas estão baseadas no conhecimento integral dos artigos não apenas nos textos extraídos.

*Obrigado!*

## ANEXO 2

### Referências bibliográficas da Revista Química Nova na Escola.

BITTENCOURT FILHA, A. M. B.; COSTA, V. G.; BIZZO, H. R. Avaliação da qualidade de detergentes a partir do volume de espuma formado. **Química Nova na Escola**, n.9, 1999. p.43-45.

BRAATHEN, P. C. Desfazendo o mito da combustão da vela para medir o teor de oxigênio do ar. **Química Nova na Escola**, n.12, 2000. p.43-45.

CARDOSO, A. A.; FRANCO, A. Algumas reações do enxofre de importância ambiental. **Química Nova na Escola**, n.15, 2002. p.39-41.

CAZZARO, F. Um experimento envolvendo estequiometria. **Química Nova na Escola**, n.10, 1999. p.53-54.

CELEGHINI, R. M. S.; FERREIRA, L. H. Preparação de uma coluna cromatográfica com areia e mármore e seu uso na separação de pigmentos. **Química Nova na Escola**, n.7, 1998. p.39-41.

DAZZANI, M., *et al.* Explorando a Química na determinação do teor de álcool na gasolina. **Química Nova na Escola**, n.17, 2003. p.42-44.

FERREIRA, V. F. Aprendendo sobre os conceitos de ácido e base. **Química Nova na Escola**, n.4, 1996. p.35-36.

FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. A importância da propriedade física dos polímeros na reciclagem. **Química Nova na Escola**, n.18, 2003. p.42-45.

GEPEQ. Extrato de repolho roxo como indicador universal de pH. **Química Nova na Escola**, n.1, 1995. p.32-33.

GONÇALVES, J. M.; ANTUNES, K. C. L.; ANTUNES, A. Determinação qualitativa de íons cálcio e ferro em leite enriquecido. **Química Nova na Escola**, n.14, 2001. p.43-45.

HIOKA, *et al.* Pilhas modificadas empregadas no acendimento de lâmpadas. **Química Nova na Escola**, n.8, 1998. p.36-39.

HIOKA, *et al.* Pilhas de Cu/Mg construídas com materiais de fácil obtenção. **Química Nova na Escola**, n.11, 2000. p.40-44.

LIMA, V. A. Demonstração do efeito tampão de comprimidos efervescentes com extrato de repolho roxo. **Química Nova na Escola**, n.1, 1995. p.33-34.

MAIA, A. S.; OLIVEIRA, W.; OSÓRIO, V. K. L. Da água turva à água clara: o papel do coagulante. **Química Nova na Escola**, n.18, 2003. p.49-51.

MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. M. Polímeros superabsorventes e as fraldas descartáveis: um material alternativo para o ensino de polímeros. **Química Nova na Escola**, n.15, 2002. p.42-44.

MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. M. Decomposição térmica do PVC e detecção do HCl utilizando um indicador ácido-base natural. **Química Nova na Escola**, n.14, 2001. p.40-42.

MÓL, G. S.; BARBOSA, A. B.; SILVA, R. R. Água dura em sabão mole... **Química Nova na Escola**, n.2, 1995. p.32-33.

OLIVEIRA, A. R. M.; SIMONELLI, F.; MARQUES, F. A. Cromatografando com giz e espinafre: um experimento de fácil reprodução nas escolas de ensino médio. **Química Nova na Escola**, n.7, 1998. p.37-38.

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.

SILVA, A. M et al. Plásticos: molde você mesmo! **Química Nova na Escola**, n.13, 2001. p.47-48.

SILVA, J. L.; STRADIOTTO, N. R. Soprando na água de cal. **Química Nova na Escola**, n.10, 1999. p.51-53.

SILVA, S. L. A.; FERREIRA, G. A. L.; SILVA, R. R. À procura da vitamina C. **Química Nova na Escola**, n.2, 1995. p.31-32.

SIMONI, J.A.; TUBINO, M. Determinação do raio atômico de alguns metais. **Química Nova na Escola**, n.9, 1999. p.41-43.

SIMONI, J. A.; TUBINO, M. Chafariz de Amônia com materiais do dia-a-dia: uma causa inicial...quantos efeitos? **Química Nova na Escola**, n.16, 2002. p.45-49.

TEÓFILO, R. F.; BRAATHEN, P. C.; RUBINGER, M. M. M. Reação relógio iodeto/iodo com material alternativo e de baixo custo. **Química Nova na Escola**, n.16, 2002. p.41-44.

