



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

SORAIA FREAZA LÔBO

**A LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UFBA:
EPISTEMOLOGIA, CURRÍCULO E PRÁTICA DOCENTE**

Salvador
2004

SORAIA FREAZA LÔBO

**A LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UFBA:
EPISTEMOLOGIA, CURRÍCULO E PRÁTICA DOCENTE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Educação.

Orientadores: Prof. Dr. Robinson Tenório
Prof. Luis Felipe P. Serpa (*in memoriam*)

Salvador
2004

Biblioteca Anísio Teixeira – Faculdade de Educação - UFBA

L799 Lobo, Soraia Freaza.

A licenciatura em química da UFBA : epistemologia, currículo e prática docente / Soraia Freaza Lobo. – 2004. 268 f.

Tese (doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Educação, 2004.

Orientadores: Prof. Dr. Robinson Tenório e Prof. Luis Felipe P. Serpa (in memorian).

1. Professores de química – Formação – Universidade Federal da Bahia. 2. Professores de ciências – Formação. 3. Epistemologia. 4. Currículo. I. Tenório, Robinson. II. Serpa, Luis Felipe P. III. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação. IV. Título.

CDD 370.71

A
Minha mãe, Maria, por seu infinito amor.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas e amigos do Instituto de Química, pela convivência e momentos de constante aprendizado.

Aos amigos do Grupo de Ensino de Química, do Instituto de Química da UFBA: Edílson Moradillo, Maria da Conceição Oki, Néelson Bejarano, José Luís Sousa, Maria Bernadete Cunha, Abraão Félix, Adelaide Viveiros e Petronílio Cedraz, pelas oportunidades de reflexão sobre o ensino e a formação do professor de Química que contribuíram, de forma decisiva, para a realização deste trabalho.

Ao professor Robinson Tenório, pela confiança, atitude solidária e apoio na orientação deste trabalho, em um momento de muita fragilidade.

Ao Pita, companheiro e amigo, pela revisão do texto, apoio e paciência nos momentos mais difíceis.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação da UFBA, pelo apoio financeiro para a participação em encontros e eventos nacionais, oportunizando a troca de experiências e, conseqüentemente, o enriquecimento deste trabalho.

Aos colegas e professores da Faculdade de Educação da UFBA, pelos prazerosos e instigantes momentos de discussão e troca de experiências, de fundamental importância para a definição dos rumos tomados nesta pesquisa.

Aos membros da Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química que, através de suas obras e dos vários encontros nacionais, me fizeram encontrar caminhos novos e consolidar aqueles já traçados.

Ao Programa de Mestrado em Ensino, História e Filosofia da Ciência, um convênio entre a UFBA e a UEFS, pela oportunidade de desfrutar de ricos momentos de reflexão sobre a história e filosofia da ciência e da sua importância para o ensino de Química.

Ao professor Olival Freire Júnior, do Instituto de Física da UFBA, pelo incentivo e constante disponibilidade para o diálogo em torno das questões históricas e filosóficas da ciência.

Às colegas e amigas Maria Luíza Corrêa, Nadia Mamede, Soraia Brandão, Maria da Conceição Oki e Zênis Rocha, pelo estímulo, auxílio e paciência nos momentos de dificuldade.

À Antonio Luiz Machado (Bandeira), pela amizade e colaboração no levantamento dos dados referentes às modificações curriculares do curso de Química.

Aos professores e alunos participantes desta pesquisa, pela atenção e tempo dedicados às entrevistas, depoimentos, respostas ao questionário e conversas informais, fornecendo elementos fundamentais, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

À Lavínia Sobreira de Magalhães, pela gentileza de traduzir o Resumo deste trabalho.

A todos os autores e autoras lidos que me mostraram novos olhares, permitindo uma maior compreensão da realidade estudada.

Agradecimento especial

Ao querido mestre, orientador e amigo Luiz Felipe Perret Serpa, que tinha a sabedoria de orientar, (des)orientando; a humildade de ensinar, aprendendo; a capacidade de ouvir atento o outro, respeitando as diferenças; a esperança sempre presente de uma educação melhor para todos; a gentileza nas relações com os colegas; a capacidade de se emocionar e de emocionar a todos; a lucidez no trato das questões cotidianas; o entusiasmo com um conhecimento novo e a certeza que dias melhores viriam.

Agradeço ao mestre Felipe por tudo isso e, sobretudo, pelos inesquecíveis momentos de prazer intelectual que ficarão, eternamente, na minha lembrança e de todos aqueles que tiveram o privilégio de com ele conviver.

É para ele que fiz este pequeno poema:

TESE EM CONSTRUÇÃO

Quisera poder estar aqui, agora
Com aquele olhar maroto, tal qual menino procurando arte
Dialogando, desconstruindo, instigando
Saborosamente ensinando
Que pontos são relevantes?
Que falas são realmente potentes?
Espera aí, mestre. Acho que agora estou captando
E a metodologia? É importante.....
Certamente.
Mas, pense um instante. Construa. Ela é toda sua.
Construção, ação, emoção.
E os autores. O que dizem?
Construa o novo. Criação. Produção.
E assim se deu.
Me guiando pela mão, me deixando só.
Em processo de elaboração.
Me fortaleci, me constitui.
Autora, mais madura.
E o mestre? Se foi, sem ir, estando aqui.

Soraia Freaza Lôbo

Uma verdadeira viagem de
descoberta não é procurar
novas terras, mas ter um olhar
novo.

Marcel Proust

RESUMO

Este trabalho trata da formação inicial do professor de Química, dentro de uma perspectiva em que as questões epistemológicas, pedagógicas e suas relações com o currículo da licenciatura, constituíram o eixo de sustentação das reflexões e análises realizadas. Partiu-se do pressuposto que as concepções epistemológicas e pedagógicas dos professores de ciências tem uma influência marcante sobre suas práticas docentes e decisões curriculares, de modo que propostas de reformulação curricular devem levar em conta a explicitação das crenças, concepções e visões de mundo dos sujeitos envolvidos no processo de formação. Foram levantadas as concepções epistemológicas e pedagógicas de professores e alunos do curso de licenciatura em Química da UFBA, com o objetivo de explicitá-las, estabelecer relações entre elas e o currículo instituído e encontrar elementos para a superação de obstáculos resultantes de concepções inadequadas. Os dados foram obtidos utilizando-se metodologia qualitativa e os resultados apresentados, através de perfis de concepções, com base nas noções de perfil epistemológico de Bachelard e perfil conceitual de Mortimer. Estes resultados mostraram correlações entre as concepções dos professores, suas práticas docentes e as concepções dos alunos, algumas delas consideradas obstáculos para a formação docente em Química, na contemporaneidade. Apesar disso, concluiu-se que é possível criar “nichos” curriculares que possibilitem uma formação profissional mais autônoma, mais reflexiva e focada na prática profissional, a partir do aprofundamento do debate epistemológico e das relações entre epistemologia, currículo e a formação do professor de Química, como forma de superação do modelo da racionalidade técnica, ainda predominante nesta área.

Palavras Chave: Epistemologia; Currículo; Formação docente em Química

ABSTRACT

This paper deals with the initial qualification of the Chemistry teacher within the perspective of the epistemological and pedagogical issues and their relationships with the curriculum for the Bachelor's Degree in Chemistry with Teacher's Certification. These issues formed the axis for supporting the considerations and analysis that were performed. The assumption is that the science teacher's epistemological and pedagogic conceptions have an outstanding influence on their teaching practices and curricular decisions. Thus, the proposals for the school curriculum reformulation ought to take into consideration the explanation of the beliefs, conceptions and world vision of the subjects involved in the qualification process. The professors and students' epistemological and pedagogic concepts of the Bachelor's Degree in Chemistry with Teacher's Certification at the Federal University of Bahia (UFBA) were surveyed. The aim was to explain them and to establish relationships between them and the curriculum in force, to find elements to overcome the obstacles originating from inadequate conceptions. The data were collected using a qualitative methodology and the results were presented by conception profiles, based on the ideas of Bachelard's epistemological profile and on Mortimer's conceptual profile. These results showed the correlation between the teachers' conceptions, their teaching practice and the students' conception, whereas some of them were considered obstacles for the contemporaneous teaching background in chemistry. However, the conclusion reached is that it is possible to create curricular "niches" that enable a more autonomous professional qualification. A more reflexive one that focuses on the professional practice, by deepening into the epistemological debate and on the relationships between epistemology, curriculum and the Chemistry teacher qualification, as a way of overcoming the technical rationality model that still prevails in this field.

Key words: epistemology; curriculum; Bachelor's Degree in Chemistry with Teacher's Certification.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Cargas horárias para integralização curricular dos cursos de Química.	43
Tabela 2- Cargas horárias das disciplinas pedagógicas em relação à carga horária total do curso de licenciatura	44
Tabela 3 - Comparação entre o número e a área dos laboratórios de graduação e pesquisa, para cada Departamento.	48
Tabela 4 - Perfil dos alunos entrevistados	132
Tabela 5 - Disciplinas específicas de Química observadas	137
Tabela 6 - Temas e Eixos Temáticos para cada dimensão da pesquisa	143
Tabela 7- Frequências de ocorrência de cada tema/Eixo Temático	148
Tabela 8 -Temas e Conceitos Gerais (dimensão epistemológica)	149
Tabela 9 - Conceitos Gerais sobre ciência (alunos)	150
Tabela 10 - Conceitos Gerais sobre ciência Química (alunos)	151
Tabela 11- Conceitos Gerais sobre o conhecimento científico (alunos)	152
Tabela 12 - Frequências das concepções sobre ciência (alunos)	154
Tabela 13 - Frequências das concepções sobre ciência Química (alunos)	155
Tabela 14 - Frequências das concepções sobre conhecimento científico (alunos)	156
Tabela 15 - Temas e Conceitos Gerais	168
Tabela 16 - Conceitos Gerais sobre ciência (prof.)	169
Tabela 17- Conceitos Gerais sobre a ciência Química (prof.)	170

Tabela 18 - Conceitos Gerais sobre conhecimento científico (prof.)	171
Tabela 19 - Frequências das concepções sobre ciência (prof.)	173
Tabela 20 - Frequências das concepções sobre a ciência Química (prof.)	174
Tabela 21- Frequências das concepções sobre conhecimento científico (prof.)	175
Tabela 22 - Frequências de ocorrência para cada tema	191
Tabela 23 - Temas e Conceitos Gerais para a dimensão pedagógica	192
Tabela 24 - Conceitos Gerais sobre o trabalho experimental (alunos)	193
Tabela 25 - Conceitos Gerais sobre ensino/ensino de Química (alunos)	194
Tabela 26 - Conceitos Gerais sobre professor/ação docente (alunos)	195
Tabela 27- Conceitos Gerais sobre professor de Química/ação docente em Química (alunos)	196
Tabela 28 - Conceitos Gerais sobre aprendizagem (alunos)	197
Tabela 29 - Conceitos Gerais sobre o cientista (alunos)	198
Tabela 30 - Frequências de concepções sobre trabalho experimental (alunos)	199
Tabela 31- Frequências de concepções sobre ensino/ensino de Química (alunos)	200
Tabela 32 - Frequências de concepções sobre professor/ação docente (alunos)	201
Tabela 33 - Frequências de concepções sobre professor de Química/ação docente em Química (alunos)	202
Tabela 34 - Frequências de concepções sobre aprendizagem (alunos)	203

Tabela 35- Frequências de concepções sobre a Imagem do Cientista (alunos)	204
Tabela 36- Temas e Conceitos Gerais (dimensão pedagógica)	205
Tabela 37- Conceitos Gerais sobre Trabalho Experimental (prof.)	206
Tabela 38- Conceitos Gerais sobre Ensino/ensino de Química (prof.)	207
Tabela 39- Conceitos Gerais sobre Professor/ação docente (prof.)	208
Tabela 40- Conceitos Gerais sobre Professor de Química/ação docente em Química (prof.)	209
Tabela 41- Conceitos Gerais sobre Aprendizagem (prof.)	210
Tabela 42- Conceitos Gerais sobre o cientista (prof.)	211
Tabela 43- Frequências de concepções sobre Trabalho Experimental (prof.)	213
Tabela 44- Frequências de concepções sobre Ensino/ensino de Química (prof.)	214
Tabela 45- Frequências de concepções sobre Ensino/ensino de Química (prof.)	215
Tabela 46- Frequências de concepções sobre professor de Química/ação docente em Química (prof.)	216
Tabela 47- Frequências das concepções sobre Aprendizagem (prof.)	217

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Aluno
ANFOP	Associação Nacional de Formadores de Professores
ANPED	Associação Nacional de Pesquisadores em Educação
CBA	Chemical Bond Approach
CECIBA	Centro de Ciências da Bahia
CFE	Conselho Federal de Educação
CG	Conceitos Gerais
CLT	Confederação das Leis Trabalhistas
CNE	Conselho Nacional de Educação
CTS	Ciência, Tecnologia, Sociedade
ENEQ	Encontro Nacional de Ensino de Química
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências
IQ	Instituto de Química
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MM	Massa molar
NOS	Nature of Science
NSF	National Science Foundation
PADCT	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PQ	Professor de Química
PROGRAD	Pró- Reitoria de Graduação
PROLICEN	Programa de Revitalização das Licenciaturas
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
UFBA	Universidade Federal da Bahia
US	Unidade de Significado
v	Velocidade de difusão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 O CONTEXTO DA PESQUISA	25
2.1 O PROCESSO DE REFORMA CURRICULAR DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO DA UFBA: PRINCÍPIOS NORTEADORES	25
2.2 O CURRÍCULO INSTITUÍDO: CRENÇAS E CONCEPÇÕES SUBJACENTES	34
2.3 A REFORMA CURRICULAR DA LICENCIATURA EM QUÍMICA: TENSÃO INSTITUÍDO-INSTITUTE	50
3 CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS E O ENSINO DE CIÊNCIAS	64
3.1 ALGUMAS PESQUISAS SOBRE CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS	64
3.2 CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS, CURRÍCULO E ENSINO DE CIÊNCIAS	72
3.3 CONCEPÇÃO EMPIRISTA-INDUTIVISTA E SUAS IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO E A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS	78
4 EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA, O ENSINO E A FORMAÇÃO DO PROFESSOR	86
4.1 CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DE UM NOVO REAL NAS CIÊNCIAS FÍSICAS	86
4.2 O ENSINO DE QUÍMICA E A FORMAÇÃO DO EDUCADOR QUÍMICO, SOB O OLHAR BACHELARDIANO	105
5 PERCURSO METODOLÓGICO	123
5.1 O PARADIGMA INTERPRETATIVO DE PESQUISA	124
5.2 ABORDAGEM QUALITATIVA DE PESQUISA	126
5.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	131
5.3.1 Entrevistas semi-estruturadas	131

5.3.2 Observação participante	136
5.3.3 Questionário	139
5.3.4 Depoimentos	140
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	143
6.1 DIMENSÃO EPISTEMOLÓGICA	144
6.1.1 Concepções dos alunos	145
6.1.2 Concepções dos professores	167
6.2 DIMENSÃO PEDAGÓGICA	190
6.2.1 Concepções dos alunos	191
6.2.2 Concepções dos professores	204
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	251
REFERÊNCIAS	258
ANEXOS	268

1- INTRODUÇÃO

Esta pesquisa constituiu uma oportunidade de sistematização e apresentação de reflexões e análises resultantes do meu percurso como professora do Instituto de Química, há vinte e dois anos. Durante este período, acontecimentos e situações vivenciadas, nas diversas áreas acadêmicas, criaram as oportunidades para a busca de uma nova perspectiva de formação dos profissionais da Química, em especial, do licenciado em Química.

As preocupações com o baixo desempenho dos alunos e com os altos índices de repetência e evasão no curso; a ausência de discussões pedagógicas dentro do Instituto básico de formação; a falta de interlocução entre professores do mesmo Departamento e entre os demais Departamentos responsáveis pela formação do licenciado; os vários processos de reformulação curricular; o descompasso entre o vertiginoso crescimento da pesquisa e da pós-graduação frente às dificuldades e carências dos cursos de graduação, foram alguns aspectos que mostraram a necessidade de um aprofundamento das reflexões em torno da formação do licenciado, para uma intervenção mais direta sobre o curso. Ao mesmo tempo, as oportunidades de coordenar o Colegiado dos Cursos de Graduação em Química, no período de 1992 a 1993, a participação em projetos de extensão, como o “Programa de Revitalização das Licenciaturas da UFBA”, PROLICEN, em 1995; “Química, Energia e Ambiente”, em 1999, e “Ensino Médio de Química: pesquisa em sala de aula”, em 2000, além de eventos científicos na área de Química e ensino de Química, mostraram a necessidade e urgência de iniciativas que resultassem em melhorias para a formação do licenciado.

A formação de professores tem sido um tema recorrente nos eventos e encontros nacionais sobre o ensino de ciências. Esta preocupação está vinculada à tão propalada crise no

ensino de ciências, nas últimas décadas. Até a década de 1970, esta crise era, de modo geral, atribuída à inexistência de metodologias de ensino adequadas, de modo que várias orientações pedagógicas foram elaboradas com o objetivo de propor modelos de aprendizagem que pudessem suprir as deficiências na educação científica. Assim é que os projetos curriculares da National Science Foundation (NSF), norte-americanos, implementados a partir da década de 60, entre os quais os projetos CBA e o CHEM STUDY, para a área de Química, e outros propostos por organismos internacionais, enfatizavam as inovações metodológicas para a melhoria do ensino de ciências, através do envolvimento do aluno com o método científico.

Nas décadas seguintes, as propostas educacionais foram influenciadas por fatores sociais que demandavam a formação de cidadãos mais críticos, de forma a enfrentar os problemas impostos à sociedade, como resultado do acelerado desenvolvimento econômico. De acordo com Krasilchik (1987, p.17), entre 1970 e 1980, a crise energética e as agressões ao meio ambiente, resultantes do processo de desenvolvimento econômico, deslocaram o eixo das propostas educacionais para a necessidade de preparar cidadãos capazes de fazer a leitura crítica da realidade. Neste contexto, o ensino de ciências era considerado uma ferramenta fundamental para a compreensão do mundo.

Dentro dos debates educacionais na área do ensino de ciências, surge um movimento que visava utilizar a educação científica para compreender as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Este movimento, de acordo com os autores Santos e Schnetzler (1997, p.17), originou-se do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade moderna e se justificou pela mudança de concepção sobre a natureza da ciência e do seu papel na sociedade. Projetos para o ensino médio de ciências foram elaborados, tendo o método CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) como eixo principal. Em relação ao ensino de Química, Chassot cita alguns projetos propostos e implementados em escolas do ensino médio brasileiro, a partir da década de 1980, voltados para a formação da cidadania, através da

vinculação da Química com o cotidiano dos alunos (CHASSOT, 1995, p.67). Também os autores Lutfi (1988) e Santos e Schnetzler (1997), apresentam propostas curriculares que utilizam estratégias de ensino contextualizando os conteúdos, de forma a mostrar a importância da Química na vida cotidiana.

A partir da década de 1980, foram elaborados diversos programas de pesquisa utilizando modelos construtivistas de processos de ensino e aprendizagem, que resultaram na publicação de centenas de artigos científicos por vários centros de pesquisa em educação científica (MILLAR, 1989, PFUND & DUIT, 1991, SANTOS e PRAIA, 1992). Outras iniciativas, como a publicação de livros de ciências para o ensino médio e superior, contendo orientações voltadas para a formação da cidadania, enfatizavam a questão do cotidiano e os conhecimentos científicos necessários ao entendimento do mundo físico, numa tentativa de interação com o contexto vivido pelo aluno. Estas orientações, ainda hoje, têm sido utilizadas em livros didáticos, muitos deles visando a adequação dos objetivos do ensino àqueles pretendidos pelos órgãos oficiais, através de documentos como os Parâmetros Curriculares Nacionais e as Diretrizes Curriculares para o ensino médio.

A despeito das várias tentativas feitas no sentido de articular ciência, tecnologia e sociedade e dos inúmeros modelos construtivistas propostos para o ensino das ciências, com destaque para o modelo de mudança conceitual, o que se observou, pelo menos no Brasil, foi a incapacidade dessas iniciativas em provocar transformações relevantes e significativas na sala de aula de ciências. Nesta perspectiva, pode-se concluir que os problemas relativos ao ensino de ciências não se restringem à questão metodológica. A proposição de modificações curriculares, mesmo com base em fundamentos teóricos atualizados e bem fundamentados, não podem garantir resultados satisfatórios sem considerar a influência que o professor tem neste processo.

A tradição cultural que manteve o professor afastado das decisões curriculares, mascarou a importância da subjetividade docente no processo de ensino. As crenças, os valores, as concepções epistemológicas e pedagógicas sustentadas pelo professor, podem determinar práticas docentes, muitas vezes em dissonância com aquelas previamente estabelecidas no planejamento curricular, especialmente quando este é feito em um contexto idealizado e sem a sua participação.

A formação docente em ciências tem sido marcada pela racionalidade técnica, modelo dominante nos cursos acadêmicos. Este modelo, ao desconsiderar o contexto de atuação do professor, propõe soluções técnicas para os problemas da prática que não têm atendido às necessidades formativas, especialmente em um momento histórico que exige autonomia, criatividade e engajamento político dos profissionais da educação, para atender às demandas sociais em um cenário de constantes mudanças. A superação deste modelo tem sido o objetivo de vários grupos de educadores responsáveis pela formação de professores de ciências. Nesta perspectiva, Chaves (2000, p.45), com base no trabalho de Imbernón (1994), ressalta que as propostas de formação docente têm defendido uma formação centrada na escola, a união institucional entre formação inicial e permanente, a participação dos professores na reforma e aplicação do currículo e no desenho, planejamento e avaliação dos planos de formação permanente do professorado. Estas propostas apontam para uma epistemologia da prática, como a defendida por Schön (1992) e para a centralidade do professor nos processos de auto-formação.

A formação profissional docente não pode desconhecer o contexto em que as práticas vão se dar e o papel do professor na resolução dos problemas da prática. Nesta perspectiva, os modelos de formação calcados na racionalidade técnica, na qual os conhecimentos teóricos são gerados fora do contexto da prática e sem a participação efetiva do aprendiz, não têm mostrado resultados satisfatórios. A singularidade da prática, a

diversidade de contextos encontrados pelo professor, são elementos que exigem a mobilização de conhecimentos que transcendem aqueles aprendidos durante a sua formação, de forma que a discussão desses aspectos durante a sua formação inicial, é de fundamental importância. Infelizmente não é isso que tem acontecido na maior parte dos cursos de licenciatura no Brasil.

A ausência de uma maior inserção na prática, como forma de buscar elementos que propiciem processos de reflexão e reorientação da formação docente em Química, é um dos problemas presentes no currículo da licenciatura em Química da nossa Universidade. A separação entre o mundo acadêmico e a realidade da sala de aula, tem dificultado ações curriculares mais inovadoras e consolidado crenças e concepções historicamente construídas e pouco questionadas. Uma cultura acadêmica que privilegia o produto em lugar do processo, tem garantido, assim, a manutenção de uma prática de formação docente que não atende às reais necessidades profissionais do professor. As ações requeridas perante situações singulares e não planejadas da prática, o processo de mediação didática entre conhecimentos culturalmente tão diferentes (o científico e o escolar), a convivência com conflitos próprios de um contexto multicultural e outros aspectos da prática profissional docente, não previstos durante a formação inicial, exigem autonomia do professor e uma postura investigativa que permita a construção de conhecimentos profissionais, como recurso de autoformação do professor. Portanto, é importante que os cursos de formação de licenciados questionem, constantemente, as concepções do senso comum, como forma de superar obstáculos epistemológicos e pedagógicos que podem impedir práticas docentes e curriculares mais racionais, resultantes de conhecimentos construídos a partir da razão e da empiria, em um movimento tão apropriadamente definido por Bachelard de *racionalismo dialético*.

Entendendo que a intervenção sobre qualquer realidade deve ser precedida de um conhecimento mais profundo sobre ela, conhecimento esse que deve transcender os aspectos

técnicos e formais do currículo e atingir elementos mais fundamentais, até mesmo fundantes nos processos de formação profissional, esta pesquisa teve o objetivo de explicitar crenças e concepções presentes na nossa comunidade e encontrar elementos curriculares que estejam, de alguma forma, condicionando estas concepções. Nesta perspectiva, admite-se que as concepções epistemológicas dão significado às práticas docentes e consolidam concepções pedagógicas, implicando na manutenção de posturas epistemológicas inadequadas para a formação de um educador em ciências.

Tendo em vista a complexidade e multiplicidade de fatores que contribuem para as diferentes visões de mundo, resultando em práticas curriculares diferenciadas, alguns recortes foram feitos na pesquisa visando focalizar determinados elementos do currículo que poderiam estar relacionados a concepções epistemológicas e pedagógicas consideradas inadequadas, pois dissonantes em relação às atuais questões da filosofia da ciência e da formação do professor de ciências.

Esta pesquisa procurou inserir o debate sobre a formação do licenciado em Química da nossa Universidade, dentro das discussões contemporâneas sobre o ensino e a formação de professores de ciências, o currículo e a filosofia da ciência. A ausência de trabalhos que articulem essas três dimensões, no contexto da formação do professor de Química, foi um incentivo a mais para a realização da pesquisa. As questões epistemológicas, quando tratadas nos cursos de formação de professores, normalmente se restringem à seleção de tópicos nos quais são discutidas idéias de alguns filósofos da ciência, como forma de dar uma abordagem contextual, na qual a história e a filosofia da ciência possam contribuir para a compreensão do processo de produção do conhecimento científico.

Apesar de reconhecer a importância da abordagem contextual no ensino de ciências¹, esta deve transcender o espaço das disciplinas de forma que a dimensão

¹ Mais detalhes sobre a abordagem contextual no ensino de ciências pode ser encontrada em Matthews (1994) e Freire Jr. (2002).

epistemológica, suas relações com a dimensão pedagógica e com o currículo, formem o tripé sobre o qual pode-se pensar a formação do licenciado em Química. Com isso, não se quer dizer que estes elementos, por si só, vão levar à solução de todos os problemas da licenciatura em Química da nossa Universidade mas, certamente, a não consideração dessas dimensões e das suas interrelações, pode dificultar a compreensão de conhecimentos, crenças e concepções construídas historicamente, que obstaculizam uma formação docente realmente transformadora.

O texto é constituído de seis capítulos, de forma a situar a pesquisa dentro do contexto das discussões locais sobre a formação do licenciado em Química, ao mesmo tempo em que essas discussões têm recebido contribuições oriundas do campo do currículo e das questões atuais da filosofia da ciência.

O Capítulo 1 aborda os princípios norteadores do processo de reforma curricular dos cursos de Química da nossa Universidade, as crenças e concepções, explícitas ou implícitas, herdadas historicamente e subjacentes a este processo, e os elementos do currículo que são obstáculos a uma formação docente em Química mais atentas com as questões educacionais contemporâneas.

No segundo capítulo, são apresentadas algumas pesquisas sobre concepções epistemológicas, suas implicações para o currículo e para o ensino de ciências. Uma discussão sobre a concepção epistemológica empirista-indutivista é feita, procurando compreender os equívocos que esta perspectiva filosófica pode trazer para a compreensão da ciência e, conseqüentemente, para a educação científica.

O capítulo 3 apresenta alguns aspectos da epistemologia bachelardiana, procurando ressaltar o seu caráter histórico e suas contribuições para a compreensão das ciências físicas. As críticas de Bachelard às perspectivas filosóficas realista e empirista na Química, consideradas obstáculos para a compreensão dessa ciência e a sua defesa de um

racionalismo aplicado, como concepção epistemológica mais adequada ao estado atual dessa ciência, traz uma importante contribuição para a compreensão da Química como uma ciência complexa e com racionalidade diferente do senso comum. Esta compreensão é fundamental para a formação do educador químico.

Ao fazer a análise do desenvolvimento histórico das ciências físicas, Bachelard mostrou a necessidade de superação de obstáculos no processo de produção das ciências e no ensino das ciências, desde que a socialização do conhecimento pode, também, incorporar hábitos de difícil superação. Desta forma, a epistemologia bachelardiana constitui um recurso importante para a educação científica, numa perspectiva em que as ciências são concebidas como atividades culturais do homem, sujeitas, portanto, a equívocos, erros e acertos, como qualquer atividade humana. Nesta perspectiva, considerando a atualidade e a relevância do pensamento de Bachelard para o ensino das ciências, em especial, da Química, ele foi utilizado nesta pesquisa como principal referencial teórico, através do qual a realidade foi interpretada.

O capítulo 4 mostra o percurso metodológico da pesquisa, dentro de uma abordagem qualitativa, utilizando entrevistas semi-estruturas, questionário, observação participante e depoimentos, como instrumentos de coleta dos dados sobre as concepções epistemológicas e pedagógicas de professores e alunos do curso.

Os resultados são apresentados e discutidos no capítulo 5, para as dimensões epistemológica e pedagógica. As concepções sobre a ciência, a ciência Química, o conhecimento científico e aquelas de caráter pedagógico, como o trabalho experimental, o ensino/ ensino de Química, o professor/ação docente e professor de Química/ação docente em Química, constituíram os eixos temáticos da pesquisa. As concepções epistemológicas e pedagógicas encontradas foram interpretadas à luz da epistemologia bachelardiana e com base nas atuais questões discutidas para o ensino e a formação do professor de ciências.

O capítulo 6 apresenta algumas considerações finais, apontando elementos presentes no currículo da licenciatura em Química que constituem obstáculos para a formação do licenciado. Neste capítulo, as concepções epistemológicas e pedagógicas e as suas relações com o currículo, são apontadas como aspectos que merecem uma maior reflexão por aqueles responsáveis pela formação do professor, visando a busca de alternativas de superação do modelo da racionalidade técnica vigente até o presente momento na formação docente em Química.

2 - O CONTEXTO DA PESQUISA

2.1. O PROCESSO DE REFORMA CURRICULAR DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO DA UFBA: PRINCÍPIOS NORTEADORES

A pesquisa teve início durante o período de implementação de medidas para a melhoria do ensino de graduação na nossa Universidade, resultantes de um processo de discussão interna iniciado em 1998. Este processo teve, como meta, garantir o funcionamento do sistema de graduação e administração da Universidade, bem como implementar mudanças para atender às novas disposições legais e às necessidades de elevação da produtividade, de atualização e de melhoria da qualidade dos cursos (UFBA, 1999, p.7).

Para a consecução dos objetivos propostos, foram definidas linhas de ação de política acadêmica agrupadas em Projetos Pedagógicos e operacionais, especificamente voltadas para o ensino de graduação. Dentre os Projetos Pedagógicos, destacamos a Reconstrução dos Currículos dos Cursos de Graduação (Projeto Estratégico 4), coordenado pela Pró-Reitoria de Graduação da Universidade, PROGRAD. Entre os objetivos deste projeto, estavam a formulação de uma política geral de reconstrução dos currículos dos cursos de graduação e a criação de mecanismos de assessoramento técnico-pedagógico para a sua implementação, em todas as Unidades de Ensino (UFBA, 1999, p.27).

Entre as linhas de ação estabelecidas para a reconstrução curricular dos cursos de graduação estavam a criação de uma Coordenação Executiva Central, vinculada ao Conselho de Coordenação; a criação de uma Comissão de Reconstrução Curricular para cada curso de graduação, com integrantes indicados, ou pelo Diretor da Unidade, ou pelas respectivas Congregações e a criação de um Fórum Permanente de discussão com as diversas instâncias da Universidade envolvidas (UFBA, 1999, p.28). O prazo para conclusão deste processo era o

ano de 2002, quando todos os currículos dos cursos de graduação da Universidade deveriam estar atualizados.

As ações desenvolvidas pautaram-se pelo consenso de que deveria haver mudanças mais profundas nos currículos dos cursos de graduação que eram, segundo avaliação da PROGRAD, caracterizados pela rigidez, fragmentação, desatualização e desarticulação dos conteúdos. Este consenso foi ratificado durante o seminário Reconstrução dos Currículos dos Cursos de Graduação da UFBA, realizado no período de 18 a 20 de janeiro de 1999. Por outro lado, a preocupação com os aspectos legais resultantes da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96) e seus desdobramentos, especialmente as Diretrizes Nacionais Curriculares e as resoluções do Conselho Nacional da Educação, catalisou um processo de discussão interna mais vigoroso para dar as respostas necessárias a essas exigências legais.

O processo de reconstrução curricular estava apoiado em princípios norteadores e conceitos básicos, cujo carro chefe era o conceito de currículo. Este foi concebido como "o percurso de aprendizagens a serem construídas num processo de formação, envolvendo ações discentes e docentes" (UFBA, 1999, p.7). Baseadas nesta concepção, as propostas curriculares deveriam envolver a seleção de conteúdos e o seu ordenamento em componentes curriculares ou atividades acadêmicas diversas como matérias, seminários, oficinas, estágios.

Os princípios norteadores do processo de reforma curricular, tomados com base na legislação educacional vigente, foram: flexibilidade, autonomia, articulação e atualização. A flexibilidade surge como alternativa ao currículo concebido como "grade curricular". Neste aspecto, o documento enfatiza a necessidade de preparar profissionais que tenham "qualificações técnicas, científicas ou artísticas readaptáveis às situações e demandas profissionais emergentes" (UFBA, 1999, p.9). Para isso, considera fundamental que se busque uma formação abrangente e diversificada, através de um currículo dinâmico, superando a

lógica da determinação prévia do caminho a ser percorrido, predominante nos atuais currículos.

O princípio da autonomia, considerado como condição básica para o desenvolvimento da competência de aprender a aprender, é considerado o fundamento de uma formação voltada para a pesquisa. Este princípio está relacionado ao da flexibilidade, desde que o processo de aquisição de conhecimentos e habilidades será mais efetivo, em um ambiente curricular mais flexível onde o aluno possa escolher o seu percurso de formação, sob orientação de um professor.

Em relação ao princípio da articulação, o objetivo central seria a superação da fragmentação e dispersão dos conteúdos ministrados nas diversas disciplinas do currículo (UFBA, 1999, p.10). Nesta perspectiva, o estabelecimento de conexões entre os conteúdos das diferentes atividades curriculares requer uma intensificação do diálogo interdisciplinar. Como sugestão, o documento propõe a estruturação do processo curricular em torno de eixos teóricos e/ou práticos que contemplem elementos das diversas áreas acadêmicas e que possam ser trabalhados em atividades híbridas ou multidisciplinares. As vantagens dessa estrutura seriam as de possibilitar uma integração maior do trabalho didático, com diminuição do número de pré-requisitos (UFBA, 1999, p.11). Segundo as orientações, a articulação dos componentes curriculares deveria se dar em dois sentidos, vertical ou diacrônica e horizontal ou sincrônica. A articulação vertical deveria garantir "uma certa organização do percurso de formação do estudante, definindo os possíveis percursos diferenciados que podem ser escolhidos" (UFBA, 1999, p.18). Enquanto a articulação horizontal deveria garantir "certa consistência programática dos componentes previstos para cada semestre, em torno de determinados temas ou questões centrais" (UFBA, 1999, p.19).

A atualização, como um outro princípio norteador do processo de reforma curricular, pretendia buscar a constante incorporação de novas informações, tecnologias e

metodologias para o desenvolvimento dos componentes curriculares. Diversas atividades como a instituição de Seminários Temáticos, o aproveitamento de estudos independentes realizados pelos alunos e o desenvolvimento de programas de formação continuada, foram algumas das iniciativas propostas para a atualização dos conhecimentos, na nova estrutura curricular.

Os quatro princípios referidos acima foram considerados norteadores na construção dos projetos pedagógicos dos cursos de graduação. Por sua vez, para a construção desses projetos, propuseram-se, como tarefas centrais, a seleção dos conteúdos de ensino e as articulações entre os componentes curriculares, tomando como base os conhecimentos, as competências e as habilidades desejadas, tendo em vista o perfil profissional requerido para os estudantes (UFBA, 1999, p.16).

Nos documentos da PROGRAD, pode-se depreender uma orientação para os currículos de graduação da nossa Universidade com base em competências e habilidades, que devem ser levadas em conta na seleção dos conteúdos e na própria organização curricular. Este paradigma curricular é o mesmo proposto nos documentos oficiais do Ministério da Educação, a exemplo dos Parâmetros Curriculares Nacionais e das Diretrizes Curriculares para a Formação de Professores de Educação Básica. A noção de competência, segundo estes documentos, é nuclear em todo o processo formativo. Assim, é que:

Na concepção, no desenvolvimento e na abrangência dos cursos de formação é fundamental que se busque: I- considerar o conjunto das competências necessárias à atuação profissional; II- adotar essas competências como norteadoras, tanto da proposta pedagógica, em especial do currículo e da avaliação, quanto da organização institucional e da gestão da escola de formação (CNE/CP 1, Art. 4º, 2002, p.2).

O currículo por competências, segundo os documentos oficiais, constitui um novo paradigma para a educação, desde que vai se refletir na seleção dos conteúdos, na abordagem metodológica, nos objetos de formação e na própria organização institucional. No entanto, ao

propor uma formação docente dentro deste paradigma, estes documentos revelam aspectos importantes sobre os quais vale a pena discutirmos.

O paradigma curricular por competências, na medida em que procura organizar os conhecimentos fora do padrão disciplinar tradicional, apresenta-se, de acordo com Macedo (2002, p.117), como uma nova tecnologia de organização curricular, tendo a transversalidade e a interdisciplinaridade como elementos norteadores. Assim, as práticas curriculares neste novo paradigma devem privilegiar a integração entre os conteúdos, através de articulações que mobilizem os conhecimentos adquiridos e os transforme em um saber adequado à atuação profissional. Este processo, para ser concretizado, exige um esforço conjunto dos vários órgãos/departamentos envolvidos no processo pedagógico, de forma a harmonizar desde aspectos burocráticos mais formais como carga horária e espaço físico, até aqueles de caráter pedagógico, como a seleção de conteúdos, as escolhas metodológicas, o planejamento de atividades didáticas, coordenadas dentro de um mesmo semestre acadêmico e, transversalmente, ao longo do curso. Além disso, os sistemas de avaliação adotados devem ser coerentes com todo o processo implementado.

A noção de competência, nos documentos oficiais, vem sendo proposta como alternativa à compartimentação dos saberes, característica do currículo disciplinar. No entanto, nestes documentos, não há uma orientação direta para uma organização curricular por competência, em substituição ao currículo disciplinar.

Muitas críticas ao currículo disciplinar estão apoiadas sobre o fato de que ele não é capaz de mobilizar os saberes construídos no processo de ensino e de integrá-los, para permitir uma aprendizagem mais significativa. Nesta perspectiva, um currículo mais integrado permitiria a superação dos limites impostos pelas disciplinas, sendo a integração alcançada por meio da interdisciplinaridade e da contextualização. No entanto, para Abreu (2001, p.4), a interdependência entre a interdisciplinaridade, a contextualização e a integração curricular

deve ser questionada. Para ela, é possível contextualizar sem que haja integração entre os conhecimentos, sem praticar a interdisciplinaridade. Também é possível fazer a integração entre os conhecimentos sem, necessariamente, contextualizá-los. Nesse sentido, a autora critica o fato dos documentos oficiais desconsiderarem tais questões por tratarem a interdisciplinaridade e a contextualização somente como conceitos metodológicos e não como conceitos sócio-históricos (Abreu, 2001, p.5). Nesta perspectiva, Morin (1999, p.69) chama atenção que embora a ciência seja apresentada historicamente como sendo disciplinar, as rupturas entre fronteiras disciplinares, a circulação de conceitos e a formação de disciplinas híbridas que, com o tempo, se tornaram autônomas, mostram a influência do caráter inter-trans-poli-disciplinar, na constituição de várias áreas do conhecimento. É o caso, por exemplo, da biologia molecular, ecologia, informática e inteligência artificial, que constituem hoje campos de estudo bem consolidados.

A noção de currículo integrado na construção de competências vem sendo apresentada como algo novo na educação, no entanto, segundo Dias (2001, p.3), ela vem sendo usada há mais de três décadas no currículo educacional. Ainda segundo a autora, o conceito de competências foi recontextualizado para ser utilizado no contexto do currículo para a formação de professores.

A idéia da recontextualização no campo do currículo está apoiada nos trabalhos de Bernstein sobre a recontextualização do discurso pedagógico e do conceito de competência no campo educacional. Para este autor, os dois campos recontextualizadores pedagógicos, o oficial e o não oficial, são influenciados por fatores sociais, políticos e econômicos que exercem controle sobre a produção e reprodução do conhecimento (DIAS, 2001, p.3). Nesta perspectiva, a noção de competências constante nos documentos oficiais parece estar vinculada a um projeto educacional que prioriza a formação de indivíduos com um perfil adequado para dar conta das exigências do mundo do trabalho. Assim é que, nos PCN para o

ensino médio, o desenvolvimento das competências cognitivas e culturais passa a ser um requisito fundamental para a formação dos cidadãos. Neste sentido, "o novo paradigma emana da compreensão de que, cada vez mais, as competências desejáveis ao pleno desenvolvimento humano aproximam-se das necessárias à inserção no processo produtivo" (PCNEM, 2002, p. 23).

A vinculação entre o processo de formação dos indivíduos e as exigências do setor produtivo, seja no nível médio ou no ensino superior, fica clara em todos os documentos oficiais divulgados após a promulgação da nova LDB, em 1996. No que diz respeito à formação de professores para a educação básica, a estratégia do desenvolvimento de competências para o exercício profissional parece semelhante aos modelos dos teóricos da eficiência social dos anos 1920. Nesta época, a necessidade de preparar cidadãos para uma nova sociedade em que a competência técnica era o requisito fundamental, levou à reestruturação do processo educativo visando preparar a sociedade para as transformações impostas pela nova conjuntura sócio-econômica.

Os modelos tecnicistas de currículo, surgidos no bojo do processo de mudanças estruturais da sociedade, pareciam atender às necessidades de uma formação mais utilitária, de forma que os conteúdos e processos educativos eram elaborados e planejados para permitir desenvolver nos estudantes a capacidade de resolver problemas profissionais. Estes modelos procuravam definir um perfil profissional, identificar as competências necessárias a este perfil e controlar a aprendizagem através de instrumentos cuidadosamente programados para este fim. Entre os modelos existentes, o de Ralph Tyler (1949) foi considerado por muitos educadores como um dos mais influentes na área de currículo, inclusive no Brasil, onde foi referência para a elaboração de manuais de currículo, nas décadas de 1960 e 1970. Neste modelo, a definição dos objetivos educacionais é o ponto essencial a partir do qual se pode

selecionar conteúdos, planejar as estratégias metodológicas e os sistemas de avaliação da aprendizagem mais adequados.

A discussão acima procura mostrar que a pedagogia por objetivos, defendida pelos modelos tecnicistas de currículo, guarda semelhanças com o modelo de competências constante nos atuais documentos oficiais. Nestes, fica claro que o desenvolvimento de competências visa capacitar o indivíduo para a atuação profissional, para um saber-fazer orientado para a resolução de problemas profissionais. No caso da formação de professores, os documentos oficiais enfatizam uma formação como preparação profissional, de modo que o desenvolvimento de competências esteja voltado para o exercício das práticas docentes (CNE/CP 009, 2001, p.24).

Para Pacheco (2001, p.3), competência e objetivo tem em comum uma visão de culto à eficiência e uma concepção instrumental de currículo. Essas formas de organização do conhecimento conjugam conteúdos com estratégias cognitivas, visando a contextualização do saber. Este processo implica no domínio de habilidades para que se consigam resultados esperados, que possam ser aferidos.

A preocupação com a contextualização dos processos de aprendizagem, nos documentos oficiais, parece tentar garantir uma formação que vincule a teoria à prática profissional. Neste sentido, a aprendizagem por competências, definida como a capacidade de mobilizar múltiplos recursos numa mesma situação, permitiria fazer essa vinculação, superando a dicotomia teoria-prática tradicionalmente existente na formação do licenciado (CNE/CP 009, 2001, p.24).

A despeito das críticas que são feitas a um ensino essencialmente teórico, sem vinculação com a prática profissional, algumas questões devem ser colocadas quando se contrapõe o paradigma de competências com o disciplinar. Em primeiro lugar, embora os documentos oficiais apresentem argumentos em favor de uma formação com base no

desenvolvimento de competências, estes documentos não procuram mostrar como competências podem ser desenvolvidas dentro de uma organização curricular disciplinar, desde que a mobilização de saberes em situações específicas, em um determinado contexto, transcende o espaço limitado da disciplina. Em segundo lugar deve ser colocado que, embora reconhecendo a importância de uma maior integração entre os saberes para a formação profissional, em especial, do licenciado, que garantia se tem que a formação profissional dentro do paradigma de competências vá resultar em habilidades específicas para lidar com as situações da prática profissional? Afinal o contexto da prática é sempre singular e de uma complexidade muito maior do que o que se pode simular ou abstrair em situações de aprendizagem. Em terceiro lugar, não se pode afirmar que o paradigma disciplinar seja um obstáculo à integração e contextualização dos conhecimentos, desde que é possível programar atividades curriculares que permitam integrar conhecimentos veiculados em diferentes disciplinas, na mesma disciplina, contextualizando-os, além da possibilidade de criação de disciplinas integradoras.

Da discussão acima, conclui-se que colocar a questão da formação do professor em termos de um confronto entre paradigmas curriculares é enfatizar a questão metodológica implicada nessa formação (e que resulta em formas diferenciadas de seleção e organização dos conhecimentos), em detrimento de outras questões como a epistemológica e as finalidades sociais. O que parece inovador (a noção de competências) é, na verdade, um outra forma de controle do ensino, não neutra, que tem, também, finalidades sociais específicas como, por exemplo, o controle da aprendizagem via avaliação.

Apresentar essa "nova" concepção de ensino como superior ao ensino disciplinar, é esquecer que, como diz Morin:

não se pode destruir o que foi criado pelas disciplinas, não se pode colocar abaixo todas as barreiras. Este é o problema da disciplina, o problema da ciência, bem como o problema

da vida: é preciso que uma disciplina seja, ao mesmo tempo, aberta e fechada (MORIN, 1999, p.79).

Nesta perspectiva, é importante reconhecer que as disciplinas acadêmicas, enquanto representantes de um saber científico (no caso das disciplinas científicas), são campos de poder mais ou menos consolidados dentro da comunidade científica e, muitas vezes por isso, constituem focos de resistência a processos de mudança. Apesar disso, considerando a perspectiva apontada por Morin, é fundamental que a disciplina seja aberta o suficiente para integrar conhecimentos na construção de saberes profissionais e fechada o suficiente para a sistematização, crescimento e consolidação de cada campo do saber, requisitos importantes para uma sólida formação acadêmica e científica.

O processo de discussão da reforma curricular da licenciatura em Química da nossa Universidade revelou algumas crenças e concepções que são, a meu ver, de grande importância para o conhecimento e compreensão do contexto de formação do licenciado. Acredito que a intervenção sobre uma dada realidade deve envolver uma reflexão sobre os vários elementos que dão significado a esta realidade e que, em conjunto, compõem o quadro de referência, a partir do qual, ações podem ser planejadas e implementadas. Nesta perspectiva, este trabalho procurou desvelar as crenças, concepções e valores diretamente ligados ao currículo, à sua organização e práticas curriculares. Estes elementos conformam códigos culturais, no sentido proposto por Bernstein, entendidos como o conjunto de regras implícitas que fazem parte de uma determinada cultura.

2.2. O currículo instituído: crenças e concepções subjacentes

A Licenciatura em Química da nossa Universidade é uma das habilitações do curso de Química, juntamente com o Bacharelado e a Química Industrial. Os profissionais da

Química tem suas bases legais no parecer nº 297/62, de 23 de outubro de 1962, do Conselho Federal de Educação, que estabelece o seguinte perfil para estes profissionais:

Ao profissional de Química cabe efetuar estudos, investigações, ensaios, experiência e análise de caráter prático relacionados com a composição, as propriedades e as possíveis transformações de determinadas substâncias. A ele compete também aplicar leis, princípios e métodos conhecidos com a finalidade de descobrir e criar novos produtos químicos, de encontrar novos usos para os produtos existentes e novos métodos de produção. Propõe-se também a resolver problemas industriais e específicos de sua área, tais como o controle de qualidade e análise das matérias-primas e produtos confeccionados (CFE, Parecer nº 297/62).

O parecer descrito acima foi atualizado em 21 de Janeiro de 1987, pelo CFE, mantendo, no entanto, o mesmo texto divulgado anteriormente. Este parecer está descrito nas "grades" curriculares do curso de licenciatura em Química, até o ano de 2003, quando se deu a última reforma curricular. Deste parecer, pode-se fazer as seguintes constatações: 1- o profissional licenciado é concebido como um profissional da Química e 2- o parecer não estabelece os requisitos necessários à atividade profissional docente. A primeira constatação contraria a legislação que regulamenta os profissionais do magistério, em especial o Decreto-Lei nº 2.028, de 22.02.1940, o Decreto-Lei nº 5.452, da CLT, de 01.05.1943, o Decreto-Lei nº 86.324, de 31.08.1981 e a Resolução Normativa nº 89, do Conselho Federal de Química, que consideram o licenciado como um profissional do magistério e não da Química.

Nas discussões referentes à formação docente em Química ocorridas nesta última reforma curricular, chegou-se à mesma constatação, ou seja, a de que a comunidade concebia o licenciado como um profissional da Química. Pelo menos era esse o entendimento da coordenação do Colegiado do curso e de alguns professores envolvidos no processo. Essa concepção é coerente com a estrutura curricular e com o discurso e a prática de grande parte dos professores do curso.

No discurso veiculado nos vários momentos em que tive a oportunidade de dialogar com os colegas professores, apareceram expressões do tipo: "para ser professor de

Química o aluno tem mesmo é que saber Química"; ou "para ensinar, ele (o professor) tem que saber Química e ter um certo dom". A ênfase nas falas geralmente é dada ao sólido conhecimento específico de Química que o futuro professor deve ter. Em alguns casos, é reconhecida a importância do conhecimento pedagógico na formação docente, em especial aquele relativo às questões de natureza didática e metodológica; no entanto, este conhecimento é entendido como sendo exclusivo dos professores da Faculdade de Educação, naturalmente responsáveis pela formação pedagógica.

A ênfase excessiva sobre os conteúdos específicos da ciência de referência na formação profissional é, muitas vezes, revelada pela preocupação dos professores em "cumprir o programa" da(s) disciplina(s) sob sua responsabilidade, especialmente em semestres letivos com muitos feriados. Nota-se, até, uma certa angústia que os leva, muitas vezes, a dar aulas extras em horários diferentes dos habituais para complementar o conteúdo programático planejado.

A concepção do licenciado em Química como um profissional da Química parece levar à idéia de que um sólido conhecimento dessa ciência é suficiente para o exercício profissional do professor. Nesta perspectiva, uma visão ingênua do ensino como um processo simples de transmissão de conhecimento tem sido predominante, constituindo-se na prática corrente entre os professores. Assim, questionamentos como: que conteúdos devem ser trabalhados com os alunos?; por que esses conteúdos e não outros?; qual sua função para a formação profissional docente?, estão ausentes nos processos de discussão. Estas questões são consideradas como dadas, como consensuais, mesmo que não se saiba quem selecionou os conteúdos curriculares, por que e para que eles têm servido. Discussões que porventura ocorrem em raros momentos se referem, principalmente, à metodologia de ensino de determinados conteúdos, especialmente aqueles que têm mostrado uma maior dificuldade de aprendizagem. É o que ocorre, por exemplo, com a Mecânica Quântica e outros temas de

natureza microscópica, como os modelos de ligação química. Por serem conteúdos que envolvem uma maior abstração, há uma preocupação dos professores com a maneira de ensiná-los.

As questões colocadas acima parecem estar relacionadas a uma visão de conhecimento como algo externo aos atores envolvidos, alunos e professores, e de currículo, como um percurso previamente traçado a ser percorrido pelo aluno. Neste caso, o currículo é apresentado como dado, desprezando o contexto social em que ele está imerso e que poderia possibilitar novas formas de estruturar o saber, mais significativas para os atores, dentro daquele contexto. Nesta perspectiva, de acordo com GREENE (1971, apud YOUNG, 2000, p.42), ele é "uma estrutura de saber socialmente prescrito, externa ao detentor desse saber, a ser dominada".

A concepção de currículo descrita acima é chamada por Young de "currículo como fato". Para ele, nesta concepção, o currículo é apresentado como uma realidade dada, no qual uma visão subjacente do conhecimento, como externo aos professores e alunos, traz implicações para as concepções de ensino e aprendizagem (YOUNG, 2000, p.45). Sendo o conhecimento pouco questionado e os conteúdos aceitos como aqueles que são úteis para a formação do aprendiz, pode-se inferir que o ensino, nesta concepção, é concebido como transmissão de conhecimentos, pressupondo um processo que se dá entre aquele que o detém, o professor, e aquele que não o detém, o aluno. Além disso, para o autor, nesta concepção de currículo o baixo desempenho escolar dos alunos é atribuído, ou ao "mau ensino", ou às deficiências sociais ou psicológicas que os alunos trazem para a escola.

A discussão acima remete ao processo de reforma curricular do curso de Química da nossa Universidade. Entre as principais preocupações demonstradas pelos professores envolvidos no processo estavam os altos índices de evasão e repetência dos alunos, em especial nas disciplinas de matemática, física e química do primeiro semestre do curso. As

justificativas para os baixos desempenhos, geralmente, são atribuídas às deficiências dos alunos que entram na Universidade, via concurso Vestibular. Em alguns casos, observa-se uma preocupação com a forma de transmissão dos conteúdos. É comum a referência ao "assunto mal dado" pelo professor, como um dos motivos para a dificuldade de aprendizagem e, conseqüentemente, para os baixos desempenhos dos alunos. Raramente se observa algum questionamento sobre se os conteúdos são adequados. De modo geral eles não são questionados, em virtude de serem considerados "ferramentas" necessárias, pré-requisitos para as demais disciplinas do currículo. Mesmo nas raras vezes em que foram questionados, a dificuldade ou ausência de diálogo entre os professores envolvidos, do mesmo Departamento ou dos diferentes Departamentos, não permitiu avanços significativos.

A perspectiva de currículo discutida acima procura legitimar conhecimentos, crenças, valores e rituais tomados como consensuais, encobrando a percepção das possibilidades que os professores têm de promover mudanças curriculares, a partir da compreensão das suas próprias práticas. A passividade dos professores e, também, dos alunos, parece demonstrar uma visão de currículo como um processo neutro na transmissão de saberes e isento das relações sociais entre professores e alunos e permeada, muitas vezes, por relações de poder, quer nas práticas curriculares específicas do ensino de graduação, quer nas atividades de pesquisa, na graduação e na pós-graduação. Mais adiante, estes aspectos serão tratados, no contexto da reforma curricular do curso.

Para a discussão sobre os currículos instituído e instituinte e sobre as crenças e concepções subjacentes, é oportuno que se conheça a estrutura curricular do curso de licenciatura em Química, as principais dificuldades apontadas nessa estrutura e as discussões implementadas no processo de reforma curricular. É sobre isso que trataremos a seguir.

A licenciatura em Química teve a sua origem com a fundação da Faculdade de Filosofia, através de Decreto-Lei de 08 de abril de 1946, que criou a Universidade da Bahia.

Através do Parecer nº 297, do CFE, aprovado em 23 de outubro de 1962, foram estabelecidas as matérias que compõem o currículo mínimo do curso: Matemática, Física, Mineralogia, Química Geral, Química Orgânica e noções de Química Biológica e Química Inorgânica. Posteriormente, o CFE incorporou matérias pedagógicas ao currículo mínimo do curso, através do item 7, do artigo 1º do Projeto de Resolução.

De acordo com depoimento de um dos professores participantes do núcleo formador do Instituto de Química, os cursos de licenciatura da então Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras copiavam o modelo da antiga Escola Nacional de Química do Rio de Janeiro, adotando, para cada curso, os mesmos programas das disciplinas ministradas por professores desta Escola. Ainda conforme depoimento deste professor, a licenciatura em Química enfrentou muitas dificuldades para o seu funcionamento e tinha uma demanda muito pequena. O curso tinha uma duração de três anos e os alunos cursavam mais um ano para obterem o título de bacharel.

Com a criação do Instituto de Química, como unidade de ensino e pesquisa, na reforma universitária de 1968, as matérias da Química, desdobradas em diferentes disciplinas lotadas nas várias Escolas e Faculdades isoladas, foram centralizadas no Instituto de Química, algumas delas constituindo seções chefiadas por professores catedráticos que deram origem aos respectivos Departamentos. As seções eram as seguintes: Química Geral e Inorgânica, Físico-Química, Química Analítica, Química Orgânica e Química Biológica. As matérias pedagógicas e a Mineralogia ficaram sob a responsabilidade da recém criada Faculdade de Educação e da Escola de Geologia, respectivamente.

Alguns dos professores catedráticos, além de ministrarem aulas, realizavam pesquisas acadêmicas nas suas respectivas áreas, de forma que a forte tradição para a pesquisa levou à criação do curso de Pós-Graduação em Química, a nível de Mestrado, ainda no ano de 1968.

Com a implantação do Pólo Petroquímico de Camaçari, houve um crescimento da demanda por profissionais da Química, o que justificou a criação do curso de Químico Analista Industrial, de curta duração. Nesta época, a demanda por bacharéis e químico analista industrial já era bem superior à de licenciados, de forma que a maioria dos alunos faziam a opção pelo bacharelado e depois complementavam a formação para a licenciatura.

Os dados citados acima procuram mostrar que, apesar do curso de Química (nas opções bacharelado e licenciatura) ter sua origem na antiga Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, a partir da criação do Instituto de Química, como Unidade independente de ensino, pesquisa e extensão, a composição do corpo docente e a sua inserção na pesquisa em diversos campos do conhecimento químico, contribuíram para a criação de disciplinas específicas, intimamente relacionadas aos objetos de pesquisa de alguns professores.

As disciplinas eram concebidas como "o conjunto de estudos e atividades de um setor definido de conhecimentos, correspondente ao programa a ser desenvolvido, no máximo, em dois semestres e com carga mínima de 3 (três) créditos" (UFBA, 1971, p.25). Este conceito lembra um pouco a discussão histórica sobre a noção de disciplina, feita por Chervel. Segundo ele, a noção de disciplina, como conteúdos de ensino, foi consolidada após a Primeira Guerra Mundial. Nesta época, ela perde os sentidos que lhe eram dados no final do século XIX como "instrução que o aluno recebe do mestre", "ginástica intelectual", "matéria de ensino suscetível de servir de exercício intelectual". No novo contexto, a disciplina passa a ser uma entidade independente de qualquer realidade exterior à escola, com uma história, uma organização própria e ainda conservando a relação com o termo *disciplinar*, o que significa disciplinar o espírito usando regras e métodos próprios na abordagem das várias formas do conhecimento (CHERVEL, 1990, p.179).

Apesar deste trabalho não pretender fazer uma abordagem histórica do currículo da licenciatura ou da história das disciplinas acadêmicas do curso (pois não é esse o seu

objetivo), tomou-se como pressuposto que as crenças e concepções, explícitas ou implícitas, que condicionam as práticas curriculares e que, por sua vez, são por elas condicionadas, têm uma historicidade que permite compreender o movimento das relações que convergiram para o estado atual da realidade. Não se quer com isso estabelecer uma relação de causa e efeito, ou passado determinando o presente, mas buscar elementos para compreender por que este currículo e não outro?; por que esta seleção de conteúdos e não outra?; que interesses atuaram nesta seleção?; que conhecimentos e práticas são mais valorizados?. Estas questões normalmente são postas quando se entende o currículo, não como uma coleção de conhecimentos socializados de forma neutra, mas como um construto humano que reflete interesses de grupos hegemônicos na seleção e distribuição do conhecimento.

Como citado anteriormente, o currículo do curso de licenciatura, no ano de 1969, logo após a reforma universitária, era composto de disciplinas associadas às matérias do currículo mínimo exigidas pela legislação, além daquelas diretamente ligadas às áreas de pesquisa dos professores. É o caso, por exemplo, das disciplinas Microquímica, Radioquímica e Síntese Orgânica, ministradas por professores catedráticos que, na época, exerciam uma forte liderança em seus respectivos Departamentos, alguns deles influenciando, não apenas as políticas internas para o ensino de graduação mas, sobretudo, a pesquisa e a pós-graduação.

O crescimento e a consolidação da pesquisa em Química foi maior nas áreas de Química Analítica e Química Orgânica, tendo a primeira um maior avanço, especialmente após a criação do curso de mestrado em Química e conseqüente publicação de trabalhos resultantes das dissertações. Posteriormente, com o retorno de professores do Departamento de Química Geral e Inorgânica, após conclusão dos seus cursos de doutorado, este Departamento passou a ter uma maior inserção na pesquisa e na pós-graduação, especialmente após o ano de 1974.

O progressivo crescimento da pós-graduação, juntamente com a diversificação das áreas de pesquisa resultaram, entre outros fatores, no aumento da oferta de disciplinas, especialmente de caráter optativo. Assim, por exemplo, as disciplinas Fitoquímica e Métodos Modernos da Química Inorgânica, oferecidas como optativas já no ano de 1975, estavam diretamente vinculadas à pesquisa acadêmica. É interessante notar o aumento e diversificação das disciplinas optativas oferecidas para os alunos da licenciatura neste ano, comparado ao ano de 1969, quando só haviam disciplinas da área de Educação (Anexo 1). A partir da década de 1990, houve um pequeno aumento na carga horária total do curso, em parte devido à introdução de novas disciplinas específicas de Química, com a criação do curso de Química Industrial, em 1987 e, também, pela criação de disciplinas optativas da área da Engenharia, como Ciências do Ambiente e da área de Educação, como Currículos e Programas e Introdução à Informática na Educação. Estas alterações curriculares foram atribuídas à necessidade de promover uma inovação na formação dos profissionais da Química para atender às exigências do mercado de trabalho.

Dentro dessa estrutura, as matérias de formação pedagógica, desdobradas em disciplinas, constituíram, desde a criação do curso, um bloco separado no currículo, sob responsabilidade da Faculdade de Educação que, na época da reforma universitária, funcionava no mesmo prédio da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, e da própria Faculdade de Filosofia. Posteriormente elas foram centralizadas na Faculdade de Educação.

O Anexo 2 mostra as estruturas departamentais do Instituto de Química, Faculdade de Educação e Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, no ano de 1969.

A Tabela 1 faz uma comparação das cargas horárias totais dos cursos de Bacharelado, Licenciatura e Química Industrial, a partir do ano de 1971.

ANO	LICENCIATURA (HORAS)	BACHARELADO (HORAS)	INDUSTRIAL (HORAS)
1971	2895	2900	-
1972	2925	2895	-
1973	2745	2760	-
1976	2745	2880	-
1979	2865	2925	-
1983	2865	3015	-
1987	3015	3075	3391
1990	3285	3525	3765
1991	3300	3540	3780
1995	3255	3390	3690
1998	3225	3315	3600
2001	3225	3315	3600
2003	3225	3315	3600

Tabela 1: Cargas horárias para integralização curricular dos cursos de Química.

A Tabela acima mostra que o curso de licenciatura teve, de 1971 a 1973, uma carga horária muito próxima do bacharelado, chegando a superar este curso, em carga horária total, no ano de 1972. De 1973 a 1987, o bacharelado teve sua carga horária progressivamente maior, embora a licenciatura também tivesse sofrido algumas alterações; no entanto essas variações foram menos significativas que para o bacharelado. Em 1987, com a criação do curso de Química Industrial, houve uma reformulação geral nos cursos de Química com a criação de 12 novas disciplinas, obrigatórias e optativas, para atender às exigências do novo curso. Essa reformulação resultou no aumento geral das cargas horárias dos cursos, inclusive

o de licenciatura. Em 1990, uma grande reforma curricular ocorrida nos 3 cursos levou a adaptações curriculares que resultaram na extinção, a partir de 1991, de disciplinas consideradas inadequadas para a formação de cada profissional da Química.

A Tabela 2, a seguir, mostra a relação entre as cargas horárias das disciplinas pedagógicas e a carga horária total do curso de licenciatura.

ANO	CARGA HORÁRIA DO CURSO (HORAS)	DISC.PEDAGÓGICAS (HORAS)	(%)
1971	2100	645	23.5
1976	1830	645	26.1
1979	1950	645	24.8
1983	1950	645	24.8
1987	2085	660	24.0
1990	2295	660	22.3
1996	2310	660	22.2
2001	2265	675 ²	23.0
2003	2265	675	23.0

Tabela 2: Carga horária das disciplinas pedagógicas em relação à carga horária total do curso de licenciatura³

Dos dados da Tabela 2, vale a pena ressaltar dois aspectos: o primeiro deles é a presença muito tímida das disciplinas pedagógicas no currículo, com um percentual abaixo de 25%, durante os anos analisados; o segundo é a tendência decrescente da participação destas

² Aumento da carga horária da disciplina Didática I

³ Os números da tabela não incluem as cargas horárias das disciplinas optativas

disciplinas no curso, relativamente às disciplinas específicas de Química, exceto a partir de 2001, quando ocorre o aumento da carga horária da disciplina Didática I, proposta pela Faculdade de Educação para os cursos de licenciatura.

A formação do professor de Química tem sido, ao longo dos anos, um tema pouco mobilizador entre os membros da nossa comunidade. Nos vários processos de reforma curricular ocorridos, desde a criação do Instituto de Química, a discussão sobre a formação do licenciado tem, de modo geral, se limitado à necessidade de atualização dos conhecimentos químicos pelo futuro professor, da necessidade de flexibilizar o currículo através do aumento do número de disciplinas optativas e, mais recentemente, da atualização dos recursos pedagógicos com a introdução de novas tecnologias na área. Em um dos relatórios produzidos, como resultado do processo de reforma curricular do curso de licenciatura, no ano de 1987, a comissão responsável pela reforma deu a seguinte justificativa para o aumento da carga horária do curso: “Em face do pequeno número de disciplinas optativas existentes e para possibilitar uma maior flexibilidade para os alunos que cursaram ou pretendem cursar bacharelado, resolvemos aumentar o elenco de disciplinas optativas” (UFBA, 1987). A licenciatura vem, dessa forma, a reboque do curso de bacharelado. De acordo com depoimento de um professor do Departamento de Química Geral e Inorgânica, atualmente aposentado, desde a criação do Instituto de Química, nunca houve qualquer atividade que propiciasse uma maior reflexão sobre a formação do professor ou interação entre professores de Instituto de Química, da Faculdade de Educação e do ensino médio, na discussão de questões relativas à docência em Química. A exceção foi a criação, na década de 1960, do Centro de Ciências da Bahia, CECIBA, um convênio entre a Universidade, o Governo Estadual e o Ministério da Educação, e do Colégio de Aplicação, iniciativas vinculadas à antiga Faculdade de Filosofia.

O Colégio de Aplicação e o CECIBA eram *locus* adequados à formação do professor e de experiências inovadoras na arte de ensinar. De acordo com Serpa, "ser professor é, antes de tudo, uma arte (....) o professor é uma das poucas profissões artesanais, no sentido de que ele domina todo o processo de sua produção" (SERPA, 2004, p.272). Para ele, a sensibilidade necessária do professor artesão só se aprende na práxis, eixo central em volta do qual a teoria vai aparecendo, não como um pré-requisito, mas como uma necessidade de compreensão da realidade e de atuação sobre ela. Nesta perspectiva, com a extinção destes dois *locus* de formação e com a criação das várias Unidades de ensino, com a reforma universitária, a formação do professor se deslocou da Faculdade de Filosofia para essas Unidades. Ainda de acordo com este autor, a Faculdade de Educação passou a ser uma Unidade mais preocupada com a formação do pedagogo, não do licenciado, e os Institutos com a formação de profissionais na sua área específica do conhecimento, não conseguindo enxergar a importância do professor artesão para a sociedade contemporânea.

Como citado anteriormente, embora este trabalho não tenha a intenção de fazer um percurso histórico do curso de licenciatura em Química, resgatar um pouco a história é importante para a compreensão da realidade atual, deste corte sincrônico que contém toda a diacronia e, no qual, são reveladas crenças, valores e concepções (explícitas ou implícitas) que, muitas vezes, constituem verdadeiros obstáculos a atitudes mais inovadoras no sentido da mudança. Concordo com Veit, quando diz:

A pesquisa histórica poderia ter o sentido de provar como e quanto a consciência crítica não estava presente em outros tempos e com isso desautorizar mais convincentemente a herança que deste tempo, menos crítico, estamos alienadamente conservando" (VEIT, *apud* CHASSOT, 1995, p.21).

Na perspectiva apontada acima, pode-se dizer que a formação atual do licenciado em Química na nossa Universidade é um produto histórico do movimento das relações que consolidou hábitos, valores, crenças, não questionados, e que adquiriu *status* de verdade.

Algumas delas estão explícitas nos discursos e nas práticas dos sujeitos da nossa comunidade, outras permeiam o nosso cotidiano, constituindo códigos subjacentes às práticas curriculares e à própria estrutura curricular.

Um das crenças explicitada no discurso de alguns professores é a de que a pesquisa em Química é um pré-requisito para se formar um bom professor. Como diz um colega pesquisador, com grande liderança na nossa comunidade: "o professor despeja (na sala de aula) aquilo que ele adquiriu na atividade de pesquisa". Cita, ainda, um exemplo de um ex-aluno que tem se destacado, como professor, em uma Universidade particular, por ser uma pessoa vinculada à pesquisa e "capaz de captar recursos". Ainda segundo este professor, "a captação de recursos se faz em cima de pesquisa e não em cima do curso de graduação".

A prioridade dada às atividades de pesquisa, especialmente àquelas vinculadas a grupos mais consolidados e, portanto, com maiores possibilidades de captação de recursos, é um fato notório. A produtividade científica tem ocupado, cada vez mais, o tempo e o espaço dentro do Instituto e levado a diversas formas de controle e poder sobre as atividades, sejam elas relacionadas à pesquisa e pós-graduação, ou ao ensino de graduação. Assim, por exemplo, em relação à pós-graduação, pode-se citar o estabelecimento de critérios para a composição do respectivo órgão Colegiado, para a seleção dos alunos bolsistas de mestrado e doutorado e para a melhoria da infra-estrutura dos laboratórios de alguns grupos de pesquisa, entre outros aspectos.

Na graduação, a interferência sobre algumas disciplinas, como forma de garantir um maior espaço e poder para determinados grupos de pesquisa, é uma prática comum. Neste caso, o discurso utilizado para legitimar essas práticas é o discurso autoritário da maior titulação, da autoridade da cátedra, mesmo utilizando práticas pedagógicas ortodoxas e cristalizadas, em detrimento de propostas mais inovadoras. Como apropriadamente colocado por Macedo, as "disciplinas científicas não representam apenas campos de saber definidos por

pressupostos epistemológicos. São espaços de poder instituídos, nos quais diferentes atores sociais buscam construir sua hegemonia" (MACEDO, 1999, p.47). A autora chama atenção que, através da territorialização do conhecimento, os especialistas delimitam os espaços de poder e implementam rituais para que outros possam participar de suas áreas de estudo. Neste caso, como apontado por Foucault, o saber expressa uma forma de poder que, por sua vez, se utiliza do saber para garantir a sua manutenção.

O poder também se expressa na aquisição de espaços físicos cada vez maiores para a pesquisa científica, dentro dos Departamentos, resultando na redução do número de laboratórios para o ensino de graduação. Isto vem acontecendo nos últimos anos e, muitas vezes, estas decisões são tomadas após articulações entre professores e órgãos superiores da Unidade, sem um estudo do impacto destas decisões para o curso de graduação. A Tabela 3 mostra o número e a área ocupada por laboratórios de graduação e de pesquisa, em cada Departamento.

DEPARTAMENTO	LAB. GRADUAÇÃO		LAB.PESQUISA	
	Nº	ÁREA (m ²)	Nº	ÁREA (m ²)
Química Orgânica	09	423,5	07	384,2
Química Geral e Inorgânica	03	204,0	04	455,0
Química Analítica	08	398,8	06	333,6
Físico-Química	03	128,6	06	210,8
Total	23	1154,9	23	1383,6

Tabela 3: Comparação entre o número e a área dos laboratórios de graduação e pesquisa, para cada Departamento.

A Tabela acima mostra que a área total ocupada por laboratórios de pesquisa supera a dos laboratórios dedicados à graduação e, nos últimos anos, esta tendência tem sido crescente. Em alguns casos, no entanto, professores pesquisadores tem disponibilizado

laboratórios de pesquisa, sob sua coordenação, para algumas atividades de ensino, em especial, aulas demonstrativas que utilizam equipamentos mais sofisticados, não disponíveis para os alunos da graduação.

Relações de poder, hierarquizações, discriminações, são situações comuns entre os alunos do curso, principalmente entre os que realizam atividades de Iniciação Científica e aqueles que não têm tido esta oportunidade. Mesmo entre os envolvidos nestas atividades, há ocorrências de conflitos. Comentando sobre a competitividade dentro do Instituto de Química, uma aluna diz: "aqui tem muita picuinha entre professores e alunos. Entre alunos de pesquisa. Atribuo isso a jogo de poder. Acho que a competitividade tem que ser uma coisa saudável". Em outro depoimento, uma aluna diz: "muitas vezes acontece de um aluno que faz pesquisa com fulano (um determinado professor) não falar com outro aluno que trabalha com outro professor com quem aquele primeiro não se dá. Até os próprios orientadores são assim. A relação pessoal entre os alunos é muito difícil. Hoje o Instituto de Química está formando muito mais espelhos (grifo nosso) do que pessoas que pensam com a sua própria cabeça". Esta mesma aluna, quando solicitada para comentar sobre o curso de Química, diz: "o curso me preparou para enfrentar o mundo lá fora. Cobriu as minhas expectativas. Mas em termos da formação do aluno, não. Fica muito claro que a graduação tem uma prioridade muito menor. Muitos professores hoje vão para a sala de aula porque tem que cumprir aquela carga horária. Os alunos de graduação estão perdendo muito".

O depoimento acima traduz, a meu ver, o sentimento de grande parte dos alunos, principalmente do curso de licenciatura. Em diversas oportunidades, eles têm reivindicado um maior engajamento dos professores em atividades de ensino, em programas específicos de Iniciação Científica e de monitoria, mesmo em caráter voluntário. Também a procura por cursos de pós-graduação na área de ensino tem crescido, especialmente com a criação, no ano de 2000, do Mestrado em Ensino, História e Filosofia da Ciência, através de convênio entre a

UFBA e a Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS. Este curso tem tido uma demanda crescente de professores de Química do ensino médio e de outras Universidades, especialmente do estado da Bahia.

Iniciativas como a criação do Mestrado citado acima e a existência de um grupo de professores do Instituto de Química que vêm, há alguns anos, fazendo reflexões no sentido de repensar a formação do licenciado em Química, têm levado a uma maior mobilização, dentro da comunidade, especialmente entre os licenciandos. Apesar de ainda tímido, esse movimento interno vem crescendo, principalmente a partir das atividades de extensão promovidas por este grupo de professores e dirigidas, principalmente, a professores do ensino médio, a exemplo dos projetos PROLICEN, PRÓ-CIÊNCIAS, dos Encontros de Educação Química regionais, EDUQUI, e da atividade de extensão, EDUCAÇÃO QUÍMICA EM DEBATE, já no seu terceiro ano de vigência. Além destas iniciativas, a inserção destes professores na discussão sobre a reforma curricular e na implementação de novas disciplinas do curso vem atraindo, um pouco mais, a atenção de alguns professores e, principalmente, dos alunos do curso, através do Diretório Acadêmico.

O item a seguir abordará as discussões ocorridas durante o processo de reforma curricular do curso, procurando mostrar os principais aspectos debatidos, as dificuldades encontradas e as tensões e conflitos que permearam todo o processo.

2.3. A reforma curricular da licenciatura em Química: tensão instituído- instituinte

O processo de discussão interna teve início em outubro de 1998, com a criação de uma comissão, especialmente designada para este fim, composta, inicialmente, pela coordenadora do Colegiado dos cursos de Química, oito professores representantes dos quatro Departamentos do Instituto de Química e três representantes estudantis. Esta comissão tinha a

finalidade de proceder a revisão dos currículos, nas habilitações Bacharelado, Licenciatura e Química Industrial, e adequá-los à nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação e às novas Diretrizes Curriculares dos cursos superiores.

Entre as principais propostas elaboradas pelo Colegiado para serem discutidas na Comissão, estavam: a separação, através de concurso Vestibular, do curso de licenciatura; a definição de turnos para as três habilitações, com a licenciatura funcionando no turno noturno; a instituição de Monografia no final dos cursos; a criação de uma disciplina introdutória que desse as noções gerais sobre as técnicas básicas de um laboratório químico. Estas propostas deveriam ser concretizadas, a partir do ano 2000. A médio prazo, algumas mudanças eram reivindicadas pelo Colegiado, como: adequação dos currículos às novas Diretrizes; aproveitamento das propostas apresentadas no projeto PADCT-III, de 1998, para a melhoria do curso de graduação; interação entre os programas das disciplinas específicas de Química; integração entre a graduação e a pós-graduação; criação de um programa de estágio curricular, em convênio com empresas, dentro e fora da região de Salvador.

Ao mesmo tempo em que estas questões começavam a ser discutidas pela Comissão, ela foi surpreendida pela urgência de analisar o texto preliminar das Diretrizes Curriculares para os Cursos de Química, elaboradas pela Comissão de Especialistas do MEC e encaminhar sugestões à proposta encaminhada. Neste processo, ficou explícito o nível de desinformação da comunidade sobre os aspectos referentes à formação superior, mesmo aqueles expostos na Lei 9394/96. Termos como interdisciplinaridade, flexibilidade, competências e habilidades, tiveram uma grande dificuldade para serem interpretados, assim como a compreensão do que seriam os conteúdos curriculares; de forma que a conclusão a que se chegou foi que o documento não poderia ser usado como base para a revisão das diretrizes curriculares dos cursos de Química! (UFBA, 1999).

No ano de 1999, a Coordenação do Colegiado procedeu uma série de pesquisas com o objetivo de levantar dados sobre os cursos de Química, especialmente sobre os índices de evasão dos alunos, por ano de ingresso, e de reprovação nas disciplinas do primeiro semestre. Os Anexos 3 e 4 mostram estes dados. Os altos índices encontrados para a evasão nos cursos levou à elaboração, pela comissão de reforma curricular, das seguintes propostas: extinguir a segunda opção pelo curso de Química no processo de seleção (Vestibular); manter o aluno, durante o primeiro ano do curso, envolvido com um maior número de atividades no IQ; concentrar as aulas no mesmo *campus*, diminuindo a dificuldade de deslocamento do aluno; aumentar o número de bolsas de IC, Monitoria, Trabalho, etc.; promover a participação do aluno em atividades que aprofundem mais seu conhecimento profissional; aumentar o rendimento dos alunos nas disciplinas do primeiro semestre. Os altos índices de reprovação nas disciplinas iniciais dos cursos foram atribuídos às características individuais dos alunos, como: níveis de conhecimentos básicos diferentes, diferentes ritmos de aprendizagem e de "intensidade da vontade e do interesse em aprender". No entanto, o mesmo documento orienta para a necessidade de realização de "cursos de pedagogia e metodologia para os docentes" (UFBA, 1999).

Nas discussões posteriores sobre a reforma curricular, como algumas propostas de ação elaboradas para a diminuição da evasão não poderiam ser implementadas de imediato, pois dependiam, muitas vezes, de mudanças estruturais mais profundas, uma maior ênfase foi dada à questão dos altos índices de reprovação nas disciplinas do primeiro semestre dos cursos. Passou-se então a discutir formas de tornar este semestre mais "suave" para os alunos. Houve um certo consenso sobre a necessidade de introduzir uma disciplina que desse "uma visão geral da Química" e de reduzir a quantidade de disciplinas obrigatórias de Matemática e Física, no primeiro semestre.

Das discussões implementadas pela Comissão de Reforma Curricular e nos depoimentos de professores, em reuniões e conversas informais, alguns aspectos foram, para mim, reveladores de crenças há muito tempo consolidadas na cultura interna do IQ. Uma das crenças predominantes é que os alunos de Química (entre eles, os de licenciatura) chegam à Universidade totalmente despreparados e, por isso, apresentam um baixo desempenho, especialmente nas matérias iniciais de Física, Química e Matemática. No entanto, acreditam que se eles estudassem mais e fossem mais interessados, poderiam superar estes obstáculos. Com base nessa crença, algumas tentativas de melhoria do curso introdutório de Química (Qui 134 - Química Geral I) foram implementadas nos últimos anos, especialmente nas aulas de laboratório sem, no entanto, apresentar resultados satisfatórios. Segundo depoimento de um dos professores, "é um desperdício um roteiro de prática tão bom e os alunos não dão retorno".

Em todo o processo de reforma curricular, foram raros os momentos em que se observou algum questionamento sobre os conteúdos ministrados nas disciplinas. Estes, de modo geral, são considerados necessários para que os alunos desenvolvam os estudos posteriores. Neste aspecto, a preocupação é sempre em evitar a repetição de conteúdos entre disciplinas de diferentes Departamentos. Em alguns casos, reconhece-se que a metodologia de ensino é importante como, também, o sistema de avaliação mas, segundo alguns professores, mesmo modificando estes aspectos, não foram observadas melhorias significativas na aprendizagem. Ao ser questionada sobre o seu processo de ensino, uma professora diz: "já tentei vários métodos e nenhum deles me satisfaz". Para ela, as dificuldades de aprendizagem dos alunos decorrem da falta de "compreensão da linguagem, abstração e ao hábito de memorizar".

Os depoimentos dos professores mostraram, de modo geral, uma transferência da responsabilidade pelo baixo desempenho dos alunos (tanto nas disciplinas do primeiro

semestre, quanto nas demais), para os próprios alunos. As queixas mais frequentes são: falta de interesse, falta de estudo, "falta de base" (atribuídas às deficiências no ensino médio), dificuldades de leitura, de compreensão de textos e de abstração. Mesmo reconhecendo a existência de obstáculos de natureza pedagógica, como a dificuldade de abstração dos alunos (importante para o aprendizado de muitos conceitos químicos), no discurso dos professores o processo de ensino parece estar desvinculado do processo de aprendizagem. É como se alguém afirmasse: "eu ensino, os alunos é que não aprendem!".

Mesmo dentro de um contexto de reforma curricular de todos os cursos da UFBA e de avaliação do curso de Química pelo MEC, no ano de 2000, o envolvimento dos professores e, também, dos alunos, foi aquém do esperado. A ausência de discussões pedagógicas, o desconhecimento das pesquisas na área de ensino e de formação de professores de ciências, a desinformação sobre os documentos oficiais, em especial, as Diretrizes Curriculares para os cursos de Química e para a formação do professor, gerou um processo descontextualizado, em relação às questões que, hoje, têm mobilizado os educadores em ciências.

Não é de surpreender que o centro responsável pela formação do professor, neste caso, seja um *não-lugar*, um território (não apenas no sentido físico de lugar, mas um símbolo de poder) com uma estrutura fortemente verticalizada, onde se cultiva uma única narrativa (a científica) e se legitima práticas e saberes já instituídos e não questionados, em nome de um rigor acadêmico e científico, de uma identidade, muitas vezes pouco significativa para a finalidade a que se propõe. Assim, deve-se questionar: será que os valores e crenças, historicamente produzidos e instituídos, têm atendido às necessidades de formação de um educador químico para a contemporaneidade?; como poder-se-ia mostrar que o instituído é, apenas, uma possibilidade dentro de um universo de possibilidades?; de que forma este espaço de formação poderia ser, realmente, um *lugar*, espaço de convivência de múltiplas

subjetividades e de múltiplos contextos, de superação dos consensos e instituição de novos discursos não hegemônicos?

A questão acima remete à historicidade do processo de formação do professor que se deu, dentro de um sistema conhecido por 3+1, no qual a parte profissional da formação docente é um complemento da formação do bacharel. Segundo Serpa (2004, p.178), a manutenção deste esquema, mesmo após a reforma universitária, criou distorções pois, enquanto os Institutos básicos passaram a ser responsáveis pela formação do licenciado, a Faculdade de Educação, uma unidade profissional de formação do professor, tornou-se uma receptora de licenciandos como um Instituto básico de formação profissional. Nesta configuração, produziu-se uma separação teoria-prática profissional, com a teoria precedendo a prática, tanto no contexto da formação específica de Química, quanto na formação pedagógica. Esta separação compromete a formação do professor que, por ser uma atividade artesanal, precisa ser centrada na práxis, na relação dialética teoria-prática.

O currículo da licenciatura em Química revela fragmentações, características de um modelo de formação docente centrado na racionalidade técnica. Este modelo considera necessário um conhecimento teórico sólido que constitua a base para que o profissional atue na prática, de forma que a teoria seja um pré-requisito para a solução dos problemas práticos.

O modelo da racionalidade técnica, por separar o campo teórico do contexto da sala de aula, propõe situações idealizadas que, normalmente, não atendem às necessidades daqueles diretamente envolvidos com o ensino, os professores. Assim, por exemplo, a fragmentação, no currículo do curso, entre as disciplinas específicas de Química e as disciplinas pedagógicas, dificulta a discussão sobre a inserção do conhecimento químico no contexto real da sala de aula. Enquanto naquelas há um desinteresse e/ou desconhecimento das questões relativas à prática pedagógica, no contexto da formação de professores, nestas, de modo geral,

há um desconhecimento das questões relativas à ciência Química, ao ensino de Química e às pesquisas que têm sido efetuadas nesta área.

A precedência da teoria em relação à prática também está presente entre as disciplinas específicas da ciência de referência, entre as disciplinas de Matemática, Física e as pedagógicas. No caso das disciplinas de Matemática e Física, consideradas instrumentos para a aprendizagem da Química, há uma ênfase sobre os modelos teóricos, abstratos, relativos ao cálculo de funções (na Matemática) e, na Física, sobre os modelos teóricos explicativos para fenômenos óticos, elétricos e mecânicos. No entanto, o tratamento desses conteúdos é totalmente descontextualizado; tanto no que se refere à compreensão do conhecimento específico em si, aos aspectos epistemológicos e metodológicos; quanto à relação entre esses conhecimentos, o conhecimento químico e o ensino de Química. Assim, o aprendizado dessas disciplinas fica comprometido pois, além de não colaborar para a compreensão dos conhecimentos científicos, nos seus campos específicos, não contribui para dar sentido aos conhecimentos químicos que, muitas vezes, "toma emprestado", da Física e da Matemática, modelos e princípios para a compreensão dos seus fenômenos. Não é à toa que elas apresentam altos índices de reprovação, conforme citado anteriormente; no entanto, possuem altas cargas horárias (705 horas, o que corresponde a 25% das disciplinas de caráter obrigatório do currículo) e, ainda assim, têm sido pouco questionadas quanto aos seus conteúdos (será devido à hierarquização entre as ciências, produzida historicamente?).

Em relação às disciplinas específicas de Química, observa-se, de modo geral, que as aulas teóricas são desvinculadas das aulas de laboratório, constituindo-se no espaço/tempo em que são ensinadas as leis, teorias e conceitos químicos. Quando questionados sobre como se dá a relação teoria-prática, em suas aulas de Química, a visão predominante entre os professores é que as aulas de laboratório devem acompanhar as aulas teóricas; ou seja, para cada tema do curso teórico, deve haver uma ou mais aulas práticas correspondentes. Embora

alguns professores reconheçam a importância dessas aulas para a aprendizagem dos conceitos elas são, normalmente, ilustrativas e procuram demonstrar os conceitos abordados nas aulas teóricas. Pouca ênfase é dada aos fenômenos, sendo os conceitos, muitas vezes, o ponto de partida do processo de ensino. Dessa forma, perde-se a oportunidade de se conhecer as concepções que os alunos trazem para a sala de aula e que vão orientá-los na interpretação dos fenômenos sob estudo. Este *obstáculo pedagógico* (no sentido dado por Bachelard) leva, muitas vezes, à simples memorização dos conceitos pelo aluno.

A separação teoria-prática também está presente entre as disciplinas de conteúdo pedagógico. Estas são ministradas fora do contexto do ensino de Química. É o caso, por exemplo, de EDC 179-Didática I e EDC 212- Psicologia Aplicada à Educação, pré-requisitos para as disciplinas de Metodologia e Prática de Ensino de Química I e II, nas quais são tratadas questões relativas à prática pedagógica e às teorias de aprendizagem, respectivamente. É claro que as questões que envolvem a prática pedagógica, como o planejamento de ensino, as teorias de aprendizagem e outras discutidas nestas disciplinas, são de fundamental importância para a formação do educador químico, no entanto, quando elas não vêm acompanhadas de uma reflexão na prática e sobre a prática docente em Química e/ou nas ciências, de modo geral, correm o risco de perder significado para o aluno. As exceções, neste caso, ficam por conta das disciplinas EDC 202 - Metodologia e Prática de Ensino de Química I e II, oferecidas nos dois últimos semestres do curso, nas quais se vem tentando trabalhar de forma articulada com a prática de sala de aula.

O Anexo 5 mostra a matriz curricular do curso no ano de 2000, quando ainda estava se discutindo a reforma curricular. A nítida separação entre os blocos das disciplinas pedagógicas e das específicas de Química é característica do modelo da racionalidade técnica, ainda hoje predominante nos cursos de licenciatura. Esse modelo, revelado na estrutura curricular do curso, confere ao licenciado um caráter essencialmente técnico voltado para a

aplicação dos saberes acumulados de forma acrítica, ahistórica e descontextualizada. A estrutura curricular, concebida de forma linear, prioriza, no início do curso, os conhecimentos teóricos de Química, as suas leis, princípios e modelos, seguido de disciplinas mais aplicadas, que enfatizam as técnicas analíticas e a aplicação dos modelos para, finalmente, abordarem as questões relativas à prática profissional do professor.

O modelo da racionalidade técnica, de acordo com Schön, constitui a base sobre a qual as escolas profissionais da Universidade moderna foram criadas. Estas adotaram, nas primeiras décadas do século XX, um currículo normativo, centrado na idéia de que a competência para a solução dos problemas profissionais está no conhecimento científico, produzido através das atividades de pesquisa (SCHÖN, 2000, p.19). Para o autor, esse currículo normativo hierarquiza os conhecimentos, de forma que a ciência básica tem um maior *status* acadêmico, seguida da ciência aplicada e, por último, as habilidades técnicas e prática cotidiana. Nesta perspectiva, um maior *status* acadêmico é dado àqueles que detêm um maior conhecimento da ciência básica (talvez porque a ela seja atribuída um maior rigor científico).

Em se tratando da formação do professor e entendendo esta atividade como artesanal, os conhecimentos necessários à prática profissional transcendem a aplicação de teorias e técnicas aprendidas durante a etapa de formação. A singularidade do trabalho docente e as especificidades da docência nas disciplinas científicas, em especial, na Química, parecem desautorizar o emprego de esquemas e métodos previamente traçados, em contextos idealizados. O mundo real da sala de aula exige do professor a mobilização dos saberes profissionais docentes, já descritos pela literatura (SHULMAN, 1986; GAUTHIER et al, 1998) e saberes da prática pedagógica que, diferente do estabelecido por Gauthier (1998, p.33), para a caracterização do *saber da ação pedagógica*, não devem obedecer a regras de ação para serem aprendidas por outros professores; mas serem construídos em contextos

singulares (como a sala de aula sempre é), dialetizando teoria e prática, de forma a considerar as especificidades do ensino de uma ciência que tem uma racionalidade muito distante do senso comum e que, por isso, gera conflitos cognitivos, às vezes difíceis de superar. Não é à toa que a Química é considerada uma ciência difícil pelos alunos!

As questões colocadas acima não significam uma defesa do ativismo na profissão docente em ciências; pelo contrário, o que se quer afirmar é que a ciência Química tem, como todas as outras, uma epistemologia própria e que uma formação mais voltada para a compreensão do processo de produção do conhecimento químico, combinado com a compreensão e produção do saber pedagógico pelo professor, pode transformar a sua prática docente, tornando-a mais significativa e valorizada. A compreensão do produto e do processo de produção da ciência Química e a sua contextualização na sala de aula, leva à construção de um saber profissional que é único, singular e, ao mesmo tempo, profissional, rigoroso, pois produzido pelo próprio sujeito, dentro do próprio contexto de aplicação desse saber. Nesta perspectiva, o dilema entre o rigor e a relevância na atuação profissional, discutido por Schön (2000, p.15), pode ser amenizado, embora não totalmente superado.

Dada a complexidade da atividade docente em ciências, acredito ser importante uma formação que desenvolva, no licenciando, atitudes menos prescritivas e mais propositivas. Nesta perspectiva, a formação docente deve permitir uma aproximação constante entre o mundo acadêmico (teórico, idealizado, descontextualizado) e o mundo real (a sala de aula). Neste sentido, o "ensino prático reflexivo" proposto por Schön, pode constituir a epistemologia da prática adequada para a formação do professor. No entanto, concordo com Fiorentini *et al* (2001, p.318) que a ação do professor reflexivo vai depender de sua formação teórico-epistemológica, sem a qual ele não poderá, ao refletir sobre a sua prática, ter uma ação diferente daquela idealizada.

A epistemologia da prática, proposta por Schön, é centrada no saber profissional, a partir de uma *reflexão na ação* do professor, ao se deparar com os problemas em sala de aula. Este processo gera mudanças no sentido de encontrar novas formas de resolução dos problemas. Segundo Schön,

a reflexão na ação tem uma função crítica, questionando a estrutura de pressupostos do ato de conhecer na ação. Pensamos criticamente sobre o pensamento que nos levou a essa situação difícil ou essa oportunidade e podemos, neste processo, reestruturar as estratégias de ação, as compreensões dos fenômenos ou as formas de conceber os problemas (SCHÖN, 2000, p.33).

O processo de reflexão na ação está intimamente relacionado com a ação presente. Muitas vezes, ao se recorrer à observação e à reflexão sobre a ação, pode-se fazer uma descrição dos saberes que estão implícitos nela (conhecimento tácito, na expressão de Polanyi). Esse processo de descrição do ato de conhecer na ação torna explícito o saber tácito, espontâneo, e constitui o *conhecimento na ação*, que é uma construção simbólica elaborada pelo sujeito, na prática.

A epistemologia da prática, com os seus elementos constituintes, como a reflexão na ação, o conhecimento na ação e a reflexão sobre a reflexão na ação, constitui uma alternativa de superação do modelo de racionalidade técnica na formação do professor. Nessa epistemologia, as soluções para os problemas são buscadas, dentro do contexto em que eles aparecem, através da reflexão na ação, enquanto no modelo da racionalidade técnica a solução é estabelecida *a priori* e, portanto, fora do contexto em que eles aparecem. Nesta perspectiva, uma outra concepção de ensino, aprendizagem, pesquisa, relação professor/aluno e currículo deve substituir concepções consideradas superadas, pois não dão conta da complexidade dos atos de ensinar e aprender. Essas concepções vão de encontro à visão objetivista e, de certa forma, realista, na relação sujeito/conhecimento, propagada pela racionalidade técnica, no sentido que o conhecimento não é algo que está fora do sujeito, mas é construído pelos

sujeitos na sua ação e reflexão na ação, em situações de conflito, requerendo, portanto, envolvimento, autonomia e criatividade, qualidades normalmente ausentes no paradigma da racionalidade técnica, baseado em procedimentos normatizados e padronizados.

Educadores químicos brasileiros, como Schnetzler (2000), Maldaner (2000) e Rosa et al (2001), baseando-se nos trabalhos de Zeichner (1993), Carr e Kemmis (1998) e Schön (1983, 1992), têm trabalhado no sentido de propor alternativas para a formação inicial e continuada do docente em ciências, em especial, em Química, que superem o modelo da racionalidade técnica. As pesquisas implementadas por estes educadores têm, de modo geral, se pautado no modelo da racionalidade prática e em estratégias de investigação-ação, visando a formação do professor reflexivo e sujeito da sua própria prática.

Embora as pesquisas citadas acima sejam amplamente divulgadas nos vários eventos específicos sobre o ensino e a formação de professores de Química e ciências no Brasil (ENEQ, ENPEC, ANFOP, ANPED e outros), muitas vezes, elas ficam restritas ao próprio contexto de atuação dos pesquisadores e a uma ainda pequena parcela da comunidade acadêmica mais diretamente envolvida com a formação de professores. O desconhecimento dos aspectos relativos aos saberes docentes e à articulação entre estes saberes, o currículo de formação e a prática profissional, dificulta uma participação mais efetiva dos professores formadores. Esta é uma realidade na maior parte dos cursos de formação de professores de ciências do país.

Em se tratando da licenciatura em Química da nossa Universidade, a percepção de que não é possível formar professores dentro de uma estrutura curricular de total desarticulação entre o conhecimento químico e o conhecimento de conteúdo pedagógico, levou o Grupo de Ensino de Química a propor modificações curriculares com o objetivo de integrar estes saberes. As reflexões deste Grupo e as intervenções curriculares decorrentes deste processo, foram apresentadas em artigos e eventos nacionais (LÔBO et al, 2000; SILVA

et al, 2001; PENHA et al, 2002; LÔBO e MORADILLO, 2003). Estas intervenções ocorreram em dois níveis: no interior das disciplinas ministradas por estes professores, a exemplo da História da Química e das Metodologias e Práticas de Ensino de Química I e II; na proposição de novas disciplinas integradoras, cujas ementas estão expostas no Anexo 6.

O processo de discussão sobre a formação do licenciado em Química implementado pelo Grupo de Ensino e que culminou com a aprovação, pelo Colegiado do Curso, das disciplinas propostas, contribuiu para explicitar algumas crenças, concepções e relações de poder que têm permeado o nosso *locus* de formação e, muitas vezes, contribuído para a cristalização de práticas curriculares que são obstáculos a uma formação profissional docente mais autônoma e afinada com as questões contemporâneas relativas ao ensino de ciências, ao currículo e à própria formação do professor de ciências. Nesta perspectiva, é importante que se questione que concepções estão subjacentes a estas práticas e que implicações elas têm na formação do licenciado em Química; não para superar a tensão instituído-instituinte (sempre presente na dinâmica dos processos curriculares), ou para impor um novo paradigma ou modelo de formação docente em Química, mas para a compreensão da realidade e instituição de novos discursos e novas dinâmicas no campo do currículo. Assim, esta pesquisa foi desenvolvida tendo como eixo as seguintes questões, chamadas de Questões Centrais:

1-Partindo do pressuposto que as concepções epistemológicas estão expressas, explícita ou implicitamente, no currículo e contribuem para orientar as práticas docentes, com reflexos sobre a formação dos alunos, que concepções estão presentes no currículo da licenciatura em Química?

2-Partindo do pressuposto que as concepções epistemológicas de professores e alunos afetam as suas concepções pedagógicas, que concepções são dominantes entre esses sujeitos?

3-Que relações podem ser estabelecidas entre o currículo da licenciatura e as concepções de professores e alunos de Química?

As questões expostas acima orientaram este trabalho, desde as suas reflexões iniciais, quando do processo de elaboração do projeto, até as considerações finais.

3- CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS E O ENSINO DE CIÊNCIAS

3.1- ALGUMAS PESQUISAS SOBRE CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS

As crenças e concepções epistemológicas dos professores de ciências, têm sido objeto de estudo de vários pesquisadores. Autores como Young (1981), Lederman & Zeidler (1987), Gallagher (1991), Croning-Jones (1991), Praia e Cachapuz (1994) e McComas & Almazroa (1998), têm trabalhado no sentido de compreender se, e como, as concepções dos professores condicionam as suas práticas e o processo de implementação do currículo na sala de aula. Mesmo entre aqueles autores que não têm encontrado relação entre as concepções de ciência dos professores e a suas práticas pedagógicas (ABD-EL-KHALICK *et al.*, 1998 e BRICKHOUSE, 1990), há um razoável consenso sobre a importância de desenvolver, entre os professores, concepções sobre a natureza da ciência e orientá-los na tarefa de traduzir esse conhecimento em prática, na sala de aula (LEDERMAN, 1999; PRAIA, CACHAPUZ e GIL-PÉREZ, 2002).

Os estudos sobre a natureza da ciência (NOS), tratados no campo da filosofia da ciência, têm procurado conhecer como os indivíduos concebem a ciência como uma forma de conhecimento, e os valores e crenças inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico, em um determinado contexto histórico e social. Vale a pena ressaltar que não há um consenso sobre o que seria, especificamente, a natureza da ciência, ou melhor, sobre uma definição única de natureza da ciência, nem entre aqueles que lidam diretamente com a produção do conhecimento científico, os cientistas; tampouco com os que lidam com a

compreensão da ciência como um empreendimento humano, os filósofos, historiadores da ciência e educadores em ciência.

De acordo com Abd-El-Khalick e Lederman (2000, p.666), concepções de NOS têm mudado com os desenvolvimentos ocorridos nas várias áreas da ciência. É o que ocorreu na Física com a mudança de uma abordagem determinista clássica para o indeterminismo quântico, no início do século XX. Segundo estes autores, estas concepções também têm mudado com os desenvolvimentos na história, filosofia e sociologia da ciência, campos de estudo diretamente envolvidos com a investigação sobre o empreendimento científico. Portanto, falar em uma única definição sobre a ciência é simplificar, demasiadamente, algo extremamente complexo, dinâmico, contextual e peculiar a cada área científica. Assim, talvez fosse melhor uma referência ao termo natureza das ciências, em lugar de natureza da ciência.

Pesquisas sobre NOS foram implementadas, mais intensamente, a partir da década de 1950. Lederman (1992, p.332) distingue quatro linhas de pesquisa, a partir da análise da literatura disponível sobre trabalhos empíricos, qualitativos e quantitativos nesta área. São elas: 1- avaliação de concepções de estudantes sobre a natureza da ciência; 2- desenvolvimento, uso e avaliação de currículos voltados para a melhoria das concepções de estudantes sobre a natureza da ciência; 3- avaliação de, e tentativas de melhorar as concepções de professores sobre a natureza da ciência; 4- identificação das relações entre concepções de professores, prática em sala de aula e concepções de estudantes.

Dado o objeto de estudo e às características deste trabalho de pesquisa, considerou-se mais relevante, neste ponto, um aprofundamento das discussões em torno das concepções de professores sobre a natureza da ciência (ou das ciências) e as relações entre essas concepções, a prática em sala de aula e as concepções dos estudantes.

O primeiro levantamento sobre concepções de ciência, usando um instrumento formal de coleta de dados, foi feito por Wilson, em 1954, com 43 estudantes do ensino médio

da cidade de Georgia. Os resultados apontaram para concepções inadequadas sobre o conhecimento científico e sobre os cientistas, como a crença que o conhecimento científico era absoluto e o trabalho dos cientistas visava a descoberta de verdades e de leis naturais (LEDERMAN, 1992, p.333). No entanto, o trabalho mais extenso sobre NOS foi empreendido por Mead & Metraux (1957), confirmando a presença de concepções inadequadas de estudantes sobre a natureza da ciência e sobre o trabalho dos cientistas, encontradas no trabalho de Wilson.

A partir dos trabalhos citados acima, que constituíram a primeira linha de pesquisa na área, outros se seguiram (MACKEY, 1971; AIKENHEAD, 1973; RUBBA *et al*, 1981; LEDERMAN & O'MALLEY, 1990), resultando na idéia que os currículos dos cursos de ciências não estavam preparando os alunos para uma compreensão adequada sobre a natureza das ciências. Esta constatação abriu espaço para pesquisas sobre o desenvolvimento, uso e avaliação de currículos, visando melhorar as concepções de ciência dos estudantes, objeto da segunda linha de pesquisa (LEDERMAN, 1992, p.335). Nestas, os currículos elaborados utilizaram uma abordagem da história e da filosofia da ciência e/ou instruções que enfatizavam a natureza da ciência como forma de promover concepções mais adequadas entre os estudantes (ABD-EL-KHALICK & LEDERMAN, 2000, p.669).

Apesar dos esforços empreendidos pelos estudos sobre os currículos dos cursos de ciência, seus resultados e conclusões foram muito criticados, pois não levavam em consideração o papel do professor em todo o processo. Tais pesquisas concluíram que a melhoria das concepções dos estudantes sobre NOS era independente da compreensão dos professores sobre este aspecto. Trabalhos posteriores colocaram em dúvida estas pesquisas e mostraram que os conhecimentos dos professores, seus interesses, atitudes e atividades em sala de aula, exerciam uma influência muito grande sobre a aprendizagem dos alunos

atribuindo, portanto, ao professor o papel de principal intermediário (sic) no currículo das ciências (ABD-EL-KHALICK & LEDERMAN, 2000, p.699).

Os aspectos citados acima apontaram para pesquisas que concentrassem seus esforços na tarefa de avaliar e melhorar as concepções de professores sobre a natureza da ciência, constituindo o objeto da terceira linha de pesquisa (LEDERMAN, 1992, p.339). Estes trabalhos partiram do princípio que as concepções dos professores afetavam as suas práticas docentes e que, uma melhoria nestas concepções, era suficiente para promover uma adequada compreensão dos alunos sobre a natureza da ciência.

Os estudos visando avaliar as concepções de ciência dos professores foram implementados, de forma mais sistemática, a partir da década de 1960. Os resultados mostraram visões inadequadas de ciência e do conhecimento científico. O trabalho de Miller (1963, apud LEDERMAN, 1992, p.340), por exemplo, com professores e alunos de biologia do ensino secundário, mostrou que muitos professores, assim como os seus alunos, não compreendiam a ciência e poucos compreendiam o suficiente para ensiná-la de forma eficiente. Já o trabalho de Kimball (1968, apud LEDERMAN, 1992, p.341) comparou a compreensão sobre NOS entre professores de ciências e entre cientistas, concluindo não haver diferenças entre aqueles que tiveram a mesma formação acadêmica.

As pesquisas realizadas e os resultados encontrados, mostrando a pouca compreensão sobre NOS entre os professores, levaram ao consenso que era necessário elaborar programas de formação docente que melhorassem essa compreensão e promovessem uma visão de ciência, não apenas como uma coleção de conhecimentos, mas como uma forma de pensamento.

Entre os programas curriculares que tiveram um maior impacto no ensino de ciências, estão os norte-americanos da National Science Foundation (NSF), elaborados no final dos anos 1950. Estes projetos tinham, como principais preocupações, despertar um maior

interesse pela ciência e melhorar a compreensão das disciplinas científicas nas escolas de ensino primário e secundário. O reconhecimento da crise no ensino de ciências da época e o lançamento do foguete soviético *Sputnik*, em 1957, contribuíram para mobilizar a comunidade de educadores em ciência no sentido de implementar reformas curriculares visando a melhoria da cultura científica da população norte-americana, em especial, alunos e professores das disciplinas científicas.

Segundo Matthews (1994, p.15), nesta época havia três diferentes visões sobre a natureza, as propostas e ênfases da ciência escolar: uma especialista, teórica, com ênfase na disciplina; uma liberal, generalista, com ênfase humanística; uma prática, técnica, com ênfase na aplicação. Como esses projetos foram elaborados por cientistas, a ênfase dada era teórica-disciplinar, na qual valorizavam-se os conteúdos científicos e o engajamento mais ativo do aluno na sala de aula. Os projetos visavam a aprendizagem das ciências, no ensino secundário, através da transmissão dos conteúdos científicos e da ênfase em atividades experimentais, familiarizando os alunos com a metodologia científica. Os experimentos eram elaborados de forma que os estudantes pudessem aprender a fazer observações cuidadosas, anotar os dados obtidos de forma criteriosa e a fazer generalizações, a partir das observações feitas.

Os projetos na área de Química, o CBA- CHEMICAL BOND APPROACH e o CHEM STUDY- CHEMICAL, AN EXPERIMENTAL STUDY, utilizavam o modelo de aprendizagem por descoberta. Este modelo, também chamado de *método da redescoberta*, como o nome já diz, levava os alunos a redescobrirem o conhecimento que estava presente no objeto. A ênfase era dada à observação dos fenômenos e à busca de regularidades, a partir dos dados empíricos. Sua base epistemológica era, portanto, o empirismo-indutivismo. Assim, por exemplo, conforme consta no Guia do Professor de Química do CBA (1973, p.13), "os estudantes deverão começar a se comportar como cientistas!". Para isso, o livro propõe uma série de atividades de laboratório, com etapas rigidamente controladas pelo professor. No

projeto CHEM STUDY, da mesma forma, enfatizava-se a observação, de forma cuidadosa, para que se pudesse obter generalizações confiáveis. Cada aula experimental era iniciada com uma breve exposição do professor acerca dos objetivos da aula (discussão *prelab*) e, após a realização do experimento, havia uma discussão dos resultados obtidos e de como interpretá-los (discussão *postlab*).

Segundo Hodson (1985, p.35), a adoção do indutivismo nestes projetos parece ter tido o objetivo de evitar a armadilha de uma visão do experimento como confirmação de um conhecimento teórico já conhecido. No entanto, segundo o autor, essa tentativa criou uma outra armadilha pois reforçou a idéia inadequada de que estruturas teóricas poderiam emergir de dados experimentais, através do processo de generalização indutiva.

Além da inadequada concepção de ciência transmitida pelos projetos norte-americanos observa-se, nos projetos CBA e CHEM STUDY, por exemplo, uma preocupação em tornar familiar o trabalho dos cientistas, a partir dos experimentos do laboratório. No CHEM STUDY, o método científico é, de acordo com Lopes (1998, p.137), ensinado como uma extensão do senso comum, a partir da sua associação às práticas cotidianas. Esta tentativa de proximidade entre o método científico e o senso comum cria um grande problema para o ensino de ciências que é o mascaramento da complexidade peculiar à atividade científica e à conseqüente banalização dos conceitos científicos, negando as diferentes racionalidades existentes entre esses conhecimentos.

Não se pode negar que a tentativa de dinamizar as aulas de ciências, através da participação mais ativa do aluno no processo, constituiu um aspecto favorável. Também a interação entre educadores do ensino secundário e da Universidade e a melhoria da capacitação de professores de ciências brasileiros, através de cursos realizados nos Estados Unidos, quando os projetos chegaram ao Brasil, foram pontos favoráveis. Há que se pontuar, também, alguns ganhos em termos pedagógico-epistemológicos conseguidos com estes

projetos. No que se refere ao ensino de Química havia, até a década de 50, o predomínio de uma tradição filosófica associada ao empirismo-descritivismo, que dava ênfase à descrição dos fenômenos e das propriedades das substâncias, sendo o trabalho experimental apenas um instrumento para confirmar leis e princípios já estabelecidos (LOPES, 1998, p.136). A partir de uma orientação voltada para a busca de leis e princípios que fossem coerentes com os dados levantados experimentalmente, aplicando-se o método científico, pode-se dizer que o ensino de Química evoluiu de um descritivismo realista para um empirismo já comprometido com a busca de uma maior racionalidade (no sentido de um *progresso filosófico*, conforme Bachelard), mesmo que através de um caminho indutivista, hoje considerado inadequado pela maioria dos filósofos da ciência.

A despeito destes aspectos, o impacto destes projetos no ensino secundário de Química brasileiro foi quase inexistente, em parte porque os professores não estavam preparados para aplicá-los e, também, devido às inadequadas condições materiais existentes nas escolas, muitas sem laboratórios ou, quando existentes, com condições precárias e sem pessoal de apoio adequadamente preparado (situação que persiste até hoje, especialmente nas escolas públicas).

Em virtude de terem sido elaborados por cientistas, estes projetos conferiam ao currículo uma ênfase mais acadêmica e profissional. As questões relativas às aplicações práticas e tecnológicas das ciências eram, de modo geral, negligenciadas, de forma que a sua utilização, especialmente em cursos secundários, contribuiu para o distanciamento entre a ciência de referência e o contexto sócio-econômico e político da sociedade, ainda mais em se tratando da aplicação de um projeto de ensino de ciências em uma realidade totalmente diferente daquela em que ele foi originado.

Segundo Lederman (1992, p.342) e Abd-el-Khalick & Lederman (2000, p. 671-673), os programas curriculares implementados na década de 1960 para desenvolver uma

maior compreensão sobre NOS, entre professores de ciências, não foram muito eficientes e estes resultados foram independentes dos vários fatores examinados, como: conhecimento do conteúdo da ciência dos professores; habilidade de pensamento lógico; aptidão verbal; atributos pessoais; nível de ensino; tempo de experiência profissional; entre outros.

Abd-el-Khalick e Lederman (2000, p.673) citam estudos das décadas de 1970 e 1980 que tinham, como objetivo, melhorar a compreensão de professores sobre a ciência, baseados em duas abordagens distintas, chamadas por eles de *implícita* e *explícita*. A primeira abordagem sugere que uma compreensão sobre NOS pode ser facilitada através do desenvolvimento de habilidades, de cursos sobre o conteúdo da ciência e da prática científica. Na segunda abordagem, os pesquisadores utilizaram elementos da história e da filosofia da ciência para a compreensão de vários aspectos sobre NOS. Uma comparação entre as duas abordagens mostrou que os estudos que utilizaram elementos da história e da filosofia da ciência foram mais efetivos.

A abordagem *implícita*, centrada nos conteúdos das ciências e na prática científica, além de não garantir uma adequada compreensão sobre a ciência pode reforçar, através do ensino, apenas os produtos resultantes do empreendimento científico, em detrimento do processo de produção científica. Além disso, há de se considerar que esta abordagem nem sempre oferece uma adequada orientação filosófica para as disciplinas científicas, podendo até reproduzir concepções epistemológicas consideradas inadequadas por filósofos e educadores em ciências, como é o caso da concepção indutivista. Exemplo disso foram os projetos norte-americanos da National Science Foundation, citados anteriormente.

A abordagem *explícita* utiliza elementos da história e da filosofia, como forma de melhorar a compreensão dos professores sobre as ciências. Neste caso, acredita-se que uma postura mais crítica dos professores sobre a sua disciplina científica é o diferencial entre o treinamento e a instrução em ciências. Os defensores da introdução da história e da filosofia

da ciência no ensino e na formação dos professores acreditam que compreender a ciência significa ter a capacidade de entender, em profundidade, as palavras e os conceitos do discurso científico. Segundo Matthews (1994, p. 200), “deve ser estranho pensar em um professor de ciências que não tenha conhecimento dos termos “causa”, “lei”, “explicação”, “modelo”, “teoria”, “fato”; nenhum conhecimento dos objetivos freqüentemente conflitantes da sua própria disciplina - descrever, controlar, compreender - ; ou nenhum conhecimento das dimensões culturais e históricas da sua disciplina”.

O desconhecimento, pelo professor, dos elementos citados acima, na sua disciplina científica, dificulta o processo de mediação didática que, mais do que levar o aluno à compreensão dos conceitos científicos, deve permitir o levantamento de questões que propiciem uma visão mais crítica da ciência pelos alunos e o entendimento do sentido de construção do conhecimento científico, um processo sujeito a erros e equívocos, como qualquer construção humana.

No item a seguir, serão discutidas as relações entre as concepções epistemológicas dos professores, suas práticas docentes e o processo de implementação dos currículos científicos.

3.2 - CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS, CURRÍCULO E ENSINO DE CIÊNCIAS

As pesquisas que focalizaram as concepções de estudantes e professores e as estratégias curriculares, elaboradas para melhorar a compreensão de NOS de professores de ciências, de modo geral, deixaram de fora as questões relativas à sala de aula e ao próprio professor. Neste sentido, tem havido, nos últimos anos, um crescente interesse em focalizar a realidade da sala de aula, em especial as relações entre as concepções de professores e alunos,

bem como aquelas entre professores e as suas práticas docentes (BRICKHOUSE, 1990; HARRES, 2000; MCCOMAS & ALMAZROA, 1998). Os resultados encontrados nestes trabalhos parecem sugerir a necessidade de uma estreita relação entre o currículo na prática e o processo de elaboração curricular, ou seja, a articulação entre o que é planejado e o que é, efetivamente, concretizado.

Pesquisas têm demonstrado a influência marcante que os professores têm no processo de implementação do currículo (BRICKHOUSE, 1990; GALLAGHER, 1991; CRONIN-JONES, 1991), chegando à constatação que eles não implementam o currículo em suas salas de aula da mesma forma que esses currículos foram planejados para serem implementados. Os professores tendem a priorizar aspectos do currículo que estão de acordo com o seu sistema de crenças, valores e concepções, rejeitando aqueles que enfatizam valores diferentes dos seus (CRONIN-JONES, 1991). Portanto, é fundamental que nos processos de formação inicial e continuada de professores e de elaboração e implementação de novos currículos nas escolas, as questões relativas às crenças e concepções, tanto as de caráter epistemológico quanto pedagógico, possam ser explicitadas e discutidas para servirem de eixo orientador do processo de ensino, planejamento e elaboração de atividades curriculares. Infelizmente não é isso que tem ocorrido, de modo geral, nos programas de formação de professores de ciências e nos processos de elaboração e implementação de currículos para o ensino médio, principalmente no Brasil, nos quais as decisões técnicas são tomadas sem estarem pautadas por reflexões de caráter mais filosófico.

Em estudo sobre a relação entre as concepções e crenças do professor e a sua prática, Mellado (1997, p.332) chama atenção sobre a mudança de paradigma na pesquisa educacional, após os anos 1960. Essa mudança, de uma formação calcada na racionalidade técnica para o paradigma do pensamento do professor, significou uma mudança na própria concepção de professor, não mais como um realizador de tarefas pré-determinadas por outros,

mas como um sujeito reflexivo, que toma decisões, faz julgamentos e elabora rotinas condizentes com o seu sistema de crenças e o seu desenvolvimento profissional. No entanto, a mudança ocorrida no campo da pesquisa educacional parece ter, até o momento, produzido resultados poucos efetivos na prática do professor de ciências.

Durante todo o período de formação inicial e de experiência profissional, o professor adquire e desenvolve certas crenças pedagógicas que, embora implícitas, levam a um novo conhecimento que, de acordo com Shulman, é uma síntese entre o conhecimento de conteúdo puro (conhecimento científico, no caso do professor das ciências) e o conhecimento psicopedagógico (também considerado puro) (SHULMAN, apud MELLADO, 1997, p.333). Essas crenças se referem à natureza da ciência e do conhecimento científico e a como ensinar e aprender ciências. Como, na maior parte das vezes, elas não são questionadas durante a formação inicial e continuada, tem sido consideradas um dos obstáculos para o ensino de ciências.

É claro que não se pode afirmar que crenças inadequadas de professores de ciências sejam as únicas responsáveis pela baixa compreensão das disciplinas científicas pelos alunos e por um ensino de baixa qualidade; tampouco que o desenvolvimento de concepções adequadas de ciência pelos professores seja a garantia de uma boa educação científica. No entanto, o desconhecimento sobre a ciência, o produto da ciência (o conhecimento científico), seu processo de produção e as implicações desse conhecimento para a vida contemporânea, em seus vários aspectos, é comprometedor quando se pensa a ciência como um produto cultural da humanidade. Neste aspecto, é importante que nos cursos de ciências e de formação de professores de ciências, os aspectos relativos à produção do conhecimento científico e à prática científica tenham um lugar privilegiado no currículo.

De acordo com Hodson (1985, p.27), a ciência e o conhecimento científico são vistos como tendo as seguintes características: 1- a ciência dá acesso a verdades factuais sobre

o mundo através de observações imparciais; 2- o conhecimento científico é derivado diretamente da observação de fenômenos; 3- a ciência racionalmente testa suas proposições por meio de procedimentos experimentais confiáveis; 4- a ciência é uma atividade neutra e imune a fatores sócio-históricos e econômicos.

As características citadas acima são veiculadas nas escolas, contribuindo para a propagação de alguns mitos, designados por Nadeau e Désautels (apud HODSON, 1985, p.27) de "realismo ingênuo", "empirismo feliz", "experimentação crédula", "racionalismo excessivo" e "idealismo cego"⁴. Estes mitos são internalizados pelos professores, durante a sua formação, constituindo-se em obstáculos para a construção de uma imagem mais adequada de ciência e de conhecimento científico nas escolas e, também, na sociedade. Eles, geralmente, estão vinculados ao processo de ensino por transmissão de conhecimentos, no qual negligenciam-se os aspectos relativos ao processo de produção da ciência.

A preocupação com as questões estudadas pela filosofia da ciência e a sua inserção nos currículos das disciplinas científicas já havia sido mostrada por Robinson (1969). Nesta época, os currículos não eram baseados nas idéias da filosofia das ciências. Em trabalho publicado em 1998, o autor faz uma análise das pesquisas realizadas com educadores sobre os elementos que devem ser mais enfatizados no ensino das disciplinas científicas. Segundo ele, há os que defendem uma maior ênfase nos processos do que nos produtos da ciência, outros sugerem que a "estrutura da ciência" seja introduzida como uma disciplina nos currículos e, ainda, que os "processos de pesquisa" sejam considerados de grande importância na formação científica. Dentro desta perspectiva, Robinson chama atenção para aspectos que estão implícitos nas sugestões para o ensino de ciências, citadas acima. Entre estes, cita a separação

⁴ Alguns destes mitos, embora não comentados pelos autores, parecem estar associados às características da ciência e do conhecimento científico, apontadas anteriormente por Hodson (1985), como é o caso do "realismo ingênuo", "empirismo feliz" e "experimentação crédula". Para os mitos "racionalismo excessivo" e o "idealismo cego", entende-se o apego a uma razão, sem compromisso com a experimentação e a ênfase excessiva sobre o sujeito, desconhecendo a existência de uma realidade independente dele, respectivamente.

e identificação entre processos e produtos da ciência, e questiona: podem os processos da ciência ser separados dos seus produtos?; como os processos e produtos se relacionam à estrutura da ciência e o que se entende por estrutura da ciência?; esta estrutura se torna mais significativamente determinada como uma coleção de conceitos, fatos, teorias e leis da natureza? Para ele, a definição dos aspectos que vão orientar o desenvolvimento do currículo em ciências deve responder às seguintes questões: a linguagem usada nos materiais instrucionais é consistente com as relações que caracterizam a estrutura da ciência?; as relações científicas desenvolvidas nestes materiais são consistentes com as relações que caracterizam a estrutura da ciência? (ROBINSON, p.617, 1998).

Embora existam diferentes pontos de vista, com diferentes perspectivas, sobre que questões epistemológicas devem ser centrais para a elaboração curricular, Hodson (1985, p.31) enumera uma lista de pontos de concordância entre vários autores sobre as questões consideradas relevantes para o currículo das ciências. Estes pontos são: 1- as observações dependem de nossos sentidos de percepção, freqüentemente inadequados e, portanto, pouco confiáveis e falíveis; 2- as observações são dependentes da teoria e esta, muitas vezes, precede a observação; 3- a observação indireta depende de uma teoria adicional da instrumentação; 4- observações e teorias tem *status* diferentes; 5- conceitos e teorias são produzidos por ações criativas da abstração e invenção; 6- as teorias são, muitas vezes, justificadas após evidência experimental, mas para uma teoria ser aceita como científica, deve ser possível haver evidência a favor ou contra; 7- os conceitos científicos têm significado no seu papel dentro de uma estrutura teórica; 8- o conhecimento científico e as teorias científicas têm *status* temporário. Conceitos e teorias mudam e se desenvolvem, alguns desaparecem; 9- a indução é inadequada como uma descrição do método científico.

Apesar do trabalho de Hodson ter sido apresentado na década de 1980, as características comumente atribuídas à ciência e ao conhecimento científico, citadas por ele,

ainda são encontradas entre os professores de ciência, nos livros didáticos e nas revistas populares de divulgação científica. Em recente trabalho, Bencze e Hodson (1999, p.522) enfatizaram a necessidade de imprimir uma visão mais autêntica de ciência nas escolas. Os autores observaram que, mesmo considerando as novas orientações curriculares baseadas na inclusão da história e da filosofia da ciência (HPS), a exemplo do PROJETO 2061, de 1989; do Currículo Nacional Britânico e dos currículos orientados para a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), muitos professores e currículos escolares continuam a promover uma visão inadequada de ciência e de pesquisa científica. Neste trabalho, os autores citam alguns mitos sobre a pesquisa científica que, ainda hoje, são enfatizados no currículo escolar em Ontário e em outros lugares. São eles: 1- a observação fornece acesso direto e seguro para a obtenção do conhecimento; 2- a ciência começa com a observação; 3- a ciência procede via indução; 4- experimentos são decisivos; 5- a ciência compreende processos discretos e genéricos; 6- a pesquisa científica é um procedimento simples; 7- a ciência é uma atividade livre de valor.

Os mitos citados acima estão fortemente internalizados nos professores de ciências e nos currículos dos cursos de ciências, tanto o formal (currículo escrito, manuais, diretrizes, etc.), quanto nas práticas curriculares. Alguns deles estão implícitos, de forma que, na maior parte das vezes, o professor não se dá conta de estar, através da sua prática, reforçando concepções inadequadas e levando a um ensino de ciências dogmático e não condizente com a prática científica corrente. Uma dessas concepções de ciência mais frequentes nos manuais e livros didáticos é a empirista-indutivista, que tem sido apontada por educadores em ciências como uma das responsáveis pela visão inadequada de ciência e de conhecimento científico de professores e alunos das disciplinas científicas. É sobre ela que trataremos a seguir.

3.3- CONCEPÇÃO EMPIRISTA-INDUTIVISTA E SUAS IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO E A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS.

Trabalhos de pesquisa têm mostrado que a concepção empirista-indutivista é, ainda hoje, a perspectiva epistemológica predominante no ensino de ciências, a despeito das críticas que tem recebido de vários filósofos e educadores em ciência. Praia e Cachapuz (1994), em pesquisa realizada com professores de ciências portuguesas do ensino secundário, encontraram uma predominância de concepções empiristas em relação à natureza do conhecimento científico. Estes resultados eram independentes da área de atuação do professor e de sua experiência profissional. Em trabalho mais recente, Campos e Cachapuz analisaram livros didáticos de Química portuguesas para o ensino secundário com o objetivo de identificar imagens sobre a natureza da ciência e sobre a construção do conhecimento científico, no tratamento do tema ácido-base. A análise foi feita dentro de duas perspectivas epistemológicas dominantes: empirista/positivista e racionalista/construtivista. A conclusão dos autores foi que os manuais analisados apresentavam concepções epistemológicas consideradas inadequadas, como a empirista/positivista e a indutivista, em relação à produção do conhecimento científico. Mesmo quando as concepções epistemológicas estavam colocadas de forma mais explícita nos manuais, estes não apresentavam propostas didáticas coerentes com as concepções que defendiam (CAMPOS E CACHAPUZ, 1997, p. 26).

Os princípios de uma filosofia empirista, mais sistematizada, têm início com a obra de Bacon, *Novum Organum*, publicada em 1620. Propondo um novo método para a aquisição do conhecimento, Bacon considera que a investigação para a descoberta da verdade se dê através de duas vias:

uma, que consiste no saltar-se das sensações e das coisas particulares aos axiomas mais gerais e, a seguir, descobrirem-se os axiomas intermediários a partir desses princípios e de sua inamovível verdade.....A outra, que recolhe os axiomas dos dados dos sentidos e particulares, ascendendo contínua e gradualmente até alcançar, em último lugar, os princípios de máxima generalidade (BACON, afor. XIX, p.16).

As duas vias propostas por Bacon para a descoberta da verdade, partem dos sentidos para a busca de generalidades. No entanto, para ele, elas são diferentes. Enquanto a primeira se detém na experiência e no dado particular, a segunda caminha, gradualmente, para generalizações úteis, para “aquelas coisas que são realmente as mais comuns na natureza” (BACON, afor.22). Para Andery *et al* (1988, p.195), os dois métodos citados por Bacon diferem na forma como se recorre à experiência, particularmente ao peso e à amplitude que a ela se dá.

A busca de generalizações tendo, como ponto de partida, "experimentos oportunos e adequados", foi chamado por Bacon de *indução*, sendo o método indutivo o meio através do qual pode-se superar imagens distorcidas criadas pelo intelecto humano e chamadas por ele de *ídolos*. Estes são obstáculos que impedem o conhecimento da verdade. Entre eles, os *ídolos da tribo* são característicos da própria natureza humana, como as percepções (dos sentidos e da mente) que, para Bacon,

guardam analogia com a natureza humana e não com o universo. O intelecto humano é semelhante a um espelho que reflete desigualmente os raios das coisas e, dessa forma, as distorce e corrompe (BACON, afor. XLI, p.21).

A indução, para Bacon, é um processo de eliminação, no sentido de que permite separar o fenômeno sob estudo de tudo o que não faz parte dele. Esse processo envolve a observação do fenômeno, a contemplação do seu fluxo natural e a realização de um grande número de experiências, de forma diversificada, com alteração das condições experimentais, repetições, ampliações e aplicação dos resultados (ANDERY *et al*, 1988, p.195).

A indução e a empiria estão, em Bacon, fortemente interligadas. A sua teoria da indução compreende a existência de experiências que podem ser *vagas* ou *escrituradas*, a depender se o investigador opera ao acaso ou de forma metódica, sobre o objeto estudado. As experiências *vagas* se dão quando o investigador recolhe noções operando ao acaso. As experiências *escrituradas* decorrem da observação metódica e experimentação do investigador (BACON, 1984).

A dependência da experimentação para a produção do conhecimento científico, no método indutivo, produz distorções para a compreensão das ciências, pois pressupõe uma neutralidade inexistente no processo de observação dos fenômenos. Apesar disso, o indutivismo foi uma concepção muito influente entre os positivistas lógicos do Círculo de Viena, nas primeiras décadas do século XX.

O positivismo lógico foi, de acordo com Chalmers (1993, p.20), uma forma extrema de empirismo que prevaleceu, mesmo numa época em que a física quântica e a teoria da relatividade de Einstein surgiram abalando com os seus princípios. Nesta época, os filósofos Karl Popper e Gaston Bachelard já haviam publicado trabalhos que continham críticas muito contundentes ao positivismo e, mesmo assim, não conseguiram abalar a crença no pensamento positivo.

Os indutivistas acreditam que as leis e teorias científicas podem ser obtidas a partir dos fatos, por um processo de inferência. Para Popper, uma inferência é indutiva, caso ela conduza de *enunciados singulares* (descrições dos resultados de observações ou experimentos, no caso das ciências experimentais), para *enunciados universais*, como hipóteses e teorias. Para ele,

está longe de ser óbvio, de um ponto de vista lógico, haver justificativa no inferir enunciados universais de enunciados singulares, independentemente de quão numerosos

sejam estes; com efeito, qualquer conclusão colhida desse modo sempre pode revelar-se falsa (...) (POPPER, 2001, p.27).

Criticando a crença de que os enunciados universais podem ser obtidos através da descrição da experiência (de uma observação ou do resultado de um experimento), Popper enfatiza que a descrição de uma experiência só pode ser um enunciado singular, e não um enunciado universal e, portanto, uma inferência indutiva não se justifica logicamente.

Partindo do princípio que a indução não pode ser o método de produção do conhecimento científico, Popper conclui que as teorias nunca podem ser verificáveis empiricamente, portanto o critério de demarcação (entre ciência e metafísica), para ele, deve ser a *falseabilidade* de um sistema, e não a *verificabilidade*. Nesta perspectiva, a ciência deve ser caracterizada pela obediência à refutabilidade, de forma que os enunciados universais (leis e teorias), apesar de não poderem ser derivados dos enunciados singulares, podem ser por eles refutados. Segundo Popper, "é possível, através de recurso a inferências puramente dedutivas (...), concluir acerca da falsidade de enunciados universais a partir da verdade de enunciados singulares" (POPPER, 2001, p.43).

O método científico, para Popper, é o método crítico de caráter dedutivo. A dedução, colocada como uma oposição à indução, passa a ser a ferramenta fundamental para a falseabilidade de uma teoria, objetivo a ser perseguido pelo cientista. Este método parte do princípio que, dada uma teoria (ou hipótese, ou idéia) é possível, através de condições específicas e utilizando a lógica dedutiva, se tirar conclusões (chamadas de *conclusões singulares*). Se estas conclusões se mostrarem aceitáveis (forem compatíveis com os fatos analisados, ou comprovadas), então a teoria terá que ser aceita, ao menos provisoriamente, uma vez que não pode ser rejeitada ou falseada.

Apesar de ter recebido algumas críticas, especialmente em relação à idéia do refutacionismo das teorias (KNELLER, 1980, p.63), Popper deu uma contribuição importante, na sua época, por suas críticas ao dogmatismo da ciência positivista e ao pensamento indutivo, alicerces da concepção empirista-indutivista. A idéia de que o conhecimento científico não é obtido por inferência indutiva, a partir de observações e experimentação, e de que toda observação é impregnada por teoria, foi fundamental para uma mudança de rumo na filosofia da ciência e para uma imagem de ciência mais adequada, porque consonante com o seu próprio processo de produção.

O empirismo-indutivismo foi predominante nas ciências físicas até o início do século XX. No entanto, neste período, com as novas descobertas científicas abalando o paradigma positivista reinante, esta concepção se mostrou inadequada, não traduzindo mais a forma de produção dos novos conhecimentos. Um exemplo é a teoria da relatividade geral de Einstein que, segundo Freire Jr. (2002, p.295), na sua forma final apresentada à comunidade científica, em 1915, continha um peso muito maior de formulações teóricas e matemáticas do que de evidências experimentais. A exigência de um grande número de observações e experimentos não mais garantia a produção de teorias explicativas, neste novo contexto científico.

A racionalidade cada vez maior nas ciências físicas, a partir do início do século XX, foi explicitada por filósofos como Kuhn, Bachelard e Lakatos, com base na análise do processo histórico de desenvolvimento do conhecimento científico. No entanto, a educação científica parece, ainda hoje, estar atrelada a modelos e estratégias que refletem uma razão distante da razão e da prática científica contemporâneas e das questões educacionais que tem mobilizado os educadores, em especial, das matérias científicas.

A educação científica, independente dos modelos adotados serem construtivistas ou não, requer a aquisição, pelo aprendiz, de uma visão de mundo, muitas vezes, incompatível

com o seu senso comum. A compreensão da ciência, tanto dos seus produtos, quanto dos seus processos, envolve a incorporação de elementos de uma visão de mundo científica, dentro de um meio ou contexto cultural de socialização do conhecimento científico (escola, mídia e outros). No entanto, concordando com Cobern (1996, p.585), a aquisição de uma visão de mundo mais compatível cientificamente vai depender da visão de mundo do indivíduo que, segundo este autor, consiste em um conjunto de pressuposições fundamentais, não racionais, que vão orientá-lo para determinadas concepções de realidade.

Da discussão acima, segue que a aquisição de uma visão de mundo científica implica reconhecer que as ciências pertencem a um domínio próprio de racionalidade (diferente da racionalidade do senso comum), em que as ferramentas (leis, teorias, princípios) utilizadas para a interpretação dos fenômenos não podem ser incorporadas, diretamente, pelo indivíduo sem a interferência do processo de mediação do professor, no qual a natureza do conhecimento a ser ensinado, os símbolos utilizados e a prática científica sejam pontos relevantes para a compreensão das ciências.

A incorporação, na educação científica, dos elementos citados acima, requer uma orientação dos processos de ensino e de aprendizagem dentro de posturas epistemológicas mais condizentes com o estado atual do conhecimento científico e da educação científica. O que se quer dizer é que as questões relativas ao ensino e à aprendizagem das ciências não podem se distanciar das questões mais internas da prática científica, bem como das implicações sociais dessa prática. Neste sentido, é importante estreitar as relações entre o debate epistemológico e o pedagógico, dentro dos cursos de ciências e de formação de professores de ciências, para permitir explicitar concepções epistemológicas, muitas vezes inadequadas (como a concepção empirista-indutivista), presentes entre alunos, professores e no próprio currículo, e buscar alternativas pedagógicas que contribuam para a aquisição do

conhecimento científico e para a compreensão das ciências como construções humanas, dentro de contextos sócio-culturais determinados.

Em se tratando do ensino e da formação do licenciado em Química e, de modo geral, das ciências ditas experimentais, as questões epistemológicas devem constituir um espaço privilegiado no currículo, tendo em vista a importância que elas têm na condução das práticas e decisões curriculares. Assim, por exemplo, posturas epistemológicas de cunho predominantemente empirista (no sentido do empirismo clássico), tendem a afastar o aprendiz do problema no qual está imerso, de modo que o sentido de problematização, tão importante e decisivo no processo de construção do conhecimento, fica ausente no processo de ensino. A atividade experimental, por exemplo, é concebida como realização de tarefas, com ênfase na manipulação dos materiais, sem que o problema que levou àquele experimento sequer seja questionado. Por outro lado, uma postura epistemológica de cunho realista, que considera que a realidade existe, independente do observador, tenderá a minimizar a interferência do sujeito aprendiz no próprio processo de aprendizagem e a adotar uma prática docente predominantemente de transmissão de conhecimentos.

As questões abordadas acima são de fundamental importância na formação inicial de professores de Química (e de ciências, de modo geral), pois são decisivas para a discussão do processo de mediação didática. A transformação do conhecimento químico em conhecimento escolar (processo de extrema complexidade), pressupõe que o professor tenha, não apenas o domínio do conteúdo específico de Química (conhecimento químico), como, também, da estrutura dessa ciência, dos seus métodos de investigação, da validade de suas teorias e dos contextos de descoberta e justificação. O conhecimento de aspectos internalistas da ciência que ensina, além de promover uma visão adequada do empreendimento científico, do caráter provisório das suas teorias, da importância da teoria para a observação dos fenômenos e das rupturas paradigmáticas necessárias à sua evolução, contribui para o

adequado planejamento das atividades didáticas do professor e para a superação dos obstáculos observados nas aulas de ciências, decorrentes, na maior parte das vezes, da distância entre o conhecimento científico e o senso comum, conhecimentos com racionalidades tão diferentes.

Além do conhecimento dos aspectos internalistas citados acima, relativos à ciência ensinada, o professor deve, também, conhecer os impactos sociais da atividade científica e as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, de forma a fomentar atitudes mais críticas dos seus alunos em relação à disciplina sob estudo pois, de acordo com Praia, Cachapuz e Gil-Perez,

professores bem preparados nesta vertente estão em condições privilegiadas para promover estratégias de ensino e propor atividades de aprendizagem, longe já de uma mudança conceitual redutora mas, neste contexto de verdadeiramente interessar os estudantes pela vivência de situações problemáticas, capazes de suscitar uma autêntica compreensão dos múltiplos e complexos problemas que se colocam, hoje em dia, ao cidadão (PRAIA, CACHAPUZ & GIL-PEREZ, 2002, p.141).

O debate epistemológico citado anteriormente, não poderá ocorrer sem a presença das idéias do filósofo Gaston Bachelard que, a meu ver, soube, como nenhum outro filósofo da ciência, traduzir tão bem a profunda mudança de racionalidade e de cultura necessárias à compreensão das ciências físicas, a partir das primeiras décadas do século XX, tornando-se um pensador importante para aqueles que lidam com o ensino e a formação do professor de ciências.

No próximo capítulo serão apresentados alguns aspectos da epistemologia bachelardiana, sua contribuição para a reflexão sobre a atividade científica, nas ciências físicas, e para o ensino e a formação do educador químico. Estes aspectos levaram à opção pelo pensamento de Bachelard como referencial epistemológico desta pesquisa.

4.0- EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA, O ENSINO E A FORMAÇÃO DO PROFESSOR

4.1- CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DE UM NOVO REAL NAS CIÊNCIAS FÍSICAS

Pensar as ciências e o conhecimento científico é pensar em processos descontínuos de produção de conhecimento, em contextos culturais determinados. A tese da descontinuidade marcou a obra e, também, a vida de Bachelard. De funcionário dos Correios, a professor de história e filosofia da ciência na Sorbonne, ele trilhou caminhos como professor de Física e Química no ensino secundário de sua cidade natal, Bar-sur-Aube. Nesta trajetória, pode acompanhar e refletir sobre a produção do conhecimento científico e a mudança de racionalidade que ocorria, dentro de cada uma dessas ciências.

Atento às mudanças do seu tempo, Bachelard acompanhou as grandes descobertas científicas do final do século XIX e início do século XX, especialmente na área das ciências físicas. Neste contexto, destaca-se: a crise que se instaurou na Física e que abalou as bases racionais do mecanicismo, levando à relatividade einsteniana; as novas teses da mecânica quântica; o surgimento da geometria não euclidiana, estendendo as noções geométricas de forma a considerar o modelo euclidiano apenas um caso particular dentro de uma multiplicidade de geometrias. Estas descobertas abalaram os fundamentos das ciências físicas e levaram Bachelard a perceber um "novo espírito científico" instaurando-se e demandando uma nova racionalidade, uma nova filosofia das ciências.

A tradição positivista predominante na França, nesta época, considerava o conhecimento científico como o único conhecimento verdadeiro, objetivo e demonstrável. A crença em uma verdade absoluta, na invariabilidade das leis científicas e em uma razão

imutável, possibilitava a elaboração de uma "ciência da ciência" que, segundo Bulcão (1999, p.3), implicava na aceitação de uma idéia *a priori* de ciência e de um progresso científico contínuo, por acúmulo de conhecimento.

Nesta época, havia também a influência do pensamento do filósofo Émile Meyerson que ao analisar a atividade científica, defendia a idéia do progresso científico como contínuo, pois utilizava, como instrumento, uma razão imutável para a compreensão da realidade. Além disso, Meyerson, no contexto das fervorosas discussões entre físicos e filósofos da ciência sobre a noção de corpúsculo na física quântica, colocou-se como um defensor da idéia de corpúsculo individualizável, contrariando a mudança de concepção trazida pela nova teoria quântica, que considerava o corpúsculo não individualizável e, portanto, não localizável. Esta perspectiva era defendida por Bachelard e pelo físico Paul Langevin, com quem Bachelard travava debates muito intensos e frutíferos. Inclusive, foi Langevin que, segundo Freire Jr.(1995, p.44), identificou no apego à idéia de corpúsculo individualizável a maior causa da resistência à aceitação da nova física.

Não pretende-se, aqui, aprofundar a discussão sobre as noções científicas que demandaram os debates mais intensos por cientistas e filósofos da época; no entanto, considero importante considerar os abalos conceituais que estas novas descobertas científicas trouxeram, exigindo uma reformulação da razão, com conseqüências para a filosofia das ciências. Em relação a isso, Bachelard faz o seguinte comentário:

a ciência experimenta então aquilo que Nietzsche chama de "tremor de conceitos", como se a Terra, o Mundo, as coisas adquirissem uma outra estrutura desde que se coloca a explicação sobre novas bases (BACHELARD, 1984, X).

A mudança de racionalidade necessária à compreensão das novas descobertas científicas no início do século XX, levou Bachelard a criticar os filósofos que, segundo ele, utilizavam princípios filosóficos gerais para a análise dos problemas científicos. Para ele, a

filosofia da ciência é uma filosofia que se aplica, não devendo "guardar a pureza e a unidade de uma filosofia especulativa" (BACHELARD, 1985, p.12). Assim, a utilização de sistemas filosóficos em contextos diferentes daqueles em que eles tiveram origem, compromete a compreensão do pensamento científico como um pensamento aberto, inacabado e aplicado aos fatos. Em relação aos cientistas da sua época, Bachelard considera que, ao se deterem no reino dos fatos, concebem a filosofia das ciências como um resumo dos resultados das suas pesquisas, como uma coleção de fatos. Para ele,

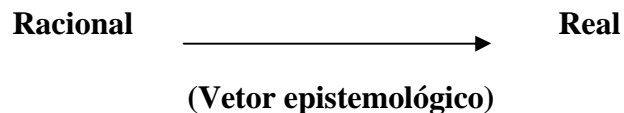
os cientistas consideram inútil uma preparação metafísica; declaram aceitar, em primeiro lugar, as lições da experiência se trabalham nas ciências experimentais, ou os princípios da evidência racional se trabalham nas ciências matemáticas. Para eles, a hora da filosofia só chega depois do trabalho efetivo; concebem pois a filosofia das ciências como um resumo dos trabalhos gerais do pensamento científico, como uma coleção de fatos importantes (BACHELARD, 1991, p.8).

A sua análise crítica ao positivismo, ao experimentalismo e indutivismo como forma de produção de conhecimento, leva-o a defender, não um empirismo puro, mas um empirismo respaldado por uma razão que anima e dá sentido ao empreendimento científico. Uma razão que realiza, que se aplica à realidade estudada. Para ele, o empirismo e o racionalismo estão ligados no pensamento científico pois, conforme diz:

um empirismo sem leis claras, sem leis coordenadas, sem leis dedutivas não pode ser pensado nem ensinado; um racionalismo sem provas palpáveis, sem aplicação à realidade imediata não pode convencer plenamente. O valor de uma lei empírica prova-se fazendo dela a base de um raciocínio. Legitima-se um raciocínio fazendo dele a base de uma experiência. A ciência, soma de provas e de experiências, soma de regras e de leis, soma de evidências e de fatos, tem pois necessidade de uma filosofia com dois pólos (BACHELARD, 1991, p.10).

A polaridade epistemológica, para Bachelard, corresponde, não a um dualismo, como poderia parecer, mas à complementação, à empiria e razão colocados juntos no pensamento científico. No entanto, ao considerar toda aplicação do conhecimento científico

como transcendência, como realização do racional, como aplicação realizante, deixa claro que a ciência do século XX se estrutura a partir da razão que, no contato com o real, se realiza. Esse movimento é chamado por ele de *vetor epistemológico*, cujo sentido vai do racional para o real, conforme representado abaixo:



O sentido do *vetor epistemológico* de Bachelard contraria as perspectivas adotadas pelos filósofos da ciência de sua época que tinham, no real, a fonte de todo o pensamento científico e filosófico, o próprio objeto do conhecimento. Para Bachelard, o real aparente, aquele que se mostra aos sentidos, aquele que é experimentado, descrito, nunca pode ser conhecido diretamente, "nunca é o que se poderia achar mas é sempre o que se deveria ter pensado" (BACHELARD, 1996, p.17). Esta perspectiva de um real construído, em lugar de um real dado, indica a primazia da razão na produção da ciência.

Na produção do conhecimento científico, o empírico surge após a utilização de pressupostos teóricos, racionais, que passam a orientar a busca dos dados. Estes, por sua vez, são resultados, obtidos através do diálogo entre razão e empiria. Este caráter de construção que reveste o real científico de Bachelard foi, para a época, uma novidade. Para ele, a predominância de um empirismo sem leis claras, sem leis coordenadas, é um obstáculo à aquisição da cultura científica. Esta, por sua vez, é um empreendimento racional, de uma razão realizante que se complementa pela técnica.

Contraopondo-se ao racionalismo puro dos filósofos, formal e universal, Bachelard propõe um racionalismo concreto, pois apoiado nos valores da empiria, solidário com as experiências particulares, com os fenômenos. É um racionalismo aberto, pois incorpora os

novos valores das experiências que ajudou a construir. Esse movimento dialético razão/empíria traduz, segundo ele, o pensamento e as práticas científicas contemporâneas.

Seu estudo filosófico das ciências físicas busca esclarecer como a razão se realiza em contato com a experiência física, com o fenômeno. Esta realização, correspondente a um *realismo técnico* é, para ele, diferente da perspectiva positivista e do realismo filosófico tradicional. Propõe, então, um realismo de segunda posição, que se coloca contra o realismo imediato; um realismo constituído de razão realizada, de razão experimentada (BACHELARD, 1985, p.14).

A crítica de Bachelard ao realismo imediato insere-se na sua própria análise filosófica sobre a produção do conhecimento científico, dentro das ciências físicas. Analisando a história do conhecimento científico, ele encontra as bases para a sua crítica. Em um período histórico chamado por ele de *pré-científico*, correspondente à Antiguidade clássica e aos séculos XVI, XVII e XVIII, Bachelard encontra uma série de exemplos de posturas realistas que, segundo ele, são verdadeiros obstáculos ao conhecimento científico.

Na Química, especialmente nos séculos XVIII e XIX, o recurso às concepções realistas (para Bachelard, *realismo ingênuo*) era muito comum, fato que pode ser atribuído à tendência descritivista das substâncias e dos fenômenos químicos, durante este período. Para o realista, conhecer a substância significa descrevê-la quanto a sua forma, cor, dureza e outras propriedades físicas. Nesta perspectiva, conhecer o fenômeno significa observar as transformações que ele sofre como, por exemplo, mudanças de cor e liberação ou absorção de calor sem, no entanto, relacionar as suas propriedades a aspectos como a natureza química das partículas e as ligações entre elas (aspectos microscópicos).

Era comum, entre os realistas, a atribuição de qualidades às substâncias químicas que, na verdade, elas não tinham. Assim, por exemplo, em relação ao ouro, Bachelard encontra uma citação do autor de Locques, na qual ele diz:

como o ouro é a mais pura, a mais espiritual, a mais incorruptível e a mais temperada de todas as matérias; como a natureza o enriqueceu com todos os dons do Céu e da Terra, e que os Elementos repousam no ouro como no centro de sua perfeição; enfim, como o ouro é o trono da alma geral, que contém todas as propriedades, virtudes e faculdades de todas as coisas, é considerado com razão um remédio universal, que contém as virtudes dos Elixires e das quintessências maravilhosas (de LOCQUES, apud BACHELARD, 1996, p. 178).

O ouro, por volta do século XVIII, exercia um fascínio muito grande em função de sua raridade. A supervalorização de suas qualidades é, para Bachelard, a manifestação dos valores inconscientes do indivíduo, necessitando de uma psicanálise para ser superada. Mesmo entre filósofos famosos, como Francis Bacon, ele observa posturas realistas, como na referência ao processo que este filósofo utilizou para curar verrugas em seu próprio corpo, descrito da seguinte forma:

desde pequeno, tinha uma verruga no dedo e, em Paris, apareceram-lhe muitas outras; a esposa do Embaixador da Inglaterra decidiu tratá-las, esfregando toucinho; depois, ela pendurou esse toucinho fora das janelas, ao Sol, até ele apodrecer, e o resultado foi que, no prazo de sete meses, todas as verrugas desapareceram (BACON, apud BACHELARD, 1996, p.182).

Mesmo sendo considerado o pai do empirismo moderno, Bacon não escapou à tendência de valorizar os aspectos qualitativos e anímicos atribuídos às substâncias, sem considerar a possibilidade de verificação, de demonstração. Para Bachelard, é necessário uma adequada psicanálise no sentido de estabelecer o predomínio da demonstração objetiva, pois:

o melhor meio de fugir às discussões objetivas é entrincheirar-se por trás das substâncias, é atribuir às substâncias os mais variados matizes, é torná-las o espelho de nossas impressões subjetivas. As imagens virtuais que o realista forma desse modo, admirando as mil variações de suas impressões pessoais, são as mais difíceis de afugentar (BACHELARD, 1996, p.184).

A tendência à observação, atribuindo um privilégio à visão, como forma de aquisição de conhecimento, já era dominante entre os filósofos gregos, particularmente Aristóteles. Para este filósofo,

Por natureza, todos os homens desejam conhecer. Prova disso é o prazer causado pelas sensações, pois mesmo fora de toda utilidade, nos agradam por si mesmas e, acima de todas, as sensações visuais. Com efeito, não só para agir, mas ainda quando não nos propomos a nenhuma ação, preferimos a vista a todo o resto. A causa disto é que a vista é, de todos os nossos sentidos, aquele que nos faz adquirir mais conhecimento e o que nos faz descobrir mais diferenças (ARISTÓTELES, apud LOPES, 1990, p.9).

Na ciência, no entanto, um conhecimento obtido diretamente pela observação nem sempre é garantia de um conhecimento considerado verdadeiro. Assim, por exemplo, a atribuição de cor a uma substância pode depender de outros aspectos além do visual. Através da noção de *racionalismo aplicado*, Bachelard discute o racionalismo da cor, usando a problemática da cor do metal ouro. Assim, segundo ele, quando o metal se apresenta como uma lâmina de espessura acima de 4μ é verde-amarela; entre 4 e $2,7\mu$ é azul-verde, verde a cerca de $2,7\mu$ e rosa violácea a cerca de $1,5\mu$. Conclui daí que, a atribuição de cor ao ouro vai depender de uma definição meticulosa da espessura deste metal, contrariando os adeptos do realismo (ingênuo) que atribuiria a cor amarela ao ouro, através de evidência visual (BACHELARD, 1990, p.229). Assim, para ele, o racionalismo na atribuição da cor não é o racionalismo clássico dos filósofos. Entre estes, o conhecimento considerado verdadeiro é de origem racional; já para Bachelard, o racionalismo é mais aberto, é um *racionalismo aplicado*, dialético, porque admite a experiência, a empiria, sendo que o racional e o empírico se completam na ciência contemporânea (BULCÃO, 1999, p.87). Este racionalismo envolve uma técnica, uma *fenomenotécnica*; no caso do metal ouro, a aplicação da técnica espectroscópica na produção das diferentes cores do metal.

O recurso às imagens é uma característica dos seguidores da concepção filosófica realista. No entanto, para Bachelard,

a primeira experiência ou, para ser mais exato, a observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. De fato, essa observação primeira se apresenta

repleta de imagens; é pitoresca, concreta, natural, fácil. Basta descrevê-la para se ficar encantado. Parece que a compreendemos (BACHELARD, 1996, p.25).

Esse apego às primeiras impressões, ao observável é, de certa forma, intuitivo, uma característica do senso comum que, imbuído de um realismo ingênuo, busca a simplificação e se contenta com o conhecido, o previsível. Essa concepção susta a investigação, no lugar de provocá-la e, desta forma, afasta-se do espírito científico que, apoiado numa racionalidade dinâmica, complexa e mutável, abandona o dado imediato e se aventura no desconhecido, em busca de um conhecimento cada vez mais instruído, incompleto e liberto dos falsos valores do realismo. Para Bachelard,

o realismo é uma filosofia que nunca se compromete, ao passo que o racionalismo se compromete sempre e arrisca totalmente em cada experiência. Mas, também neste caso, o sucesso está ao lado do maior risco (BACHELARD, 1991, p.31).

As posturas realistas começaram a ser superadas na Química, a partir da segunda metade do século XVIII. Os trabalhos de Lavoisier, no final deste século, já mostravam um empirismo comprometido com a busca de princípios gerais, contribuindo para a superação de um realismo próprio do senso comum, porém reforçado pela prova empírica. A mudança de concepção na interpretação das reações de combustão, decorrente dos trabalhos de Lavoisier, provocou uma ruptura conceitual com o sistema defendido pelos químicos da época. Além dos trabalhos de Lavoisier, outras descobertas na Química, como a de que a água não era um elemento químico, por Cavendish, e a elaboração das leis ponderais e volumétricas, contribuíram para a superação do realismo e para a busca de um conhecimento químico cada vez mais racional (LÔBO, 2001, p.64).

Para Bachelard, as posturas realistas são *obstáculos epistemológicos* que aparecem no próprio ato de conhecer e projetam sombras no conhecimento do real. A noção de obstáculo epistemológico está inserida na própria história do pensamento científico.

Defendendo que as revelações do real são recorrentes, Bachelard chama atenção para a necessidade de superar hábitos decorrentes de conhecimentos mal estabelecidos, de um passado de erros, certezas cristalizadas e preconceitos, para apreender os novos conhecimentos, aceitando mutações que contradizem o passado.

A noção de obstáculo epistemológico é importante, quando se analisa a evolução histórica do pensamento científico. Ele aparece ligado a hábitos e costumes, muitas vezes difíceis de superar, e que afastam o pensamento das noções mais racionais, necessárias à compreensão da ciência. Assim, para Bachelard, a opinião é o primeiro obstáculo a ser superado, pois ela impede o levantamento de problemas e é o “sentido do problema” que caracteriza o pensamento científico. Um conhecimento não questionado está ligado a hábitos intelectuais consolidados que, com o tempo, se valorizam, adquirindo *status* de verdade. No entanto, para Bachelard, é difícil superar, de uma só vez, os conhecimentos habituais, sendo necessária uma *catarse intelectual e afetiva* que mobilize, permanentemente, a cultura científica (BACHELARD, 1996, p.24). Neste processo, a detecção dos obstáculos epistemológicos é o passo decisivo para a evolução do pensamento científico.

Como forma de promover o pensamento científico a um estado cada vez mais racional, Bachelard considera fundamental a constante retificação dos erros do passado para a reforma do pensamento. A reconstrução do conhecimento deve se dar por rupturas (*ruptura epistemológica*) com os conhecimentos anteriores, a fim de afastar os obstáculos que impedem o desenvolvimento da razão. Portanto, os conceitos de obstáculo epistemológico e de ruptura epistemológica estão fortemente interligados no pensamento bachelardiano.

O autor dá uma contribuição importante para a superação do continuísmo na história das ciências, postura predominante entre os filósofos da sua época. Ao defender a idéia de uma evolução descontínua do conhecimento científico, propõe uma completa renovação no pensamento filosófico dominante, marcado pelo ideal positivista de unidade,

verdade e universalidade do conhecimento. Esta perspectiva, para Bulcão, é consistente com uma postura continuísta da história das ciências pois, segundo ela,

ao admitirmos que o conhecimento científico é constituído de verdades, temos que considerar as novas aquisições científicas como complementações das teorias anteriores sendo, portanto, o progresso científico cumulativo (BULCÃO, 1999, p.35).

Ao analisar a história do desenvolvimento científico, Bachelard detectou uma série de rupturas com concepções aceitas anteriormente. Apesar disso, é comum atribuir-se uma perspectiva evolucionista para a história do conhecimento químico levando, muitas vezes, a equívocos interpretativos, prejudiciais à compreensão do processo de produção desse conhecimento. Esta perspectiva evolucionista está presente, muitas vezes, em livros didáticos de Química. Nestes, por exemplo, é comum considerar a Química Moderna como um estágio mais avançado da Alquimia, apesar das diferentes racionalidades correspondentes às suas diferentes visões de mundo.

O conhecimento alquímico tem uma racionalidade própria que advém do fato de ter sido uma forma de conhecimento aliada à filosofia grega, com forte influência dos conhecimentos práticos e místicos dos Egípcios, das artes ocultas do oriente médio, da astrologia, da magia e do misticismo cristão ou judaico (VIDAL, 1986, p.20). Na sua corrente mística, considerada uma das mais antigas, há uma perfeita analogia entre a manipulação da substância e da alma do manipulador, sendo a manipulação, quer na transmutação dos metais ou na purificação das substâncias, uma prática de transformação do indivíduo, uma ação sobre si mesmo na busca da salvação da sua alma. À alquimia eram atribuídas características de arte sagrada, visto que se acreditava que esse conhecimento teria sido dado aos homens pelo deus Hermes. Portanto, sendo um conhecimento sagrado, era perfeito e não poderia ser modificado.

O empirismo dos alquimistas era impulsionado por causas divinas e princípios místicos, enquanto o empirismo da Química Moderna é impulsionado pela necessidade de

construção de teorias explicativas sobre a matéria, a partir da investigação das suas propriedades e das transformações que ela sofre. A linguagem esotérica, a utilização de recursos anímicos na interpretação da natureza e o recurso excessivo às imagens, característicos da Alquimia, revelam a ruptura que existe entre esse conhecimento e a Química Moderna. Nesta, é o conceito que estrutura o conhecimento. Sendo puras abstrações, muitas vezes o conceito não tem imagens e, assim, "entre o conceito e a imagem há uma contradição que não admite síntese" (BARBOSA, 1996, p.36).

Uma outra ruptura importante na Química se deu com os trabalhos de Lavoisier, no final do século XVIII. Seus estudos sobre o comportamento dos gases promoveu uma verdadeira revolução química, uma ruptura com concepções anteriores, na medida em que levou à superação da teoria do flogisto, desenvolvida por Stahl, por volta de 1700, e considerada a primeira teoria capaz de explicar um número muito grande de fenômenos químicos, tendo sido, por isso, largamente aceita na época. De acordo com esta teoria, quando um corpo queima ele perde flogisto, uma substância material presente, em maior ou menor grau, em todos os corpos. No entanto, após a sua queima, observava-se um aumento ou diminuição da massa da substância original, a depender dela ser metálica ou constituída de materiais combustíveis como, por exemplo, o carvão. Para os materiais metálicos, a queima resultava no aumento da massa da substância original, enquanto para o carvão, a massa após a queima era diminuída. Esta era uma questão de difícil entendimento para a época, pois não havia um consenso a respeito da natureza corpórea ou incorpórea do flogisto (FILGUEIRAS, 1995, p.220-221). Através de medidas quantitativas das massas e volumes das substâncias, utilizando os aparelhos mais modernos da época, Lavoisier chegou à conclusão de que a teoria do flogisto não era adequada para explicar os processos de combustão. Nestes, ocorre sempre o aumento da massa das substâncias, após a queima, devido à incorporação do ar desflogisticado (oxigênio) durante o processo. Essa mudança de concepção na interpretação

das reações de combustão, produziu uma ruptura conceitual com o sistema defendido por Stahl e pelos químicos da época, resultando na alteração da própria noção de substâncias e compostos.

O realismo ingênuo que predominou na Química até o século XVIII começou a ser superado a partir da segunda metade deste século, até o início do século XIX. Durante este período, a Química já utilizava um empirismo comprometido com a busca de princípios gerais e teorias como, por exemplo, na elaboração das leis ponderais e volumétricas. No entanto, foi a partir do século XIX, que a racionalidade dessa ciência tornou-se cada vez mais significativa, superando as posturas predominantemente empiristas.

A partir da teoria atômica de Dalton, o racionalismo químico passou a caracterizar quase todas as atividades dessa área de conhecimento. Segundo Mortimer, os progressos da Química foram obtidos pela via do atomismo ou a ela foram incorporados, de modo que, durante todo o século XIX, foi a hipótese atômica de Dalton a explicação racional para os fenômenos químicos e leis empíricas existentes até então (MORTIMER, 1992, p.245).

O modelo atômico de Dalton representou uma outra ruptura com a perspectiva continuista na história da Química. Diferentemente do que a maioria dos autores fazem entender, ele rompe com o atomismo grego, na medida em que possui uma visão de mundo totalmente diferente. De acordo com Lopes, enquanto o modelo de Dalton objetivava dar explicações sobre as relações entre as massas das substâncias envolvidas nas transformações químicas, o atomismo de Demócrito e Leucipo não tinha este compromisso; ele estava inserido num sistema filosófico que procurava "explicar a natureza, a partir da inserção do homem nessa natureza: seus propósitos e seus valores" (LOPES, 1996, p.256).

Apesar do realismo ainda estar fortemente presente na Química durante o século XIX, à medida que novos elementos químicos foram sendo descobertos, houve uma necessidade de uma maior sistematização visando a classificação desses elementos. Esta foi

alcançada com sucesso pelo modelo proposto por Mendeleiev. O poder racionalizante e o grau de sistematização alcançado com este modelo foi tal que permitiu prever as propriedades de substâncias que, na época, ainda não haviam sido descobertas.

Para Bachelard, a Tabela Periódica de Mendeleiev é uma das páginas mais filosóficas da ciência e fundou a *química sincrética*, ao estabelecer uma totalidade orgânica que utilizava as noções clássicas de peso atômico e de valência, para a ordenação dos elementos. Com a mudança da propriedade fundamental, segundo a qual os elementos químicos eram organizados na tabela: número atômico no lugar de peso atômico, muda-se, também, a perspectiva filosófica, na medida em que a noção de estrutura eletrônica promoveu uma nova racionalidade, mais abstrata, matemática, como base para a sistemática química iniciada por Mendeleiev. Esta nova perspectiva filosófica, chamada por Bachelard de *racionalismo aplicado*, contribuiu para a superação de um empirismo que constata, mas não explica os fatos.

A racionalidade cada vez mais complexa alcançada pelas ciências físicas, a partir do século XX, levou a um "novo espírito científico", principalmente a partir do advento da mecânica quântica e da teoria da relatividade. Na Química, o rompimento com as concepções newtonianas, provocado pela nova Física, resultou na ruptura com as concepções clássicas sobre o átomo e sobre as partículas subatômicas, em especial, o elétron. O caráter estático, a trajetória bem definida utilizada para a descrição do elétron, é substituído por um caráter mais abstrato. O comportamento ondulatório atribuído ao seu movimento, juntamente com o novo conceito de dualidade onda-partícula a ele associado, rompeu com o determinismo mecanicista no mundo microscópico.

As conseqüências da hipótese quântica para a epistemologia das ciências físicas aparecem, mais nitidamente, quando se procura distinguir os conceitos de real dado e real científico (LÔBO, 2002, p.254). Esta distinção foi bem trabalhada por Bachelard. Para ele, o

real dado, imediato, não é mais um objeto do pensamento, mas um simples pretexto do pensamento científico. Assim, no “novo espírito científico”, é necessário passar do *como* da descrição ao *comentário* teórico (BACHELARD, 1985, p.14). Esta passagem exige a superação da sedução da imagem, do fenômeno, do realismo ingênuo, para um realismo de segunda posição, que se coloca contra o imediato, contra a realidade usual; isto, porque ele acredita que a verdade nasce apesar da evidência, da experiência imediata.

Os fenômenos da microfísica parecem mostrar os obstáculos de um apego ao realismo aparente, da tentativa de se apreender as realidades materiais, fora do contexto complexo em que elas estão imersas. Assim, por exemplo, o duplo caráter de partícula e onda dado ao elétron na nova Física, não pode ser entendido como uma dupla realidade, como duas coisas ligadas por um mecanismo, mas como síntese, como relação dialética dos dois aspectos fenomenológicos, a partícula e a onda. A associação entre eles é de ordem matemática e, como diz Bachelard, “deve-se compreendê-los como momentos diferentes de matematização da experiência” (BACHELARD, 1985, p.87).

O rompimento com o real dado, com o real aparente, é fundamental para a apreensão do pensamento químico contemporâneo. O conceito de *real científico*, um real que está em conexão direta com a racionalidade, consegue traduzir bem a Química contemporânea e superar os obstáculos de uma tradição substancialista nessa área do conhecimento.

O substancialismo foi um obstáculo muito presente na Química do século XVIII. A crença de que as substâncias possuem, em seu interior, qualidades que estão ocultas e precisam ser desveladas, levaram a uma série de equívocos no processo de produção desse conhecimento. Neste século, era comum a busca da interioridade das substâncias. Acreditava-se que as qualidades contidas no seu interior eram as responsáveis pelo comportamento químico e, por isso, muitas atividades alquímicas tratavam de *abrir* as substâncias para descobrir os segredos nelas contidos. Este *mito do interior*, como chama Bachelard, é um dos

mais difíceis de ser superado, por estar fortemente arraigado no inconsciente, estando ligado diretamente ao pensamento simbólico.

A substancialização de uma qualidade imediata é um obstáculo para o conhecimento científico, pois ela fornece uma explicação fugaz para os fenômenos. Nesta perspectiva, a correspondência entre os elementos descritivos de um fenômeno e a respectiva substância, não satisfaz ao espírito científico. Para Bachelard, “todo fenômeno é um momento do pensamento teórico, um estágio do pensamento discursivo, um resultado *preparado*. É mais produzido do que induzido” (BACHELARD, 1996, p.127).

Para o realista ingênuo, conhecer uma substância é conhecer o seu interior, as suas qualidades essenciais, responsáveis pelo seu comportamento. Assim, por exemplo, em relação à água, Bachelard cita Boerhaave, quando este atribui a qualidade de suavidade como essencial a esta substância:

a água é tão suave....que, aplicada nas partes do corpo em que a sensação é a mais delicada,....não provoca nenhuma dor....Se colocarmos um pouco de Água sobre a córnea – a parte de nosso corpo mais apta a detectar qualquer aspereza por causa da sensação dolorosa ou incômoda que nela logo se manifesta....- não sentiremos o mínimo desconforto. A água também não produz nenhuma sensação desagradável, nem um novo odor na membrana do nariz, que é um tecido de nervos quase descobertos (BACHELARD, 1996, p.137).

Mostrando não haver concordância entre os autores da época sobre que qualidades eram essenciais à água, Bachelard cita o autor Pott, que atribuía à dureza a sua qualidade essencial. Para este autor, “As partículas da água devem ser bem duras, pois ela fura as pedras e rochas expostas a seu movimento contínuo. Sabe-se também que a pessoa sente dor quando bate, com força, a mão espalmada na superfície da água” (BACHELARD, 1996, p.138).

A valorização das sensações, como o gosto e o cheiro, é um dos aspectos que caracterizava o substancialismo, no período chamado por Bachelard de *pré-científico*. Pode-se dizer até que, ainda hoje, estas propriedades organolépticas são valorizadas dentro da Química

e do ensino de Química. Nesta perspectiva, é comum encontrar em livros didáticos para o ensino médio a referência ao sabor azedo dos ácidos, como um critério de classificação dessas substâncias.

O substancialismo perdurou durante muito tempo na história da construção do conhecimento químico, utilizando métodos complicados e exaustivos para o desvelamento do interior das substâncias. O excesso de manipulação das substâncias, as seqüências prolongadas de operações repetitivas que exigiam muita paciência do investigador, era uma forma de valorização do material sob estudo. Essa tradição manipulativa e cadenciada da substância química, de alguma forma, induziu a um empirismo vazio (para usar a expressão de Bachelard), como concepção dominante na Química, ainda no século XVIII. Segue-se que a utilização de métodos descritivos para o conhecimento das propriedades das substâncias, característica do empirismo, pode ter levado à concepção empírico-descritivista, predominante no ensino desta matéria até a década de 1950, de acordo com Lopes (1998, p.136).

Analisando os livros didáticos de Química no período de 1931 a 1990, Lopes constatou a presença do obstáculo substancialista. Mesmo havendo, durante este período, reformas curriculares que resultaram em diferentes orientações para os livros didáticos de Química é notória, segundo a autora, a ausência de ruptura com a razão estabelecida até o início do século XX, que enfatizava o conhecimento das propriedades da substância para a sua identificação. Segundo ela, mesmo no período pós anos 1960, com a introdução dos princípios da Mecânica Quântica nos livros didáticos de Química do nível médio, não houve qualquer questionamento do substancialismo dos químicos (LOPES, 1990, p.241).

Além do substancialismo, também o animismo era um obstáculo epistemológico muito presente na Química, no período chamado por Bachelard de pré-científico. A atribuição de princípio vital aos materiais era muito comum na ciência do século XVIII. Esta tendência,

para Bachelard, derivava da hierarquia atribuída aos reinos animal e vegetal, em detrimento do reino mineral. A idéia de que as substâncias do reino mineral eram mais complexas exigindo, portanto, um trabalho mais longo e elaborado para serem estudadas, era muito comum na Química desta época. Este aspecto favorecia a utilização de metáforas animistas na análise dos fenômenos químicos. Um exemplo é dado por Bachelard, referindo-se à citação de Geoffroy, de 1738:

As substâncias metálicas, por serem de um tecido mais fechado, mais ligado, mais tenaz que o dos Vegetais e Animais, exigem um trabalho bem mais longo e tenaz, se a intenção for de separar seus princípios e reconhecer-lhes a diferença (BACHELARD, 1996, p.186).

O estudo privilegiado das matérias orgânicas era muito presente entre os químicos da época, como Lavoisier, Fourcroy e Berzélius. Para Bachelard, as analogias e transposições feitas entre os 3 (três) reinos com a finalidade de obtenção de uma unidade, sempre valorizava mais os reinos animal e vegetal, como no caso da classificação das argilas, pelo autor Sage, em argila vegetal, animal e mineral (BACHELARD, 1996, p.188). Essa tentativa de valorização do reino mineral, por analogia com os outros reinos, era um obstáculo à compreensão do verdadeiro espírito científico, pois tentava concretizar aspectos da matéria que só poderiam ser descritos ou compreendidos pela via da abstração.

O animismo aplicado aos fenômenos da matéria era de um certo conforto espiritual, já que buscava o concreto, valorizava o intuitivo, aproximando-se do senso comum, em uma época de valorização das características individuais das substâncias, das impressões subjetivas que o realismo ingênuo teimava em apontar.

O animismo teve uma forte presença, também no ensino de Química. Lopes mostra o excesso de metáforas animistas nos livros didáticos de Química, no período de 1931 a 1999. Segundo a autora, vários fenômenos como a eletricidade, o magnetismo, a neutralização entre um ácido e uma base, a combustão, entre outros, eram impregnados de

recursos anímicos, através da utilização de metáforas que obstaculizavam a compreensão da ciência Química como uma ciência racional (LOPES, 1990, p.151). Ainda segundo esta autora, a utilização do animismo, como recurso didático, foi predominante nos livros de Química, mesmo após o ano de 1960, quando inovações educacionais resultaram na introdução de conteúdos mais abstratos, como estrutura atômica e ligação química. A necessidade de uma maior abstração conceitual, principalmente nestes conteúdos, levou os autores desta época a utilizar recursos didáticos anímicos, como forma de aproximar o conhecimento científico do conhecimento do aluno e facilitar a compreensão de alguns conceitos. Este processo didático contribuiu, segundo ela, para a distorção dos conceitos científicos e para a ênfase sobre o seu caráter operacional, mas não para a sua compreensão (LOPES, 1992, p.257).

A aproximação entre o conhecimento científico e o senso comum, como tentativa de facilitar a aprendizagem dos conceitos científicos, tem sido considerado um obstáculo por vários educadores em ciências. A banalização dos conceitos decorrente desse processo, impede a apreensão de uma razão realizante, própria do empreendimento científico, que em nada se parece com a razão pragmática do senso comum, fundada em um realismo de primeira aproximação, repleto de imagens, crenças e intuições.

Para Bachelard, a apreensão do novo espírito científico requer, no caso das ciências físicas, uma posição que não seja a pura valorização do fenômeno e a sua correspondência direta com o real, tampouco a adoção de uma razão absoluta e definitiva, aplicada às pesquisas experimentais. Segundo ele, é “na encruzilhada dos caminhos que se deve colocar o epistemólogo, entre o realismo e o racionalismo” (BACHELARD, 1985, p.17). Estas duas filosofias são consideradas obstáculos epistemológicos gerais, posições extremadas e sempre presentes no conhecimento científico embora, para ele, o racionalismo seja uma concepção mais adequada ao espírito científico contemporâneo que o realismo.

A polarização epistemológica, representada pelo realismo e racionalismo absolutos, está longe de caracterizar o pensamento científico contemporâneo. Defendendo que a filosofia da ciência é uma filosofia que se aplica, estas duas concepções gerais e extremadas devem ser contextualizadas (embora Bachelard não tenha usado este termo). Isto quer dizer que a atividade científica contemporânea (no que se refere às ciências físicas) cria filosofia; é ela que fornece os problemas que serão submetidos à reflexão filosófica.

Na perspectiva discutida acima encontramos, em Bachelard, um defensor de uma filosofia que se origina no reino dos fatos. No entanto, neste caso, o real não é mais dado, ele é construído e a razão não é mais universal, ela é aplicada. Para ele,

É por suas aplicações que o racionalismo conquista seus valores objetivos. Para julgar o pensamento científico já não se trata de nos apoiarmos num racionalismo formal, abstrato, universal. É preciso atingir um racionalismo concreto, solidário com as experiências sempre particulares e precisas. É preciso, também, que esse racionalismo seja suficientemente *aberto* para receber determinações novas das experiências (BACHELARD, 1977, p.10).

Constatando ser a Química contemporânea uma ciência aberta, produto da incorporação das novidades advindas, tanto das descobertas experimentais, quanto das perspectivas teóricas constantemente retificadas, Bachelard leva-nos a considerá-la como uma ciência da matéria, com uma epistemologia própria, estruturada pela síntese entre a experiência pensada e a razão experimentada. Essa novidade expressa no pensamento de Bachelard supera os limites de uma ciência do experimento ou experimental (como normalmente a Química é definida), ao mesmo tempo em que valoriza uma razão em constante transformação, pois totalmente coerente com os critérios de objetivação que essa ciência está sempre a construir.

Na perspectiva colocada acima, a epistemologia bachelardiana convida-nos a uma reflexão filosófica sobre a ciência Química, com base na própria história da construção desse conhecimento. Neste sentido, ela traz enormes contribuições, tanto para aqueles que lidam

com a sua produção, como para os que se dedicam à sua socialização, através do ensino. Dentro do contexto desta pesquisa, focalizaremos o ensino e a formação do professor de Química como campos preferenciais dessa reflexão filosófica, destacando as contribuições que as idéias de Bachelard podem dar.

4.2- O ENSINO DE QUÍMICA E A FORMAÇÃO DO EDUCADOR QUÍMICO, SOB O OLHAR BACHELARDIANO

A história de vida de Bachelard mostra sua preocupação constante com as questões referentes ao ensino de ciências e à educação, de modo geral, apesar de ele não ter deixado obras específicas sobre este tema. Sua trajetória como professor de Química e Física do ensino secundário, levou-o a situar essas ciências dentro do debate filosófico, colocando-se tanto contra as perspectivas dos filósofos da sua época, como contra a ausência de uma reflexão metafísica no trabalho dos cientistas.

Na sua crítica aos filósofos, Bachelard mostrou a inadequação da aplicação de princípios gerais a problemas científicos específicos. Para ele,

mantendo-se fora do espírito científico, o filósofo pensa que a filosofia das ciências pode limitar-se aos princípios das ciências, aos temas gerais, ou então, limitando-se estritamente aos princípios, o filósofo pensa que a filosofia das ciências tem por missão articular os princípios das ciências com os princípios de um pensamento puro, desinteressado dos problemas da aplicação efetiva. Para o filósofo, a filosofia da ciência nunca está totalmente no reino dos fatos (BACHELARD, 1991, p.9).

Em relação aos cientistas, a crítica de Bachelard é dirigida ao monismo metodológico, imposto pela filosofia positivista de Comte e ao empirismo-indutivismo, como base para a produção do conhecimento científico, numa época em que as descobertas científicas demandavam um novo olhar, uma nova razão, mais polêmica, mais questionadora. Para ele,

os cientistas consideram inútil uma preparação metafísica; declaram aceitar, em primeiro lugar, as lições da experiência se trabalham nas ciências experimentais, ou os princípios da evidência racional se trabalham nas ciências matemáticas. Para eles, a hora da filosofia só chega depois do trabalho efetivo; concebem pois a filosofia das ciências como um resumo dos resultados gerais do pensamento científico, como uma coleção de fatos importantes.....Para o cientista, a filosofia das ciências ainda está no reino dos fatos (BACHELARD, 1991, p.8).

O racionalismo puro dos filósofos e o empirismo sem uma razão que lhe dê sustentação são, para Bachelard, obstáculos epistemológicos que não podem traduzir o caráter dinâmico do pensamento científico contemporâneo, no qual o empirismo e o racionalismo estão totalmente imbricados. Esta polarização ou *polaridade epistemológica*, longe de ser um dualismo, é uma prova de que cada uma dessas concepções é o complemento da outra, de forma que, para ele, “pensar cientificamente é colocar-se no campo epistemológico intermediário entre teoria e prática, entre matemática e experiência” (BACHELARD, 1991, p. 10).

A partir das descobertas científicas do início do século XX, na área da microfísica, Bachelard coloca-se contra um racionalismo “no vazio” e contra um empirismo “desconexo” (BACHELARD, 1977, p.10). Ao defender uma síntese da teoria com a experiência, nas ciências físicas, Bachelard propõe uma filosofia em que o *racionalismo aplicado* e o *materialismo técnico* se manifestem, num movimento dialético que represente o verdadeiro pensamento científico.

Ao refletir sobre o trabalho dos cientistas, Bachelard questiona a objetividade neste trabalho. Contrariando a positividade atribuída à pesquisa científica, ele procura mostrar em suas obras, em especial, no livro *A Filosofia do Não*, como o caráter subjetivo pode interferir na prática científica. Ressalta, então, a necessidade do processo de reflexão sobre esta prática, quando diz que “o espírito pode mudar de metafísica; o que não pode é passar sem a metafísica”. Considerando relevante este processo de reflexão, sugere que o epistemólogo faça os seguintes questionamento aos cientistas:

Como pensais?, quais são as vossas tentativas?, os vossos ensaios, os vossos erros?, Quais são as motivações que vos levam a mudar de opinião? Por que razão vocês se exprimem tão sucintamente quando falam das condições psicológicas de uma nova investigação? Transmitam-nos sobretudo as vossas idéias vagas, as vossas contradições, as vossas idéias fixas, as vossas convicções não confirmadas.....Digam-nos o que pensam, não ao sair do laboratório, mas sim nas horas em que deixais a vida comum para entrar na vida científica (BACHELARD, 1991, p.15).

A preocupação de Bachelard com a necessidade de reflexão filosófica sobre a prática científica, numa época em que o dogmatismo positivista era contrário a qualquer questionamento filosófico, é um aspecto que mostra o pioneirismo de suas idéias e a relevância da sua epistemologia para aqueles que lidam com a prática científica e, também, com o ensino de ciências.

No contexto do ensino, um dos aspectos mais discutidos por educadores em ciência é a dificuldade de compreensão dos conceitos científicos pelos alunos. Na Química, por exemplo, os conceitos derivados da Mecânica Quântica e utilizados na compreensão dos vários aspectos relativos às ligações químicas e à estrutura molecular, apresentam um alto grau de dificuldade de compreensão, em função da necessidade de uma maior abstração. Como diz Bachelard, a Química contemporânea não é mais uma ciência de memória, mas uma Química matemática, uma Química teórica, fundada a partir da união com a Física teórica, uma *Química teórica-Física teórica*. Essa nova Química tem uma racionalidade muito diferente da racionalidade do senso comum, na medida em que rompe com as primeiras impressões, com as imagens fáceis, as intuições primeiras, próprias do realismo ingênuo, e se eleva a um nível de complexidade e especialidade que exige uma nova razão, uma razão em constante mutação, polêmica, como foi e é polêmico o processo de produção do conhecimento científico.

Sendo a Química contemporânea uma ciência descrita por um racionalismo aplicado e um materialismo instruído, ordenado, ela rompe tanto com o racionalismo formal,

abstrato, quanto com o materialismo apegado ao fenômeno ou, segundo Bachelard, com o *materialismo ingênuo*.

A história da Química mostra uma superação do realismo ingênuo, do materialismo ingênuo, e uma racionalidade cada vez mais progressiva. No entanto, a racionalidade cada vez maior alcançada por este conhecimento se deu por processos de rupturas com concepções anteriores, visando a superação dos obstáculos que impediam o desenvolvimento da razão.

No que se refere ao ensino de Química, é comum a apresentação apenas dos resultados dessa ciência, o conhecimento científico em Química, com as suas leis, princípios, teorias e modelos que, normalmente, são concebidos como representações da realidade. A ênfase sobre os produtos da ciência, em detrimento dos seus processos de produção, provoca uma série de desdobramentos indesejáveis na pedagogia dessa ciência, criando obstáculos à sua compreensão. Um desses desdobramentos é o reforço da crença positivista que atribui à ciência o estabelecimento de leis invariáveis que regem os fenômenos, baseadas na observação e experimentação. A determinação das causas dos fenômenos são consideradas especulações metafísicas que o espírito humano não pode responder. Nesta perspectiva, para Comte, “o verdadeiro espírito positivo consiste sobretudo em *ver para prever*, em estudar o que é a fim para daí concluir o que será, segundo o dogma geral da invariabilidade das leis naturais” (COMTE, 1990, p.19).

O positivismo de Comte encontrou terreno fértil na ciência do século XIX, quando o mecanicismo determinista era suficiente para a compreensão dos fenômenos físicos; no entanto, a partir do início do século XX, a exigência de uma nova razão, rompeu com as certezas estabelecidas e fundou um novo sistema de pensamento que, ao mesmo tempo em que negava o sistema anterior, limitava o seu campo de aplicação. Este novo espírito científico traduzido, por Bachelard, por uma *filosofia do não*, surge, para ele, não como uma

atitude de recusa, mas de conciliação. Como uma necessidade de romper com os conhecimentos do passado, porém não negá-los, mas integrá-los, hierarquizando-os, de forma a contemplar toda a complexidade das ciências físicas contemporâneas e, ao mesmo tempo, mostrar o caráter progressivo e contextual da razão na história dessas ciências.

A epistemologia histórica de Bachelard procura mostrar que o progresso filosófico das ciências físicas se deu no sentido de uma racionalidade cada vez mais complexa, rompendo com concepções inadequadas, como o realismo, o substancialismo e o racionalismo clássico. Nesta perspectiva, o conceito bachelardiano de *ruptura epistemológica* é fundamental para o ensino das matérias científicas, pois insere os conceitos científicos dentro do contexto histórico em que eles foram produzidos, mostrando os obstáculos epistemológicos inerentes aos seus próprios processos de produção.

A importância da historicização no ensino de ciências é apontada por Lopes. Defendendo um ensino de ciências com ênfase no estudo dos problemas científicos e não apenas dos resultados científicos, a autora faz uma crítica à forma ilustrativa com que a história é abordada nos livros didáticos de Química, em lugar de apresentar os embates entre idéias e fatos que contribuíram para o progresso científico dessa ciência (LOPES, 1993, p.326). Uma perspectiva histórica no ensino das ciências também tem sido apontada por outros autores, como Matthews (1994), Stinner & Williams (1993) e Abd-El-Khalick & Lederman (2000), como uma forma de tornar o ensino mais crítico, a partir da compreensão do empreendimento científico como um empreendimento humano e, portanto, sujeito a erros, concepções inadequadas, visões de mundo diferenciadas, a depender da época em que foi produzido. Estes obstáculos presentes durante a produção do conhecimento também se manifestam no processo de aprendizagem dos conceitos científicos. Nesta perspectiva, segundo Bachelard, a aquisição da cultura científica necessita de uma catarse intelectual e afetiva que a coloque em estado de mobilização permanente (BACHELARD, 1996, p.24). É

preciso, para ele, questionar constantemente o conhecimento para evitar a sedução das primeiras impressões, da observação primeira que, normalmente se apresenta cheia de imagens, sendo mais concreta, pragmática e, portanto, mais próxima do senso comum. É preciso manter, constantemente, uma *vigilância epistemológica* que mobilize a razão e a libere dos preconceitos dos conhecimentos mal estabelecidos, porque pouco questionados.

Na perspectiva apontada acima, a descontinuidade entre o conhecimento científico e o senso comum, proposta por Bachelard, é um requisito fundamental para a aquisição da cultura científica. Na Química, por exemplo, a utilização de metáforas e analogias, como uma forma de aproximar o conhecimento químico do conhecimento cotidiano é uma prática muito comum nas salas de aula, principalmente no nível médio de ensino. Concepções realistas, substancialistas, puramente empiristas estão sempre presentes no ensino, principalmente quando se trabalha com conceitos mais abstratos para explicar os fenômenos do mundo microscópico. É o que acontece, por exemplo, com o conceito de orbital que, por corresponder a uma função matemática, a função de onda ψ , e não ter significado físico, é constantemente associada à região em volta do núcleo onde há uma maior probabilidade de encontrar o elétron. Mesmo admitindo-se hoje a incapacidade de localizar o elétron com precisão e de estabelecer uma trajetória definida para o seu movimento, o conceito de orbital, como conceito quântico, ainda gera, no ensino de Química, um certo desconforto e, por isso, é freqüentemente associado ao quadrado da função de onda $(\psi)^2$ que, na realidade, corresponde à densidade de probabilidade de encontrar o elétron em uma região em volta do núcleo. A correspondência direta entre o conceito e a imagem é característica de posturas realistas ainda presentes no ensino de Química.

Um exemplo de concepção inadequada presente no ensino de Química é o substancialismo nas noções de calor e temperatura. A idéia de que a temperatura é uma medida da quantidade de calor é muito comum entre professores e alunos e revelada, muitas

vezes, pela expressão “a reação liberou calor”, numa referência a uma reação exotérmica, como significando que a reação contém calor e, por isso, ele será liberado durante o processo.

Mostrando uma preocupação com o ensino das ciências físicas, Bachelard chama atenção para o fato dos alunos já possuírem conhecimentos empíricos prévios, sedimentados na vida cotidiana, compondo uma cultura específica para cada sujeito. Assim, para ele, não se trata “de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental”. Essa mudança exige uma “psicanálise dos erros iniciais” para superar os hábitos, crenças e concepções que se distanciam da racionalidade científica contemporânea. (BACHELARD, 1996, p.23).

A ruptura sugerida por Bachelard entre o conhecimento científico e o senso comum, não deve levar à compreensão de que, no ensino de ciências, o aprendiz deve abandonar os conhecimentos adquiridos na sua vida cotidiana, com os quais ele resolve os problemas do seu dia a dia, para adquirir uma nova cultura (a científica), aplicável à resolução de qualquer problema, independente do contexto em que ele aparece. A epistemologia bachelardiana, pelo contrário, advoga a necessidade de uma dispersão de concepções filosóficas, um pluralismo filosófico, para traduzir o pensamento científico, em toda a sua complexidade. Afinal, para Bachelard, a ciência cria filosofia e cada problema científico exige uma filosofia particular, específica. Neste sentido, para ele, a filosofia das ciências deve ser:

uma filosofia diferencial que contrabalançaria a filosofia integral dos filósofos. Esta filosofia diferencial estaria encarregada de analisar o devir de um pensamento. Em linhas gerais, o devir de um pensamento científico corresponderia a uma normalização, à transformação da forma realista em forma racionalista (BACHELARD, 1991, p.16).

A discussão acima procura mostrar que o ensino de ciências, ao mesmo tempo em que introduz o aluno numa nova cultura, a cultura científica, deve ser suficientemente crítico para questionar os princípios científicos, analisar o seu processo de produção, perceber as influências do contexto social e político nessa produção e delimitar o contexto de aplicação do

conhecimento científico. Nesta perspectiva, a epistemologia histórica de Bachelard pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias de ensino que promovam uma maior compreensão da natureza da ciência e não se limite, apenas, à transmissão dos seus produtos.

Modelos de ensino por *mudança conceitual* foram e ainda têm sido adotados em algumas salas de aula de ciências, utilizando estratégias diversas. Estas estratégias tem a finalidade de levar os estudantes a abandonarem as suas concepções cotidianas, pelo reconhecimento da superioridade das concepções científicas para a explicação dos fenômenos naturais. Autores como Posner, Strike, Hewson & Gertzog (1982); Hewson & Hewson (1983) e Hewson & Thorley (1989), trabalharam nesta perspectiva, inspirando diversas iniciativas de processos de ensino, principalmente nas duas últimas décadas do século XX.

Reconhecendo que o desenvolvimento das idéias e dos conceitos científicos não foi homogênea, Bachelard chama atenção que nem todos os conceitos científicos atingiram o mesmo grau de maturidade filosófica, tendo uns permanecido ainda numa fase realista e outros, numa fase empirista ou positivista. Neste sentido, o autor introduz o conceito de *progresso filosófico* que, apesar de ter pouco significado na filosofia pura, é importante na filosofia das ciências. Para ele, a evolução do conhecimento científico ordenou a própria filosofia, no sentido de uma hierarquização que vai do animismo ao ultra-racionalismo, embora todas as outras concepções filosóficas intermediárias como o realismo, o positivismo e o racionalismo clássico coexistam no pensamento científico (BACHELARD, 1991, p.21).

A hierarquização das perspectivas filosóficas mostra o pluralismo filosófico das idéias científicas e é descrito por Bachelard através da noção de *perfil epistemológico*. Através desta noção, ele procura mostrar como cada conceito científico necessitou de perspectivas filosóficas diferenciadas, até atingir um estágio de maturação com o racionalismo dialético da ciência contemporânea.

A noção de perfil epistemológico, discutida na obra *A Filosofia do Não*, é utilizada, por Bachelard, para ilustrar a sua própria dispersão filosófica, em relação aos conceitos de massa e energia. A figura abaixo mostra o perfil epistemológico da noção de massa de Bachelard.

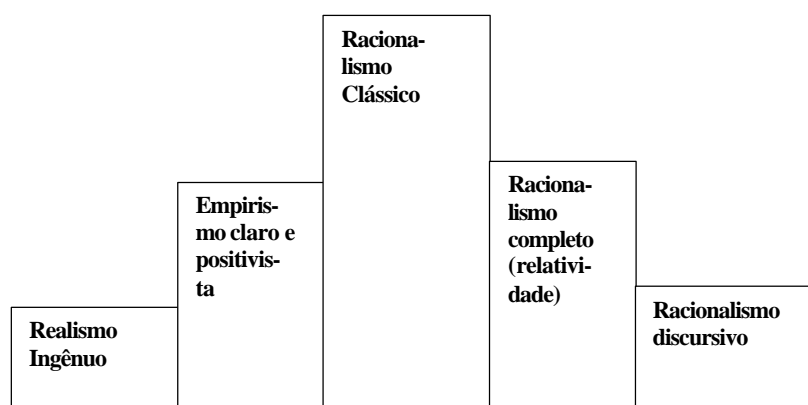


Figura 1: Perfil epistemológico da noção de massa de Bachelard

Na figura acima, as diversas perspectivas filosóficas de Bachelard para o conceito de massa estão apresentadas no eixo horizontal, enquanto no eixo vertical estão representadas, de forma grosseira, como ele mesmo chama atenção, as frequências de utilização deste conceito. Um aspecto importante no perfil epistemológico é que ele sempre se refere a um determinado conceito, para um determinado sujeito, num determinado estágio de sua cultura.

O perfil apresentado na figura acima, mostra uma ênfase sobre a perspectiva racionalista clássica para a noção de massa de Bachelard. Este aspecto é por ele atribuído à sua formação matemática clássica, racional, adquirida ao longo do seu percurso como professor de Física. O racionalismo clássico é, no entanto, um obstáculo às outras perspectivas racionalistas, o racionalismo completo (da relatividade) e o dialético, concepções

consideradas mais adequadas à noção contemporânea de massa. Neste perfil, a parte empirista-positivista é ainda significativa pois, para Bachelard, resulta da sua experiência como funcionário dos correios onde as cartas eram constantemente pesadas. Apesar da concepção realista ingênua ser criticada em toda a sua obra, ela ainda está presente no seu perfil para a noção de massa, como um obstáculo sempre recorrente.

O perfil epistemológico descrito acima mostra como as diversas filosofias podem estar presentes para um mesmo conceito, mesmo quando algumas delas são conscientemente consideradas inadequadas para caracterizar uma determinada noção científica. Neste sentido, Bachelard sugere uma *análise filosófica espectral* para determinar as várias concepções que acompanharam a evolução do pensamento científico do sujeito analisado pois, para ele, o desenvolvimento dos conhecimentos de um indivíduo, em relação a um conceito científico particular, mostra uma ordem semelhante que corresponde ao progresso filosófico deste conceito, em todo o seu desenvolvimento histórico (BACHELARD, 1991, p.45).

Da discussão acima pode-se inferir que, embora o progresso científico das ciências físicas tenha se dado na direção de uma racionalidade cada vez mais complexa, várias perspectivas filosóficas coexistiram e podem ainda coexistir no processo de produção científica. Esta *dispersão filosófica* representa, portanto, um espectro das idéias filosóficas de cada conceito e, para Bachelard, “guarda a marca dos obstáculos que uma cultura teve que superar” (BACHELARD, 1991, p.48).

Em se tratando da educação científica, observa-se a necessidade de superação de obstáculos, tanto epistemológicos, quanto pedagógicos, nos processos de ensino e aprendizagem. No ensino de Química, a noção de perfil epistemológico tem sido trabalhada de forma bastante original por Mortimer. Reconhecendo que o ensino desta matéria não pode se limitar ao ensino dos princípios e leis (imutáveis) aplicados aos fenômenos químicos, característica do positivismo e, ao mesmo tempo, considerando a importância da história da

Química para a compreensão do processo de produção do conhecimento químico pelo aluno, o autor procura mostrar como a noção de perfil epistemológico pode melhorar o ensino de Química e colaborar na superação de visões inadequadas presentes, principalmente, nos níveis fundamental e médio. Nesta perspectiva, a utilização do perfil epistemológico em sala de aula, baseando-se na história da Química como eixo orientador do processo de ensino, contribui para a superação do ensino dogmático, ainda predominante nas escolas, ao mostrar as rupturas que ocorreram ao longo da história da produção desse conhecimento, revelando o seu caráter essencialmente dinâmico (MORTIMER, 1992, p.244).

No trabalho citado acima, o autor faz uma discussão sobre a evolução dos conceitos sobre a estrutura do átomo, no período entre a Química Clássica e a Química Moderna, revelando a ruptura ocorrida entre a noção clássica de átomo, como bloco de construção da matéria, e a concepção quântica, na qual o átomo é concebido como constituído de partículas que tem, ao mesmo tempo, característica de onda. Essa dualidade, de acordo com o autor, rompe com os conceitos clássicos da mecânica newtoniana, da mesma forma que a visão clássica da teoria atômica rompe com a visão realista de matéria contínua. Estas diferentes concepções resultaram de diferentes estágios de desenvolvimento científico na Química, tendo sido fundamental as descobertas da Física, no início do século XX, para a superação do empirismo predominante naquela ciência, durante todo o século XIX.

Na perspectiva apontada acima, percebe-se que podem existir várias representações da realidade, tanto para o mesmo sujeito em relação a um conceito científico, quanto para um mesmo conceito, em diferentes contextos históricos. Esta questão é de fundamental importância para o ensino de Química e para a formação do licenciado em Química, na medida em que coloca a questão do ensino e da formação do professor dentro de uma abordagem contextual, com base na história e na filosofia da ciência, contribuindo para um ensino mais crítico, porque apoiado numa concepção de ciência como produto cultural da

humanidade e, portanto, sujeito a erros, conflitos e constantes retificações. Além deste aspecto, acredito que esta abordagem relativiza um pouco a idéia de que a aprendizagem em ciências deve promover a substituição das concepções espontâneas dos alunos pelas concepções científicas, defendida pelos adeptos do modelo de mudança conceitual. Neste sentido, é interessante a proposta de Linder de que o ensino de ciências deve caminhar no sentido de “aumentar a capacidade dos estudantes em distinguir entre concepções apropriadas para cada contexto específico” (LINDER, 1993, apud MORTIMER, 1996), em lugar de tentar mudar as concepções cotidianas dos alunos, epistemologicamente e ontologicamente diferentes das concepções científicas e já estabilizadas dentro das suas visões de mundo.

Como alternativa ao modelo de mudança conceitual, Mortimer propõe o modelo de *mudança de perfil conceitual*, como estratégia de ensino de ciências. Este modelo também utiliza a explicitação das idéias dos estudantes sobre os conceitos científicos, porém não para substituí-las, mas para “descrever a evolução das idéias, tanto no espaço social da sala de aula, como nos indivíduos, como consequência do processo de ensino” (MORTIMER, 1996, p.33). Este modelo foi descrito de forma mais detalhada em Mortimer (1995).

Assim como o perfil epistemológico de Bachelard, o perfil conceitual proposto por Mortimer mostra a hierarquia entre as diferentes zonas do perfil, de forma que cada zona tem um poder explanatório maior que as anteriores. Dessa forma, o deslocamento para a direita, dentro de um perfil conceitual, significa uma evolução conceitual⁵ do aluno.

Um aspecto importante ressaltado por Mortimer é que a noção de perfil conceitual pode mostrar as características epistemológicas e ontológicas dos conceitos científicos e não apenas as epistemológicas, desde que ambas sofrem mudanças ao longo de um mesmo perfil conceitual. Para ele, este aspecto é importante pois muitos problemas na aprendizagem dos

⁵ O termo evolução não deve ser tomado aqui no sentido valorativo, de uma modificação para melhor, mas de mudanças de concepções em direção à concepção mais aceita pela ciência contemporânea. Fazendo uma analogia com o perfil epistemológico de Bachelard, a evolução no perfil epistemológico corresponde à aquisição de concepções cada vez mais racionais e mais distantes da postura realista ingênua.

conceitos científicos se relacionam à dificuldade do aluno em mudar as categorias ontológicas relacionadas aos conceitos científicos (MORTIMER, 1996, p.33).

O trabalho de Mortimer sobre o perfil conceitual levanta uma das questões mais importantes para quem lida com o ensino de ciências: a linguagem. A alfabetização científica⁶ requer a aquisição de uma nova linguagem. No entanto, para Cobern (1996), assim como para Vigotski (1979), há uma forte interação entre a linguagem e o pensamento, de forma que a aquisição de uma nova linguagem implica em adquirir uma nova estrutura de pensamento, uma nova cultura, uma nova visão do mundo.

O diagrama abaixo apresenta uma síntese das características de um perfil conceitual, destacando o papel da linguagem nos processos de mediação didática.

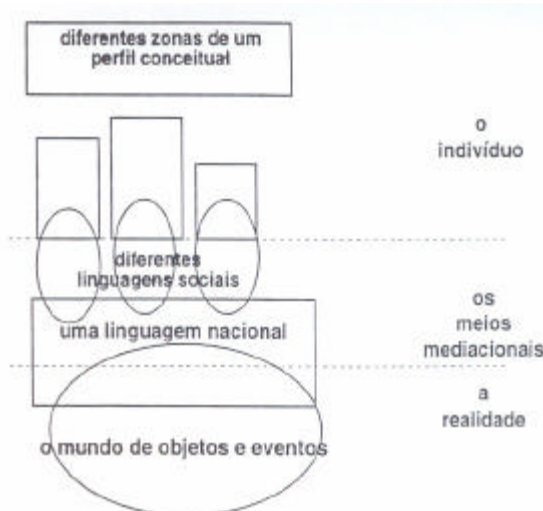


Figura 2: Características de um perfil conceitual
(Fonte: Mortimer, 1997, p.202)

As diferentes zonas do perfil conceitual de um indivíduo correspondem às suas diferentes formas de ver o mundo. Cada zona requer um processo de mediação didática e linguagem específicos. Apesar das diferentes linguagens utilizadas em cada zona, a mediação didática do professor pode promover a interação das várias linguagens sociais com uma única

⁶ O termo *alfabetização científica*, embora muito utilizado entre os que lidam com o ensino de ciências, deve ser usado com cuidado, pois pode levar à idéia reducionista que adquirir uma cultura científica é, simplesmente, conhecer os símbolos e representações usadas na ciência.

linguagem, a partir da qual cada sujeito, imerso numa cultura, interpreta os fenômenos sob estudo.

O esquema apresentado acima parece retomar o debate em torno das idéias de Piaget e Vigotski, em relação à questão de se a aprendizagem parte do sujeito, com ênfase para a sua estrutura cognitiva, ou se ela é condicionada por fatores sociais que influenciam o processo de cognição do aprendiz. Este esquema, a nosso ver, representa uma tentativa de superar a abordagem dicotômica sujeito/contexto social, no processo de aprendizagem, mostrando que tanto o sujeito, ao interagir socialmente, tende a mudar seu processo cognitivo, quanto o ambiente social, com os seus condicionantes, interferem no processo de cognição do sujeito e, conseqüentemente, na sua aprendizagem.

Ao aplicar a noção de perfil conceitual ao conceito de molécula, Mortimer mostra a inadequação da discussão de um conceito central em Química, de forma independente do seu contexto. Para ele, a dispersão conceitual proporcionada pelo perfil tem a vantagem de nos fazer perceber que a forma como abordamos o mundo está relacionada ao contexto no qual estamos imersos (MORTIMER, 1997, p.205).

A preocupação de Bachelard com o ensino de ciências acompanha, de certa forma, as suas inquietações em relação ao processo de produção da ciência. Para ele, o racionalismo aplicado ao objeto científico deve ser precedido da incorporação do pensamento racional pelo sujeito, de forma que “uma ontologia da idéia ensinada vem, então, revestir o *racionalismo docente*” (BACHELARD, 1977, p.20). Este racionalismo, para Bachelard, “exige aplicação de um espírito a outro” e guarda, a nosso ver, semelhanças com o processo pedagógico de mediação didática. Neste, a ação pedagógica exige uma racionalidade (docente) sempre vigilante, para superar obstáculos como, por exemplo, o desconhecimento, pelo professor, de que os alunos tem idéias pré-concebidas, normalmente revestidas de um realismo ingênuo,

próprio do senso comum, que impedem, muitas vezes, a compreensão e a apreensão dos conceitos científicos. Este obstáculo é chamado por Bachelard de *obstáculo pedagógico*.

A sua trajetória como professor de Física e Química e suas reflexões sobre o ato de ensinar, decorrentes desta trajetória, adiantaram um debate, no campo do ensino de ciências, que só recentemente teve início, a partir da utilização do modelo de aprendizagem por mudança conceitual, comentado anteriormente. A idéia de que é importante conhecer as idéias prévias dos alunos para o planejamento de estratégias de ensino de ciências é, ainda hoje, um dos focos de estudo entre educadores em ciências, tanto dentro de uma perspectiva construtivista, como fora dela. Ao se admitir que o conhecimento científico tem uma racionalidade diferente do senso comum, está-se admitindo a existência de formas diferentes de conhecimento que vão estar presentes nas salas de aula de ciências. Neste sentido, a concepção de professor como um mediador entre conhecimentos, muitas vezes conflitantes está, de alguma forma, presente na obra de Bachelard.

Um outro aspecto da obra de Bachelard que, atualmente, faz parte dos debates sobre a formação do professor, é a idéia de formação continuada. Embora ele não tenha feito referências diretas à formação docente, a sua defesa de um professor como um eterno estudante, sempre aberto à reflexão sobre o objeto científico, de forma que a razão esteja constantemente em estado de mobilização, mostra uma concepção de formação como uma constante renovação e a defesa de uma prática docente que supere a mera transmissão de conhecimentos. Sobre isso, Bachelard diz: “é preciso também inquietar a razão e desfazer os hábitos do conhecimento objetivo. Deve ser, aliás, a prática pedagógica constante” (BACHELARD, 1996, p.304).

Para Barbosa e Bulcão, a noção de formação é central na obra de Bachelard e mais completa e abrangente do que a de educação. No processo de formação, o sujeito deve estar sempre aberto ao novo, através da retificação dos conceitos anteriores. Este processo, para o

sujeito, ocorre paralelamente à construção do objeto científico, pois ao retificar os conhecimentos e idéias já sedimentadas, o sujeito está renovando constantemente a sua razão. Assim, segundo as autoras, o termo formação adquire um sentido amplo de processo simultâneo de trabalho do sujeito e do objeto. Neste sentido, o trabalho do sujeito consiste em retificar o saber apreendido anteriormente, polemizar as idéias cristalizadas e afastar as intuições que se impõem ao ato de pensar, no sentido de superar os obstáculos epistemológicos (BARBOSA e BULCÃO, 2004, p.53).

O sentido de formação permanente está posto de forma clara, quando as autoras dizem:

Se a experiência mais rica é a consciência dos erros retificados, a formação do sujeito implica primordialmente na desconstrução do sujeito e na constituição de um novo eu, desta vez claro e distinto porque desenganado. A sensação plena de que alcançou uma verdade só é sentida quando o espírito tem consciência de seu devir espiritual, compreendendo pela derrota do que foi uma certeza primeira que é capaz de novas conquistas no plano do conhecimento (BARBOSA e BULCÃO, 2004, p.54).

Embora Bachelard não tenha se referido, explicitamente, à idéia de pesquisa na formação do professor, pode-se depreender de sua obra uma ênfase na construção do novo, na inventividade, na criação. Neste caso, ao defender um processo de descoberta do novo, recorrendo à história das idéias científicas, num processo de críticas e retificações constantes, Bachelard inova, para um homem da sua época, e, de alguma forma, introduz a idéia de pesquisa na formação docente. Ao criticar, por exemplo, a utilização que as pessoas fazem da mecânica newtoniana, reduzindo-a ao estudo da atração entre os corpos, sem utilizar os argumentos subjacentes, o autor chama atenção para determinados *hábitos intelectuais* que impedem a renovação da razão. Para ele:

É preciso, pois, evitar o desgaste das verdades racionais que tem tendência a perder a apodicticidade e a tornar-se hábitos intelectuais. Balzac dizia que os solteirões substituem os sentimentos por hábitos. Da mesma forma, os professores substituem as descobertas por aulas. Contra essa indolência intelectual que nos retira aos poucos o senso da novidade espiritual, o ensino das descobertas do longo da história científica pode ser de grande

ajuda. Para ensinar o aluno a inventar, é bom mostrar-lhe que ele pode descobrir (BACHELARD, 1996, p.303).

O pensamento de Bachelard incentiva a inventividade no ato de ensinar, valorizando, neste processo, a análise histórica do conhecimento científico. Por um processo por ele chamado de *recorrência histórica*, o conhecimento do passado é julgado, a partir do conhecimento do presente⁷. Para ele, “o antigo deve ser pensado em função do novo”, sendo essa a condição para fundamentar o racionalismo das ciências físicas contemporâneas (BACHELARD, 1996, p.308). Nesta perspectiva, é importante que, no ensino, o professor tenha uma postura de constante questionamento sobre a sua prática docente, a partir da reflexão sobre como sua prática tem se dado ao longo de toda a sua vida profissional.

Esta atitude questionadora, mobilizadora da razão, que apreende-se das idéias de Bachelard, vai em direção à defesa de uma formação docente reflexiva, como aquela proposta por Schön (2000) e outros autores, como Zeichner (1993), Nóvoa (1998) e Maldaner (2000). Defendendo a importância da pesquisa na formação docente, estes autores enfatizam o processo de ação e reflexão, como forma de mobilizar os saberes docentes no sentido da solução dos problemas da prática. Nesta perspectiva, o processo de formação docente está sempre em construção, constituindo um movimento dialético empiria/razão fundamental, não apenas para a produção do conhecimento científico, como defendido por Bachelard mas, também, para a produção de qualquer saber profissional que garanta uma autonomia do sujeito em formação.

⁷ A noção de recorrência histórica tem sido criticada por historiadores da ciência da linha continuista, pois é associada à noção de *whiggismo* que, do ponto de vista historiográfico, é considerada lamentável. Para maiores detalhes sobre as críticas ao *whiggismo* ver Shapin, 1992, apud Henry, 1998. A nosso ver, ao propor esta noção, Bachelard não pretende fazer um julgamento de valor, como se o conhecimento do presente fosse melhor que o do passado, como poderia parecer. Ao julgar o antigo em função do novo, Bachelard reconhece, na ciência contemporânea, uma racionalidade mais complexa e, portanto, mais adequada ao pensamento científico.

A discussão acima mostra a pertinência, relevância e atualidade da epistemologia bachelardiana para os processos de ensino e de formação do professor, em especial, na área das ciências físicas, objeto do estudo filosófico de Bachelard.

5- PERCURSO METODOLÓGICO

Como todo trabalho investigativo, especialmente na área das ciências humanas (será que existe uma ciência que não seja humana?), esta pesquisa não pretende estar em sua forma acabada, dado o próprio caráter de incompletude do conhecimento.

O percurso aqui descrito, é um dos possíveis e que se mostrou viável e adequado aos objetivos da pesquisa. O foco do trabalho foi dirigido para a apreensão da realidade da formação inicial de professores de Química. Para isso, buscou-se levantar e explicitar algumas questões que são fundamentais e, a meu ver, fundantes neste processo. É evidente que a apreensão dessa realidade está, a todo momento, revestida de uma subjetividade inerente à própria natureza da pesquisa, produzindo uma marca que é singular, dadas as condições de contexto em que os dados foram levantados e interpretados.

As questões referidas acima são de natureza epistemológica e pedagógica e, acredito, constituem pano de fundo para as práticas curriculares que se instituíram historicamente e que, por sua vez, condicionaram e continuam condicionando o currículo na prática. Portanto, apreender essa realidade consiste, sobretudo, em explicitar as crenças, concepções, visões de mundo e a lógica que tem orientado o fazer pedagógico e contribuído para uma cultura que, ao mesmo tempo em que é científica, possui elementos que revelam uma racionalidade distante da razão científica. A forma de apreensão dessa realidade, considerando a sua complexidade e a existência de um universo grande de possibilidades, foi sendo construída, em seus detalhamentos, ao longo do processo.

A apreensão de uma dada realidade requer um mergulho sobre ela, atitude de reflexão, percepção aguçada e observação sem preconceitos, porém não neutra; especialmente, neste caso, quando o próprio pesquisador é sujeito e objeto da pesquisa. O dualismo epistemológico, expresso na separação sujeito-objeto (característico da pesquisa em

um paradigma positivista), é superado para que se consiga apreender aspectos da realidade tão densos em emoções, subjetividades, valores e crenças. Essas características, inerentes a um trabalho prospectivo, resultou na opção pelo paradigma interpretativo na presente pesquisa.

5.1- O PARADIGMA INTERPRETATIVO DE PESQUISA

Este paradigma, dentro das ciências sociais, surgiu na Alemanha, a partir da segunda metade do século XIX. Segundo Santos Filho e Gamboa, pensadores como Dilthey, Rickert e Weber, contribuíram para a consolidação da tradição interpretativa, de cunho idealista, dentro das ciências sociais, como uma reação à abordagem positivista nessas ciências. Ainda segundo os autores, para Dilthey, as ciências sociais ou "culturais" são diferentes das ciências naturais; enquanto estas têm seu objeto em entidades físicas ou eventos externos a nós, aquelas lidam com os produtos da mente humana, como as subjetividades, emoções, crenças e valores (SANTOS FILHO e GAMBOA, 2000, p.24-25). Os diferentes objetos de estudo dessas duas áreas de conhecimento exigem, portanto, diferentes formas de investigação e postura dos investigadores. O dualismo sujeito-objeto, característico das ciências naturais, não tem mais sentido nas ciências sociais. Nestas, a tarefa do pesquisador é a compreensão do individual tendo, por objetivo, o seu engajamento numa *compreensão interpretativa* da realidade.

O trabalho do pesquisador neste processo é o de tentar compreender os sujeitos pesquisados ou os eventos, através da interpretação dos aspectos idiossincráticos e contextuais, como a linguagem, gestos, pensamentos, crenças, etc. Para isso, os estudos devem ser descritivos e o processo interpretativo deve ser contextualizado, ou seja, é

necessário o conhecimento do contexto em que os eventos se dão para a sua adequada interpretação.

Para Rickert, o problema central, quando se compara as ciências naturais com as ciências sociais, não é o objeto de estudo mas os diferentes interesses dos pesquisadores nestas duas áreas, resultando em diferentes metodologias de trabalho para a coleta dos dados. Enquanto o interesse nas ciências naturais é nomotético, isto é, busca generalizações e o encontro de regularidades, nas ciências sociais a preocupação central é idiográfica, ou seja, centrada em eventos individuais (RICKERT, apud SANTOS FILHO e GAMBOA, 2000, p.29). Na pesquisa em ciências sociais o foco está no significado dos eventos para as pessoas, sendo a seleção dos eventos a serem pesquisados dependente dos valores dos sujeitos.

Max Weber, assim como Rickert, considera que é no tipo de questão e no interesse do pesquisador pelo objeto de estudo a diferença fundamental entre as ciências naturais e sociais (SANTOS FILHO e GAMBOA, 2000, p.30). Sendo as ciências sociais mais complexas que as naturais, exigem mais de uma abordagem, de forma a permitir compreender o comportamento dos indivíduos inseridos no contexto social. Por se tratar de estudos que envolvem a compreensão dos indivíduos, na perspectiva de um outro indivíduo, o sujeito pesquisador, a pesquisa em ciências sociais, numa abordagem interpretativa, supera a dicotomia sujeito-objeto, característica da pesquisa no paradigma positivista.

As relações intersubjetivas na abordagem interpretativa de pesquisa permitem a superação da dicotomia citada acima, desde que, nestas relações, tanto o sujeito, quanto o objeto, são transformados após interação. Estas relações constituem, para Serpa (1991, p.112), a própria práxis pedagógica, imersa no espaço-tempo histórico, de forma que é a historicidade que determina a totalidade desta práxis. Nesta perspectiva, as contradições e conflitos são gerados pelas mediações e pela imersão no espaço-tempo histórico, de modo que a

objetividade do objeto e a subjetividade do sujeito vão dar lugar a uma objetivação do sujeito e a uma subjetivação do objeto.

Para Weber, a compreensão do significado dos objetos e eventos para os indivíduos, na pesquisa qualitativa, deve ser obtida através da *compreensão interpretativa*, proposta por Dilthey, e utilizando o método chamado por ele de *verstehen*. Nesta perspectiva, considera-se que haja dois estágios para a *verstehen*: a compreensão direta e a compreensão exploratória. A primeira trata da apreensão direta, sem inferências, da ação, do objeto ou evento, implicando em uma percepção do "que" de uma ação. A segunda, envolve o "por que" da ação, inserido dentro do contexto em que ela se desenvolve (SANTOS FILHO e GAMBOA, 2000, p.32).

A apreensão de uma realidade, neste paradigma de pesquisa, requer um conhecimento profundo dessa realidade, uma atitude de pertença à comunidade sob estudo para a impregnação dos valores, crenças e das políticas e ações presentes no universo empírico sob investigação. Isto porque, segundo Macedo, "é impossível entender o comportamento humano sem tentar estudar o referencial e o universo simbólico dentro dos quais os sujeitos interpretam seus pensamentos e suas ações (MACEDO, 2000, p.145).

Considerando a discussão acima e os objetivos deste trabalho de pesquisa, a opção metodológica considerada mais adequada foi a qualitativa (interpretativa), sobre a qual discutiremos a seguir.

5.2- ABORDAGEM QUALITATIVA DE PESQUISA

Apesar da metodologia qualitativa em educação ter se desenvolvido somente a partir dos anos 1960, sua origem remonta ao século XIX, provocada pelo crescente processo

de migração populacional para as grandes cidades, numa época de desenfreada industrialização nos Estados Unidos. Este processo provocou uma certa degradação das condições vividas pelos pobres nas grandes cidades, inspirando a implementação de trabalhos de pesquisa sobre as condições sociais dessas populações marginalizadas.

Na Europa também se verificou uma preocupação com a pesquisa das condições de vida de famílias pobres, durante este século. Na França, por exemplo, Le Play recorreu ao método que chamou na época de *observação*, para estudar o cotidiano de famílias da classe trabalhadora. Neste trabalho, ele e seus colegas conviveram intensamente com os trabalhadores, participando de suas atividades cotidianas, do lazer ao trabalho. O objetivo era encontrar soluções para o sofrimento dessas populações.

O método qualitativo de investigação teve um grande impulso com a criação da "Escola de Chicago" por sociólogos pertencentes ao Departamento de Sociologia da Universidade de Chicago, na década de 1920. No entanto, segundo Bodgan & Biklen (1994, p.21), foi o casal Webb que, em 1932, ao investigar a vida dos pobres na cidade de Londres, publicou o que parece ser o primeiro trabalho de pesquisa descrevendo e discutindo a metodologia de pesquisa qualitativa.

A partir da década de 1950, com o aumento do interesse dos antropólogos pela educação, as abordagens qualitativas tiveram um crescimento maior, tanto em relação aos métodos empregados, quanto aos fundamentos teóricos utilizados.

Para Bodgan & Biklen (1994, p.40), foi na década de 1970 que se presenciou o aumento surpreendente de trabalhos de campo, utilizando técnicas de coleta de dados como a observação participante e entrevistas em profundidade. Desde então, vários aspectos relacionados às pesquisas de cunho qualitativo, como: o conflito (permanente) entre esta abordagem e a quantitativa; a atitude do investigador em relação aos sujeitos pesquisados; o trabalho das feministas destacando as relações entre os pesquisadores e os sujeitos

pesquisados, seus sentimentos e emoções, como aspectos essenciais a serem investigados, resultaram em uma diversidade de métodos e técnicas, bem como de campos de aplicação, dentro dessa abordagem metodológica.

A pesquisa qualitativa, muitas vezes chamada investigação de campo ou naturalista, pretende compreender comportamentos de sujeitos e investigar fenômenos em toda a sua complexidade e em seu ambiente natural. Embora os dados coletados possam levar o investigador a priorizar determinadas questões, levantar hipóteses e se aprofundar em discuti-las, esta abordagem não tem o objetivo de testar hipóteses estabelecidas *a priori*. Nesta tendência metodológica, o sujeito da investigação busca compreender eventos e comportamentos, a partir da sua própria perspectiva sendo, ele próprio, o principal instrumento da pesquisa.

As pesquisas, nesta abordagem, são feitas nos locais onde os eventos ocorrem. A idéia é que o investigador conheça e vivencie o ambiente cultural no qual ocorrem os acontecimentos, para que possa melhor apreendê-los. Assim, o contato direto com os sujeitos pesquisados e com os eventos sob observação permite perceber o significado dos comportamentos e dos eventos, sob a influência de um contexto particular.

Segundo Martins e Bicudo (1989, p.24), o pesquisador que trabalha com pesquisa qualitativa tem algumas possibilidades de interrogar o mundo ao seu redor, como: questionando *o que é isto que vejo* (perspectiva de primeira ordem); interrogando as idéias que as pessoas tem sobre o mundo (perspectiva de segunda ordem); vendo a relação entre o fenômeno e as demais entidades, no contexto em que ele aparece, e compreendê-lo a partir dessa relação. Independente da opção por qualquer uma dessas possibilidades, percebe-se que é o pesquisador o principal instrumento da pesquisa, o que dá um caráter único e subjetivo a este tipo de abordagem, exigindo dele uma habilidade e, muitas vezes, intuitividade para

dirigir sua pesquisa no sentido de "descobrir as qualidades essenciais a serem estudadas" (MARTINS e BICUDO, 1989, p.23).

A pesquisa qualitativa, para o caso do estudo do contexto escolar, deve procurar retratar toda a complexidade do seu cotidiano. Assim, tudo é considerado relevante, como os gestos das pessoas, o tom da voz, o ambiente escolar, as normas internas, o espaço físico e muitos outros aspectos que, à primeira vista, poderiam ser considerados pouco importantes. A preocupação com o processo, neste caso, é maior que com o produto. Interessa ao pesquisador captar o dinamismo do processo, de forma que os dados coletados são, essencialmente, descritivos.

Os dados obtidos numa pesquisa qualitativa são, normalmente, ricos em detalhes. Através do processo de descrição de eventos, situações ou pessoas, o pesquisador busca compreender a realidade, respeitando a forma com que esta foi apreendida. O material obtido inclui descrições de entrevistas, depoimentos, situações, fotografias, documentos pessoais, oficiais e outros. A intenção é levantar um maior número possível de elementos que revelem aspectos significativos para a compreensão da realidade.

Um aspecto importante nesta abordagem metodológica é que a análise dos dados é feita por um processo indutivo, no sentido que é a partir dos dados empíricos que se pode levantar hipóteses de trabalho e retirar categorias ou conceitos que revelem, por exemplo, o pensamento dos pesquisados. No entanto, Lüdke e André (1986, p.13) chamam atenção que a inexistência de hipóteses levantadas *a priori* não significa que não se deva utilizar referenciais teóricos para a obtenção e análise dos dados. A partir desses referenciais os instrumentos de coleta dos dados serão elaborados e os dados obtidos, interpretados. O processo indutivo de análise dos dados permite fazer generalizações ou abstrações, à medida que os dados vão sendo tomados. Este processo, de acordo com Bodgan & Biklen (1994, p.50), funciona como um funil: no início as questões estão muito abertas e vão se tornando cada vez mais

específicas e fechadas. Assim, é a partir dos dados e da reflexão sobre eles que se constrói um quadro teórico que retrate a realidade em toda a sua complexidade.

Erickson (1998, p.1171) chama atenção sobre as críticas que têm sido feitas, não apenas por pesquisadores das ciências dito duras mas, também, por pesquisadores do próprio campo qualitativo. Estas se referem, basicamente, ao excesso de voz autoritária do autor, em alguns tipos de pesquisa qualitativa; no entanto, esse problema pode ser minimizado se a pesquisa tiver o cuidado de mostrar evidências claras sobre as afirmativas feitas. Assim, por exemplo, trechos de entrevistas podem ser mostrados para tornar mais explícito o pensamento do entrevistado. Além disso, a utilização de diferentes instrumentos de coleta de dados (processo chamado de triangulação de dados), possuindo diferentes *status* epistemológico, pode revelar aspectos diferentes da realidade estudada e contribuir para uma maior confiabilidade dos resultados.

Embora existam diversas formas de pesquisa qualitativa, algumas de orientação idealista (como a fenomenologia) e outras de cunho mais realista, inclusive de um realismo ingênuo, como apontado por MARTINS e BICUDO (1994, p.24), a perspectiva adotada neste trabalho, ao buscar apreender a realidade do curso de formação de professores de Química, é a de que, por ser complexa e multifacetada, ela não pode ser estudada sob o ponto de vista do realismo ingênuo ou do idealismo radical, concepções filosóficas consideradas extremadas. Fica claro neste estudo que a realidade existe, mas ela só pode ser apreendida porque pode ser percebida pelo sujeito pesquisador, na sua interação com o objeto de pesquisa.

Embora reconhecendo o aspecto multifacetado da realidade sob estudo, procurou-se fazer um recorte com o objetivo de buscar respostas (não definitivas) para as questões de pesquisa (Questões Centrais, Capítulo 2, p.62-63) citadas anteriormente.

5.3- INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

As questões que orientaram esta pesquisa levaram à opção pelos seguintes instrumentos de coleta de dados: entrevistas semi-estruturadas, entrevistas não-estruturadas (depoimentos), observação participante e questionário.

5.3.1- Entrevistas semi-estruturadas

As entrevistas semi-estruturadas foram realizadas com alunos do curso tendo, por objetivo, conhecer suas concepções epistemológicas e pedagógicas. As crenças e concepções se referiram, especificamente, às seguintes questões: ciência, ciência química, origem do conhecimento científico, trabalho experimental, ensino, ensino de Química, professor/ação docente e professor de Química/ação docente em Química. Nestas entrevistas os alunos também foram questionados sobre sua vida profissional, a opção pela área de Química e suas impressões sobre o curso que estavam realizando. O Anexo 7 mostra o protocolo utilizado para a coleta dos dados.

Neste processo, foram selecionados 10 (dez) alunos, 7 (sete) do curso de licenciatura e 3 (três) do bacharelado. Todos eram formandos e estavam envolvidos em outras atividades, como: estágios em escolas do ensino médio (alunos do curso de Licenciatura, matriculados na disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Química II); programas de Iniciação Científica, no Instituto de Química; docência no ensino médio ou outra. A Tabela 4, abaixo, mostra o perfil dos alunos entrevistados.

Aluno(a)	Curso	Ano de ingresso	Atividade ou experiência profissional
Flávia	Bacharelado	1996	IC
Tatiana	Licenciatura	1996	IC e professora ensino médio
Elinaldo	Licenciatura	1997	Professor ensino médio
Lílian	Bacharelado	1998	IC
Luiz Carlos	Licenciatura	2000	Outra
Antônio Roberto	Licenciatura	1998	Professor ensino médio
Ilton	Bacharelado	2000	IC
Érica	Licenciatura	1998	Professora ensino médio
Maria das Graças	Licenciatura	2000	Professora ensino médio
Robert	Licenciatura	2000	Professor ensino médio

Tabela 4: Perfil dos alunos entrevistados

As questões abordadas, que serviram de base para a elaboração do protocolo utilizado nas entrevistas, foram agrupadas em duas grandes dimensões: epistemológica e pedagógica. A cada dimensão corresponderam Eixos Temáticos diretamente relacionados a estas questões, assim distribuídos:

Dimensão epistemológica:

Eixo Temático 1: Ciência

Eixo Temático 2: Ciência Química

Eixo Temático 3: Conhecimento científico

Dimensão pedagógica:

Eixo Temático 4: Trabalho experimental

Eixo Temático 5: Ensino/ensino de Química

Eixo Temático 6: Professor/ação docente

Eixo Temático 7: Professor de Química/ação docente em Química

A inclusão do Eixo Temático 4, Trabalho Experimental, na dimensão pedagógica, se justifica na medida em que pretendeu-se conhecer as visões dos sujeitos sobre o trabalho experimental como recurso didático no ensino de Química.

As entrevistas foram gravadas, utilizando-se micro-gravador. O processo teve início com a exposição, pela entrevistadora, dos objetivos da pesquisa, da sua importância como instrumento para a coleta dos dados e algumas questões éticas, como a garantia de sigilo das informações por eles fornecidas (caso seus nomes fossem citados), bem como do retorno dos resultados do trabalho, quando da sua conclusão.

Dada a natureza interativa deste instrumento de pesquisa, as entrevistas foram realizadas utilizando-se um roteiro semi-estruturado de questões trabalhadas, de forma não rígida, de modo a permitir que o entrevistado falasse livremente sobre aspectos que consideravam relevantes, mesmo que não estivessem, naquele momento, diretamente relacionados aos objetivos da pesquisa.

No início das entrevistas solicitou-se que os entrevistados falassem um pouco sobre sua experiência profissional e sobre os motivos que os levaram a optar pela área de Química, licenciatura ou bacharelado. Nesta etapa, a entrevista desenvolveu-se livremente, com pequena interferência do entrevistador. Quando algum fato ou dado parecia significativo para a compreensão do pensamento do entrevistado, anotações eram feitas, ao mesmo tempo em que as falas eram gravadas. Esses aspectos referiam-se a sinais não verbais, como gestos, expressões, momentos de silêncio e hesitações.

As questões formuladas foram apresentadas, na medida do possível, numa ordem que colocava os temas afins como, por exemplo, ciência e ciência química, ação docente e ação docente em Química, próximos uns dos outros, para facilitar o processo de reflexão por parte dos sujeitos entrevistados.

Durante o processo, muitas vezes acontecia que as questões formuladas remetiam a outras questões, estas a outras, de forma que o material obtido mostrou uma riqueza de informações tal que transcendia o objeto da investigação. Por outro lado, quando o entrevistado não fornecia elementos suficientes para o conhecimento das suas crenças e concepções, objetos da pesquisa, as questões eram formuladas da forma mais direta possível, de maneira a garantir o retorno desejado.

As questões abordadas nas entrevistas procuravam explicitar o pensamento dos entrevistados, em relação aos Eixos Temáticos citados anteriormente. No entanto, procurou-se conduzir o processo de modo a permitir que o entrevistado falasse livremente sobre questões

mais abrangentes, porém relacionadas aos objetos da pesquisa. Assim, por exemplo, observou-se que ao abordar questões como o ensino de Química e o trabalho experimental, os primeiros entrevistados demonstraram interesse em comentar sobre esses aspectos, dentro do contexto dos seus cursos de graduação, de forma que, muitas vezes, as entrevistas constituíram-se em verdadeiros depoimentos sobre questões relevantes, não apenas para a pesquisa em andamento mas, também, para uma posterior reflexão sobre os problemas, conflitos e dificuldades do curso de graduação em Química da nossa Universidade, sob a perspectiva dos estudantes, segmento que, normalmente, não tem tido uma participação mais ativa na condução deste processo.

As entrevistas foram transcritas procurando-se manter integralmente as falas dos entrevistados. Durante o processo de transcrição, quando um determinado aspecto do discurso dos sujeitos era considerado relevante para a compreensão das suas visões de mundo, crenças e concepções, a ele era dado um destaque ou feita alguma observação que pudesse contribuir para a compreensão do pensamento do entrevistado, bem como para a redefinição de alguns aspectos do trabalho. Assim, por exemplo, em algumas entrevistas, percebeu-se a presença de imagens estereotipadas do cientista, como um sujeito aventureiro, curioso, iluminado, consideradas inadequadas. Resolveu-se, então, incluir a *imagem do cientista* como mais uma questão originada dentro do processo. Da mesma forma percebeu-se que nos questionamentos sobre o ensino de Química e sobre a função do professor, alguns entrevistados demonstraram alguma preocupação com o processo de aprendizagem, embora não tenham sido questionados diretamente sobre esse aspecto, como se pode perceber no seguinte trecho de uma das entrevistas: “a função do professor é despertar no aluno curiosidade, paciência e capacidade de análise, interpretação de fenômenos. Acho que isso talvez seja mais importante do que apenas transmitir o conhecimento (...)” .

Ao ser questionado sobre a função do professor de Química, o entrevistado explicita, de alguma forma, a sua concepção sobre o processo de aprendizagem, o que levou à decisão de incluir a *aprendizagem* como mais um tema emergente do processo.

As questões abordadas nas entrevistas com os alunos, tanto aquelas previamente programadas, quanto as que emergiram do processo, foram utilizadas como um eixo orientador para outros instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa, como o questionário e a observação participante. Assim é que, no processo de elaboração do questionário e de observação das aulas, foram levados em consideração aspectos tidos como relevantes nas falas dos alunos entrevistados e que mereciam um maior aprofundamento e reflexão, visando a compreensão da realidade. O referencial teórico, com base na epistemologia bachelardiana, teve um papel importante e orientador no levantamento dos dados. Assim, por exemplo, em relação à concepção de ciência, buscou-se perceber em que medida os alunos entrevistados identificavam-se mais com a concepção de ciência como representação da realidade, ou como construção da realidade, sendo esta última a defendida por Bachelard.

5.3.2- Observação participante

A observação de aulas foi outro instrumento utilizado para o levantamento das concepções epistemológicas e pedagógicas. A seleção de aulas de laboratório teve a intenção de propiciar um contato mais próximo com os professores e alunos e com o trabalho por eles desenvolvido.

O processo de observação ocorreu durante o ano de 2002 e desenvolveu-se, de forma mais intensa, no segundo semestre letivo deste ano.

A seleção das disciplinas ou componentes curriculares do conteúdo específico de Química observados, obedeceu aos seguintes critérios: disciplinas de caráter obrigatório para a formação do licenciado em Química; disciplinas que contemplassem as diversas áreas, a saber, Química Inorgânica, Química Orgânica, Química Analítica e Físico-Química; disciplinas que realizassem aulas de laboratório, como uma de suas atividades didáticas. A Tabela 5 mostra os componentes curriculares selecionados, a partir desses critérios, com as respectivas cargas horárias semanais de aulas teóricas (T) e práticas (P).

Disciplinas	Departamento	Carga horária semanal (horas)	
		T	P
Química Geral I	Química Geral e Inorgânica	04	02
Química Inorgânica de Coordenação	Química Geral e Inorgânica	03	03
Química Orgânica Experimental	Química Orgânica	-	08
Análise Química II	Química Analítica	02	04
Análise Química III	Química Analítica	03	04
Físico-Química II	Físico-Química	03	03

Tabela 5: Disciplinas específicas de Química observadas

Além das disciplinas da ciência de referência, o processo de observação incluiu, também, a disciplina EDC 205 - Metodologia e Prática de Ensino de Química II, de conteúdo pedagógico e caráter obrigatório para os alunos de licenciatura. Este componente curricular tem uma carga horária semanal de 10 (dez) horas e, apesar de lotada no Departamento II da

Faculdade de Educação, vem sendo ministrada por professores do Instituto de Química, em função da inexistência de concurso para esta área específica, nos últimos anos.

A disciplina Qui 134 - Química Geral I, apesar de não representar uma área específica da Química, foi selecionada por ser o primeiro componente curricular obrigatório, de conteúdo específico de Química, para os alunos ingressos no curso. Ela tem uma importância muito grande no currículo por constituir-se, praticamente, numa interface entre o ensino médio e o superior e ser pré-requisito para os demais componentes curriculares. Além disso, esta disciplina vem apresentando altos índices de repetência, o que tem provocado uma série de discussões entre professores do Instituto de Química visando superar este problema, conforme discutido no Capítulo 2.

Feita a seleção dos componentes curriculares, os professores responsáveis foram contactados e esclarecidos sobre os objetivos do trabalho. Vale a pena ressaltar que a receptividade foi muito boa e alguns deles manifestaram-se favoráveis a iniciativas que visassem melhorar o ensino de Química, em especial, as aulas de laboratório tendo, alguns deles, sugerido que o pesquisador fizesse intervenções durante o processo de observação.

O processo de observação se deu com a preocupação de, ao mesmo tempo em que permitisse perceber as crenças e concepções de professores e alunos, também preservasse a privacidade dos sujeitos envolvidos. Dessa forma, optou-se por não fazer interferências durante as aulas. No entanto, sempre que possível, os professores eram solicitados a darem informações que pudessem contribuir para a compreensão da realidade. Assim, por exemplo, a organização prévia dos trabalhos de laboratório, os materiais didáticos utilizados e os sistemas de avaliação adotados, eram questões sobre as quais os professores eram solicitados a esclarecer durante o processo. Algumas vezes, eles mesmos faziam questão de fornecer dados que consideravam importantes e esclarecedores, além de disponibilizarem os materiais didáticos usados durante o curso.

Neste processo, procurou-se perceber, entre os aspectos já citados, a concepção de trabalho experimental, as interações professor- aluno, aluno-aluno e a relação entre teoria e prática, ou seja, entre os aspectos teóricos subjacentes (teorias, leis e princípios) da Química e os fenômenos observados (aspecto fenomenológico). A rotina das aulas foi descrita, dando-se atenção a alguns aspectos considerados significativos, como a distribuição dos alunos no laboratório, espaço físico, iluminação, instalações e segurança.

5.3.3- Questionário

O questionário aberto foi um dos instrumentos utilizados para a coleta de dados entre os professores do curso. A utilização deste instrumento teve o objetivo de conhecer as concepções dos professores sobre as questões de caráter pedagógico e epistemológico, previamente tratadas nas entrevistas com os alunos. Além dessas, outras foram elaboradas visando conhecer o pensamento destes sujeitos sobre aspectos relacionados à sua prática docente. Assim, por exemplo, considerou-se importante saber sobre o processo de ensino da disciplina sob sua responsabilidade, as dificuldades encontradas neste processo e as especificidades de ensinar uma matéria como a Química. Foram também abordadas questões referentes à aprendizagem e ao cientista, visto serem temas que emergiram das entrevistas com os alunos e, devido a sua importância no trabalho, foram consideradas novos Eixos Temáticos. O Anexo 8 mostra o questionário utilizado na coleta destes dados.

Os professores foram selecionados com base nos seguintes critérios: aqueles responsáveis por componentes curriculares obrigatórios para o curso; professores lotados nos diversos Departamentos e, portanto, representantes das quatro áreas da Química, dentro do Instituto de Química; professores responsáveis pelas aulas de laboratório observadas durante a pesquisa. Do total de vinte e dois sujeitos selecionados, dez responderam ao questionário.

Destes, 71% realizam atividades de pesquisa, ou como professores orientadores de alunos vinculados aos programas de Iniciação Científica e/ou como orientadores de alunos do curso de pós-graduação em Química ou, ainda, como alunos do curso de doutorado em Química. Deste total, 4 (quatro) pertencem ao Grupo de Ensino de Química, sendo 1 (um) deles responsável pela disciplina EDC 205-Metodologia e Prática de Ensino de Química II, além de ser o representante do Departamento II, da Faculdade de Educação, no Colegiado do Curso de Química.

Dentre os professores pesquisados, apenas 4 (quatro) não estão engajados em atividades de pesquisa, seja em Química ou em ensino de Química.

Antes da aplicação dos Questionários, este instrumento de coleta de dados foi submetido a três professores da área de ensino de ciências (2 do Grupo de Ensino de Química e 1 da Faculdade de Educação), para a validação de seu conteúdo.

Os professores foram, previamente, contactados e esclarecidos sobre os objetivos do trabalho e sobre a importância do uso deste instrumento de coleta de dados para a compreensão da realidade. Também tiveram a garantia de sigilo dos seus nomes durante todo o processo de pesquisa, até a sua redação final.

O prazo estabelecido para a entrega dos Questionários foi de 1 (um) mês, embora este tempo tenha sido flexibilizado para atender às necessidades de cada professor.

5.3.4- Depoimentos

Como um dos instrumentos de coleta de dados, os depoimentos foram utilizados para a obtenção de informações relativas a vários aspectos da pesquisa, como: 1- orientações gerais sobre o processo de reforma curricular dos cursos de Graduação da UFBA; 2-

orientações específicas para a reforma do currículo do curso de Química; 3- historicidade do processo de instituição do currículo; 4- concepções epistemológicas e pedagógicas, em especial, relativas ao trabalho experimental.

Para o levantamento dos dados foram selecionados professores do Instituto de Química e outros, principalmente da Faculdade de Educação e de órgãos superiores da UFBA. Os depoimentos foram tomados durante os períodos letivos de 2003.1 e 2003.2, envolvendo um total de 17 (dezesete) sujeitos, distribuídos de acordo com as 4 (quatro) categorias citadas acima.

Na categoria 1, foram ouvidos 2 (dois) professores que estavam, à época, na assessoria da Pró-Reitoria de Graduação da UFBA, responsáveis, portanto, pela coordenação do processo de reforma curricular de todos os cursos de graduação da Universidade. Estes depoimentos tiveram por objetivo conhecer as principais orientações que nortearam este processo, as dificuldades encontradas e os resultados obtidos.

Para a análise do processo de reforma curricular da licenciatura em Química (categoria 2), foram ouvidos 4 (quatro) professores: 2 (dois) representantes da Comissão de reforma curricular do curso; a Coordenadora do Colegiado, à época do início das discussões sobre a reforma curricular; a Coordenadora do Colegiado, no período final do processo de reestruturação curricular (anos de 2002 e 2003).

Para o levantamento dos dados sobre o processo histórico de instituição do currículo vigente (categoria 3), foram ouvidos 5 (cinco) professores que tiveram uma participação importante na formação das várias gerações de professores do Instituto de Química. Estes docentes atuavam em diferentes escolas na década de 1960 (Escola Politécnica, Faculdade de Farmácia, Faculdade de Filosofia e Escola de Geologia) e, com a criação da atual sede do Instituto de Química, em 1971, centralizaram suas atividades docentes e de pesquisa neste Instituto.

Na categoria 4 (quatro), foram tomados depoimentos dos professores cujas aulas de laboratório foram observadas nesta pesquisa. Neste caso, o objetivo foi esclarecer alguns aspectos observados nas aulas e permitir que o professor tivesse a oportunidade de expor, um pouco mais, pontos importantes para a pesquisa que não puderam ser explicitados através do Questionário, como: as dificuldades dos alunos no trabalho experimental; o processo utilizado pelo professor para relacionar teoria e prática, no laboratório; os processos de avaliação utilizados; o sentimento do professor sobre a eficiência do trabalho experimental como recurso didático no ensino de Química.

6.0- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa foi realizada com o objetivo de fazer emergir evidências que permitissem conhecer e explicitar as concepções epistemológicas e pedagógicas de alunos e professores do curso e os elementos curriculares que poderiam estar condicionando estas concepções. Nesta perspectiva, os dados levantados procuraram atender às Questões Centrais citadas anteriormente.

Os resultados obtidos serão apresentados e discutidos, dentro das duas dimensões, a epistemológica e a pedagógica.

A Tabela 6, abaixo, mostra as dimensões abordadas com os temas e Eixos Temáticos correspondentes.

EIXO TEMÁTICO	TEMA	DIMENSÕES
1	Ciência	Epistemológica
2	Ciência Química	Epistemológica
3	Conhecimento científico	Epistemológica
4	Trabalho experimental	Pedagógica
5	Ensino/ensino de Química	Pedagógica
6	Professor/ação docente	Pedagógica
7	Professor de Química/ação docente em Química	Pedagógica

Tabela 6: Temas e Eixos Temáticos para cada dimensão da pesquisa

Para cada uma dessas dimensões, serão apresentadas, a seguir, as concepções que emergiram, como resultado do processo, e a forma como os dados foram tratados para a sua apresentação.

A discussão dos resultados será feita, a partir dos dados obtidos através dos instrumentos de coleta considerados mais adequados, de forma a atender às questões centrais da pesquisa. Assim, por exemplo, para a questão central um, citada no capítulo dois, serão discutidos os resultados encontrados nas entrevistas e questionários. Para as outras questões, serão utilizados, também, os resultados obtidos através dos outros instrumentos de coleta de dados, como os depoimentos e observação de aulas.

Este capítulo foi dividido em duas partes. Na primeira parte, serão apresentados e discutidos os resultados das concepções epistemológicas de professores e alunos (dimensão epistemológica) e, na segunda parte, as concepções pedagógicas dos sujeitos pesquisados (dimensão pedagógica). Os resultados serão discutidos de forma a encontrar interfaces entre as visões dos professores e as dos alunos, à luz dos referenciais teóricos apresentados nos capítulos anteriores, em especial, a epistemologia bachelardiana.

6.1- DIMENSÃO EPISTEMOLÓGICA

As concepções epistemológicas de alunos e professores, correspondentes aos Eixos Temáticos um, dois e três, foram obtidas, mais diretamente, através das entrevistas e questionários, respectivamente.

6.1.1- Concepções dos alunos

As entrevistas foram realizadas com a intenção de explicitar as concepções dos alunos. Neste processo, dado o caráter polissêmico das palavras, que poderia resultar em diferentes leituras da realidade, com diferentes sentidos e significados, a tensão entre o rigor metodológico (mais objetivista) e o subjetivismo (próprio das pesquisas qualitativas, como esta) esteve sempre presente. Sem pretender superar esta tensão, resolveu-se tratar os dados buscando elementos em referenciais teórico/metodológicos, como os de Bardin (1977), Moraes (2001) e Bodgan & Biklen (1994) mas, ao mesmo tempo, definindo critérios e tomando decisões centradas nos objetivos da pesquisa, tendo o referencial epistemológico de Bachelard como eixo orientador deste processo.

A utilização dos referenciais teórico/metodológicos, citados acima, tiveram a função de evitar o que Bachelard chama de *realismo ingênuo*, no trato e interpretação dos resultados da pesquisa. Nesta perspectiva, procurou-se manter uma atitude de *vigilância epistemológica*, para impedir a leitura simples do real, sedutora e impregnada de impressões subjetivas. No entanto, isto não quer dizer que se esteja professando uma objetividade no processo de interpretação dos dados, mesmo porque, a própria escolha do paradigma interpretativo e da metodologia qualitativa, já pressupõe a superação da dicotomia sujeito/objeto e ressalta o caráter subjetivo desta pesquisa.

As entrevistas transcritas foram lidas várias vezes para a impregnação do conteúdo dos discursos. Neste processo, foi possível perceber as questões mais relevantes, os elementos mais freqüentes, os temas mais significativos para os entrevistados e, até, aqueles ausentes nos vários discursos.

Findo o processo de transcrição, começaram a surgir algumas indagações como, por exemplo: que critérios usar para a seleção dos registros mais significativos?; como expressá-los?; de que forma tratar os dados, sem cair na armadilha da categorização rígida?.

Entre tantas indagações, no entanto, algumas orientações foram definidas, como: captar nos discursos dos entrevistados os aspectos que revelassem uma maior intensidade e potência e contribuíssem para explicitar, na medida do possível, suas concepções epistemológicas; evitar reducionismos, através da atribuição de categorias fechadas; encontrar conceitos gerais que expressassem as idéias e crenças dos entrevistados e que fossem endógenas ao processo. Apesar das categorias poderem ser usadas com função metodológica no conhecimento da realidade e como elementos construtores de teoria, segundo Kant, elas referem-se, *a priori*, aos objetos da intuição, em geral, como funções lógicas". São "conceitos puros do entendimento", adequadas para explicar a realidade e não para descrevê-la (MORA, 1993, p.82).

Nesta pesquisa, o que se pretendeu foi fazer emergir conceitos, pensamentos, visões de mundo, crenças e concepções dos sujeitos pesquisados, que permitissem a compreensão da realidade estudada, a partir da descrição dessa realidade. Daí a opção de trabalhar com conceitos gerais, no lugar de categorias.

Com base nas orientações descritas acima e após a leitura cuidadosa das entrevistas transcritas, os textos foram *desconstruídos* para permitir o que Moraes chama de *unitarização*. Segundo ele,

a desconstrução e unitarização do 'corpus' consiste num processo de desmontagem ou desintegração dos textos, destacando seus elementos constituintes. Implica colocar o foco nos detalhes e nas partes componentes, um processo de divisão que toda análise implica. Com essa fragmentação ou desconstrução dos textos, pretende-se conseguir perceber os sentidos dos textos no limite de seus pormenores, ainda que compreendendo que esse limite nunca é atingido integralmente (MORAES, 2001,p.4).

Da desconstrução dos textos apareceram as *unidades de análise*, também chamadas de *unidades de registro*, *unidades de significado* ou de *sentido*.

Neste trabalho, o termo Unidade de Significado (US) foi utilizado para designar os trechos das falas dos entrevistados que se revelaram mais potentes, ou seja, mais significativos, dentro do objetivo da pesquisa. Essas unidades mantiveram correspondência com os Eixos Temáticos, definidos *a priori*, sobre os quais as entrevistas foram realizadas. Assim, o trabalho consistiu em fazer uma análise temática que, segundo Bardin, “consiste em descobrir os ‘núcleos de sentido’ que compõem a comunicação e cuja presença, ou frequência de aparição, podem significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido” (BARDIN, 1977, p.105).

As Unidades de Significado retiradas de cada entrevista foram agrupadas de acordo com os temas tratados. O processo consistiu em separar as US, para cada tema ou, de acordo com Bardin, classificar os diferentes elementos nas diversas gavetas (BARDIN, 1977, p.37). Este procedimento permitiu organizar as US que continham a mesma mensagem, dentro de um mesmo tema (mesmo Eixo Temático) e perceber a frequência de ocorrência de cada um deles. Este dado indica o quanto aquele tema é significativo para o entrevistado. A Tabela 7, a seguir, mostra as frequências de ocorrência de cada tema/Eixo Temático, para a dimensão epistemológica, com um exemplo ilustrativo de uma US retirada das entrevistas.

EIXO TEMÁTICO	UNIDADE DE SIGNIFICADO (US)	FREQÜÊNCIA	
		N	%
Ciência	"a ciência....digamos que seja um estudo sistemático. A ciência é justamente um estudo sistemático de um fato"	21	18,4
Ciência Química	"para mim a Química é muito a vida. Eu enxergo a química como ciência muito voltada para as coisas da vida, do organismo, à parte biológica"	19	16,7
Conhecimento científico	O conhecimento científico surge "da curiosidade do homem de explicar algo. Aí surgem as teorias e algumas leis.."	14	12,3

Tabela 7: Freqüências de ocorrência de cada tema/Eixo Temático

As US representam elementos de significado, em relação à realidade sob estudo, no entanto, como podem perder o sentido quando submetidas ao processo de unitarização (desconstrução dos textos), foi necessário voltar novamente aos textos das entrevistas transcritas para a impregnação do conteúdo das mensagens e reflexão, dentro do contexto em que elas apareciam.

Após o processo de desconstrução dos textos, as US foram identificadas, para cada tema e cada entrevistado. A cada US foram atribuídos Conceitos Gerais, na tentativa de

representar e sintetizar idéias centrais veiculadas por cada uma dessas unidades. O Anexo 9 mostra estes Conceitos Gerais (CG).

Os CG emergentes do processo foram relacionados e contrastados, buscando apreender as semelhanças e diferenças contidas nas mensagens. Deste processo, emergiram novos conceitos síntese, que constituem tentativas de apreensão das concepções epistemológicas dos sujeitos pesquisados. A Tabela 8, abaixo, mostra estes resultados.

TEMA	CONCEITOS GERAIS (conceitos síntese)
Ciência	Conhecimento sistematizado; comprovação de fenômenos; observação; experimentação e análise; explicação das coisas e dos fenômenos; método científico; construção de conhecimento; conhecimento verdadeiro; conhecimento falível; construção social; ferramenta de investigação; verdade; processo indutivo.
Ciência Química	Conhecimento útil, aplicado; ciência empírica; ciência que explica os fenômenos naturais; ciência que reproduz os fatos naturais; ciência que estuda a matéria; ciência indutiva; ferramenta de compreensão do mundo; vida; algo onipotente e onipresente
Conhecimento científico	Observação; experimentação; observação e experimentação; experimentação e filosofia; curiosidade (do cientista); necessidade de justificar algo (resultados e fenômenos); intuição; vivência do homem na sociedade; percepção e talento do cientista em saber observar.

Tabela 8: Temas e Conceitos Gerais, para a dimensão epistemológica

As Tabelas, de 09 a 11, a seguir, mostram os CG obtidos, para cada entrevistado, para cada tema abordado nas entrevistas.

Os CG sobre **ciência** foram obtidos, a partir da formulação de questões relativas à compreensão do entrevistado sobre o que é ciência e que características a diferenciavam de outras formas de conhecimento. Estes resultados são mostrados na Tabela 09.

ENTREVISTADO	CONCEITOS GERAIS
A1	Interesse na busca de conhecimento, método para investigar algo; conhecimento sistematizado.
A2	Explicação de fenômenos naturais
A3	Processo de observação de fenômenos, processo que envolve experiência
A4	Ferramenta de observação de fenômenos, obtenção de leis a partir da observação, estudo sistemático do fenômeno observado
A5	Construção de conhecimento
A6	Explicação das coisas, conhecimento verdadeiro, comprovação
A7	Criar modelos e justificar, estudo sistemático de um fato
A8	Regras para interpretar a realidade, método científico
A9	Não respondeu
A10	Caminho para explicar fenômenos naturais

Tabela 09: Conceitos Gerais sobre Ciência

Os CG sobre a **ciência Química** foram obtidos, perguntando-se aos entrevistados o que, para eles, é a ciência Química e como o conhecimento químico é produzido. Os resultados são mostrados na Tabela 10.

ENTREVISTADO	CONCEITOS GERAIS
A1	Química é a vida.
A2	Ciência que explica os fenômenos da natureza; uma maneira de ver o que existe na natureza
A3	Ferramenta para se fazer análises
A4	Maneira de explicar fenômenos.
A5	Ciência que possibilita melhor compreensão da vida e dos processos
A6	Ciência experimental
A7	Ciência experimental; ciência que justifica e reproduz os fatos naturais
A8	Ciência que estuda as transformações da matéria.
A9	A Química é a vida
A10	Ciência que explica fenômenos do dia a dia

Tabela 10: Conceitos Gerais sobre ciência Química

Em relação ao **conhecimento científico** (Tema 3), após esclarecer que ele é constituído por leis, teorias, modelos, sendo produtos da ciência, foi solicitado aos entrevistados que comentassem sobre como esse conhecimento é produzido. A Tabela 11, abaixo, mostra os resultados obtidos.

ENTREVISTADO	CONCEITOS GERAIS
A1	Tentativa de entender resultados experimentais; origina da experimentação e da filosofia
A2	Surge da necessidade (do cientista); explicação para o que ocorre no laboratório
A3	necessidade do homem de entender fenômenos; surge da necessidade social, num dado momento; surge do espírito aventureiro (do cientista)
A4	Surge da vivência do homem na sociedade; da vontade pessoal do cientista
A5	Não respondeu
A6	Surge da curiosidade do homem de explicar algo; de conhecimentos já existentes
A7	Surge para justificar fatos experimentais
A8	Surge da necessidade dos cientistas; através de resultados experimentais; necessidade de comprovação
A9	Surge para comprovar algo que já existe
A10	Surge para explicar fenômenos

Tabela 11: Conceitos Gerais sobre o conhecimento científico

As tabelas acima mostram os Conceitos Gerais (conceitos síntese) obtidos para os Eixos Temáticos abordados nas entrevistas com os alunos, dentro da dimensão epistemológica. Estes conceitos foram categorizados com o objetivo de obter os perfis de concepções dos alunos sobre a ciência, a ciência Química e o conhecimento científico e mostrados adiante.

O processo de categorização para a obtenção destes perfis, envolveu uma contrastação entre os vários CG (conceitos síntese) e a reunião de seus elementos semelhantes. Neste processo, a emergência de novos conceitos teve o objetivo de levar a novas compreensões da realidade estudada. Os conceitos emergentes foram chamados de **Concepções**, entendidas aqui como **entidades abstratas correspondentes à "percepção, criação, imaginação ou imagem de uma coisa na mente"** (Trevisan, 1998, p.551). São entidades que emergem do processo, como resultado da percepção do sujeito pesquisador, na tentativa de encontrar características gerais que revelem a sua compreensão do fenômeno estudado.

A seguir, serão mostradas as concepções emergentes do processo de categorização, para cada tema, e as tabelas com as frequências com que essas concepções apareceram entre os entrevistados (Tabelas 12, 13 e 14). Estas tabelas constituem os perfis de concepções dos alunos, em relação a cada tema.

Para o tema **ciência**, emergiram as seguintes concepções:

- A - conhecimento sistematizado
- B – método
- C – observação de fenômenos
- D – explicação de fenômenos
- E – interesse na busca de conhecimento
- F – construção de conhecimento
- G – conhecimento verdadeiro

Concepções Alunos	Concepções						
	A	B	C	D	E	F	G
A1	+	+			+		
A2				+			
A3			+				
A4	+		+				
A5						+	
A6	+			+			+
A7	+			+			
A8		+					
A9	-	-	-	-	-	-	-
A10		+					

Tabela 12: Frequências das concepções sobre Ciência

Legenda: (+) concepção presente; (-) concepção ausente

As concepções que emergiram do tema **ciência Química** foram as seguintes:

A – vida

B – ciência que explica fenômenos

C – ferramenta para análises

D – ciência experimental

E – ciência que estuda as transformações da matéria

F – método

Concepções Alunos	A	B	C	D	E	F
A1	+					
A2		+				+
A3			+			
A4		+				
A5			+			
A6				+		
A7		+		+		
A8					+	
A9	+					
A10		+				

Tabela 13: Frequências das concepções sobre ciência Química

Para o tema **conhecimento Científico**, emergiram as seguintes concepções:

A - experimentação e argumentação

B - necessidade de explicar fenômenos

C - características pessoais dos cientistas

D - resultados experimentais

E - comprovação de fenômenos

Concepções Alunos	A	B	C	D	E
A1	+	+			
A2		+	+		
A3		+	+		
A4			+		
A5	-	-	-	-	-
A6	+	+			
A7		+		+	
A8			+	+	+
A9					+
A10		+			

Tabela 14: Frequências das concepções sobre Conhecimento Científico

O processo utilizado para a apresentação dos dados das entrevistas, expostos nas Tabelas 8, 9, 10 e 11, permitiu explicitar o pensamento dos alunos. No entanto, vale a pena ressaltar que a análise deste material não teve o objetivo de classificar ou rotular os sujeitos como realistas, empiristas, racionalistas ou qualquer outra postura epistemológica. O que se pretendeu foi perceber e explicitar pensamentos, crenças e concepções dominantes entre os indivíduos e representá-las através de perfis que mostrem o caráter dinâmico e contextual dessas concepções e, ao mesmo tempo, as singularidades apreendidas nos discursos. Assim, para cada tema, os perfis de concepções apresentados dão uma idéia da distribuição das concepções dos alunos. Estes resultados são apresentados nas Tabelas 12, 13 e 14.

Durante a realização das entrevistas, percebeu-se uma certa dificuldade dos alunos em tratar de questões relativas à ciência, à ciência Química e ao conhecimento científico. Alguns, inclusive, declararam que nunca tinham pensado sobre estes temas antes e outros,

ainda, que não sabiam exatamente como definir o que era ciência, ainda que fosse sobre a ciência Química, objeto de sua formação. Este é um aspecto muito significativo, principalmente para os que lidam com a formação de professores de Química e de ciências, de modo geral. As baixas frequências de ocorrência destes temas, mostradas na Tabela 7, refletem estas dificuldades.

A Tabela 8 mostra os CG, para a dimensão epistemológica, apreendidos entre os alunos. Observa-se que, para a maior parte deles, a ciência está intimamente associada à idéia de método científico, experiência, observação de fenômenos e de conhecimento sistematizado.

A idéia de ciência como um conhecimento objetivo, porque sujeito a um método de investigação e comprovação dos fenômenos, pode ser apreendida da fala do aluno A8:

Ciência é uma coisa que diz que você tem que primeiro observar, depois formular hipóteses, teses, teorias e aí a ciência diz: se você fizer tudo isso e de acordo com o que eu determinei, é verdade. Se você fizer tudo isso e não for de acordo com o que eu determinei, é mentira. É uma coisa que impõe para a gente regras para interpretar a realidade. A ciência diz: o método científico é esse. Então você tem que seguir isso para dizer se o que eu mando é verdade....a regra é nesse sentido (A8).

Um outro exemplo pode ser apreendido da fala do estudante A6: "(...) para mim ciência está relacionada com experimento, com uma coisa comprovada, embora exista muita teoria, mas tem que ser uma coisa comprovadase prova que é assim, é ciência".

A ênfase nos discursos dos alunos sobre a observação e a experiência na atividade científica, está calcada sobre uma concepção de senso comum, ainda muito popular e aceita, de que a experiência é a fonte de todo o conhecimento científico. Esta visão puramente empirista de ciência tem sido muito presente, especialmente entre os que trabalham com as ciências chamadas experimentais, como a Química.

A concepção de que o conhecimento é produzido a partir dos órgãos do sentido, constitui o princípio do empirismo estabelecido desde Aristóteles e difundido, de forma mais alargada, no século XVII, durante a Revolução Científica. A visão baconiana de que a ciência deveria servir para melhorar as condições de vida do homem e, para isso, era necessário o conhecimento da natureza e o seu controle, através da observação e experimentação, foi predominante até o século XIX. A preocupação com a produção de conhecimento útil para a vida do homem, levou Bacon a identificar erros ou *ídolos* que poderiam se constituir em obstáculos à ciência. Um desses *ídolos*, os *ídolos da tribo*, decorrem de falhas da própria natureza humana, tanto dos sentidos, quanto do intelecto, e são comuns a todos os homens. Portanto, as percepções e sensações humanas não são confiáveis, a não ser quando corrigidas pela experimentação (ANDERY et al, 1988 p.193). O *status* dado à experimentação, como prova e confirmação de teorias, permanece ainda hoje entre os que lidam com a Química, apesar de toda a discussão no campo da filosofia da ciência e da sua inserção em trabalhos de educadores em ciência.

Defendendo que na atividade prática é preciso preparar o fenômeno antes de o produzir, Bachelard coloca-se como defensor de um real construído, em lugar de um real dado. Para ele, os fenômenos são realizações tornadas possíveis pelo pensamento racional. O empirismo que se detém nos resultados, na observação dos fenômenos, não representa corretamente o pensamento científico contemporâneo, que exige uma complexidade distante da simples descrição da observação direta dos fenômenos. A supervalorização do empírico na atividade química significa negar ou, pelo menos, mascarar o caráter realizante das teorias químicas contemporâneas. Significa ficar preso a um real aparente, portanto distante do real científico, interpretado dentro de um sistema totalmente racional.

Apesar do empirismo ser, historicamente, um elemento constitutivo fundamental na produção do conhecimento químico, ele não é suficiente para a compreensão da Química,

na contemporaneidade. Mortimer chama atenção que, embora os fatos e fenômenos da Química estejam relacionadas à empiria, a maioria deles não foi obtida a partir de uma doutrina empirista, mas através de formulações teóricas como, por exemplo, as proposições de Lavoisier para explicar a combustão, no final do século XVIII e a hipótese atômica de Dalton, no século XIX. Nesse sentido, o autor mostra uma preocupação com o processo de ensino de Química no nível médio que enfatiza o componente empírico dessa ciência, embora existam poucos aspectos dentro da Química, nesse nível, que sejam puramente empíricos (MORTIMER, 1992, p.245).

A visão de ciência como um conhecimento produzido a partir de resultados experimentais está presente, de forma mais explícita, em três dos entrevistados (A4, A6, A8). Em relação a A4, quando perguntada sobre o que achava que é a ciência, a aluna disse: “É aquela ferramenta de investigação, de observação de determinados fenômenos. Então, a partir dali, daquela observação, daquele estudo, você pode estabelecer leis que regem aquele fenômeno, em qualquer ciência”.

O aluno A6, ao tratar do fazer dos cientistas, em especial, dos que trabalham com a Química, afirmou: "Quando se fala que Química é uma ciência experimental, as teorias da Química são em função dos experimentos. A partir dos experimentos, o cientista tira conclusões". Já a aluna A8, quando questionada sobre como o cientista chega a uma lei geral, declarou: "Acho que foi através de resultados experimentais, resultados empíricos..." (A8).

As citações acima parecem revelar a idéia de que o conhecimento científico é obtido diretamente de resultados experimentais. É preocupante que esta perspectiva empirista-indutivista de ciência e do conhecimento científico, embora há muito criticada pelos filósofos da ciência e educadores em ciência, ainda esteja presente entre os alunos de Química, mesmo entre aqueles que, no período da pesquisa, realizavam atividades de IC trabalhando, portanto, com a produção do conhecimento químico, como é o caso da aluna A4 (Tabela 9).

A perspectiva epistemológica de cunho empirista-indutivista está, muitas vezes, implícita no ensino de ciências, nos materiais didáticos, no discurso e na prática do professor. A defesa da observação como ponto de partida para a construção do conhecimento, feita pelos empiristas clássicos, confere um *status* privilegiado à observação. O sucesso da teoria vai depender do processo de obtenção dos dados e, por isto, estes devem ser obtidos de forma cuidadosa e neutra. No entanto, não se quer dizer aqui que a observação não seja importante no processo de produção do conhecimento científico e, também, no ensino de ciências. O problema reside quando ela está dissociada de um referencial teórico que oriente a observação dos fenômenos e quando é utilizada, numa situação de ensino, sem uma problematização, sem uma interrogação que suscite o levantamento de hipóteses e que, por sua vez, dê origem a novas observações e experiências, num movimento dinâmico e criativo, característico do empreendimento científico.

Na sua crítica ao empirismo e às primeiras impressões, no trato das questões científicas, Bachelard defende que o pensamento empírico pressupõe um conjunto de argumentos pois, diante do real, de todo o seu mistério, não se pode ser ingênuo e anular, imediatamente, todas as concepções ou conhecimentos habituais. Para ele, a ciência opõe-se à opinião, ao dado imediato, àquilo que aparece aos sentidos, de forma que ela é o primeiro obstáculo epistemológico a ser superado. Diante do real, não se deve aceitar a sedução do pensamento mais simples, mais evidente. É necessário questionar o conhecimento, problematizá-lo, pois todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Para ele: "se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído" (BACHELARD, 1996, p.18).

A preocupação de Bachelard com o questionamento e problematização do conhecimento, dá um novo caráter ao ensino de ciências que, de modo geral, é trabalhado enfatizando, apenas, os produtos do conhecimento, o conhecimento científico, em lugar do

seu processo de produção. A ciência, assim, adquire um *status* de verdade, de conhecimento verdadeiro, como pode ser observado entre os conceitos gerais expostos na Tabela 8 e, mais explicitamente, na Tabela 9, para o aluno A6.

Apesar da presença de concepções empírica-indutivistas entre os estudantes, observa-se, também, uma postura mais racional no trato da ciência, de modo geral e, em particular, da ciência Química. A Tabela 8 mostra alguns conceitos gerais, dentro de uma postura epistemológica mais racionalista. Assim, conceitos como “explicação das coisas e dos fenômenos”, “construção do conhecimento”, para o tema Ciência e “ciência que explica os fenômenos naturais”, “ferramenta de compreensão do mundo”, para a ciência Química, são exemplos significativos. Também na Tabela 9 pode-se verificar uma postura mais racional entre os alunos A5, A6 e A10, embora o aluno A6 demonstre, ao mesmo tempo, uma concepção de ciência como conhecimento verdadeiro.

Posturas mais racionais são encontradas, mais especificamente, para o tema ciência Química, como pode ser apreendido dos conceitos gerais expostos na Tabela 10. Entre os entrevistados, há uma tendência em atribuir à Química uma característica de ciência explicativa dos fenômenos, como se observa no discurso dos entrevistados A2, A4, A5 e A10. No entanto, também neste caso, uma visão empirista de ciência Química está presente. É o que se depreende das falas de quatro entrevistados (A3, A6, A7 e A8). Mesmo havendo, entre os alunos, um certo equilíbrio entre perspectivas empiristas e racionalistas da Química, esta racionalidade parece estar a serviço do empreendimento empírico, dentro de uma perspectiva do racionalismo clássico, sendo de uma simplicidade racionalizante que, para Bachelard, pode ser tão estéril como seria uma postura de adesão imediata a traços manifestos da fenomenalidade (BACHELARD, 1990, p.55).

Defendendo uma *fenomenologia dirigida*, uma fenomenologia que esteja ligada a um pensamento racional, mais instruído, Bachelard fala em *redução da fenomenalidade*, no

sentido de uma redução do caráter de essencialidade do fenômeno, frente ao seu caráter racional. É o que ocorreu com a explicação da combustão por Lavoisier. A sedução da chama que despertava os poderes do inconsciente, cedeu lugar a uma *fenomenologia dirigida* que, para Bachelard: “necessita de uma ajuda da consciência cultivada, da aprendizagem, de um passado de pensamento que não é propriamente o passado do nosso pensamento pessoal” (BACHELARD, 1990, p.54).

Os CG para o tema conhecimento científico (Tabela 11), revelaram o pensamento dos entrevistados sobre a origem desse conhecimento. Os resultados mostram três tendências: origem em resultados experimentais, na necessidade de explicar fenômenos e nas características pessoais dos cientistas. A primeira tendência, dentro de uma perspectiva empirista- indutivista de conhecimento científico, está presente em cerca de metade dos entrevistados e é coerente com os resultados obtidos para o temas ciência e ciência Química. A segunda tendência, que atribui a origem do conhecimento científico à necessidade de explicar ou justificar os fenômenos, aparece entre 60% dos entrevistados. Entre estes, percebe-se um entendimento de que o conhecimento científico surge para explicar fenômenos já conhecidos que ocorrem, em geral, no laboratório. É o que se depreende da fala do entrevistado A6:

(...) ele (o cientista) tinha que achar uma técnica nova para provar aquela observação....experiência, observação....tudo junto para formar a teoria. Ele (o cientista) analisa, observa, faz experimento e daí explica alguma coisa. Acho que ocorreu assim....nessa ordem (A6).

A ênfase na experimentação, como ponto de partida para a produção do conhecimento científico (perspectiva empirista-indutivista), parece levar a uma concepção de conhecimento científico como explicação dos fenômenos. No entanto, esta explicação,

normalmente, refere-se a uma descrição do fenômeno, não tendo um sentido de relação causal, ou de relação entre causa e efeito⁸.

Relações causais são muito comuns nas aulas de Química, nas quais os fenômenos observados são relacionados a leis e teorias já conhecidas (e obtidas experimentalmente), sendo o experimento, muitas vezes, considerado como comprovação de teorias, num processo circular produção de conhecimento-explicação dos fenômenos.

A terceira tendência apresentada para o origem do conhecimento científico enfatiza as características pessoais dos cientistas (40% dos entrevistados), como as representadas pelos conceitos gerais dos estudantes A2, A3, A4 e A8, expostos na Tabela 11.

Quando questionados sobre a origem do conhecimento científico, alguns entrevistados mostraram uma visão ingênua de cientista. É o que pode ser observado nas seguintes falas: "Surge (o conhecimento científico) da curiosidade do homem de explicar algo. Aí surgem as teorias e algumas leis. O homem quer entender as coisas que existem..." (A6).

Na história dos grandes cientistaseu acho que isso partiu de gente iluminada. Não foi qualquer um que foi para o laboratório.....muitos chegaram lá, fizeram muitos experimentos, chegaram a teorias erradas ou não chegaram a nadaeu acho que existiram pessoas iluminadas que faziam determinadas coisas corretas e chegou a um....a estabelecer uma explicação lógica para aquilo que estava acontecendo (A10).

Uma visão ingênua do cientista, encontrada em quase todas as falas dos alunos, está representada pelos conceitos gerais mostrados na Tabela 29. Este fato é surpreendente, em se tratando de alunos concluintes dos cursos, em processo de formação para pesquisadores e professores na área! A atribuição de características tão subjetivas ao trabalho dos cientistas

⁸ Uma discussão interessante sobre a compreensão da causalidade na história da ciência, pode ser encontrada em Mortimer (2000, p.111).

parece ignorar o caráter social da ciência, a compreensão de que os resultados do empreendimento científico provém de uma racionalidade coletiva, de um pertencimento a uma *cidade científica*, para usar o termo de Bachelard. Nesta *cidade científica*, os cientistas negociam os mesmos significados, tem os mesmos interesses e disputam entre si poder, como qualquer outra instituição ou organização social. Para Bachelard: "ser um químico é colocar-se numa situação cultural, ocupando um lugar, incluindo-se numa categoria, numa cidade científica nitidamente determinada pela modernidade da investigação" (BACHELARD, 1990, p.11).

O trabalho dos cientistas, para Bachelard, está imerso em uma cultura científica que tem as suas normas estabelecidas pela *cidade científica*. Assim, segundo Barbosa e Bulcão, falar em sujeito individual não tem sentido, quando se trata do conhecimento científico, desde que ele, na atualidade, precisa ter o seu valor social bem definido (BARBOSA e BULCÃO, 2004, p.31).

A discussão acima levanta a seguinte questão para reflexão: o que tem contribuído para essa visão ingênua dos alunos de Química da nossa Universidade, mesmo a despeito das suas vivências em uma *cidade científica*, com uma racionalidade própria e permeada por interesses e lutas visíveis pelo poder? Seria uma forma de idealização da atividade científica que impediria uma visão mais realista desta atividade?

Os aspectos discutidos acima, referem-se aos pensamentos dos alunos de Química sobre as questões de natureza epistemológica, definidas para a pesquisa. No entanto, conforme citado anteriormente, o trabalho não tem a pretensão de rotular os alunos como tendo posturas epistemológicas rígidas, mas representar, através de perfis, concepções e crenças dominantes entre estes sujeitos e, também, singularidades que, porventura, estejam explicitadas.

A idéia de trabalhar com perfis de concepções e crenças, surge da percepção de que as crenças e concepções dos indivíduos não são definitivas, mas dependem do contexto em que elas são apreendidas. Assim, não se pode garantir que as concepções explicitadas pelos indivíduos, em um contexto de entrevista, correspondam, exatamente, às concepções que eles teriam caso estivessem, por exemplo, realizando atividades investigativas em um laboratório químico ou em uma atividade de avaliação. Portanto, a noção de perfil apresenta-se mais adequada para representar este movimento e a provisoriade das concepções levantadas.

A utilização de perfis de concepções está fundamentada na noção de *perfil epistemológico* de Bachelard. Enquanto este perfil é atribuído a um indivíduo e é relativo a um determinado conceito científico, num determinado momento histórico, nesta pesquisa a noção de perfil é utilizada para mostrar as tendências dos pesquisados em relação a determinadas perspectivas epistemológicas e pedagógicas. As Tabelas 12, 13 e 14 mostram estes perfis para as concepções epistemológicas dos alunos.

Os perfis citados acima apresentam uma dispersão de concepções, quando se considera a totalidade dos sujeitos pesquisados como, também, cada indivíduo isoladamente. Tendências de cunho mais empirista-positivista, estão presentes entre os alunos A1, A3, A4, A8 e A10, para o tema ciência (Tabela 12). Para o alunos A2 e A5, observa-se uma tendência a um pensamento mais racional quando, por exemplo, destacam a explicação de fenômenos e o caráter de construção de conhecimento, como características específicas da ciência. Já os alunos A6 e A7 mostram um equilíbrio entre concepções empiristas e racionalistas. Entre estes, o aluno A6 é professor de Matemática no ensino médio, o que, talvez contribua para uma concepção mais racional de ciência, em relação aos outros estudantes.

Para o tema ciência Química, o perfil apresentado na Tabela 13 mostra, também, uma dispersão de concepções entre os alunos, com um certo equilíbrio entre posturas

empiristas e racionalistas. Este perfil revela, no entanto, uma singularidade, para os casos dos alunos A1 e A9 que, ao apresentarem uma concepção de ciência Química como **vida**, mostram uma postura realista ingênua dessa ciência. Assim, por exemplo, ao falarem sobre a ciência Química, a aluna A1 diz: "Química é a própria vida, uma ciência muito voltada para as coisas da vida, do organismo, da parte biológica". Do mesmo modo, a aluna A9 comenta: "a Química é vida. Tudo o que me cerca hoje em dia, não tem para onde correr....".

As concepções sobre o tema conhecimento científico, representadas no perfil mostrado na Tabela 14, apresentam uma tendência mais forte em atribuir a este conhecimento um caráter racional, expresso pela concepção B (necessidade de explicar fenômenos), apesar de ainda permanecerem posturas empiristas-indutivistas, principalmente entre os alunos A7 e A8, que atribuíram a origem do conhecimento científico aos resultados experimentais (concepção D).

Os perfis apresentados nas Tabelas 12, 13 e 14 ilustram as tendências filosóficas dos entrevistados, em relação à ciência, à ciência Química e ao conhecimento científico. A dispersão dos resultados reflete a complexidade e contextualidade do tema. A complexidade aparece, na medida em que as concepções apresentadas pelos indivíduos nem sempre estão explícitas e podem depender de vários fatores, como a visão de mundo do indivíduo, sua formação acadêmica, sua experiência profissional e seus interesses, crenças e valores. Estes fatores contribuem para a consolidação de determinadas perspectivas filosóficas, dentro de um espectro variado de posturas filosóficas possíveis. Esse espectro, aliás, reflete o próprio processo de produção do conhecimento químico, em seus vários momentos históricos, nos quais diferentes perspectivas epistemológicas conviveram com razoável harmonia e foram superadas, à medida que esse conhecimento tornou-se cada vez mais complexo.

A seguir são apresentados as tendências epistemológicas dos professores, representadas por Conceitos Gerais e Concepções, a partir da análise dos Questionários.

6.1.2 Concepções dos professores

O processo utilizado para o tratamento dos dados dos questionários dos professores foi semelhante àquele usado para as entrevistas com os alunos, ou seja: identificação das Unidades de Significado, atribuição de Conceitos Gerais a cada US, relação e contrastação entre os CG e retirada dos conceitos síntese, para cada tema/sujeito pesquisado. Neste caso, o processo foi mais simples, dada as características deste instrumento de coleta de dados.

O Anexo 10 mostra os CG, para cada US. Na Tabela 15, abaixo, estão expostos os conceitos síntese, emergentes do processo, para cada tema abordado.

TEMA	CONCEITOS GERAIS
Ciência	Conjunto de conhecimentos; conhecimento direcionado para aplicação; conh. adquirido por raciocínio lógico; conh. concreto e passível de teste; observação e explicação de fatos; forma de produzir conhecimento; atividade cultural; modo de conhecer o mundo; conh. de entendimento universal; conh. adquirido com rigor; estudo ordenado, dirigido e comprovado.
Ciência Química	Conhecimento sobre a matéria; ciência relacionada com o cotidiano; ciência experimental; forma de produzir conh. sobre a natureza; conjunto organizado de conhecimentos de química; ciência que explica e prevê comportamentos; um modo de conhecer o mundo; estudo da matéria e da energia; estudo ordenado, dirigido e comprovado; ciência que fornece uma constatação possível de ser repetida.
Conhecimento científico	Observação/experimentação; envolvimento com o problema; a partir de princípios ontológicos e epistemológicos que propiciam uma metodologia; interpretação do fenômeno sob estudo; de proposições teóricas e observações de fenômenos.

Tabela 15: Temas e Conceitos Gerais

As Tabelas 16, 17 e 18, mostram os CG obtidos, para cada professor e cada tema abordado nos questionários.

Os CG sobre **ciência** foram obtidos, a partir da formulação de questões relativas à compreensão dos professores sobre o que é ciência, que características a diferenciam de outras formas de conhecimento e o que caracteriza o conhecimento como sendo científico. A Tabela 16 mostra estes resultados.

PROFESSOR	CONCEITOS GERAIS
PQ1	Conjunto organizado de conhecimento; conhecimento direcionado para aplicação
PQ2	Conhecimento adquirido através de raciocínio lógico
PQ3	Conjunto dos conhecimentos organizados; observação e explicação de fatos.
PQ4	Conjunto de conhecimento que procura avaliar os aspectos de um referido “sistema” através de dados, coletados e organizados, de modo sistemático.
PQ5	Uma forma de produzir conhecimento
PQ6	Atividade cultural; modo de conhecer o mundo
PQ7	Coleção de conhecimentos a respeito da vida e da natureza; conhecimento de entendimento universal.
PQ8	Conjunto de conhecimentos que são adquiridos, acumulados e repassados dentro de uma civilização, um povo ou pela humanidade; conhecimento adquirido com rigor e que pode ser transmitido
PQ9	Ampliação dos conhecimentos do dia a dia através do estudo ordenado, dirigido e comprovado; as ciências naturais fornecem uma constatação possível de ser repetida
PQ10	Ramo do conhecimento que consiste na observação e propostas de explicação de fatos.

Tabela 16: Conceitos Gerais sobre Ciência

Os CG sobre **ciência Química** foram obtidos, perguntando-se aos professores o que é a ciência Química e as características dessa área de conhecimento. Os resultados estão expostos na Tabela 17.

PROFESSOR	CONCEITOS GERAIS
PQ1	conhecimento sobre a matéria (sua composição, estrutura, propriedade e transformação); ciência relacionada com o cotidiano, ciência experimental.
PQ2	é o conhecimento relativo a composição e transformação da matéria.
PQ3	Conjunto organizado dos conhecimentos de química; ciência que explica e prevê comportamentos; ciência experimental.
PQ4	Ciência que descreve as substâncias; ciência experimental.
PQ5	Uma forma de produzir conhecimento sobre a "natureza".
PQ6	É um modo de conhecer o mundo do ponto de vista dos químicos; ciência que estuda a matéria.
PQ7	estudo da matéria e da energia.
PQ8	ciência que estuda as transformações da matéria.
PQ9	estudo ordenado, dirigido e comprovado; ciência que fornece uma constatação possível de ser repetida.
PQ10	Ciência que estuda a matéria: do que ela é formada e as suas transformações.

Tabela 17: Conceitos Gerais sobre a ciência Química

Para o tema **conhecimento científico**, os resultados foram obtidos questionando os professores como eles achavam que eram produzidas as leis, princípios e modelos que constituem esse conhecimento. A Tabela 18 mostra estes resultados.

PROFESSOR	CONCEITOS GERAIS
PQ1	Observações experimentais; fundamentação teórica.
PQ2	envolvimento com o problema.
PQ3	Observação e organização; experimentação
PQ4	Através de um grupo de observação que segue alguma(s) regra(s).
PQ5	A partir de princípios ontológicos e epistemológicos que propiciam uma metodologia
PQ6	através da interpretação do fenômeno sob estudo
PQ7	De proposições de estudiosos para explicar fenômenos observados.
PQ8	De proposições teóricas e comprovação experimental
PQ9	O conhecimento científico é produzido graças a uma serie de testes repetitivos de modo a confirmar uma idéia
PQ10	a partir da observação de fatos experimentais

Tabela 18: Conceitos Gerais sobre Conhecimento Científico

Os perfis de concepções dos professores resultaram de um processo de categorização que envolveu a contrastação entre os vários CG emergentes no processo e a reunião dos conceitos semelhantes, ou seja, que transmitiam a mesma mensagem. Desta forma, novos conceitos emergiram como resultado das concepções dos professores. Assim como para o tratamento dos dados dos alunos, as concepções, neste caso, também mantêm uma correspondência com as idéias ou conhecimentos dos professores sobre os temas abordados.

Abaixo são mostradas as concepções dos professores, para cada tema, e as tabelas de frequência com que elas aparecem (Tabelas 19, 20 e 21).

Para o tema Ciência, emergiram as seguintes concepções:

A - conjunto organizado de conhecimentos

B- conhecimento para aplicação

C- observação e explicação de fatos

D- forma de produzir conhecimento

E- atividade cultural

F- modo de conhecer o mundo

G- conhecimento ordenado, dirigido e comprovado

Concepções Professor	A	B	C	D	E	F	G
	PQ1	+	+				
PQ2							+
PQ3	+		+				
PQ4	+						
PQ5				+			
PQ6					+	+	
PQ7	+						
PQ8	+						
PQ9	+						+
PQ10			+				

Tabela 19: Frequências das concepções sobre Ciência

As concepções emergentes para o tema ciência Química, foram as seguintes:

A - ciência que estuda a matéria

B - ciência experimental

C - ciência relacionada com o cotidiano

D - conjunto organizado de conhecimentos de Química

E - ciência que explica e prevê comportamentos

F - uma forma de produzir conhecimento

G - um modo de conhecer o mundo

H - estudo ordenado, dirigido e comprovado

Concepções Professor	A	B	C	D	E	F	G	H
PQ1	+	+	+					
PQ2	+							
PQ3		+		+	+			
PQ4	+	+						
PQ5						+		
PQ6	+						+	
PQ7	+							
PQ8	+							
PQ9								+
PQ10	+							

Tabela 20: Frequências das concepções sobre a ciência Química

Para o tema conhecimento científico, emergiram as seguintes concepções:

A - observação/experimentação

B - proposições teóricas

C - princípios ontológicos e epistemológicos que propiciam uma metodologia

D - interpretação do fenômeno sob estudo

E – envolvimento com o problema

Concepções Professor	A	B	C	D	E
PQ1	+	+			
PQ2					+
PQ3	+				
PQ4	+				
PQ5			+		
PQ6				+	
PQ7		+			
PQ8		+			
PQ9		+			
PQ10	+				

Tabela 21: Frequências das concepções sobre conhecimento científico

Os conceitos gerais expostos nas Tabelas 15, 16, 17 e 18, revelam o pensamento dos professores sobre as questões de natureza epistemológica, tratadas neste trabalho. A Tabela 15 mostra uma diversidade de idéias sobre a ciência, entre os professores de Química. Embora alguns destes conceitos ainda estejam fortemente associados à idéia de observação, comprovação e, implicitamente, à de método científico (quando, por exemplo a ciência é concebida como “estudo ordenado, dirigido e comprovado”), já se observam conceitos menos reducionistas, em relação aos encontrados para os alunos. Assim, por exemplo, para alguns professores, a ciência é “uma forma de produzir conhecimento”, uma “atividade cultural”, um “modo de conhecer o mundo”. A ciência Química, por sua vez, ainda está muito associada à experimentação, como único recurso de aquisição de conhecimentos sobre a matéria, objeto de estudo dessa ciência. Segundo um dos professores, a Química “é a ciência da experimentação”. Para outro professor, a ciência

Química “descreve as substâncias, sua composição, propriedades e as transformações da matéria”. A descrição das substâncias aparece aqui como um requisito fundamental da Química, revelando uma tendência para uma perspectiva empirista-descritivista dessa ciência. Esta tendência está mais explícita na Tabela 17, especialmente para os professores PQ1, PQ2, PQ3, PQ4, PQ8 e PQ10.

A percepção da Química como uma ciência da matéria, sendo o seu conhecimento obtido através do desvelamento das suas propriedades, é dominante entre os professores. Nesta perspectiva, parece haver um entendimento de que o comportamento da matéria é governado por seus constituintes.

A perspectiva da ciência Química como representação do real está presente entre os professores pesquisados, na medida em que esta ciência é concebida como o “conhecimento sobre a matéria, sua composição, estrutura, propriedade e transformação” (Tabela 17, professor PQ1). Percebe-se uma tendência em atribuir as propriedades das substâncias à sua composição, de forma que conhecer a matéria é revelar os seus constituintes e acompanhar as suas transformações. Esta perspectiva de um real dado vai de encontro à de um real construído, defendida por Bachelard, construção que associa a razão à técnica. Esta perspectiva de construção do real reflete mais apropriadamente o caráter dinâmico e complexo da ciência Química contemporânea.

A Tabela 17 mostra, também, uma associação da Química com o cotidiano, apresentada pelo professor PQ1. Para ele, uma das características dessa ciência é a sua relação com o cotidiano e com a qualidade de vida. A preocupação em mostrar a Química inserida na vida das pessoas, está presente entre alguns professores do Instituto, de forma mais explícita para o professor PQ1. Esta perspectiva tem levado alguns professores à utilização de uma abordagem contextualizada, especialmente em disciplinas de Química Geral, como é o caso de Qui 134- Química Geral I, obrigatória para os alunos do curso de

Química, nas três habilitações, Licenciatura, Bacharelado e Química Industrial. Em depoimento, um dos professores responsáveis por esta disciplina destacou “o ensino contextualizado dentro da realidade da vida das pessoas”, como o processo de ensino de Química mais adequado. Ao ser questionado sobre o que entendia por *contexto*, o professor associou-o à palavra *tema*.

Embora não seja objetivo deste trabalho a discussão sobre o ensino contextualizado, esta perspectiva merece uma atenção especial, desde que tem sido utilizada em materiais didáticos, em algumas disciplinas acadêmicas e, também, em cursos de formação continuada para professores do ensino médio. A utilização desta abordagem tem implicações para o ensino de Química e para a imagem da Química, especialmente no nível médio de ensino, na medida em que, ao tentar aproximá-la do cotidiano dos alunos, corre-se o risco de negar a ruptura entre esse conhecimento e o conhecimento cotidiano e de deixar de ressaltar a importância de definir os contextos mais adequados para a aplicação de cada um deles⁹.

Ainda em relação à ciência Química, observa-se uma visão diferenciada entre os professores PQ5 e PQ6, como mostra a Tabela 17. Ao conceberem a ciência Química como “uma forma de produzir conhecimento sobre a ‘natureza’ e como “um modo de conhecer o mundo do ponto de vista dos químicos”, respectivamente, estes professores apresentam uma perspectiva mais aberta, reconhecendo as singularidades das diferentes ciências. Assim, por exemplo, quando questionado sobre que características a ciência Química tem (ver Questionário, Anexo 8), o professor PQ5 diz: “Uma concepção epistemológica e ontológica de natureza, princípios de sistematização de seus conhecimentos, a busca de relações entre os termos dos seus sistemas de estudo”.

⁹ Uma discussão mais aprofundada sobre o ensino de Química e o conhecimento cotidiano pode ser encontrada em Lopes, 1998.

Entende-se que, na visão deste professor, as ciências são epistemológica e ontologicamente diferentes. Esta perspectiva supera, de alguma forma, o empirismo puro que valoriza, como único método para a produção do conhecimento químico, o método científico. Na medida em que são ontologicamente diferentes, as diferentes ciências necessitam de diferentes epistemologias (e, também, metodologias), ou diferentes coeficientes filosóficos.

Em relação ao conhecimento científico, a Tabela 18 mostra uma tendência dos professores em atribuir a origem do conhecimento científico à observação e à experimentação. Mesmo entre aqueles que reconhecem a importância da teoria ou de uma idéia prévia para o processo de produção do conhecimento científico, como os professores PQ1, PQ7 e PQ9, a perspectiva empirista está fortemente presente. Por exemplo, para o professor PQ9, a produção do conhecimento científico implica na realização de testes repetitivos, com o objetivo de confirmar uma idéia prévia. Entende-se, daí, que, para este professor, há uma idéia prévia (uma razão) que orienta a produção do conhecimento, mas este só é validado se for confirmado empiricamente. A experimentação aparece, portanto, como uma comprovação de teorias científicas. Quando questionado sobre a função do experimento na produção do conhecimento científico, este mesmo professor diz: “o experimento ilustra e comprova a teoria” (PQ9).

As idéias dos professores sobre o conhecimento científico apresentam um viés empirista-indutivista mais nítido, especialmente para os professores PQ3, PQ4 e PQ10. Este dado é interessante, considerando que todos são doutores em Química, um deles teve uma participação muito ativa na pesquisa em Química e na pós-graduação, formando vários mestres, muitos deles hoje professores do Instituto de Química e os outros vêm atuando, sistematicamente, em projetos de pesquisa e orientação de alunos de IC. Estes

resultados parecem indicar que as concepções sustentadas pelos professores dependem dos seus contextos de atuação.

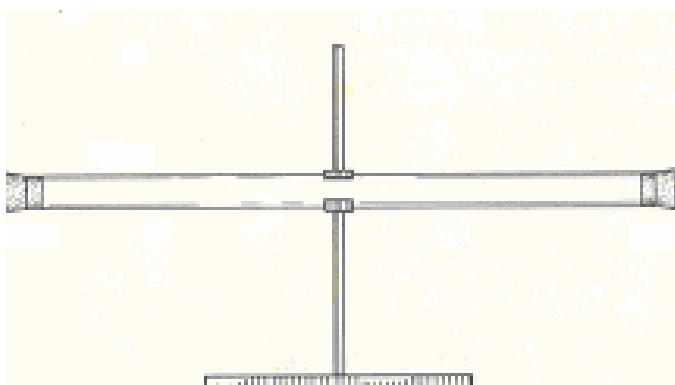
A concepção de conhecimento científico como conhecimento provado, pois sujeito à experimentação está associada à idéia de verdade ou conhecimento verdadeiro. A idéia de conhecimento verdadeiro é uma característica do realismo. Para Chalmers, o realista utiliza a ciência para a descrição da realidade que, por estar fora do sujeito, precisa ser descrita através de teorias que a apresentem como ela realmente é (CHALMERS, 1995, p.189). A utilização desta perspectiva imobiliza a razão, pois dificulta a superação dos obstáculos decorrentes de crenças cristalizadas que a impedem de progredir.

Se por um lado o realismo, como concepção epistemológica, imobiliza a razão, mantendo o sujeito preso a verdades inquestionáveis, por outro, o empirismo-indutivismo desvaloriza a razão, como agente criador, produtor de conhecimento. Nestas duas perspectivas epistemológicas, portanto, a razão passa a ter um papel secundário na produção do conhecimento. Elas são consideradas, por Bachelard, como obstáculos para o pensamento científico contemporâneo e devem ser superados, tanto por aqueles que trabalham com a produção do conhecimento, quanto por aqueles envolvidos com a sua socialização, através do ensino.

A perspectiva realista de conhecimento científico, quando presente no contexto do ensino, pode levar o professor a utilizar estratégias didáticas que confirmem teorias previamente estabelecidas. Este procedimento é muito comum nas aulas de Química, nas quais o aluno é orientado a realizar medidas que comprovem leis conhecidas, como verdades científicas, de forma que o experimento é realizado apenas para a comprovação destas leis

Exemplo de uma perspectiva realista, no currículo do curso de licenciatura, é encontrado em material didático usado em algumas aulas de laboratório para o estudo do

comportamento dos gases. Trata-se da reação entre o gás clorídrico (HCl) e a amônia gasosa (NH₃), para a obtenção do composto sólido cloreto de amônio (NH₄Cl). Neste caso, a reação é feita em um tubo de gás, aberto nas duas extremidades, onde os gases se difundem e, ao se encontrarem, formam o produto desejado. Este produto é visível dentro do tubo, pois tem a forma de um anel esbranquiçado. Através de medidas das distâncias percorridas por cada gás e do tempo que os reagentes levam para reagir, é possível determinar as suas velocidades de difusão. Estes resultados são comparados com aqueles calculados através da expressão da lei de difusão de Graham (valor teórico de referência). Abaixo, encontra-se o esquema utilizado no experimento, a equação que representa a reação entre os dois gases e a expressão da lei de Graham.



Expressão da lei de Graham:
$$\frac{v_{\text{HCl}}}{v_{\text{NH}_3}} = \sqrt{\frac{MM_{\text{NH}_3}}{MM_{\text{HCl}}}}$$

No experimento descrito acima, os resultados obtidos, quando comparados com os valores teóricos calculados pela lei de Graham, mostram-se discordantes. Os questionamentos normalmente se resumem aos motivos que levaram à discrepância entre os resultados obtidos e os que seriam esperados, de forma que a lei nunca é questionada, perdendo-se a oportunidade de estimular os alunos a mobilizar os seus conhecimentos e levantar hipóteses, na tentativa de explicação do fenômeno observado. Neste processo, não

há um problema, não há pergunta e, como diz Bachelard: “para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico” (BACHELARD, 1996, p.18).

A utilização do experimento, apenas como confirmação ou ilustração de teorias previamente conhecidas, dificulta uma participação mais ativa do aluno, a partir de situações problematizadoras e, ainda, impede que o professor conheça as concepções que os alunos trazem para a sala de aula e que, muitas vezes, são obstáculos à compreensão dos conceitos científicos. Afinal, como observado por Bachelard, os alunos já chegam à sala de aula com conhecimentos bem estabelecidos e, muitas vezes cristalizados, de forma que o desconhecimento do professor sobre as concepções prévias dos alunos, é um *obstáculo pedagógico* que precisa ser superado. Este conhecimento, infelizmente, não tem sido considerado no curso de licenciatura em Química e, no entanto, constitui um dos saberes docentes fundamentais para a formação de um professor que seja autônomo e pesquisador da sua própria prática.

Na perspectiva apontada acima, o trabalho experimental, no contexto de ensino, em vez de estimular os alunos a mobilizarem a razão, na tentativa de encontrar novas possibilidades explicativas para os fenômenos observados, os mantém presos a teorias previamente estabelecidas que devem ser compreendidas e utilizadas no contexto adequado. Neste caso, o processo de ensino não possibilita a investigação, o questionamento, a dúvida, o erro, na ação dos alunos; pelo contrário, em lugar da dúvida, estimula-se a certeza; dá-se a resposta, em lugar de fazer a pergunta; evita-se o erro, em lugar de, através dele, mobilizar os alunos a novas investigações.

Do mesmo modo, uma concepção empírico-indutivista de conhecimento científico pode levar a situações de ensino nas quais a observação e experimentação são priorizadas,

sem que a razão seja reconhecida como um elemento *a priori*, conforme defendido pela perspectiva racionalista da ciência contemporânea. Afinal, o movimento que vai do racional ao real, representado pelo *vetor epistemológico* de Bachelard, é o que traduz o pensamento científico contemporâneo!

O processo de observação de aulas, utilizado como instrumento de coleta de dados nesta pesquisa, revelou alguns aspectos interessantes que mostram a existência de relações entre as concepções epistemológicas dos professores e a suas práticas pedagógicas. Um desses aspectos é a ausência de problematização. De modo geral, as aulas de laboratório são conduzidas com o objetivo de fazer os alunos chegarem a resultados previamente planejados. Na maior parte das disciplinas observadas (e, também, de outras atividades experimentais da graduação), os alunos recebem roteiros com a descrição detalhada do procedimento a ser seguido, sendo poucas as oportunidades de questionamentos que os estimulem a novas descobertas. Em relação a isso, Bachelard faz uma crítica aos professores de ciências, quando cita que “os professores substituem as descobertas por aulas” e complementa, dizendo: “para ensinar a aluno a inventar, é bom mostrar-lhe que ele pode descobrir” (BACHELARD, 1996, p.303).

Entre as disciplinas observadas, três delas estimulavam os alunos a realizar pesquisas, consultar bibliografias alternativas fornecidas pelos professores, com o objetivo de prepará-los para os procedimentos a serem realizados. Nestas disciplinas, percebeu-se uma participação mais efetiva dos alunos e um constante estímulo dos professores em levantar questões durante a aula, mesmo que estas se referissem, prioritariamente, aos procedimentos e técnicas do que, propriamente, aos fenômenos que estavam sendo estudados. Esta preparação anterior resultava em um melhor desempenho dos alunos, no entanto, o fenômeno, objeto de estudo, era, muitas vezes, esquecido e, quando lembrado, pouco questionado.

A preocupação com a técnica, com o procedimento correto e a adequada manipulação dos instrumentos de laboratório, ficou muito evidente, especialmente nas disciplinas de Química Analítica, o que já era esperado, desde que constituíam objetivos explicitados previamente. Nestes casos, todos os cuidados eram tomados, visando a obtenção de resultados com o maior grau de precisão e exatidão possíveis. Também na disciplina Qui 140 – Química Orgânica Experimental, percebeu-se uma preocupação muito grande com os procedimentos e um empenho da professora em evitar erros de manipulação dos alunos. Ao explicar detalhes sobre o procedimento do trabalho do laboratório, principalmente sobre as quantidades de reagentes que seriam utilizados pelos alunos, a professora responsável pela disciplina diz: “não podemos errar”. Para ela, o procedimento correto era importante, naquele momento, para “não perder todo o dia de aula”. Como os objetivos das aulas eram as sínteses de alguns compostos orgânicos que, posteriormente, seriam identificados através da determinação de suas propriedades físicas, todo cuidado deveria ser tomado com o procedimento, para que os alunos encontrassem os resultados esperados.

A ausência de novidade, do espírito da descoberta no ensino, é muito criticada na obra de Bachelard. A descoberta do novo, do inusitado, do inesperado, inquieta a razão do aprendiz, levando-o à retificação de uma idéia mal concebida, pois revestida de uma subjetividade característica do senso comum. Ao deparar-se com o objeto, com o real, com o fenômeno, o sujeito está, constantemente, mobilizando a razão e modificando-a. Isto significa superar o realismo das primeiras impressões, em busca de uma razão que encontra a sua realização, em contato com o fenômeno, através da técnica. A busca da novidade deve ser, portanto, a prática pedagógica do professor. Mas será que ela tem sido incentivada nos cursos de formação dos professores de ciências?; do professor de Química?.

Os professores, assim como os alunos, também revelaram uma dispersão de concepções epistemológicas, de acordo com os perfis apresentados nas Tabelas 19, 20 e 21. Apesar desta dispersão, a Tabela 19 mostra uma maior ênfase sobre uma concepção de ciência como conjunto organizado de conhecimentos (concepção A), apresentada por seis dos dez professores. Também a concepção G (conhecimento ordenado, dirigido e comprovado), revela uma idéia tradicional de ciência como coleção de conhecimentos, adquiridos de forma organizada, através do método científico. Embora entre as concepções apresentadas não haja uma referência direta ao método científico percebe-se, nos discursos e nas práticas, uma associação entre ciência e método. Um exemplo característico pode ser revelado em palestra realizada durante a Semana de Química, em Junho de 2003. O palestrante, professor formador de toda uma geração de professores pesquisadores do IQ e, ainda hoje, com forte inserção na pesquisa e na pós-graduação, apresentou sua concepção sobre a ciência. Para ele, ciência é “uma disciplina que usa o método científico para fazer perguntas e responder questões sobre o mundo”. Ao falar sobre a Química, ressalta a pesquisa como “o centro de tudo, para a formação, para a comunidade científica, para as inovações econômicas, para as políticas públicas e para a administração e a mídia”. Segundo ele, “não se faz Química sem pesquisa, pesquisa séria e competente”, e conclui: “o lugar do químico é na bancada”.

A centralidade do método, do experimento, no estudo dos fenômenos químicos é dominante na cultura do IQ. Nos trabalhos de pesquisa em algumas áreas de Química Analítica, Química Orgânica e Química Inorgânica, técnicas manipulativas envolvendo etapas exaustivas e demoradas ou, como se diz, a “química de bancada”, ainda é muito freqüente. Parece que, quanto maior for o tempo dedicado aos trabalhos de manipulação e mais trabalhosas forem as etapas experimentais da pesquisa, mais valorizados e confiáveis serão os resultados. Neste caso, também percebe-se uma admiração da comunidade pelos

pesquisadores que atuam nestas pesquisas, pela sua dedicação à produção do saber. De acordo com um professor, quando questionado sobre como poderíamos ter mais prazer nas atividades investigativas, “a pesquisa é sacrifício, prazer é outra coisa! Sacrifício, dedicação, paciência. Eis os méritos atribuídos ao bom pesquisador em Química!

O experimento como instrumento para desvendar os segredos da matéria, objeto da Química, parece ser uma visão dominante na comunidade, como mostra a Tabela 20. Esta concepção empirista da Química também está presente entre os alunos, conforme discutido anteriormente.

Em relação ao conhecimento científico, a análise da Tabela 21 já mostra um equilíbrio entre perspectivas empiristas e racionalistas, caracterizadas pelas concepções A e B, respectivamente.

Ao serem questionados sobre como é produzido o conjunto de leis, princípios e modelos que constituem o conhecimento científico (ver Questionário, Anexo 8), os professores PQ4 e PQ10 responderam: “Através de um grupo de observação que segue alguma(s) regra(s)” e “Leis e princípios são produzidos a partir da observação de fatos experimentais. Modelos são propostas elaboradas para explicar as leis e os princípios”, respectivamente. A dependência da observação, está muito clara nestes dois casos, indicando uma perspectiva empirista-indutivista de conhecimento científico.

Mesmo entre professores que apresentaram concepções de cunho mais racionalista, como PQ7, PQ8 e PQ9, a observação e experimentação ainda são aspectos muito valorizados na produção do conhecimento científico. Assim, por exemplo, de acordo com um deles, “o conjunto de leis, princípios e modelos são produzidos graças a uma série de testes repetitivos de modo a confirmar uma idéia”; ou “um modelo teórico é proposto e quando pode ser comprovado experimentalmente, torna-se lei ou um princípio”. Mesmo

admitindo a existência de uma idéia ou teoria prévia, no processo de produção científica, a experimentação tem um papel fundamental, inclusive para a “comprovação da teoria”.

A partir da análise das concepções epistemológicas dos professores, três aspectos devem ser ressaltados: a pouca ênfase no conhecimento científico como um conhecimento que possibilita a previsão de novos fenômenos e não, apenas, a explicação daqueles já conhecidos; o descompasso entre as visões reveladas por alguns professores e as suas práticas científicas, como pesquisadores; a singularidade das concepções epistemológicas dos sujeitos PQ5 e PQ6. Em relação ao primeiro aspecto, observou-se que apenas três professores (PQ3, PQ5 e PQ6) atribuíram ao conhecimento científico um caráter de previsão de novos fenômenos, embora apenas um deles tenha, explicitamente, concebido a ciência Química como a “ciência que explica e **prevê** comportamentos” (Tabela 20, concepção E). O caráter de previsão, de novidade, de construção do real do conhecimento científico, não parece ser um elemento essencial no pensamento da maior parte dos professores, mesmo entre aqueles que tem trabalhado com a produção do conhecimento químico, através das suas atividades de pesquisa. Este aspecto nos parece uma contradição, uma vez que a prática científica é uma prática de criação, de busca do novo, de construção, na qual a razão, em constante estado de mobilização, através da técnica, se realiza, e a empiria, não se contentando com a realidade imediata, se racionaliza, no sentido de que sugere uma realização racional. Esta *polaridade epistemológica* corresponde ao complemento entre empirismo e racionalismo, sendo, segundo Bachelard, uma característica das ciências físicas contemporâneas.

A discussão acima nos remete ao segundo aspecto citado anteriormente: o descompasso entre o discurso e a prática científica dos professores. Conforme já discutido, mesmo entre professores que realizam pesquisas, de forma sistemática, percebeu-se uma visão de ciência de cunho empirista-indutivista e uma centralidade no processo de

observação dos fenômenos. Não se está querendo aqui negar a importância da observação nas ciências e no ensino de ciências, mas redimensionar o seu papel, tanto no contexto do ensino, quanto no da produção do conhecimento. Mesmo que o professor esteja trabalhando em diferentes contextos, uma imagem adequada de ciência, de ciência Química e de conhecimento científico, deve ser um requisito relevante para qualquer professor/pesquisador. O conhecimento dos aspectos relacionados à produção do conhecimento, a exemplo do seu contexto da descoberta e do contexto da justificação, vai facilitar a utilização, pelo professor, de estratégias de ensino que promovam uma maior compreensão do papel da observação, da construção de hipóteses, dos processos de experimentação, da evolução histórica das idéias científicas, aspectos relevantes para a prática profissional em ciências, quer no contexto do ensino, quer na pesquisa.

O terceiro aspecto apontado acima trata da singularidade das concepções dos sujeitos PQ5 e PQ6, evidenciada através do discurso e das práticas destes professores. Em relação à concepção de ciência, por exemplo, o professor PQ5 considera que é “uma forma de produzir conhecimento”, enquanto a ciência Química “é uma forma de produzir conhecimento sobre a natureza” (Tabelas 16 e 17, respectivamente). Para ele, o conhecimento científico origina-se “a partir de princípios ontológicos e epistemológicos que propiciam uma metodologia” (Tabela 18). A ausência de uma referência direta ao método científico, como um método constituído por etapas rígidas e controladas na produção do conhecimento científico, e a dependência de princípios ontológicos e epistemológicos, como princípios essenciais para as escolhas metodológicas nas ciências, mostram uma visão menos reducionista e mais coerente com o fazer científico, como um empreendimento cultural do homem, sujeito, portanto, aos condicionamentos impostos pelos contextos sócio-históricos, durante o processo de produção da ciência. Ao ser

questionado sobre a relação entre os experimentos e a produção do conhecimento, este professor diz:

As teorias explicativas/compreensivas nas ciências só se afirmam através da sua aplicação prática. Na sua gênese, as teorias não são um simples reflexo dos experimentos, os experimentos contém uma historicidade (assim como as teorias) (PQ5).

O caráter de construção histórica do conhecimento científico e a concepção desse conhecimento como explicação e previsão de novos fenômenos, está explicitado no discurso do professor PQ6. Para ele,

as ciências são atividades culturais, formam um conjunto de modos distintos de conhecer o mundo, sob diversos pontos de vista. As ciências elaboram modelos das coisas do mundo para compreender/explicar essas coisas, podendo tornar-se possível a previsão de seu comportamento (PQ6).

Em relação à ciência Química, o professor PQ6 a concebe como “um modo de conhecer o mundo do ponto de vista dos químicos”. Assim como para o professor PQ5, para ele o conhecimento químico, sendo um produto cultural da humanidade, “é condicionado por fatores sociais, políticos e econômicos”.

As singularidades das concepções epistemológicas destes professores, tem propiciado práticas docentes diferenciadas, em relação aos demais. Estes sujeitos tem tido uma participação muito ativa no curso de licenciatura, em especial como professores responsáveis pelas disciplinas Metodologia e Prática de Ensino de Química I e II. Um deles é, também, professor da disciplina História da Química, obrigatória para o curso de licenciatura. Nestes contextos, eles tem trabalhado, juntamente com outros professores do Grupo de Ensino de Química, no sentido de levantar questionamentos sobre a natureza da ciência e do conhecimento científico, a partir de leituras e atividades que promovam uma

reflexão sobre o fazer científico e sobre o ensino de ciências/Química, dentro da visão tradicional, empírica-positivista (ainda dominante na academia) e numa perspectiva racionalista, mais afinada com as questões contemporâneas da filosofia da ciência.

As diferentes posturas epistemológicas, nestes casos, mostram uma coerência com as respectivas práticas pedagógicas; no entanto, entre os professores pesquisadores, há uma dissonância entre suas práticas investigativas e suas posturas epistemológicas. Enquanto estas mostram um viés empirista-indutivista, aquelas tem, na razão, o seu eixo orientador para a investigação, e na empiria, um recurso para a mobilização da razão, mesmo que de forma tácita. Estes aspectos apontam para a ausência de processos de reflexão, entre os professores, sobre a ciência, de modo geral, e sobre a ciência de referência, a Química, e sobre os reflexos de suas concepções sobre as práticas docentes. A inexistência de pesquisas autobiográficas (*self-study research*), entre os docentes formadores, tem contribuído para uma prática pedagógica irrefletida e, muito próxima, portanto, do senso comum. Nesta perspectiva, Bachelard chama a atenção que:

Um obstáculo epistemológico se incrusta no conhecimento não questionado. Hábitos intelectuais que foram úteis e sadios podem, com o tempo, enterrar a pesquisa. Bergson diz com justeza: ‘Nosso espírito tem a tendência irresistível de considerar como mais clara a idéia que costuma utilizar com freqüência’. A idéia ganha assim uma clareza intrínseca abusiva. Com o uso, as idéias se *valorizam* indevidamente. Um valor em si opõe-se à circulação de valores (BACHELARD, 1996, p.19).

A perspectiva empirista, a idéia de ciência como um conhecimento sistemático, sujeito a comprovações, predominante entre os professores, de certa forma é coerente com práticas pedagógicas produzidas culturalmente, quando se considera o processo histórico de instituição do currículo. A tradição manipulativa, herdada da Química Analítica clássica, objeto de formação de grande parte dos professores, a valorização do “trabalho de bancada”, o rigor nos métodos analíticos, a busca de uma exatidão cada vez maior nos

resultados, a visão negativa do erro, são alguns elementos que fazem parte do *ethos* cultural da comunidade, com reflexos para as práticas docentes e formação dos alunos. Como já ressaltado por uma das alunas do curso entrevistadas: “hoje o Instituto de Química está formando muito mais espelhos do que pessoas que pensam com a sua própria cabeça”. As semelhanças entre as concepções epistemológicas encontradas para professores e alunos, parecem confirmar a constatação da aluna. Neste sentido, vale a pena questionar: é possível estabelecer relações entre as concepções epistemológicas e a prática pedagógica dos professores?; que elementos dessa prática podem estar relacionados às suas concepções epistemológicas?; qual a relação entre essas práticas e a estrutura curricular?.

Este trabalho não pretende esgotar a discussão sobre as questões levantadas acima, mas contribuir para a melhoria do curso de formação de professores de Química, dentro de uma perspectiva curricular que possibilite maior interação epistemologia/prática docente e a superação de visões simplistas, que resultam em práticas irrefletidas e imbuídas de uma cultura pragmática, própria do senso comum.

6.2 - DIMENSÃO PEDAGÓGICA

As concepções pedagógicas de alunos e professores do curso, relativas aos temas Trabalho Experimental, Ensino/ensino de Química, Professor/ação docente e Professor de Química/ação docente em Química, correspondentes aos Eixos Temáticos 4 (quatro), 5 (cinco), 6 (seis) e 7 (sete), respectivamente (Tabela 6), foram obtidas, mais diretamente, através dos mesmos instrumentos de coleta de dados utilizados para a dimensão epistemológica, ou seja, entrevistas com alunos e questionários com os professores. O

processo de apresentação dos dados, neste caso, foi semelhante àquele usado para a dimensão epistemológica.

6.2.1- Concepções dos alunos

A Tabela 22, abaixo, mostra as frequências de ocorrência, para cada Eixo Temático, e exemplos de Unidades de Significado retiradas das entrevistas.

EIXO TEMÁTICO	UNIDADE DE SIGNIFICADO (US)	FREQUÊNCIA	
		N	%
Trabalho experimental	"o laboratório, para mim, tem a função de aguçar a minha curiosidade"	23	20,2
Ensino/ensino de Química	"Ensinar para mim é poder ajudar alguém a aprender mais" " Eu digo para os meus alunos que a Química é a vida. Na verdade ensinar Química é ajudar os alunos a estar lidando com todo o processo da vida dele"	25	21,9
Professor/ação docente	O professor é aquela pessoa "que vai auxiliar no processo de construção de cada ser....De maneira geral é dessa forma que vejo o professor"	14	12,3
Professor de Química/ação docente em Química	O professor de química tem um papel importante hoje que é "desmanchar um pouco essa imagem negativa (da química)"	8,0	7,0

Tabela 22: Frequências de ocorrência para cada tema

Os conceitos gerais para os alunos, para cada US, são mostrados no Anexo 11.

Assim como para a dimensão epistemológica, os CG emergentes do processo, dentro da dimensão pedagógica, foram relacionados e contrastados, resultando em novos conceitos síntese, que constituíram tentativas de apreensão das concepções pedagógicas dos sujeitos pesquisados. A Tabela 23 mostra estes resultados.

TEMA	CONCEITOS GERAIS
Trabalho experimental	Lugar para se fazer observações; apoio à aula teórica; comprovação de teorias; atividade para estimular os alunos; instrumento para desenvolver habilidades (observação, manipulação); aplicação de teorias; espaço de reflexão; identificação de substâncias do cotidiano; ilustração de situações do cotidiano.
Ensino/Ensino de Química	Transmissão de conhecimento; informação (ensino de química); ensino de coisas práticas (ensino de Química); dom pessoal; construção de conceitos; educação para o crescimento do aluno; arte; processo de despertar o interesse do aluno (ensino de Química); estudo com o aluno; incentivo à reflexão pelo aluno.
Professor de ciências/ação docente	Sujeito que informa/informação; transmite conhecimentos corretos; convence o aluno; desperta no alunos determinadas habilidades e atitudes; mediador; orientador do aluno; professor pesquisador; sujeito com dom para ensinar; auxilia o processo de construção do sujeito; mantém o diálogo com os alunos.
Professor de Química/ação docente em Química	Transmite conhecimentos; conduz o processo de ensino de forma investigativa; mostra a importância da Química para a vida; melhorar a imagem da Química; ensino voltado para o cotidiano; estimula o interesse do aluno; desvela o conhecimento abstrato que o aluno já possui; sujeito que aprende com os alunos; sujeito curioso sobre os processos químicos.

Tabela 23: Temas e Conceitos Gerais para a dimensão pedagógica

As Tabelas, de 24 a 27, mostram os conceitos gerais obtidos, para cada entrevistado e cada tema abordado nas entrevistas.

Os CG sobre o **trabalho experimental** foram obtidos, questionando-se os entrevistados sobre a sua função na produção do conhecimento científico e no ensino de Química. Os resultados são mostrados na Tabela 24.

ENTREVISTADO	CONCEITOS GERAIS
A1	Comprovação de teorias; aplicação de teorias; dar habilidade ao aluno; despertar a curiosidade do aluno; ver a coisa funcionando
A2	Fazer observações e chegar a uma teoria; ilustração de casos particulares; quebrar a monotonia da sala de aula; estudar o concreto
A3	Apoio à aula teórica; observar questionando os alunos; observação das propriedades
A4	Aliar a teoria à prática; desenvolver habilidades práticas
A5	Identificação de substâncias; aplicação das coisas do dia a dia
A6	Despertar o interesse do aluno
A7	Solidificar o conhecimento (teórico); comprovação dos fatos; aplicação de teorias
A8	Familiarizar com os equipamentos
A9	Trabalho de investigação; espaço para observação e manipulação
A10	Relacionar teoria e prática; relação com o cotidiano

Tabela 24: Conceitos Gerais sobre o trabalho experimental

Em relação ao tema **ensino/ensino de Química**, os CG foram obtidos perguntando aos alunos sobre o ensino, de um modo geral, sobre o ensino de Química e sobre como eles achavam que deveria ser o processo de ensino. A Tabela 25 mostra estes resultados.

ENTREVISTADO	CONCEITOS GERAIS
A1	Não respondeu
A2	Informação sobre o conteúdo; transmissão de conhecimentos científicos; relação teoria-prática; convencimento sobre a explicação correta dada pela ciência; aprender junto com o aluno
A3	Transmitir o conhecimento; justificar a existência dos materiais; melhorar a qualidade de vida; construir algo; transmitir e debater idéias; ensinar coisas do dia a dia
A4	Deixar o aluno se desenvolver a partir de situações problema
A5	Desmanchar a imagem negativa da química; oferecer instrumentos para a tomada de posições diante de situações reais.
A6	passar alguma coisa para alguém; estimular o interesse dos alunos; ensinar coisas práticas; ensinar teorias
A7	Despertar o interesse pela ciência química; buscar o conhecimento latente no aluno.
A8	Transmitir e absorver; ajudar alguém a aprender mais; associar a química com a vida dos alunos
A9	Educar o ser humano; dar suporte para que o outro cresça; ajudar o aluno a lidar com o processo de vida dele; processo de construção de conceitos
A10	saber transmitir conhecimento; ajudar a formar o cidadão; relacionar a química com o cotidiano

Tabela 25: Conceitos Gerais sobre ensino/ensino de Química

Para a obtenção dos CG sobre o Eixo Temático 6, **professor/ação docente**, foi perguntado aos entrevistados o que eles achavam que era ser um professor e qual era a sua função. A tabela abaixo mostra os conceitos resultantes do processo.

ENTREVISTADO	CONCEITOS GERAIS
A1	Professor como função nobre
A2	Sujeito que transmite o conhecimento; convence o aluno
A3	Promove o diálogo com os alunos; sujeito com habilidade e sensibilidade pela educação
A4	Sujeito com dom para ensinar
A5	Auxiliar no processo de construção do ser.
A6	Pessoa que transmite conhecimento
A7	-
A8	Transmitir alguma coisa que ele tem mais experiência; clarear o caminho do aluno.
A9	Orientador do aluno
A10	Mediador; sujeito pesquisador, sujeito com dom para ensinar.

Tabela 26: Conceitos Gerais sobre professor/ação docente

Os CG para o tema **professor de Química/ação docente em Química** foram obtidos, perguntando-se aos entrevistados o que eles achavam que era ser um professor de Química, qual o seu papel e como deveria ser a sua ação docente. Os conceitos gerais obtidos estão expostos na Tabela 27.

ENTREVISTADO	CONCEITOS GERAIS
A1	-
A2	-
A3	-
A4	-
A5	-
A6	Estimular o interesse do aluno
A7	Despertar o interesse pela Química
A8	Transmitir alguma coisa que ele tem mais experiência; clarear o caminho do aluno
A9	Orientador do aluno
A10	Sujeito que transmite conhecimento

Tabela 27: Conceitos Gerais sobre professor de Química/ação docente em Química.

Conforme citado anteriormente (Capítulo 5), a leitura das entrevistas revelou a preocupação de alguns entrevistados com o processo de aprendizagem, bem como imagens estereotipadas dos cientistas (embora estes temas não tenham sido estabelecidos *a priori*), o que levou à inclusão de mais dois Eixos Temáticos (8 e 9), correspondentes aos temas aprendizagem e imagem do cientista, respectivamente. As Tabelas 28 e 29, abaixo, mostram os conceitos gerais para estes temas.

ENTREVISTADO	CONCEITOS GERAIS
A1	-
A2	-
A3	Concepção de como o mundo foi formado; análise de fatos do cotidiano
A4	-
A5	Compreensão dos fenômenos
A6	-
A7	-
A8	Associação da química com a vida
A9	Associações
A10	-

Tabela 28: Conceitos Gerais sobre aprendizagem

ENTREVISTADO	CONCEITOS GERAIS
A1	Sujeito com vontade de conhecer, sujeito curioso
A2	Sujeito curioso, perceptivo; sujeito com talento para saber observar.
A3	Sujeito com espírito aventureiro
A4	-
A5	-
A6	Sujeito curioso
A7	Sujeito com ânsia de conhecer
A8	-
A9	-
A10	Sujeito insatisfeito; pessoas iluminadas.

Tabela 29: Conceitos Gerais sobre o cientista

As concepções emergentes do processo de categorização e as tabelas com as frequências com que essas concepções apareceram entre os entrevistados, são apresentadas a seguir. Estas tabelas mostram os perfis de concepções dos alunos, para a dimensão pedagógica da pesquisa.

As concepções sobre o tema **trabalho experimental**, foram as seguintes:

A - comprovação de teorias

B - aplicação de teorias

C - observação de propriedades e fenômenos

D - desenvolvimento de habilidades

E - relação teoria-prática

F - estudo de coisas concretas

G - recurso para motivar o aluno

H - trabalho de pesquisa

Concepções Aluno	A	B	C	D	E	F	G	H
A1	+	+		+			+	
A2			+			+	+	
A3			+		+			
A4				+	+			
A5						+		
A6							+	
A7	+	+			+			
A8				+				
A9								+
A10					+	+		

Tabela 30: Frequências de concepções sobre Trabalho Experimental

Para o tema **ensino/ensino de Química**, as concepções emergentes no processo foram:

A - transmissão de conhecimento

B - relação da química com o cotidiano

C - aprender junto com o aluno

D - relação teoria-prática

E - processo centrado no aluno

F - ensinar teorias químicas

G - desmanchar a imagem negativa da Química

Concepções Aluno	A	B	C	D	E	F	G
A1	-	-	-	-	-	-	-
A2	+		+	+			
A3	+	+			+		
A4					+		
A5					+		+
A6	+	+			+	+	
A7					+		
A8	+	+	+				
A9					+		
A10	+	+		+	+		

Tabela 31: Frequências de concepções sobre Ensino/ensino de Química

Em relação ao tema **professor/ação docente**, as concepções emergentes foram:

A - sujeito que transmite conhecimento

B - sujeito que promove o diálogo

C - sujeito que possui um dom especial

D - orientador do aluno

E – pesquisador

Concepções Aluno	A	B	C	D	E
A1			+		
A2	+				
A3		+	+		
A4			+		
A5				+	
A6	+				
A7	-	-	-	-	-
A8	+			+	
A9				+	
A10		+			+

Tabela 32: Frequências de concepções sobre Professor/ação docente

O tema **professor de Química/ação docente em Química**, fez emergir as seguintes concepções:

A - transmissão de conhecimento

B - orientador do aluno

C - estimular o interesse do aluno

Concepções Aluno	A	B	C
A1	-	-	-
A2	-	-	-
A3	-	-	-
A4	-	-	-
A5	-	-	-
A6			+
A7			+
A8	+	+	
A9		+	
A10	+		

Tabela 33: Frequências de concepções sobre Professor de Química/ação docente em Química

Em relação ao tema **aprendizagem**, as concepções emergentes no processo foram:

A - absorção de conhecimento

B - compreensão dos fenômenos

C - análise dos fatos do cotidiano

D - processo de associação

Estas concepções deram origem ao perfil mostrado na Tabela 34.

Concepções Aluno	A	B	C	D
A1	-	-	-	-
A2	-	-	-	-
A3	+		+	
A4	-	-	-	-
A5		+		
A6	-	-	-	-
A7	-	-	-	-
A8				+
A9				+
A10	-	-	-	-

Tabela 34: Frequências de concepções sobre Aprendizagem

Em relação ao tema **imagem do cientista**, emergiram do processo as seguintes concepções:

A - sujeito curioso

B - pessoas talentosas/iluminadas

C - sujeito com espírito aventureiro

O perfil correspondente está exposto na tabela abaixo.

Concepções Aluno	A	B	C
A1	+		
A2	+	+	
A3			+
A4	-	-	-
A5	-	-	-
A6	+		
A7	+		
A8	-	-	-
A9	-	-	-
A10	+	+	

Tabela 35: Frequências de concepções sobre a Imagem do Cientista

6.2.2- Concepções dos professores

O processo utilizado para o tratamento dos dados dos questionários dos professores foi, neste caso, semelhante àquele usado para a dimensão epistemológica.

O Anexo 11 mostra os Conceitos Gerais para cada Unidade de Significado. Abaixo, na Tabela 36, estão expostos os conceitos síntese emergentes do processo, para cada tema abordado.

TEMA	CONCEITOS GERAIS
Trabalho experimental	Comprovação de teorias; ensinar conceitos; estimular o aprendizado através do fazer; ler criticamente os experimentos; construção de conhecimento; reconstrução de conhecimentos; desenvolver o raciocínio lógico; método de investigação; corroborar ou falsificar leis e teorias; relacionar a teoria à prática; reforçar a teoria; refletir e teorizar sobre a natureza; introduzir os alunos na investigação; exemplificar; desenvolver habilidades técnicas; estabelecer situações ideais de estudo; transposição de situações ideais de estudo para situações reais; verificação de hipóteses.
Ensino/ ensino de Química	Orientar a construção do conhecimento pelo aluno; transmitir idéias e relacioná-las com conhecimentos prévios; dar informações sobre a ciência; intervir na vida das pessoas; orientar o aluno para a busca de informações; mostrar a aplicação do conhecimento; propiciar o acesso aos conhecimentos; transmitir um determinado conhecimento; ensinar e aprender
Professor/ação docente	Orientador; estimulador; aquele que ensina; transmite uma boa base; usa métodos diferentes para passar o conteúdo científico; mostra a aplicação da teoria à realidade; passa experiência de vida; mostra onde encontrar a informação; ensina a partir de determinados pressupostos filosóficos, históricos, sociais, culturais, econômicos e pedagógicos; intervém na vida das pessoas; seleciona e elabora materiais didáticos; avalia se os alunos aprendem; facilitador da aprendizagem; interage positivamente com os alunos; amigo do aluno.
Professor de Química/ação docente em Química	Orientador no conteúdo da Química; estimulador; transmite aos alunos uma boa base de Química; mostra a aplicação da teoria; ensina sobre a Química; ajuda no desenvolvimento do raciocínio; desmistifica a idéia da Química como uma disciplina difícil; amigo do aluno; desperta o interesse pela Química

Tabela 36: Temas e Conceitos Gerais

As Tabelas, de 37 a 45, mostram os conceitos gerais obtidos para cada professor e cada tema abordado nos questionários.

Os conceitos gerais para o tema **trabalho experimental** foram obtidos, perguntando-se aos professores qual a função dos experimentos no ensino de Química. Os resultados estão expostos na Tabela 37.

PROFESSOR	CONCEITOS GERAIS
PQ1	Comprovação de teorias; uma forma de construção de conhecimento
PQ2	Estimular o aprendizado através do fazer
PQ3	Permitir ao aluno aplicar a teoria à prática
PQ4	construir conhecimento; aplicar conhecimentos.
PQ5	acesso a equipamentos e técnicas; reconstruir conhecimentos teóricos; "ler" criticamente os experimentos.
PQ6	Exemplificar; introduzir os alunos na investigação; desenvolver habilidades técnicas; formação de conceitos
PQ7	Reforçar a teoria; desenvolver habilidades técnicas.
PQ8	Desenvolver habilidades técnicas; relacionar a teoria à prática.
PQ9	Acesso a equipamentos; comprovação de teorias; correlação entre teoria e prática; fixação do assunto teórico.
PQ10	Ensinar conceitos químicos; desenvolver habilidades técnicas; desenvolver o raciocínio científico.

Tabela 37: Conceitos Gerais sobre Trabalho Experimental

Em relação ao tema **ensino/ensino de Química**, os conceitos gerais foram obtidos questionando os professores sobre o que eles achavam que era ensinar e sobre os seus processos de ensino. A Tabela 38 mostra esses resultados.

PROFESSOR	CONCEITOS GERAIS
PQ1	Orientar a construção do conhecimento pelo aluno.
PQ2	Transmitir idéias e correlacioná-las com conhecimentos prévios.
PQ3	Informar sobre a ciência que existe; dar as bases para que o aluno encontre as informações; fazer o estudante compreender em que poderá aplicar o que está aprendendo
PQ4	Orientar a construção do conhecimento pelo aluno; levar à compreensão da natureza das substâncias, seu comportamento e seu aproveitamento pelo homem.
PQ5	Propiciar o acesso aos conhecimentos, a partir de uma concepção de mundo.
PQ6	Intervir deliberadamente na vida das pessoas.
PQ7	Orientar alguém na busca do conhecimento.
PQ8	Transmitir um determinado conteúdo programático, interagindo com os alunos e verificando o quanto desse conteúdo foi aprendido.
PQ9	Ensinar é ensinar e aprender ao mesmo tempo.
PQ10	Não respondeu

Tabela 38: Conceitos Gerais sobre Ensino/ensino de Química

Para o tema **professor/ação docente**, os conceitos gerais foram obtidos a partir do questionamento sobre o que é ser professor. Os resultados estão apresentados na Tabela 39.

PROFESSOR	CONCEITOS GERAIS
PQ1	Estimulador; orientador do desenvolvimento do conhecimento.
PQ2	aquele que ensina
PQ3	transmite aos alunos uma boa base; mostrar que a teoria aplica-se na realidade; passar a experiência de vida; mostrar onde encontrar a informação.
PQ4	Usa métodos diferentes para passar o conteúdo científico.
PQ5	Ensinar a partir de determinados pressupostos filosóficos, históricos, sociais, culturais, econômicos e pedagógicos.
PQ6	Professor é quem ensina; é intervir na vida das pessoas; seleciona e elabora materiais didáticos; avaliar se os alunos estão captando aquilo que quer que eles captem.
PQ7	orientador.
PQ8	facilitador da aprendizagem; interage positivamente com seus alunos.
PQ9	amigo do aluno
PQ10	Não respondeu

Tabela 39: Conceitos Gerais sobre Professor/ação docente.

Os CG para o tema **professor de Química/ação docente em Química**, foram obtidos perguntando-se aos professores o que é ser um professor de Química. Os resultados são apresentados na Tabela 40.

PROFESSOR	CONCEITOS GERAIS
PQ1	estimulador, orientador do desenvolvimento do conhecimento desta ciência.
PQ2	aquele que ensina conhecimentos sobre ou relacionados à ciência Química.
PQ3	saber transmitir aos alunos uma boa base (de Química); mostrar que a teoria aplica-se na realidade.
PQ4	aquele que compreende os conceitos, leis e princípios de química e os aplica nas oportunidades que tenta ensinar.
PQ5	É ensinar um conhecimento que chamamos de Química.
PQ6	ensinar a produção do conhecimento químico, os resultados e sua inserção na cultura.
PQ7	Orienta dentro do conteúdo de Química; ajuda no desenvolvimento do raciocínio.
PQ8	Desmistifica a idéia de que Química é uma disciplina difícil, inacessível.
PQ9	amigo do aluno; desperta o interesse pela Química.
PQ10	Não respondeu

Tabela 40: Conceitos Gerais sobre Professor de Química/ação docente em Química.

Os CG sobre **aprendizagem** emergiram, a partir do questionamento sobre que indícios mostram que o aluno aprendeu. Os resultados estão expostos na Tabela 41.

PROFESSOR	CONCEITOS GERAIS
PQ1	Mudança de comportamento do aluno.
PQ2	Não respondeu
PQ3	Atitudes independentes do aluno
PQ4	Através da linguagem; através de instrumentos de avaliação; interesse demonstrado pelo aluno.
PQ5	Através da reflexão crítica dos conteúdos abordados; produção de novos conhecimentos pelo aluno.
PQ6	Aplicação dos conhecimentos pelo aluno.
PQ7	Através de instrumentos de avaliação (notas das provas); a participação do aluno em sala de aula.
PQ8	Através de instrumentos de avaliação (testes, provas, estudos dirigidos, debates).
PQ9	Interesse do aluno, as perguntas em sala, as notas ,etc
PQ10	Não respondeu

Tabela 41: Conceitos Gerais sobre Aprendizagem.

Os conceitos gerais sobre **o cientista** são apresentados na Tabela 42, abaixo. Estes conceitos foram obtidos, questionando-se os professores sobre o que move o cientista a pesquisar.

PROFESSOR	CONCEITOS GERAIS
PQ1	Curiosidade; domínio do assunto; criatividade.
PQ2	Orgulho; dinheiro; curiosidade; interesse em resolver problemas.
PQ3	Vontade de conhecer; possibilidade de quantificar os fenômenos; possibilidade de estabelecer leis gerais; encontrar o geral e o particular de cada sistema.
PQ4	Possibilidade de transformações do conhecimento científico.
PQ5	A "cidade científica" a que ele pertence; a concepção do mundo como um eterno devir; os aspectos sociais provenientes da sua pesquisa; promoção/poder pessoal.
PQ6	Desejo de conhecer; desejo de criar; desejo de contribuir para a humanidade; desejo de ser reconhecido como importante, desejo de poder.
PQ7	A curiosidade científica.
PQ8	não existe um cientista que tenha sua formação completa. Ele está continuamente completando a sua formação com a pesquisa científica.
PQ9	Curiosidade; observação; persistência.
PQ10	não respondeu

Tabela 42: Conceitos Gerais sobre o cientista.

As concepções dos professores, para cada tema, e as tabelas de frequência com que elas apareceram, são mostradas abaixo, constituindo os respectivos perfis de concepções.

Para o tema **trabalho experimental**, as concepções emergentes do processo foram as seguintes:

- A - comprovação de teorias
- B - construção de conhecimento
- C - aplicar a teoria à prática
- D - estimular o aprendizado através do fazer
- E - acesso a equipamentos e técnicas
- F - ler criticamente os experimentos
- G - reconstruir conhecimentos
- H - introduzir os alunos na investigação
- I - desenvolver habilidades técnicas
- J - reforçar a teoria
- K - ensinar conceitos
- L - desenvolver o raciocínio científico

Concepções Professor	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	PQ1	+	+									
PQ2				+								
PQ3			+									
PQ4		+	+									
PQ5					+	+	+					
PQ6			+					+	+		+	
PQ7									+	+		
PQ8			+						+			
PQ9	+		+		+					+		
PQ10									+		+	+

Tabela 43: Frequências de concepções sobre Trabalho Experimental

As concepções encontradas para o tema **ensino/ensino de Química**, foram as seguintes:

A – orientar a construção do conhecimento pelo aluno

B – transmitir idéias e correlacioná-las com conhecimentos prévios

C – dar informações sobre a ciência

D – mostrar a aplicação dos conhecimentos

E – levar à compreensão da natureza das substâncias

F – propiciar o acesso aos conhecimentos

G – intervir na vida das pessoas

H – transmitir um determinado conteúdo

I – ensinar e aprender

Concepções Professor	A	B	C	D	E	F	G	H	I
PQ1	+								
PQ2		+							
PQ3			+	+					
PQ4	+				+				
PQ5						+			
PQ6							+		
PQ7	+								
PQ8								+	
PQ9									+
PQ10	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 44: Frequências de concepções sobre Ensino/ensino de Química

Em relação ao tema **professor/ação docente**, as concepções encontradas foram:

A - estimulador

B - orientador

C - aquele que ensina

D - transmite aos alunos uma boa base

E - mostra a aplicação da teoria

F - passa experiência de vida

G - mostra onde encontrar a informação

H - usa métodos diferentes para passar o conteúdo

I - ensina a partir de pressupostos filosóficos, históricos, sociais, culturais, econômicos e pedagógicos

J - intervir na vida das pessoas

K - seleciona e elabora materiais didáticos

L - avalia os alunos

M -facilitador da aprendizagem

N - amigo do aluno

Concepções / Professor	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	PQ1	+	+											
PQ2			+											
PQ3				+	+	+	+							
PQ4								+						
PQ5									+					
PQ6			+							+	+	+		
PQ7		+												
PQ8													+	+
PQ9														+
PQ10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 45: Frequências de concepções sobre Professor/ação docente

As concepções sobre o tema **professor de Química/ação docente em Química** que emergiram no processo, foram:

A – estimula o interesse pela Química

B – orientador

C – ensina conhecimentos de Química

D – transmite uma boa base de Química

E – mostra a aplicação da teoria

F – ensina sobre a Química

G – ajuda no desenvolvimento do raciocínio

H – desmistifica a idéia da Química como uma ciência difícil

I – amigo do aluno

Concepções Professor	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	PQ1	+	+						
PQ2			+						
PQ3				+	+				
PQ4					+				
PQ5			+						
PQ6						+			
PQ7		+					+		
PQ8								+	
PQ9	+								+
PQ10									

Tabela 46: Frequências de concepções sobre professor de Química/ação docente em Química

Em relação à **aprendizagem**, as concepções encontradas foram:

A – mudança de comportamento do aluno

B – linguagem

C – instrumentos de avaliação

D – participação e interesse do aluno

E – produção de novos conhecimentos

F – reflexão crítica sobre os conteúdos

G – aplicação dos conhecimentos

Concepções Professor	A	B	C	D	E	F	G
	PQ1	+					
PQ2	-	-	-	-	-	-	-
PQ3	+						
PQ4		+	+	+			
PQ5					+	+	
PQ6							+
PQ7			+	+			
PQ8			+				
PQ9			+	+			
PQ10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 47: Freqüências das concepções sobre Aprendizagem

Os resultados para a dimensão pedagógica da pesquisa serão analisados e discutidos, conjuntamente, para professores e alunos, com base nas entrevistas, questionários, observação de aulas e depoimentos dos professores. Este procedimento vai permitir criar interfaces entre as concepções pedagógicas dos sujeitos pesquisados, suas concepções epistemológicas e as relações entre elas e o currículo da licenciatura, questões centrais desta pesquisa, conforme exposto no Capítulo 2.

A Tabela 22 mostra as freqüências de ocorrência de cada tema abordado nas entrevistas com os alunos. Os maiores valores encontrados para os Eixos Temáticos 4

(Trabalho Experimental) e 5 (Ensino/ensino de Química) revelam uma maior intimidade dos alunos com estes temas, em relação aos Eixos Temáticos 6 (Professor/ação docente) e 7 (Professor de Química/ação docente em Química). Estes resultados não chegam a surpreender, uma vez que os alunos de Química, quer na habilitação Licenciatura, Bacharelado ou Química Industrial realizam, cotidianamente, atividades experimentais nas várias disciplinas dos cursos e 60% deles são professores de Química no nível médio. Para os outros Eixos Temáticos, os entrevistados revelaram uma maior dificuldade em abordá-los (mesmo aqueles que são professores do ensino médio), sugerindo que suas atividades como docentes não tem propiciado um processo de reflexão mais aprofundado. A reflexão sobre a prática profissional, sobre o fazer docente, em especial, a docência em Química, também tem sido deficiente no curso de Licenciatura em Química, exceto nos dois últimos semestres, nas disciplinas Metodologias e Práticas de Ensino de Química I e II.

A Tabela 23 mostra um panorama dos conceitos gerais obtidos nas entrevistas com os alunos, para cada tema abordado, dando uma visão geral do pensamento dos entrevistados, enquanto as Tabelas 24, 25, 26 e 27 apresentam estas visões de forma mais pontual. Na Tabela 23, percebe-se uma variedade de visões relativas ao trabalho experimental em Química. Para os alunos, o laboratório é um lugar para se fazer observações, dar apoio à aula teórica, espaço para reflexão, desenvolver habilidades como observação e manipulação, ilustrar situações do cotidiano, aplicar e comprovar teorias e identificar substâncias. Embora eles tivessem sido questionados sobre a função do trabalho experimental no ensino de Química e na produção do conhecimento químico, os discursos privilegiaram o primeiro aspecto. Neste caso, percebeu-se que as suas concepções estavam pautadas pelas suas vivências como alunos do curso, de modo que ao revelarem suas idéias sobre o trabalho experimental no ensino de Química estas estavam, geralmente, associadas às formas de utilização do laboratório nas aulas da graduação. Assim, por exemplo, para a aluna A9, o

trabalho experimental deveria ser mais investigativo, de forma a, segundo ela, “ (...) não dar tudo pronto, mas fazer com que ele (o aluno) busque aquilo (o conhecimento químico)”. Em relação ao laboratório, diz: “durante todo o meu curso as aulas de laboratório foram.... assim....para verificar algo. Uma prática montada. Você dá aquele roteiro e o aluno segue” (A9).

A Tabela 24 mostra que, apesar da grande dispersão de concepções encontradas, há uma ênfase sobre uma visão de trabalho experimental como recurso didático para estabelecer relações entre a teoria e a prática, no ensino de Química. Para a maior parte dos estudantes, estas relações são importantes, embora estejam mais explicitadas para os alunos A3, A4, A7 e A10, conforme mostram as Tabelas 24 e 30.

A relação entre teoria e prática, no trabalho experimental, foi um dos elementos da pesquisa considerados essenciais para a investigação das concepções epistemológicas e pedagógicas. Isto porque, sendo a Química considerada uma ciência experimental, como revelado nos discursos de professores e alunos, considerou-se relevante saber qual o papel do experimento para a aprendizagem, para a produção do conhecimento Químico e, se e como as posturas epistemológicas podem afetar as práticas pedagógicas. Considerando estes aspectos, o processo de observação de aulas foi um instrumento importante na pesquisa.

Assim como para os alunos, os depoimentos dos professores mostraram que a relação entre teoria e prática é uma questão relevante para o ensino de Química. No entanto, durante o processo de observação de aulas, percebeu-se uma tendência do professor valorizar mais os aspectos teórico-conceituais e representacionais da Química, em detrimento do aspecto fenomenológico, ou da relação entre este e os demais. As aulas são, de modo geral, conduzidas visando a obtenção de resultados coerentes com os teoricamente esperados. Esta preocupação foi mais nítida nas disciplinas de Química Analítica e Química Orgânica. Nestes cursos, o cuidado excessivo do professor com a manipulação dos instrumentos de laboratório

e com os resultados obtidos, a valorização de aspectos como a organização dos *kits* do laboratório, a padronização dos procedimentos experimentais, o comportamento dos alunos e o controle das suas anotações sobre os experimentos realizados, através de cadernos e relatórios (utilizados na avaliação dos alunos), parecem estar associados a concepções de trabalho experimental como recurso didático para a comprovação de teorias. Desde que estas são generalizações verdadeiras, confiáveis, não precisam ser questionadas, apenas ilustradas ou comprovadas.

A idéia de trabalho experimental como comprovação de teorias está presente, também, entre os alunos, a exemplo de A1 e A7 (Tabela 24). Para A7: “na aula demonstrativa a gente sabe que vai chegar a um resultado....mas sempre tem uns probleminhas. Na aula prática a gente tem que saber como se dá, na prática, aquilo que a gente vê na aula teórica”.

Quando questionada sobre a função da aula prática no ensino de Química, a aluna diz: “mostrar no laboratório o que a gente tinha visto na teoria”. No entanto, faz questão de distinguir o uso do laboratório no ensino e na pesquisa em Química (a partir da sua experiência como aluna de IC), quando diz:

A Iniciação (Científica) me ajudou muito....a gente não sabe o que vai sair dali (do experimento). A gente tem uma visão...e se der errado, o que a gente faz?...De um modo geral as práticas todas arrumadinhas (referindo-se às aulas do curso) são demonstrativas, não é o trabalho do dia a dia do real (A7).

A discussão acima nos remete à relação entre as concepções de trabalho experimental dos alunos, suas concepções epistemológicas e entre elas e a prática curricular. Como pode ser apreendido da Tabela 24, há uma forte tendência em considerar o trabalho experimental como apoio para a teoria, seja comprovando-a (aluno A1) ou promovendo uma relação entre a prática e a teoria (alunos A3, A4, A7, A10). Embora seja prematuro estabelecer uma relação direta entre estes parâmetros, pode-se dizer que a tendência de alguns alunos em atribuir ao trabalho experimental a função de apoio para a teoria, parece estar

relacionada a uma concepção de conhecimento científico como explicação de fenômenos (postura de cunho racionalista), tendência mais explícita entre os alunos A1, A3, A7 e A10 (Tabela 14). Além disso, entre estes alunos, A4, A7 e A10 mostram uma concepção de ciência Química de cunho mais racional, como “ciência que explica fenômenos” (Tabela 13).

Apesar dos estudantes reconhecerem a importância da relação entre teoria e prática, no ensino de Química, nas aulas observadas percebeu-se a dificuldade que eles tinham em estabelecer esta relação. Este, inclusive, foi um dos aspectos ressaltados pelos professores nos seus depoimentos. Nos discursos dos docentes, dois aspectos foram revelados: a transferência, para o aluno, da responsabilidade em relacionar os fenômenos observados e os aspectos teóricos subjacentes; a idéia de que as aulas teórica e prática são momentos distintos do processo de ensino, mas que devem ser trabalhados tão próximos quanto possível, dentro da estrutura curricular. Em um dos depoimentos, um professor diz: “a relação teoria/prática depende do grau de maturidade do aluno” e ainda: “o aluno não faz relação com a teoria”. Sobre o segundo aspecto, um professor comenta: “A gente tenta sincronizar a prática com a teoria”.

A dicotomia teoria e prática é um dos elementos presentes no currículo da licenciatura em Química que tem, a meu ver, contribuído para uma concepção inadequada da ciência Química e da formação do professor de Química. Este aspecto foi apresentado no Capítulo 2 e discutido, utilizando o referencial de Schön (2000) sobre a epistemologia da prática e a sua crítica ao modelo de racionalidade técnica nas atividades profissionais.

A Tabela 24 e o correspondente perfil apresentado na Tabela 30, mostram visões diferenciadas dos alunos em relação ao trabalho de laboratório. Diferentes perspectivas para o trabalho experimental são, também, apontadas por Hodson (1985,1988). Para ele, enquanto o trabalho experimental é utilizado para dar suporte ao desenvolvimento de teorias científicas, no ensino de ciências ele tem tido diversas funções pedagógicas, principalmente a de ilustrar

um ponto de vista teórico particular. Esta perspectiva pode, segundo ele, desenvolver nos alunos visões distorcidas sobre os experimentos e a metodologia científica (HODSON, 1988, p.58).

A despeito dos vários objetivos pedagógicos que o trabalho experimental possa ter, acredito ser fundamental que, através dele, os alunos possam compreender o processo de produção do conhecimento científico, as questões epistemológicas e metodológicas envolvidas e a centralidade da teoria neste processo. Nesta perspectiva, a visão de que os experimentos são dependentes da teoria é importante, uma vez que, como apontado por Hodson: “as teorias determinam que experimentos são considerados como legítimos e como eles devem ser conduzidos” (HODSON, 1988, p.55).

A discussão acima, tanto no contexto do ensino, quanto na formação do professor de ciências, é fundamental, pois contribui para a superação da concepção empirista-indutivista de ciência. Além dos aspectos abordados no Capítulo 3, relativos às críticas a esta perspectiva no ensino de ciências, vale a pena ressaltar a importância de desenvolver no aluno (e o trabalho experimental pode ser um recurso poderoso) a capacidade de crítica às teorias validadas pela comunidade científica e a percepção do quanto as suas concepções alternativas se aproximam ou não das concepções científicas. Neste aspecto, uma intervenção pedagógica adequada é extremamente relevante.

A função do laboratório no ensino de Química como espaço para investigações, foi apontado por apenas uma das alunas entrevistadas (A9), como mostram as Tabelas 24 e 30. Esta aluna do curso de Licenciatura, apesar de revelar uma concepção de ciência Química e de conhecimento científico como representação da realidade (postura mais realista), demonstrou concepções pedagógicas mais sintonizadas com as atuais questões discutidas por educadores, no âmbito do ensino de ciências e da formação de professores de ciências. O caráter singular revelado nas concepções desta aluna, parece estar mais relacionado às suas

características pessoais, idiossincráticas, do que à suas concepções epistemológicas. Na entrevista, ao abordar sua trajetória de vida, ressaltou a importância da filosofia Seicho No Ie nas suas decisões pessoais e dos conhecimentos adquiridos no curso, em especial, nas disciplinas Psicologia da Educação e Didática, para a sua prática docente. No momento atual, segundo ela: “trabalho um pouco com música, faço algumas reflexões em sala de aula, dou aulas no 1º, 2º e 3º anos.....hoje acho que tenho uma missão a cumprir na Educação”(A9).

As visões dos professores sobre o trabalho experimental no ensino de Química são apresentadas nas Tabelas 36 e 37. Do mesmo modo que para os alunos, a Tabela 36 mostra uma dispersão de conceitos, mostrando não haver consenso geral sobre o uso do experimento como recurso didático para o ensino de Química. Este resultado é coerente com aqueles citados na literatura, a exemplo do trabalho de Barberá y Valdés, mostrando os diferentes objetivos que o trabalho prático pode ter, para diferentes professores, mesmo frente às atuais tendências da aprendizagem nas ciências, utilizando princípios da psicologia da educação e da filosofia das ciências (BARBERÁ & VALDÉS, 1996, p. 368).

Mesmo não havendo consenso entre os educadores em ciências sobre a função do trabalho experimental, esta questão é importante, pois pode afetar a concepção de ciência dos alunos. Em se tratando do ensino de Química, o trabalho experimental deve, entre outros aspectos, contribuir para a compreensão dos níveis macro e micro dos fenômenos científicos, especialmente no ensino superior. Não é à toa que a relação entre teoria e prática foi um dos objetivos mais apontados pelos alunos entrevistados, para o trabalho experimental. A relação entre os fenômenos observados e as teorias explicativas tem sido um aspecto crítico no curso, principalmente nas disciplinas iniciais de Química Geral. Nestas, pode-se perceber as dificuldades dos alunos em utilizar os modelos teóricos para a explicação dos fenômenos estudados. Os alunos mostram uma preocupação muito grande com a manipulação do material de laboratório (muitas vezes pela inexperiência em lidar com ele) e com a realização do

experimento, de forma que os aspectos microscópicos dos fenômenos são, muitas vezes, negligenciados, mesmo quando o roteiro de laboratório tem, como objetivos, estabelecer esta relação. Um exemplo significativo está presente na disciplina Qui 134 – Química Geral I, disciplina introdutória do curso. Nesta, de modo geral, o material didático elaborado para as aulas práticas estimula os alunos a relacionarem os fenômenos observados (nível macro) aos modelos teóricos explicativos (nível micro). No entanto, os resultados não tem sido satisfatórios. De acordo com depoimento de um dos alunos:

Tive experiências muito boas e muito ruins em laboratório. Nas disciplinas Qui 134 e Qui 135 (Química Geral I e II, respectivamente), é meio receita de bolo. Você pega um roteiro e tem lá o procedimento, tem os dados e às vezes o aluno nem sabe o que faz com os dados. E eu tive experiências que tiveram um *prelab* e um *poslab* para discutir os resultados. Acho que esta experiência foi muito válida. Você pode ver que aquilo está relacionado com a teoria. Acho que deveriam relacionar mais a aula teórica com a aula prática (A10).

Parece haver uma distância entre os objetivos pretendidos para a aula de laboratório e o que, realmente, ela tem resultado em termos de aprendizagem do aluno. No entanto, quando questionados sobre este aspecto, os professores apontam, de modo geral, as deficiências no ensino médio e a falta de interesse dos alunos.

A Tabela 37 e o perfil mostrado na Tabela 43, mostram uma maior tendência dos professores em utilizar o laboratório para desenvolver habilidades técnicas (60%) e aplicar/relacionar a teoria à prática (40%). A comprovação de teorias, também foi apontado por 20% desses sujeitos. A concepção de trabalho experimental como investigação, foi apontada por apenas um deles (PQ6). Este professor, como citado anteriormente, tem trabalhado na disciplina Metodologia e Prática do Ensino de Química II, introduzindo inovações como discussões sobre a natureza da ciência, sobre o conhecimento químico e o seu processo de produção, e a influência destes elementos no processo de mediação didática em Química.

Ao ser questionado sobre a função do laboratório para a aprendizagem da Química, um dos professores afirmou: “o laboratório é importante para ilustrar a teoria, ajudar a compreensão dos fundamentos teóricos, complementação didática dos aspectos teóricos e treinamento dos alunos nas técnicas de laboratório”.

A teoria é, para a maior parte deles (inclusive aqueles não entrevistados), considerada um pré-requisito importante para a atividade experimental, de forma que a organização das aulas é feita, na medida do possível, de modo que cada tema abordado na aula teórica tenha uma atividade experimental a ela associada, realizada, de preferência, num momento posterior. Mesmo afirmando que a aula prática pode vir antes da aula teórica, muitos professores acreditam que o conhecimento prévio da teoria ajuda, pois “é fundamental ter uma boa base”, “é um esforço a menos para o aluno”.

Em quase todas as disciplinas do conteúdo específico de Química, as aulas de laboratório são separadas das aulas teóricas e, muitas vezes, os professores são diferentes, o que dificulta (de acordo com depoimentos dos próprios professores) a relação entre as dimensões macro/micro dos fenômenos químicos. Este aspecto é uma das características da organização curricular do curso que dificulta a compreensão da ciência Química como produto da relação empiria/razão, tão ressaltado por Bachelard, para as ciências físicas. Assim como para a produção do conhecimento químico, no ensino de Química muitas vezes é preciso vencer os obstáculos impostos pelo pragmatismo do senso comum, que prefere ser seduzido pelas imagens, pela intuição, a adotar uma nova razão, muitas vezes, contraintuitiva. É o que acontece quando o professor aborda fenômenos do mundo microscópico, que exigem, não as “certezas” da observação e/ou da experimentação “bem conduzida”, mas a incerteza, a natureza probabilística característica do mundo microscópico. Como diz Bachelard:

Viver e reviver o momento de objetividade, estar sempre no *estado nascente* de objetivação, é coisa que exige um esforço constante de dessubjetivação. Alegria suprema

de oscilar entre a extroversão e a introversão, na mente liberada psicanaliticamente das duas escravidões – a do sujeito e a do objeto! Uma descoberta objetiva é logo uma retificação subjetiva. Se o objeto me instrui, ele me modifica (BACHELARD, 1996, p.305).

A dicotomia teoria/prática, referida anteriormente, não é um aspecto exclusivo à organização das disciplinas do conteúdo específico de Química, mas um elemento presente em toda a estrutura curricular do curso, mesmo entre as disciplinas pedagógicas, conforme apresentado no Capítulo 2 (Contexto da Pesquisa).

A separação entre teoria e prática, característica da racionalidade técnica, tem sido um elemento predominante nos currículos da formação de professores de Química no Brasil, sendo um obstáculo para a compreensão da ciência Química contemporânea. Nesta ciência, o fenômeno (aquilo que aparece) e o noumeno (o que está escondido) estão totalmente interligados, de modo que a Química contemporânea é resultado da síntese entre razão e experiência, uma vez que a razão só tem sentido se for realizada e a experiência, pensada. É esse movimento que traduz toda a complexidade da atividade científica.

Ao discutir sobre a função do trabalho experimental no ensino de ciências, Hodson chama atenção para três aspectos: 1- a proposta do experimento; 2- o procedimento experimental; 3- os resultados obtidos. Para ele, cada um deles tem diferentes funções pedagógicas. A proposta do experimento é importante no ensino e compreensão do método científico; o procedimento experimental pode aumentar a motivação dos alunos e ensiná-los as tarefas manipulativas, e a discussão dos resultados contribui para a aprendizagem dos conceitos científicos (HODSON, 1985, p.43).

No contexto da formação de professores de Química, os aspectos apontados acima podem fazer parte do conhecimento de conteúdo pedagógico, ressaltando que devem ser acrescentados aqueles que desenvolvam a capacidade de criação dos alunos, através da proposição e teste de hipóteses e da capacidade de argumentação. Nesta perspectiva, a intervenção do professor deve ter uma intencionalidade na condução da experimentação, de

forma que, ao mesmo tempo em que ela seja produto de um planejamento anterior, tenha a flexibilidade necessária para atender às necessidades do aluno. Para isso, o professor deverá estar munido de conhecimentos pedagógicos que o habilite a uma prática docente menos diretiva e mais criativa, mais reflexiva e mais caótica, aspectos essenciais à produção de conhecimento, seja ele “científico” ou não. Neste sentido, o referencial epistemológico de Bachelard traz contribuições para o ensino de Química, numa perspectiva mais investigativa, a partir de uma prática pedagógica que mobilize a razão, desfaça os hábitos do conhecimento cotidiano e questione o senso comum, cheio de imagens, distante, portanto, do racionalismo requerido para a compreensão das ciências físicas.

Voltando à Tabela 23, encontramos os conceitos síntese para os Eixos Temáticos 5, 6 e 7, referentes aos temas ensino/ensino de Química, professor de ciências/ação docente e professor de Química/ação docente em Química, respectivamente. Para o tema ensino/ensino de Química, ao mesmo tempo em que os resultados obtidos mostram uma tendência a conceber o ensino como transmissão de conhecimentos e de informações, enfatizam a centralidade do aluno neste processo. Estes resultados podem ser melhor analisados, através do perfil mostrado na Tabela 31. Nesta, observa-se que 70% dos entrevistados concebem o ensino como um processo centrado no aluno e 50% como transmissão de conhecimentos. Entre estes, quatro alunos apontaram a relação entre a Química e o cotidiano, como fundamental. É importante ressaltar que o estabelecimento de relações entre teoria e prática foi um dos aspectos apontadas pelos alunos A2 e A10, para o processo de ensino de Química. Como este aspecto foi muito enfatizado pelos alunos, em relação ao Eixo Temático 4 (Trabalho Experimental), esperava-se uma maior incidência desta concepção, também em relação ao ensino de Química.

As entrevistas com os alunos revelaram alguns elementos interessantes que vale a pena discutirmos. Assim, por exemplo, quando questionada sobre o que é ensinar Química, a

aluna A2 (também professora do ensino médio) mostrou uma preocupação em “não ensinar Química de forma tradicional. Aquele ensino rigoroso, formal (...)”. No entanto, mais adiante ela diz:

(...) Eu vou ensinar ciências e transmitir aquilo que a ciência denominou como a parte que cabe à Química (.....) a gente não tem tempo, na sala de aula, de convencer o aluno de que tem uma teoria por trás daquilo, de que cientificamente a explicação é aquela e isso é o correto (A2).

Uma concepção de ensino como transmissão de conhecimentos verdadeiros parece estar associada às suas concepções epistemológicas. Como mostra a Tabela 13, para esta aluna a ciência Química está associada à explicação de fenômenos e, também, a método. Parece haver, neste caso, um certo equilíbrio entre posturas racionalista e empirista de ciência Química, mas o empirismo não parece levar ao questionamento da razão, pelo contrário, ou ele é usado como confirmação de teorias verdadeiras ou à formulação de novas teorias (empirismo-indutivismo), como quando ela diz, referindo-se ao ensino de Química: “(...) talvez seja mais fácil partir de uma aplicação e então chegar a um conceito, um conceito mais amplo tirado daquele experimento” (A2).

Um outro aspecto interessante apreendido nas Tabelas 25 e 31, ainda em relação ao tema ensino/ensino de Química, é que, para alguns entrevistados, embora a transmissão de conhecimentos seja uma concepção dominante, o processo de ensino deve ser centrado no aluno. É o que ocorre para os sujeitos A3, A6 e A10. A centralidade do processo no aprendiz, revela uma concepção de ensino mais afinada com as atuais propostas educacionais, de caráter mais emancipatório, no entanto os alunos não conseguem propor outro processo de ensino diferente da tradicional transmissão de conhecimentos, afinal este é o modelo predominante, no ensino médio e superior, mesmo no curso de formação de professor, especialmente nas disciplinas do conteúdo específico de Química. É importante lembrarmos

a citação da aluna A4, quando diz: “(...) hoje o Instituto de Química está formando mais espelhos do que pessoas que pensam com a sua própria cabeça”.

Esta é uma questão que merece uma reflexão mais aprofundada pela nossa comunidade, no sentido de repensar a formação do professor de Química, não como reprodutores de saberes e crenças consolidadas irrefletidamente, mas como profissionais com saberes específicos necessários à sua prática e outros a serem continuamente construídos, através dessa mesma prática.

Para os professores, há uma maior tendência em considerar o ensino como um processo de orientação do aluno na construção do conhecimento, como pode ser apreendido nas Tabelas 38 e 44. No entanto, outras concepções foram, também, reveladas, sendo a transmissão de idéias, informações e conteúdos, considerada relevante, como mostra a Tabela 44. Mesmo as concepções D, E e F, dos professores PQ3, PQ4 e PQ5, respectivamente, revelam uma idéia de conhecimento como algo que está pronto e precisa ser disponibilizado para os alunos, independente do recurso didático utilizado. Visões de cunho realista e empirista de ciência e conhecimento científico dos professores, parecem estar levando a estas concepções sobre o ensino e o ensino de Química. As concepções constantes nas Tabelas 19, 20 e 21, para a ciência, a ciência Química e o conhecimento científico, respectivamente, estão, de modo geral, associadas às idéias de ciência como uma coleção de conhecimentos, de ciência Química como conjunto de conhecimentos químicos sobre a matéria e de conhecimento científico como representação da realidade.

Defendendo o ensino como um processo que deve partir, não de uma certeza, mas de uma polêmica em relação a um conhecimento anterior, de um trabalho que envolva o aluno num processo complexo de troca de argumentos e de constantes retificações de saberes e crenças, Bachelard ressalta o caráter dinâmico que deve permear a construção de

conhecimentos, a reforma da razão, quer no contexto da produção científica, quer nos processos de aprendizagem.

Para Barbosa e Bulcão, a educação, em Bachelard, está ligada à noção de formação do sujeito e esta é mais abrangente que a de educação pois, segundo elas: “não traz no seu bojo as conotações que esta última apresenta e que são oriundas da tradição que nos leva a compreender o conhecimento como ato de repetir e de memorizar idéias” (BARBOSA e BULCÃO, 2004, p.50).

A tradição a que as autoras se referem acima, ainda hoje presente no ensino, está associada à idéia de conhecimento científico como verdade absoluta, transmitida ao aluno no ato educativo. No entanto, para Bachelard, este ato deve promover a criação, a atitude de questionamento e de retificações de conhecimentos anteriores, assim como ocorre no processo de produção do conhecimento científico. Esta perspectiva, vislumbrada por Bachelard, propicia uma dinâmica no processo de ensino, em especial, das ciências físicas, capaz de superar obstáculos decorrentes, por exemplo, da aproximação entre o conhecimento científico e o senso comum.

Em relação ao ensino de Química, é comum a tentativa de aproximação entre esses conhecimentos, contribuindo para a banalização dos conceitos químicos, especialmente quando eles exigem um nível maior de abstração. Neste caso, é comum o recurso a metáforas e analogias, como forma de torná-los mais próximos do conhecimento cotidiano. Este recurso é muito comum nos livros texto de Química do ensino médio, principal instrumento didático utilizado pelo professor. Sobre este aspecto, Lopes apresenta uma discussão sobre o uso destes recursos em livros didáticos de Química, para este nível de ensino, usando o referencial epistemológico de Bachelard (LOPES, 1992, p.254).

A aproximação entre o conhecimento científico e o senso comum cria obstáculos epistemológicos que dificultam o processo de aprendizagem, na medida em que estes dois

conhecimentos pertencem a domínios diferentes de racionalidade e tem diferentes objetivos. A aproximação entre eles está calcada em uma concepção continuista da história das ciências que, ao constatar um lento progresso inicial dos conhecimentos científicos, admite a sua continuidade com o conhecimento do senso comum. Como bem sintetiza Bachelard: “(...) eis o axioma da epistemologia posto pelos continuistas: dado que os começos são lentos, os progressos são contínuos” (BACHELARD, 1990, p.244).

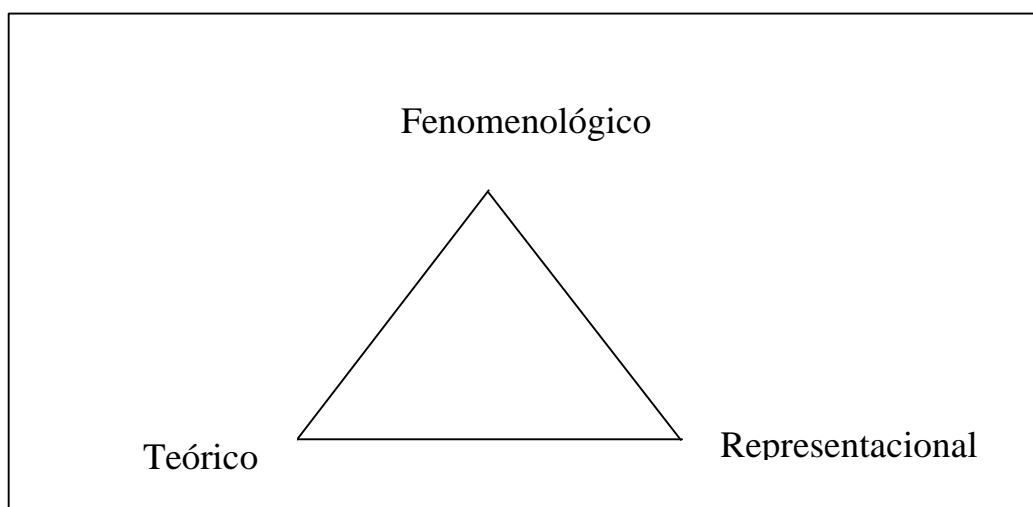
Defendendo uma ruptura entre o conhecimento científico e o senso comum, Bachelard ressalta a importância da linguagem na compreensão da cultura científica. Esta *neolinguagem* deve ser utilizada para podermos entender e sermos entendidos no mundo científico, ou participarmos da *cidade científica*. No entanto, é importante ressaltar que a ruptura entre esses dois conhecimentos não significa uma hierarquização, mas uma condição para a compreensão de uma nova cultura, com uma racionalidade diferente, uma linguagem específica e diferentes domínios de aplicação.

Na Química, por exemplo, o movimento da razão para a aquisição da cultura química é coerente com o processo histórico de produção dessa área de conhecimento que, ao superar as características de uma ciência da memória, atrelada aos fatos, às suas descrições, superou o empirismo puro, para se aventurar num racionalismo cada vez mais complexo, mais abstrato. Este processo exigiu, portanto, uma constante reformulação da sua linguagem, elemento fundante das transformações (epistemológicas e culturais) ocorridas nesta ciência.

A discussão acima nos remete à reflexão sobre o processo de mediação didática em Química, frente às concepções sobre a ciência Química e o ensino de Química dos docentes pesquisados neste trabalho, apresentadas nas Tabelas 17, 20 e 38 e 44. Dentro de uma concepção de Química como uma ciência que é, primordialmente, experimental e que estuda a matéria, os professores, apesar de apresentarem uma dispersão de concepções sobre o

ensino dessa ciência (Tabela 44), enfatizaram a construção do conhecimento e a transmissão de informações, como representações dos seus processos de ensino.

Independente da natureza desses processos, a mediação didática do professor deverá considerar os seguintes aspectos do conhecimento químico: fenomenológico, teórico e representacional. A figura abaixo mostra as interrelações entre eles.



O aspecto fenomenológico, como o nome já diz, refere-se aos fenômenos químicos, sejam aqueles diretamente observados no laboratório, ou os estudados indiretamente, a partir dos resultados de medidas experimentais, de níveis variados de sofisticação. Assim, por exemplo, as mudanças de fase, as mudanças no pH e de temperatura de um sistema, as modificações estruturais dos materiais, estudadas através de técnicas como a difração de raios X, ou a redução da área específica de um catalisador, por sinterização, estudada através da técnica BET (BRUNAUER, EMMETT E TELLER), são fenômenos que devem despertar no aluno a necessidade de buscar explicações. Neste caso, não basta um empirismo puro que se contente, apenas, com as observações e/ou medidas tomadas de forma rigorosa, para a obtenção de resultados confiáveis. A importância de teorias que orientem a observação e as medidas efetuadas, deve ficar clara para os alunos. Isto implica destacar o

nível teórico do conhecimento químico, através das leis, teorias e princípios, que utilizam entidades não diretamente observáveis para a explicação dos fenômenos sob estudo e para a previsão de novos fenômenos. Este aspecto, mesmo quando ressaltado pelo professor, é de difícil compreensão dos alunos, pois envolve um pensamento abstrato, muitas vezes incompatível com o pragmatismo do senso comum. O nível representacional tem a função de, como o nome já diz, representar simbolicamente os fenômenos, através de linguagem apropriada, das equações químicas, fórmulas, modelos estruturais de moléculas e outras.

Segundo Mortimer, no ensino médio, o nível representacional tem sido mais valorizado, em detrimento dos outros dois. A ausência dos fenômenos nas aulas de Química podem comprometer a aprendizagem, na medida em que os alunos tendem a considerar o nível representacional como a própria realidade e, assim, as fórmulas e equações são tomadas como “reais” (MORTIMER, 2000, p.277).

As concepções apresentadas pelos professores, sobre o ensino de Química, apontam para uma tendência em transmitir conhecimentos, informações e orientar o aluno na construção do conhecimento químico (Tabela 44). No entanto, o entendimento de **construção** é contraditório, pois pressupõe o conhecimento das concepções prévias dos alunos, para a utilização de estratégias didáticas que possibilitem a construção de um novo conhecimento, com racionalidade diferente do conhecimento do senso comum. Esta, no entanto, não é uma prática corrente entre os professores. Nesta perspectiva, considerando que as representações dos alunos, oriundas do senso comum, são “assimiladas, tornando-se verdadeiros filtros através dos quais o indivíduo apreende e constrói o mundo, determina suas trocas com o outro, assim como seus comportamentos” (ASTOLFI E DEVELAY, 1995, p.125), é necessário que o professor conduza o processo de mediação didática negociando, constantemente, estas representações.

Os resultados mostrados na pesquisa, relativos às concepções pedagógicas dos professores, são coerentes com as suas práticas docentes. Conforme já citado, as aulas observadas priorizaram, além do desenvolvimento das habilidades técnicas dos alunos, a comprovação de teorias, de forma que as interações entre os níveis teórico, representacional e fenomenológico, importantes para a compreensão da Química, não tem sido privilegiadas.

Nos depoimentos dos professores, percebeu-se uma preocupação com as dificuldades de aprendizagem dos alunos. A maioria deles atribui estas dificuldades à “falta de base” dos alunos, resultante de deficiências no ensino médio. Alguns, entretanto, consideraram que uma mudança na metodologia de ensino poderia contribuir para uma aprendizagem mais efetiva, embora reconheçam as dificuldades em elaborar novas estratégias didáticas. Muitas vezes, atribuem os resultados insatisfatórios ao grande número de alunos em sala de aula. A diminuição deste número é, inclusive, uma reivindicação constante dos docentes.

Nos depoimentos e em conversas informais com os professores, percebe-se a ausência de questionamentos sobre os conteúdos transmitidos (e, em alguns casos, sobre os processos de avaliação) e uma crença que “se os alunos de Química fossem mais preparados”, não haveriam tantos problemas. A necessidade de promover uma análise crítica dos conteúdos e da estrutura dos temas químicos, é ressaltada por De Jong. Para ele, os conhecimentos do conteúdo específico de Química não são suficientes para a reconstrução dos temas a ensinar, ressaltando a importância do professor saber como reestruturar os temas químicos, guiar a aprendizagem do aluno e conseguir unir o ensino e a aprendizagem, em uma situação específica (DE JONG, 1996, p.285).

As questões discutidas acima ressaltam a importância do processo de transposição didática. Este processo de transformação do objeto de saber a ensinar em objeto de ensino (CHEVALLARD, 1991, p.45), requer a mobilização de diferentes saberes, com *status*

epistemológico diferentes e finalidades sociais diferentes. No ensino de ciências e, em especial, na formação do professor de ciências, estes saberes são pouco problematizados e, normalmente, dissociados, ficando o saber da ciência de referência restrito aos especialistas, nas suas Unidades de ensino, e o saber escolar ou conhecimento escolar (produto da transposição didática), um conhecimento complexo, sujeito a diferentes interferências (como a dos órgãos oficiais, do planejamento do currículo e da formação do professor), fica descontextualizado em relação ao seu processo de produção. Esta dissociação entre os saberes é um dos reflexos do modelo de formação docente calcado na racionalidade técnica, predominante nos cursos de formação de professores de ciências no Brasil.

A constituição do conhecimento escolar é, segundo Lopes, um desafio desde que, ao mesmo tempo em que socializa o conhecimento científico, produz novas formas de abordagem, novas configurações cognitivas que precisam ser mais investigadas (LOPES, 1997, p.566). Este movimento requer uma preparação do professor para uma intervenção didática adequada. Nesta perspectiva, é importante que se questione: será que os professores de ciências estão preparados para a transformação do conhecimento científico em conhecimento escolar?; como estas questões tem sido abordadas nos currículos de formação docente?; que representações o professor tem do seu papel nos processos de ensino e de aprendizagem?.

As duas primeiras questões colocadas acima não serão aprofundadas neste trabalho, pois fogem ao seu objetivo. A última questão, no entanto, relaciona-se a dois Eixos Temáticos abordados na pesquisa: Aprendizagem (Eixo Temático 8) e Professor/ação docente (Eixo Temático 6), discutidos a seguir.

Para o tema Aprendizagem, os Conceitos Gerais e concepções dos professores e alunos do curso são apresentados nas Tabelas 28 e 34 e nas Tabelas 41 e 47, respectivamente. Para os alunos, a aprendizagem está relacionada à absorção e compreensão dos fenômenos, e

ao processo de associação entre os fenômenos aprendidos e aqueles do cotidiano. Estes conceitos referem-se, principalmente, à aprendizagem da ciência Química. Assim, por exemplo, ao ser questionado sobre o que era ensinar, o aluno A3 diz: “(...). Acho que o mais importante no ato de ensinar (Química) é quando os alunos conseguem fazer uma análise de um fato do dia a dia, relacionado àquela disciplina ou a um todo”.

Para a aluna A8, o professor deve “mostrar ao aluno como eles podem associar a Química com a vida deles”, e complementa: “A Química vai ajudar em que na vida deles? Se não ajudar em nada, não adianta dar aquilo”. A concepção de aprendizagem como um processo de associação foi, também, destacada por esta aluna; no entanto, esta associação está reduzida à aplicação do conhecimento químico na vida cotidiana, revelando uma visão utilitarista da Química e do ensino de Química. As concepções de aprendizagem dos alunos A3 e A5, como compreensão de como o mundo foi formado, análise de fatos do cotidiano (A3) e compreensão dos fenômenos (A5), são coerentes com as suas respectivas visões sobre o ensino e o ensino de Química. Enquanto A3 declara que ensinar é “transmitir para as pessoas o próprio conhecimento, o porque da existência dos materiais”, A5 revela uma preocupação em “levar esses conceitos básicos que vão possibilitar as pessoas interpretarem, se posicionarem diante de situações reais”. Para isso, é necessário, segundo ele, que o aluno compreenda os fenômenos químicos e, então, pergunta: “Vai entender o funcionamento do corpo se você não conhece Química?”.

Enquanto os alunos A3, A5 e A8 mostram uma tendência em conceber a aprendizagem como um processo passivo, dentro de uma visão mais utilitarista, a aluna A9, ao apontar a associação entre conhecimentos, parece defender uma participação mais ativa do aluno no processo, sob a orientação de um professor. Para ela, o aluno deve estar sempre associando os conhecimentos. Ao comentar sobre o seu processo de ensino, diz que procura estimular os alunos a proporem definições e explicitarem os seus conhecimentos do senso

comum sobre determinados conteúdos químicos. Nesta perspectiva, a aluna revela uma tendência a vincular o processo de aprendizagem ao do ensino. Esta perspectiva, embora produto de um conhecimento tácito, está suportada por uma visão de ensino como um processo centrado no aprendiz (Tabela 25) e de professor como um orientador do aluno (Tabela 26) e não, apenas, transmissor de conhecimentos.

O conhecimento tácito da aluna A9 parece ser resultante de uma visão de mundo diferenciada, de uma trajetória de vida singular, que lhe permitiu um processo de reflexão maior, em relação aos demais alunos. Isto porque, processos de reflexão sobre a atividade docente e iniciativas que propiciem trabalhos didáticos investigativos estão, praticamente, ausentes no currículo da licenciatura em Química. Os alunos, muitas vezes, chegam ao final do curso com representações e crenças sobre o ensino, a aprendizagem, a função do professor e o currículo, construídas ao longo da sua vivência como discente e como professor do ensino médio (no caso daqueles que lecionam). Estas crenças, já consolidadas, são construídas sem um processo de reflexão orientado para dar sentido à ação docente, a partir dos conhecimentos do conteúdo específico de Química e do conteúdo pedagógico.

Na perspectiva discutida acima, o conhecimento da ciência de referência fica, assim, dissociado do conhecimento pedagógico, ao longo de todo o curso, constituindo um obstáculo para a construção de processos didáticos com base na reflexão e na pesquisa, e integrando as questões epistemológicas às pedagógicas. Ao fazer uma crítica ao curso, um dos alunos diz: “(...) em Química, (referindo-se ao Instituto de Química) só me acrescentou o conteúdo, mas passar o conteúdo não” (A6).

Esta é uma preocupação freqüente entre os estudantes e, segundo eles, um fator de insegurança quando começam a “enfrentar” a sala de aula, durante o estágio supervisionado.

De acordo com depoimento de um dos professores da disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Química II, responsável pelo Estágio Curricular, há uma falta de

interesse dos alunos pelo curso de Licenciatura, em função de sua pouca valorização social e de, muitas vezes, ser uma habilitação de menor prioridade para o aluno, em relação ao Bacharelado. Outros aspectos, como a falta de conhecimentos específicos de Química, de conhecimentos pedagógicos e o pragmatismo dos alunos, contribuem, segundo este professor, para a ausência de atitudes mais propositivas durante as suas atividades de estágio nas escolas. A convivência em um *locus* cultural de valorização, sobretudo, do pesquisador em Química, em detrimento da formação docente em Química, certamente contribui para esta situação.

A falta de conhecimento no tratamento de questões relativas à produção de conhecimento sobre o ensino de Química e de atitudes de reflexão e de pesquisa, ressalta o pragmatismo do aluno e impede atitudes mais propositivas, direcionadas a uma prática docente atenta com as questões atuais da educação química e, de modo geral, da educação científica. Uma consequência é a reprodução dos modelos didáticos vivenciados durante o curso (centrados na transmissão de conhecimentos) e o apego excessivo aos livros didáticos.

As concepções dos professores sobre o tema Aprendizagem foram obtidas, questionando-os sobre os indícios que mostram que o aluno aprendeu. Os resultados, apresentados nas Tabelas 41 e 47, revelam uma ênfase sobre a participação e interesse do aluno nas aulas e sobre a utilização de instrumentos de avaliação de aprendizagem. Estes resultados representam o pensamento de uma grande parte dos professores do Instituto. Mesmo aqueles que reconhecem a deficiência destes critérios, têm dificuldade de propor outras alternativas. Como diz um dos professores: “Sei que estes instrumentos são falhos, mas são os disponíveis”.

Aspectos como a mudança de comportamento dos alunos, a linguagem utilizada em sala de aula e a capacidade de resolução de problemas, também foram apontados como indícios de aprendizagem. Nestes casos, no entanto, os professores ressaltaram a importância

de utilizar, também, instrumentos de avaliação considerados tradicionais, como provas e relatórios.

A avaliação da aprendizagem foi um aspecto destacado pela maioria dos professores, em seus depoimentos. Nestes, ressaltaram como obstáculos para a utilização de instrumentos alternativos a grande quantidade de alunos em sala de aula, especialmente nas disciplinas iniciais do curso que têm, em média, 40 alunos/turma.

Entre os professores, dois deles, PQ5 e PQ6, ressaltaram a produção de novos conhecimentos, a reflexão crítica sobre os conteúdos ensinados e a aplicação dos conhecimentos em outros contextos, como indícios de que o aluno aprendeu. Nas disciplinas que lecionam, eles têm implementado outras alternativas de avaliação, como trabalhos em grupo, análise crítica de textos científicos, produção de textos e outros, de modo que o processo avaliativo possa ser mais um elemento de aprendizagem. Esta visão do processo avaliativo parece estar associada a diferentes concepções apresentadas por estes professores, em relação aos aspectos epistemológicos e pedagógicos abordados nesta pesquisa, comentado anteriormente. É importante ressaltar que estes professores tem ministrado ou já ministraram as disciplinas de Metodologia e Prática de Ensino de Química I e II e têm tido uma participação ativa nas propostas de mudança curricular para o curso de licenciatura, dentro de uma concepção de formação do licenciado em Química como um profissional da Educação, e não como um profissional da Química, predominante na comunidade. Estes aspectos, certamente, contribuem para uma visão e uma prática diferenciada.

As concepções de professores e alunos sobre professor/ação docente e o professor de Química/ação docente em Química, correspondentes aos Eixos Temáticos 6 e 7, respectivamente, estão apresentadas nas Tabelas 26, 27, 39 e 40 e nos perfis das Tabelas 32, 33, 45 e 46. A Tabela 26 mostra três grandes tendências de concepções dos alunos sobre o tema professor/ação docente: sujeito que transmite conhecimentos; sujeito com dom para

ensinar; orientador do aluno. Estas tendências estão mais explicitadas no perfil apresentado na Tabela 32.

A ênfase sobre a transmissão de conhecimentos, como função do professor, apresentada pelos alunos A2, A6 e A8, são coerentes com as suas concepções para o ensino, apresentadas na Tabela 31. Assim, por exemplo, para o aluno A6, esta tabela mostra uma concepção de professor como sujeito que transmite conhecimentos mas, ao mesmo tempo, uma preocupação do aluno com um processo que seja centrado no aprendiz. Ao ser questionado sobre o processo de transmissão, considera que “ele tem os seus valores” e que “antigamente sempre foi assim e o ensino era bom”. No seu discurso, o aluno revela a defesa de um processo de ensino mais voltado para a prática. Como ele mesmo diz: “(...) dar coisas mais práticas para o aluno, coisas que iriam melhorar a vida dele”. Dentro desta perspectiva, faz uma crítica ao curso de licenciatura da UFBA que, segundo ele, desvincula os conteúdos químicos da forma como devem ser abordados. Em relação ao professor de Química, o aluno ressalta as suas particularidades, pois “ele vai trabalhar com o nível micro, com o abstrato”.

A perspectiva de um ensino por transmissão e de professor como um transmissor de conhecimentos, também está presente no aluno A8. Assim como para A6, ele revela uma tendência a centrar o processo de ensino no aluno, quando diz: “Ensinar, para mim, é poder ajudar alguém a aprender mais”. No caso específico do ensino de Química, acha que o professor deve “mostrar aos alunos como eles podem associar a Química com a vida deles”.

De modo geral, os alunos entrevistados reconheceram a ineficiência de um processo de ensino centrado, apenas, na transmissão de conhecimentos, no entanto parecem estar despreparados para tentar outras alternativas didáticas, afinal, este é o modelo que lhes é mais familiar. Para aqueles que têm experiência docente, como A2, A3, A9 e A10, percebe-se uma maior autonomia na proposição de alternativas didáticas, principalmente utilizando

experimentos em sala de aula, para promover uma atitude de reflexão do aluno e a associação entre os conteúdos aprendidos, com faz a aluna A9.

O professor como um sujeito com dom especial para ensinar, foi um dos aspectos apontados pelos alunos. Para o aluno A3, por exemplo, “tem muita gente ensinando sem ter um certo dom (...) nem todo mundo tem a aptidão, a empatia, que é muito importante”.

Também a aluna A4, ao comentar sobre a ausência de disciplinas pedagógicas no curso de Bacharelado, diz: “são ferramentas que abrem mais a cabeça na sala de aula. Lógico que tem gente que tem dom de chegar lá na frente e conduzir as coisas de forma legal, mesmo não tendo alguém que lhe dissesse: olhe, é melhor assim...”.

Entre os alunos que ressaltaram o dom para ensinar, como um aspecto importante, apenas um deles (A3) é do curso de Licenciatura.

A função do professor como orientador, é ressaltada por três dos alunos entrevistados (A5, A8 e A9). Eles fizeram algumas críticas ao curso, em especial, à falta de orientação pedagógica dos professores de Química. Conforme depoimento da aluna A8:

eu me sinto preparada para saber Química. Eu pego um livro, leio e consigo entender Agora, em relação à licenciatura, a prática do professor (de Química) na sala de aula é totalmente contrária à dos professores de licenciatura (da Faculdade de Educação), porque os professores (de Química) não se incomodam com a parte pedagógica (A8).

O aluno A5, ao tecer comentários sobre o curso, apontou dificuldades que teve nas aulas de laboratório, logo no início do curso, atribuindo-as à sua pouca experiência, comparada a colegas que estudaram na Escola Técnica. Por isso, segundo ele,

deveria haver um cuidado por parte dos professores de observarem que existiam pessoas que já estavam num nível além e outras, aquém, para poder fazer um trabalho diferenciado, tratar a abordagem de maneira diferenciada, de forma que a gente não sentisse tanto isso (A5).

As dificuldades apontadas pelos alunos durante os seus cursos, podem tê-los levado a ressaltar a importância do professor como um orientador. Percebe-se, nas suas falas, uma insegurança em relação à futura atividade profissional. Alguns deles manifestaram o desejo de que as aulas da licenciatura fossem orientadas, visando o ensino médio de Química. Nos seus discursos, percebe-se que este é o sentido de orientação que desejam do professor. Ao comentar sobre a disciplina Metodologia e Prática do Ensino de Química II, o aluno A5 diz:

Acho interessante a forma como é abordada. Mas, também, seria interessante outras iniciativas. Por exemplo, é interessante trazer como determinados assuntos estão sendo trabalhados no ensino médio. O enfoque não está sendo esse, mas pode ser que mais tarde seja. Se o aluno começar a ter um contato com o ensino médio mais cedo, ele pode começar a ver estas questões (A5).

Há uma expectativa, da maior parte dos alunos, que o curso lhes dê as ferramentas didáticas necessárias à sua futura intervenção como professor. Quando isso não acontece, percebe-se uma certa frustração e insegurança, mesmo entre aqueles que já têm experiência docente.

As questões apontadas acima estão inseridas no contexto das discussões sobre a formação do professor, dentro do paradigma da racionalidade técnica. Ao distanciar o conhecimento da ciência de referência, no nosso caso, o conhecimento científico em Química, do conhecimento prático produzido ou utilizado pelo professor, durante a sua ação, o aluno mostra uma tendência, ou de valorizar as técnicas e modelos pedagógicos como um pré-requisito para a sua adequada atuação, ou adotar o ativismo, postura revestida de um pragmatismo próprio do senso comum sem, necessariamente, um conhecimento teórico que o oriente. Nesta perspectiva, o saber científico e aquele advindo da prática, são concebidos como dimensões isoladas, uma dicotomia que é, na verdade, um obstáculo para uma formação docente mais autônoma.

As duas perspectivas apontadas acima, isoladamente, não dão conta da complexidade da prática pedagógica. A centralidade do processo no conhecimento teórico, quer da disciplina de referência, quer das pedagógicas, apesar de darem uma certa segurança para o professor, não são suficientes para resolver os problemas da prática e superar os obstáculos que aparecem no mundo real, não previstos nas situações idealizadas durante a sua formação.

Apesar dos avanços nas pesquisas sobre a prática pedagógica, durante a década de 1990, e do reconhecimento da complexidade e singularidade desta prática, pouco tem sido feito para incorporar estes conhecimentos nos cursos de formação de professores, pelo menos no Brasil. Fiorentini et al chamam atenção sobre a tensão existente entre os saberes produzidos ou socializados na academia e aqueles praticados pelos professores, na sua prática. Enquanto os primeiros têm sua origem em pesquisas empírico-analíticas ou reflexões teóricas que, na maior parte das vezes, idealizam e simplificam a prática da sala de aula, os saberes práticos são constituídos pelas múltiplas dimensões a que o docente está sujeito, no seu cotidiano. A partir de suas pesquisas, os autores concluem que a capacidade que o professor tem de inovar, produzindo diferentes ações em relação àquelas aprendidas de forma idealizada, durante a sua formação, depende muito da sua formação teórico-epistemológica (FIORENTINI et al., 1998, p.318).

As questões abordadas acima relacionam-se à dimensão teórico-prática da ação docente, fundada no ato de pensar ou no pensamento reflexivo, como já apontava Dewey. Para ele, o ato do pensamento reflexivo é a forma de superar a ação impulsiva e rotineira do indivíduo e dirigir essa ação, de forma intencional, para as finalidades programadas conscientemente. O pensamento reflexivo remete, portanto, a uma ação inteligente, que tenha sentido para o ser pensante. Como ele mesmo diz:

Somente quando as coisas que nos rodeiam têm sentido para nós, somente quando significam conseqüências que poderemos obter se manjarmos essas coisas de certo modo, somente então é que se torna possível controlá-las intencional e deliberadamente (DEWEY, 1959, p.27).

A proposta do pensamento reflexivo de Dewey é voltada para a superação de superstições adquiridas, a partir de vivências moldadas pela intuição, pelo reflexo, pelos sentidos não regulados. Neste aspecto, o autor destaca a importância do professor no processo educativo, centrado na prática reflexiva. Para ele, o conhecimento dos interesses, dos desejos e das crenças dos alunos, poderá levar a uma melhor compreensão do processo educativo, pelo professor, e da sua atuação como guia neste processo de formação de hábitos reflexivos. Assim, em Dewey, já havia uma configuração de um processo educativo desenvolvido para a mobilização da razão, contra os hábitos do pensamento espontâneo e, nesta perspectiva, a ação do professor consiste em manter o interesse dos alunos pelas idéias e as relações entre elas, ou seja, a capacidade de abstrair, de elevar o intelecto do presente, do concreto, para o plano das idéias. No entanto, ressalta que o pensamento abstrato, na formação do sujeito, não deve ser *o* fim, mas *um* fim, no sentido que ele não deve ser considerado de maior valor que o pensamento prático, voltado para o concreto. Defendendo a existência das duas formas de pensamento, ele diz:

Os métodos que, ao desenvolver as aptidões intelectuais abstratas, enfraquecem os hábitos de reflexão prática ou concreta, são tão alheios ao ideal educativo, como os métodos que, ao cultivarem a capacidade de planejar, inventar, combinar ou prever, deixam de garantir um certo prazer de pensar, independentemente das conseqüências práticas (DEWEY, 1959, p.224).

A proposta de um processo educativo que articule as dimensões teórico/prática, abstrato/concreto, defendida por Dewey, guarda semelhanças com o pensamento de Bachelard e mantém uma atualidade com as propostas de formação do professor reflexivo e pesquisador da sua própria prática.

O conceito de obstáculo pedagógico de Bachelard é uma crítica e, ao mesmo tempo, uma provocação, para se repensar as práticas pedagógicas dominantes, centradas no professor, a ausência de atitudes reflexivas e investigativas que permitem dar voz aos alunos, analisar os seus discursos, conhecer as suas concepções e crenças no sentido de conduzir o processo de ensino, a partir de elementos concretos da realidade. Para Bachelard, para que a ciência seja realmente educadora, o professor deve promover um processo de ensino socialmente ativo, impulsionado pela descoberta, visando superar o ensino predominantemente dogmático. Nesta perspectiva, o autor já aponta para uma ação docente baseada na reflexão e na ação, em um racionalismo e empirismo docentes, unidos na prática pedagógica. Defendendo uma relação dialética razão/empíria no ensino, ele diz:

Ora, como o conhecimento objetivo nunca está terminado, como *objetos* novos vêm continuamente trazer assuntos a discutir no diálogo do espírito e das coisas, todo ensino científico, se for vivo, estará sujeito ao fluxo e refluxo do empirismo e do racionalismo. De fato, a história do conhecimento científico é uma alternativa sempre renovada de empirismo e racionalismo (BACHELARD, 1996, p. 302).

Na perspectiva de uma renovação constante da razão que a ciência exige do aprendiz, cabe ao professor o papel de acompanhar o desenvolvimento dessa razão, a partir do real percebido. Ele terá a função de fazer o aluno compreender as transformações do pensamento necessárias à compreensão do desenvolvimento dos conceitos científicos, à medida em que a abstração, o pensamento racional, vai substituindo a realismo imediato, tão próximo do senso comum e, por isso, tão difícil de ser superado. Essa superação, no entanto, nunca ocorre totalmente, cabendo ao professor mostrar os obstáculos inerentes ao conhecimento e as diferentes perspectivas epistemológicas que fizeram a história do pensamento científico. Esta pluralidade filosófica, quando utilizada no contexto da sala de aula, pode propiciar um processo de ensino baseado na reflexão e na constante retificação dos conhecimentos anteriores, visando uma racionalidade crescente. Assim, pode-se dizer que a

função do professor, na perspectiva bachelardiana, é a de inquietar a razão para desfazer os hábitos resultantes de um ensino dogmático, não refletido e, portanto, impregnado de crenças que, muitas vezes, são obstáculos, não apenas à compreensão dos conceitos científicos, como, também, à compreensão da ciência como uma produção cultural, não neutra, sujeita às interferências do contexto histórico e imersa numa cultura produzida pela *cidade científica*.

As questões discutidas acima, com base no pensamento de Bachelard, mostram a atualidade das suas idéias, em relação à formação do professor e à ação docente. Além dos aspectos específicos relativos à aprendizagem dos conceitos científicos (relevante, também, no processo de formação do professor), pode-se apreender da epistemologia de Bachelard, uma preocupação com uma formação docente de caráter permanente, na constituição de um sujeito inventivo, criativo, reflexivo, de forma que o processo de formação consiste numa reforma do sujeito. Nesta perspectiva, a educação passa a ser, segundo Barbosa e Bulcão:

(...) processo oscilatório de formação do sujeito e do objeto, um processo árduo e difícil que exige consciência e fundamentalmente trabalho, um trabalho penoso de negação do saber que acreditávamos sólido e verdadeiro e a negação do próprio sujeito, das ilusões e crenças que tínhamos arraigadas no nosso eu mais profundo (BARBOSA e BULCÃO, 2004, p.57).

Ao analisarmos as concepções sobre o professor e sobre a ação docente (Eixo Temático 6), dos professores participantes desta pesquisa, encontramos um espectro variado, conforme mostram as Tabelas 39 e 45. Estas concepções refletem as suas experiências como docentes, dentro de um contexto em que ainda prevalece visões tradicionais de professor como transmissor de conhecimentos, sujeito que propicia o acesso à informação, utiliza métodos de avaliação, seleciona materiais didáticos. Ao mesmo tempo, outras concepções menos tradicionais também estão presentes, como a de professor como orientador, sujeito que intervém na vida das pessoas, amigo do aluno e outras.

As concepções sobre o professor de Química/ação docente em Química, apresentadas nas Tabelas 40 e 46 mostram, também, uma ênfase sobre um sujeito que transmite conhecimentos (de Química). Assim como para o Eixo Temático 6 (professor/ação docente), o professor de Química deve ser, também, um orientador e amigo do aluno. Há, neste caso, também uma preocupação com a aplicação prática dos conhecimentos químicos e com a necessidade de uma ação docente que estimule o interesse pela Química, no sentido de superar as resistências dos alunos (especialmente do ensino médio) em relação a esta ciência (quem já não ouviu a expressão “odeio Química” ?).

As concepções citadas acima sobre o professor e, em especial, sobre o professor de Química, mostram uma certa coerência com as suas visões sobre o ensino e o ensino de Química (Eixo Temático 5, Tabela 38). Assim, entre os professores que destacaram o ensino de conhecimentos químicos como a função do professor de Química, estão PQ3 e PQ5, que conceberam o ensino como transmissão de idéias e informações sobre a ciência (Tabela 44). No entanto, posturas diferenciadas são encontradas entre os professores PQ6 e PQ9. Enquanto este focaliza a ação docente em Química, como uma relação intersubjetiva, ao mesmo tempo em que concebe o ato de ensinar como ensinar e aprender (Tabela 44), aquele destaca a importância de ensinar **sobre** a Química. Este professor, ao conceber o ensino também como um processo que intervém na vida das pessoas, revela uma postura diferenciada em relação aos demais.

As concepções sobre o ensino de Química como um processo de transmissão de conhecimentos **de** Química, ou de ensino **sobre** a ciência Química, estão associadas a diferentes posturas epistemológicas. Ao conceberem o ato de ensinar como transmissão, os professores manifestam uma idéia de ciência como conhecimento verdadeiro, uma concepção realista ingênua de ciência Química e de conhecimento químico como representação da realidade. Ao passo que uma concepção de ensino de Química como ato de ensinar **sobre** essa

ciência, parece revelar uma tendência a uma postura mais racional, na medida em que ensinar **sobre** uma ciência, implica levar ao conhecimento do aluno o seu processo de produção, a racionalidade requerida neste processo e os embates entre teorias conflitantes. É uma postura de defesa de um maior racionalismo, sempre em construção, no ensino de ciências.

Nesta perspectiva, portanto, ensinar Química é, ao mesmo tempo, o ensino do conhecimento químico (produto da ciência Química) e do seu processo de produção, ou de como essa ciência se constituiu historicamente, como uma forma de conhecimento com epistemologias e metodologias próprias.

Da discussão acima, pode-se inferir que diferentes posturas epistemológicas geralmente podem configurar diferentes posturas pedagógicas, estas associadas a diferentes estilos didáticos que vão dar significado às práticas docentes.

Na perspectiva apontada acima, Lôbo e Moradillo chamam atenção que as concepções epistemológicas do professor sobre a ciência, o conhecimento científico e a sua função nos processos de ensino e aprendizagem, podem orientar alguns aspectos ligados à sua prática docente, como a relação professor-aluno, as metodologias e os processos de avaliação utilizados (LÔBO e MORADILLO, 2003, p.40).

Um aspecto interessante que deve ser ressaltado é que as diferentes posturas em relação ao ensino de Química, discutidas anteriormente, revelam uma tensão transmissão/construção na prática acadêmica dos professores de Química, quando se considera os seus dois contextos principais de atuação: o ensino e a pesquisa. Enquanto no contexto da pesquisa, é o problema, o fenômeno, que passa a demandar uma intervenção criativa, questionadora e mobilizadora da razão, em um processo dinâmico de construção e reconstrução e permanente conflito pelo contraste dos dados com os paradigmas teóricos, no contexto do ensino, o fenômeno, o problema, o conflito são mascarados, deixando de inquietar a razão, ao se depararem com as certezas transmitidas pelo professor. A observação,

o experimento cuidadoso, o planejamento prévio, o empenho em evitar o erro, a padronização dos procedimentos didáticos (para cada disciplina), as tentativas de homogeneização das metodologias de ensino e dos procedimentos laboratoriais, vão marcar as atividades curriculares.

Considerando o currículo como um processo de construção de significados e a atividade docente como uma intervenção profissional e que, portanto, utiliza saberes que se articulam, visando a construção de significados, levantamos os seguintes questionamentos em relação ao currículo atual da formação do professor de Química: que saberes são necessários para a formação do licenciado em Química?; como estes saberes estão articulados dentro da estrutura curricular?; em que medida eles estão vinculados à realidade da sala de aula?; que obstáculos precisam ser superados?; que intervenções precisam ser feitas, para garantir uma formação docente voltada para a pesquisa?; qual a participação de cada sujeito, professor e aluno, neste processo?; considerando a existência de condições subjetivas para mudanças, que condições objetivas precisam ser garantidas?.

As questões levantadas acima e muitas outras, poderiam e deveriam ter sido discutidas no processo de reforma curricular do curso de licenciatura, na proposição de um projeto pedagógico como base para o planejamento e implementação das novas ações curriculares. Para isso, o conhecimento da realidade, através da avaliação crítica do contexto atual, poderia fornecer elementos para a formulação de propostas. Este processo, de caráter coletivo, resultado de reflexões na prática e sobre a prática, revelaria os desejos de mudança da comunidade, os seus limites e possibilidades, frente ao que a realidade tem demandado em termos da formação do professor de Química, como um profissional da educação.

Do processo descrito acima, concepções e crenças seriam reveladas, constituindo elementos essenciais para a reflexão sobre a formação docente em Química, numa perspectiva mais ampla, que articule as dimensões epistemológica, pedagógica e sócio-políticas dessa

formação. Esta perspectiva, dentro de um contexto de adaptação dos currículos de formação de professores à “nova” legislação (Diretrizes Curriculares para a Formação do Professor), poderia ter tido uma maior ressonância dentro da comunidade de professores, no sentido de elaborar uma proposta curricular mais consensual, porque mais próxima da realidade e do contexto em que ela seria concretizada. Infelizmente, não foi o que aconteceu no processo de reformulação curricular do curso de licenciatura da nossa Universidade.

As questões discutidas nesta pesquisa e as reflexões colocadas acima, ao mostrarem a realidade percebida e os obstáculos a ela associados, pretenderam buscar elementos que possam constituir um novo ponto de partida para futuras intervenções no curso, através da incorporação das questões epistemológicas e didático-pedagógicas contemporâneas, relativas ao ensino e à formação do professor de ciências e, ao mesmo tempo, respeitando as singularidades inerentes a uma cultura acadêmica construída historicamente, como resultado da contribuição e esforço de todos os sujeitos envolvidos.

7. 0-CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste trabalho (que pretende ser um ponto de partida para trabalhos posteriores), um aspecto ficou, para mim, bastante evidente: a realidade estudada mostrou-se muito mais complexa do que aquilo que se pôde apreender dela. Se por um lado, este aspecto levou à realização de recortes para a adaptação aos objetivos pretendidos e ao tempo disponível para a realização da pesquisa, por outro, apontou novos desafios para a sua continuidade, de forma a alcançar outras dimensões que tiveram que ficar de fora, como: as questões cognitivas no processo de aprendizagem em Química; as relações intersubjetivas e os reflexos sobre a prática curricular; o aprofundamento dos estudos sobre as relações entre as concepções epistemológicas e pedagógicas e a prática docente de professores de Química.

A análise do currículo instituído, do processo de reforma curricular e os resultados da pesquisa revelaram alguns elementos que, acredito, serem fundamentais na discussão sobre a formação docente em Química. São eles: a falta de identidade da licenciatura em Química; a presença de dicotomias como teoria/prática, ensino/pesquisa, conhecimento específico de Química/conhecimento pedagógico; a existência de obstáculos epistemológicos e pedagógicos, com reflexos para a prática curricular.

A falta de identidade da licenciatura em Química é um elemento que tem contribuído para a desvalorização do profissional licenciado e, conseqüentemente, para a sua falta de auto-estima. Sendo considerado um profissional da Química, este profissional enfrenta uma situação peculiar: no espaço de sua formação profissional, a Faculdade de Educação, ele, geralmente, fica às margens das discussões pedagógicas, por falta de uma tradição voltada para a formação de professores de ciências; no Instituto de Química (Instituto

básico), onde existe uma cultura de valorização, apenas, do pesquisador em Química e um desconhecimento das questões referentes à formação pedagógica, o licenciando é, muitas vezes, considerado um estudante menos preparado, mantendo-se afastado das inovações produzidas pela pesquisa em Química e das atividades de divulgação e atualização dos conhecimentos produzidos na área. Dentro desta perspectiva, acredito que os cursos de formação de licenciados em Química devem, não apenas mobilizar os saberes profissionais docentes, mas promover a construção destes saberes, interagindo-os com diferentes contextos, como a sala de aula, a academia e outros espaços de aprendizagem, como Encontros, Seminários e Congressos.

O segundo elemento, citado anteriormente, é a presença de dicotomias. Mesmo que os discursos acadêmicos reforcem a indissociabilidade entre ensino e pesquisa, é notória a dificuldade em concretizá-la. Para Cunha (1997, p.82), essa dicotomia decorre do antagonismo entre as lógicas associadas a estas duas dimensões. Enquanto o ensino tem sido um processo construído a partir de uma concepção de conhecimento como produto acabado, revestido de certezas, em que o erro, a dúvida e o pensamento divergente são evitados, a pesquisa tem, como pressuposto básico, a dúvida, sendo o erro e a incerteza os pontos de partida para a investigação. Neste caso, os conhecimentos produzidos são sempre provisórios e o pensamento divergente qualifica e enriquece a formação do sujeito, contribuindo para a sua emancipação. Dentro desta perspectiva, poder-se-ia questionar: como lógicas tão antagônicas podem conviver, com razoável harmonia, em um espaço de formação, no qual os sujeitos pesquisadores são, também, formadores de professores?; como podemos trazer para o ensino a lógica da pesquisa, no sentido de torná-lo mais emancipatório?; que resistências teriam que ser vencidas?.

A dicotomia teoria-prática é um elemento presente, tanto na sala de aula, como na própria organização do conhecimento. Como discutido no Capítulo 6, estas duas dimensões,

embora consideradas pelos sujeitos pesquisados importantes para o ensino de Química, têm levado a distorções e produzido obstáculos para a compreensão da Química como uma ciência produto da relação dialética razão/empíria. As dificuldades de interação entre os níveis de ensino de Química, teórico e fenomenológico, com ênfase sobre o nível teórico, em detrimento do fenomenológico, nas aulas de Química, contribuem para reforçar a lógica da racionalidade técnica, predominante no ensino de ciências e na formação do professor de ciências. Dentro desta perspectiva, o conhecimento teórico passa a ser um pré-requisito para a prática profissional, mesmo que aquele tenha sido produzido em um contexto diferente da prática e, normalmente idealizado, sem os elementos que compõem a práxis pedagógica. Nesta, a teoria está sempre em construção para atender a complexidade de cada contexto real vivido pelo professor, contexto que, como diz Schön, é uma “zona pantanosa” que desafia constantemente o profissional, demandando a reconstrução, reformulação, resignificação de seus conhecimentos, não apenas aqueles adquiridos na própria prática, como os previamente adquiridos através dos modelos pedagógicos existentes ou de simulações elaboradas pelo professor, fora do contexto real da sala de aula.

A superação da dicotomia teoria/prática deve envolver a alteração da própria organização curricular do curso, evitando a linearidade no processo de socialização dos conhecimentos, uma vez que a apreensão dos saberes científicos de Química, *a priori*, não garantem a sua adequada aplicação pedagógica, desde que esta demanda a mobilização de diferentes saberes, entre os quais o científico é apenas um deles.

Os depoimentos dos alunos nesta pesquisa mostraram a dificuldade de articulação entre os conhecimentos científicos de Química e os pedagógicos, em situações reais de sala de aula, gerando uma crise de confiança profissional, mesmo durante o período de formação. Esta crise é, parcialmente, atenuada durante a experiência profissional, quando o professor geralmente adota, ou um ativismo próprio de uma concepção empirista de processo de ensino,

ou uma atitude pragmática de reprodução dos conhecimentos constantes nos manuais e livros didáticos.

A superação das dicotomias teoria/prática, conhecimento específico-conhecimento pedagógico, características do modelo da racionalidade técnica na formação docente, requer uma mudança na concepção de conhecimento, de ensino, de aprendizagem e de ação docente, questões de natureza epistemológica e pedagógica que orientam uma determinada concepção de currículo e de prática curricular. Nesta perspectiva, a pesquisa apontou alguns obstáculos epistemológicos e pedagógicos presentes nos discursos de professores e alunos e na prática curricular que, ao mesmo tempo que dificultam a compreensão da ciência Química e da racionalidade envolvida na produção do conhecimento químico, levam à reprodução de um modelo de formação docente calcado em um paradigma (do ponto de vista kuhniano) que, contraditoriamente, não tem oferecido os meios para a solução dos problemas que ele mesmo criou.

Os resultados encontrados para as concepções epistemológicas de professores e alunos do curso, mostram uma tendência para uma perspectiva predominantemente empirista de ciência e ciência Química. Em relação ao conhecimento científico, professores e alunos apresentaram um maior equilíbrio entre concepções empiristas e racionalistas. Embora concepções de cunho realista não pareçam estar presentes entre professores, entre os alunos elas ocorrem, mesmo com baixas frequências.

A predominância de concepções empiristas de ciência e ciência Química entre os sujeitos da pesquisa, ao mesmo tempo em que está associada a uma cultura manipulativa, herdada de uma forte tradição de pesquisa em Química Analítica, parece condicionar práticas curriculares nas quais a preocupação com o método, a manipulação dos materiais e equipamentos e a aquisição de habilidades, por parte dos alunos, são elementos apontados como essenciais pelos professores. Nesta perspectiva, a pesquisa mostrou relações entre uma

tendência filosófica empirista de ciência Química e tendências pedagógicas que privilegiam práticas manipulativas como recursos didáticos para o ensino de Química.

Apesar dos resultados terem apontado uma prevalência da teoria sobre a prática no ensino dos conceitos químicos, a preocupação em articular estas duas dimensões, tanto entre professores, quanto entre alunos, mostra que, mesmo que de forma tácita, os sujeitos desta pesquisa reconhecem a importância da articulação destas duas dimensões na produção e compreensão do conhecimento químico. Esta perspectiva vai ao encontro da idéia de síntese, proposta por Bachelard, entre a experiência pensada e a razão experimentada, entre o empirismo instruído e o racionalismo aplicado, na ciência Química.

Os resultados encontrados para as concepções pedagógicas dos sujeitos pesquisados mostraram uma dispersão muito grande, embora a transmissão de conhecimentos e de informações tenha sido predominante, mostrando uma coerência com uma visão de ciência como conhecimento verdadeiro. Entre os professores, observou-se uma certa coerência entre as concepções pedagógicas, epistemológicas e suas práticas docentes como, por exemplo, ao conceber o trabalho experimental no ensino de Química como comprovação de teorias. Neste caso, uma concepção de ciência Química como verdade e de conhecimento químico como conhecimento verdadeiro, parece levar a essa concepção e prática docente em relação ao trabalho experimental no ensino de Química.

Embora não se possa estabelecer, para todos os eixos temáticos da pesquisa, uma relação direta entre as concepções epistemológicas e pedagógicas dos sujeitos pesquisados, o trabalho mostrou algumas relações entre elas e, também, entre elas e o currículo instituído. Nesta perspectiva, acredito ser de fundamental importância o aprofundamento do estudo sobre estas relações e o impacto destas concepções sobre a formação do licenciado em Química.

Na perspectiva apontada acima, a formação do professor de Química deve envolver a integração entre os conhecimentos específicos de Química, os conhecimentos

pedagógicos e os curriculares, tendo em vista que estes saberes estão fundados sobre visões de mundo e concepções que interferem no fazer docente. A mobilização destes saberes poderá contribuir para a superação da dicotomia teoria/prática, visando uma formação docente em Química mais autônoma e mais coerente com o caráter dinâmico de construção da ciência Química.

Os resultados deste trabalho apontam para a necessidade de aprofundamento do diálogo entre os sujeitos envolvidos no processo de formação do licenciado em Química, professores e alunos, tanto nos espaços acadêmicos formais, como Departamentos, Colegiados e Fóruns específicos, como na informalidade dos encontros cotidianos entre estes sujeitos, muitas vezes tão ricos em idéias e propostas não viabilizadas.

Um outro aspecto que emerge da pesquisa é a necessidade de aprofundar o debate epistemológico, em especial, sobre as concepções epistemológicas e sua influência sobre a prática pedagógica e a formação do professor de Química. Este debate poderá resultar em práticas curriculares mais consistentes com as questões atuais da filosofia da ciência, do ensino e da formação do professor de ciências. No caso do ensino de Química, uma reorientação do trabalho experimental, voltando-o para a pesquisa, superando a ênfase sobre a comprovação de teorias; o emprego de estratégias didáticas que utilizem a história da Química, combinada com questões epistemológicas, para uma melhor compreensão do processo de produção do conhecimento químico e dos embates inerentes a esta produção; a reorganização curricular, visando maior interação teoria/prática, razão/empíria, nas disciplinas de conteúdo específico de Química e entre elas e as de conteúdo pedagógico.

Para finalizar, acredito que deve-se pensar a formação docente em Química da nossa Universidade, não a partir da reprodução de um modelo de organização curricular centrado na fragmentação dos conhecimentos socializados em espaços determinados (disciplina ou componente curricular) e tempos linearmente organizados, mas a partir de

dinâmicas em que o instituído, produto de uma construção coletiva, esteja, constantemente, submetido à reconstrução e ressignificação, quando submetido à prática social.

Na perspectiva apontada acima, o instituído, em tensão permanente com o instituinte (pois incorpora novos elementos da prática social que o desestabiliza), apresenta-se, apenas, como uma possibilidade, dentro de um universo de possibilidades. O currículo da formação docente passa a ser, assim, um processo de construção de significados acordados pelos sujeitos, em cada contexto histórico, processo no qual as dimensões epistemológica e pedagógica, e a relação entre elas, deverão constituir o suporte sobre o qual as propostas curriculares estarão assentadas.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F. BELL; R.L.; LEDERMAN, N.G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *Int. J. Sci. Educ.*, v. 22, n. 7, 2000.

_____. The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural. *Science Education*, v.82, n.4, p.417-436, 1998.

ABD-EL-KHALICK, F., LEDERMAN, N.G. The Influence of History of Science Courses on Students' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, v.37, n.10, 2000.

ABREU, R.G. A Concepção de Currículo Integrado e o Ensino de Química no "Novo Ensino Médio". In: Anais da 24ª Reunião Anual da ANPED, 2001, Caxambú, Disponível em www.anped.org.br

AIKENHEAD, G. The measurement of high school student's knowledge about science and scientists. *Science Education*, v.57, p. 539-549, 1971.

ALTOLFI, J.; DEVELAY, M. A Didática das Ciências. Traduzido por Magda S.S. Fonseca, 4ª ed. Campinas: Papirus, 1995.

ANDERY, M.A. *et al.* Para Compreender a Ciência. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo; SãoPaulo: EDUC, 1988.

BACHELARD, G. A Formação do Espírito Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Traduzido por Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

_____. O Materialismo Racional. Traduzido por João Gama. Lisboa: Edições 70, LDA,1990.

_____. O Novo Espírito Científico. Traduzido por Juvenal Hahne Júnior. 2.ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1985.

_____. O Racionalismo Aplicado. Traduzido por Nathanael C. Caixeiro. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977.

_____. A Filosofia do Não: filosofia do novo espírito científico. Traduzido por Joaquim José Moura Ramos. 5.ed. Lisboa: Editorial Presença, LDA, 1991.

_____. In: Pessanha, J.A.M. Coleção Os Pensadores. 2.ed. São Paulo: Abril Cultural, 1984.

BACON, F. *Novum Organum* ou Verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza. Coleção Os Pensadores. 3. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1984.

BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El Trabajo Práctico en la Enseñanza de las Ciências: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, v.14, n.3, 1996.

BARBOSA, E. Gaston Bachelard: o arauto da pós-modernidade. Salvador: Editora da UFBA, 1996.

BARBOSA, E.; BULCÃO, M. Bachelard: pedagogia da razão, pedagogia da imaginação. Petrópolis: Vozes, 2004.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Traduzido por Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 1977.

BENCZE, L.; HODSON, D. Changing Practice by Changing Practice; Toward More Authentic Science and Science Curriculum Development. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 36, n.5, 1999.

BODGAN, R.; BIKLEN, S.K. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Traduzido por Maria João Álvarez, Sara Bahia dos Santos e Telma Mourinno Baptista. Porto: Porto Editora, LDA., 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica. Parecer CNE/CP 009/2001, 8 de maio de 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio Resolução CNE/CP 1, 18 de Fevereiro de 2002.

BRICKHOUSE, N. W. Teacher's beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, v.41, n.3, 1990.

BULCÃO, M. *O Racionalismo da Ciência Contemporânea: uma análise da epistemologia de Gaston Bachelard*. 2.ed. Londrina: Ed. UEL, 1999.

CAMPOS, C.; CACHAPUZ, A. Imagens de ciência em manuais de química portugueses. *Química Nova na Escola*. n.6, 1997.

CARR, W.; KEMMIS, S. *Teoria Crítica de la Enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martinez Rocca, 1998.

CHALMERS, A.F. *O que é ciência afinal?* Traduzido por Raul Fiker. São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHASSOT, A. I. Para que(m) é útil o ensino? Alternativas para um ensino (de Química) mais crítico. Canoas: ULBRA, 1995.

CHAVES, S.N. Por uma nova epistemologia da formação docente: o que diz a literatura e o que fazem os educadores. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M.R. (orgs.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.

CHERVEL, A. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. *Teoria & Educação*, n.2, 1990.

CHEVALLARD, Y. La Transposición didáctica: del saber sabio ao saber enseñado. Buenos Aires: Aique, 1991

COBERN, W.W. Worldview Theory and Conceptual Change in Science Education. *Science Education*, v.80, n.5, 1996.

COMTE, A. Discurso sobre o Espírito Positivo. Traduzido por Maria Ermantina Galvão G. Pereira. São Paulo: Martins Fontes, 1990.

CRONIN-JONES, L.L., Science teacher beliefs and their influence on curriculum implementation: two case studies. *Journal of Research in Science Teaching*, v.28, n.3, 235-250, 1991

CUNHA, M.I. Aula Universitária: inovação e pesquisa. In: LEITE, D.B.C. ; MOROSINI, M. (orgs). Universidade Futurante: produção do ensino e inovação. Campinas: Papirus, 1997.

DE JONG, O. La Investigacion Activa como Herramienta para Mejorar la Enseñanza de la Química: nuevos enfoques. *Enseñanza de las Ciencias*. v.14, n.3, 1996.

DEWEY, J. Como Pensamos. Traduzido por Haidée de Camargo Campos. 3ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

DIAS, R.E. Competências - Um conceito recontextualizado no currículo para a formação de professores no Brasil. 24ª Reunião Anual da ANPED. Caxambú, 2001. Disponível em www.anped.org.br.

ERICKSON, F. Qualitative research methods for science education. In: FRASER, B.J.; TOBIN, K.G. (Eds.). International Handbook of Science Education, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998.

FILGUEIRAS, C.A.L. A Revolução Química de Lavoisier: uma verdadeira revolução?. *Química Nova*, v.18, n.2, 1995.

FIORENTINI, D.; SOUZA JR.; A.J., MELO, G.F.A. Saberes Docentes: um desafio para acadêmicos e práticos. In: GERALDI, C.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E.M.A.(orgs.).

Cartografias do Trabalho Docente: professor (a)-pesquisador (a). Campinas: Mercado de Letras: Associação de Leitura do Brasil-ALB, 1998.

FREIRE Jr.,O. A relevância da filosofia e da história das ciências para a formação dos professores de ciências. In: SILVA FILHO, W.J.(org.). Epistemologia e Ensino de Ciências. Salvador: Arcádia, 2002.

_____. Novo Tempo, Novo Espaço, Novo Espaço-Tempo : breve história da relatividade. In: Rocha, J.F.M.(org.). Origens e Evolução das Idéias da Física. Salvador: EDUFBA, 2002.

_____. A Física dos Quanta e “O Novo Espírito Científico”. *Revista Reflexão*. n.62, 1995.

GALLAGHER, J.J. Prospective and Practicing Secondary School Science Teachers' Knowledge and Beliefs about the Philosophy of Science. *Science Education*, v. 75, n.1, p.121-133, 1991.

GAUTHIER, C.; MARTINEAU, S.; DESBIENS, J.; MALO, A.; SIMARD, D. Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Traduzido por Francisco Pereira. Ijuí: UNIJUÍ, 1998.

HARRES, J.B.S. Epistemologia e modelos didáticos no ensino de Ciências. Porto Alegre, *Educação*, n.40, 2000.

HENRY, J. A Revolução científica e as origens da ciência moderna. Traduzido por Maria Luíza X.A.Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1998.

HEWSON, M.G.; HEWSON, P.W. Effect of instruction using student's prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, v.20, 1983.

HEWSON, P.W.; THORLEY, N.R. The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, n.11, 1989.

HODSON, D. Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*. v.20, n.2, 1988.

_____. Philosophy of Science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12, 1985.

IMBERNÓN. F. La formación del profesorado. Barcelona: Paidós, 1994.

KIMBALL, M.E. Understanding the nature of science: A comparison of scientists and science teachers. *Journal of research in Science Teaching*, v.1, n.2, p. 3-6, 1968.

KNELLER, G.F. A Ciência como Atividade Humana. Tradução de Antônio José de Souza. Rio de Janeiro: Zahar; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.

KRASILCHIK, M. O Professor e o Currículo das Ciências. São Paulo: EPU, 1987.

LEDERMAN, N. G.; ZEIDLER D. L. Science Teachers' Conceptions of the Nature of Science: Do They Really Influence Teaching Behavior?, *Science Education* v.71, n.5, 1987.

LEDERMAN, N. G.; O'MALLEY, M. Students' perceptions of tentativeness in science: development, use, and sources of change. *Science Education*, v. 74, 1990.

LEDERMAN, N.G., Student's and Teacher's Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 29, n. 4, 1992.

_____. Teachers' Understanding of the Nature of Science and Classroom Practice: Factors That Facilitate or Impede the Relationship, *Journal of Research in Science Teaching*, v.36, n.8, p.927, 1999.

LÔBO, S. F. La construction des connaissances en chimie selon la perspective bachelardienne: du réalisme naïf au rationalisme appliqué. *Cahiers Gaston Bachelard*, n.4, 2001.

_____. Epistemologia Bachelardiana e o Progresso Filosófico das Ciências Físicas: implicações na Química e no ensino de Química. In: Silva, Filho, W.J. (org.). Epistemologia e Ensino de Ciências. Salvador: Arcádia, 2002.

LÔBO, S. F.; MORADILLO, E.F. Epistemologia e a formação docente em Química. *Química Nova na Escola*, n.17, 2003.

LÔBO, S.F.; SILVA, J.L.P.B.; MORADILLO, E.F.; OKI, M.C.M.; PIMENTEL, H.O.; PENHA, A.F. Licenciatura em química: a mudança necessária. In: Anais do XL Congresso Brasileiro de Química, 2000, Recife: UFRPE, p. 40.

LOPES, A. R. C. A Disciplina Química: Currículo, Epistemologia e História. *Episteme*, v.3, n.5, 1998.

_____. Bachelard: o filósofo da desilusão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.13, n.3, 1996.

_____. Conhecimento Escolar em Química – Processo de Mediação Didática da Ciência. *Química Nova*. v.20, n.5, 1997.

_____. Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, v.11, n.3, 1993.

_____. Livros Didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência Química. 1990. 289p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Estudos Avançados em Educação, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

_____. Livros Didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência Química. *Química Nova*, v.15, n.3, 1992.

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

LUTFI, M. Cotidiano e Educação em Química: os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no 2º grau. Ijuí: UNIJUI, 1988.

MACEDO, E. F. Currículo e Competência. In: LOPES, A. & MACEDO, E. (org.). Disciplinas e Integração Curricular: História e Políticas. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

_____. Parâmetros Curriculares Nacionais: A Falácia de seus Temas Transversais. In: MOREIRA, A. F. Currículo: políticas e práticas. Campinas: Papirus, 1999.

MACEDO, R. S. A Etnopesquisa crítica e multirreferencial nas ciências humanas e na educação. Salvador: EDUFBA, 2000.

MACKEY, L.D. Development of understanding about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, v.8, 1971.

MALDANER, O. A. A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: professor/pesquisador. Ijuí: Unijuí, 2000

MARTINS, J.; BICUDO, M.A.V. A Pesquisa Qualitativa em Psicologia: fundamentos e recursos básicos. São Paulo: Moraes, LDA, EDUC, 1989.

MATTHEWS, M. R. Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science. New York: Routledge, 1994.

McCOMAS, W.F.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M.P. The Nature of Science in Science Education: an Introduction. *Science and Education*, v.7, n.6, p.511-532, 1998.

MEAD, M.; METRAUX, R. Image of the scientist among high school students. *Science*, v. 126, 1957.

MELADO, V. Preservice Teachers' Classroom Practice and Their Conceptions of Nature of Science. *Science and Education*, n.6, 1997.

TREVISAN, R. MICHAELIS: moderno dicionário da língua portuguesa. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1998, 2267p.

MILLAR, R. Constructive Criticism. *International Journal of Science Education*, v.11, n.5, 1989.

MORA, J.F. Dicionário de Filosofia. Traduzido por Roberto Leal Ferreira e Álvaro Cabral. São Paulo: Martins Fontes, 1993, 733p.

MORADILLO, E.F.; SILVA, J.L.P.B.; OKI, M.C.M. História e epistemologia na construção do conhecimento químico. In: 2º Encontro Latino Americano de Ensino de Química, 2000, Porto Alegre. Anais do 2º Encontro Latino Americano de Ensino de Química. Porto Alegre: PUC, 2000. p.80

MORAES, R. Tempestade de Luz: a compreensão possibilitada pela análise textual qualitativa. Faculdade de Educação. PUC: Porto Alegre PUC, 2001 (mimeo).

MORIN, E. Articular os saberes. In: ALVES, N.; GARCIA, R. (org.). O Sentido da Escola. DP&A, 1999.

MORTIMER, E.F. A Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v.23, n.2, 2000.

_____. Conceptual change or conceptual profile change? *Science Education*, v.4, n.3, 1995.

_____. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: para onde vamos?. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.1, n.1, 1996.

_____. Para além das fronteiras da Química: relações entre filosofia e ensino de Química. *Química Nova*, v.20, n.2, 1997.

_____. Pressupostos Epistemológicos para uma Metodologia de Ensino de Química: mudança conceitual e perfil epistemológico. *Química Nova*, v.15, n.3, 1992.

NADEAU, R.; DÉSAUTELS, J. Epistemology and the teaching of Science. Ottawa, Science Council of Canada. In: HODSON, D., Philosophy of Science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12, p. 25-27, 1985.

NÓVOA, A. (org.). Os Professores e a sua Formação. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992.

PACHECO, J.A. Competências curriculares: as práticas ocultas nos discursos das reformas. 24ª Reunião Anual da ANPED, Caxambú, 2001.

PENHA, A.F.; MORADILLO, E.F.; PIMENTEL, H.O.; SILVA, J.L.P.B.; CUNHA, M.B.M.; OKI, M.C.M.; LÔBO, S.F. A licenciatura em química da UFBA: questões epistemológicas e implicações para o currículo. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2002, Recife. Anais do XI Encontro Nacional de Ensino de Química. Recife: UFPE, 2002. p.96.

PFUND, H.; DUIT, R. Bibliography - Student's Alternative Frameworks and Science Education. Kiel, IPN, 1991.

POPPER, K. A Lógica da Pesquisa Científica. Tradução de Leonidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix, 9.ed., 2001.

POSNER, G.; STRIKE, K.; HEWSON, P.; GERTZOG, W. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, n.66, 1982.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, F. Un Análisis de las Concepciones Acerca de la Naturaleza del Conocimiento Científico de los Profesores Portugueses de la Enseñanza Secundaria, *Enseñanza de las Ciencias*, v.12, n.3, 1994.

PRAIA, J.F.; CACHAPUZ, A.F.C.; GIL-PÉREZ, D. Problema, Teoria e Observação em Ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. *Ciência & Educação*, v.8, n.1, p. 127-145, 2002.

QUÍMICA CBA. (Guia do professor). Traduzido por Alaôr Fernandes. v.1, São Paulo: EDART, Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências, 1973.

ROBINSON, J.T. Science Teaching and the Nature of Science. *Science & Education*, 7, 1998.

_____. Philosophical and historical bases of science teaching, *Rev. Educ. Res.*, v.39, p.459-471, 1969.

ROSA, M.I.F.P.S., MEDEIROS, A.G., SHIMABUKURO, E.K.H. Tutoria na Formação de Professores de Ciências - Um Modelo Pautado na Racionalidade Prática. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.1, n.3, 2001.

RUBBA, P. HORNER, J.; SMITH, J.M. An study of two misconceptions about the nature of science among junior high school students. *School Science and Mathematics*, v. 81, p. 221-226, 1981.

SANTOS, E.M.; PRAIA, J.F. Percurso de Mudança na Didática das Ciências. Sua Fundamentação Epistemológica. Aveiro, Portugal. Projeto Mutare, n.1, p. 7-34, 1992.

SANTOS FILHO, J.C.S.; GAMBOA, S.S. (orgs.). Pesquisa Educacional: quantidade-qualidade. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2000.

SANTOS, W.L.P.; SCHNETZLER, R.P. Educação em Química: compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora Unijuí, 1997.

SCHNETZLER, R.P. O Professor de Ciências: problemas e tendências de sua formação. In: SCHNETZLER, R.P. & ARAGÃO, R.M.R.(orgs.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Piracicaba: UNIMEP/CAPEL, 2000.

SCHÖN, D. A. Educando o Profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Traduzido por Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

_____. La formación de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones. Barcelona: Paidós, 1992.

_____. The reflexive practitioner. New York: Basic Books, 1983.

SCHULMAN, L.S. Those who understand: knowledge growth. *Teaching Educational Researcher*, n.2, v.15, 1986.

SERPA, L.F.P. Rascunho Digital: diálogos com Felipe Serpa. Salvador: EDUFBA, 2004.

_____. Ciência e Historicidade. Salvador: UFBA, 1991.

STINNER, A.; WILLIAMS, H. Conceptual Change, History, and Science Stories. *Interchange*, v.24, n.1-2, 1993.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. Catálogo Geral de Cursos. Salvador, 1971. 280p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. Análise da proposta preliminar de Diretrizes Curriculares para os cursos de Química sistematizada na SESU/MEC. Salvador, 1999.11f.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. Proposta de Modificação do Curso de Licenciatura em Química. Salvador, 1987. 8f.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. Políticas para o Ensino de Graduação na UFBA e Linhas de Atuação da PROGRAD - Série PROGRAD 1. Salvador, 1999. 65p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. Políticas para o Ensino de Graduação na UFBA e Linhas de Atuação da PROGRAD - Série PROGRAD 2. Salvador, 1999. 47p.

VIDAL, B. História da Química. Traduzido por A.F.Marques. Lisboa: Edições 70, LDA, 1986.

VIGOTSKY, L.S. Pensamento e Linguagem. Lisboa: Edições Antídoto, 1979.

WILSON, L. A study of opinions related to the nature of science and its purpose in society. *Science Education*, v.38, n.2. p.159-164, 1954.

YOUNG, M.F.D. O Currículo do Futuro: da "nova sociologia da educação" a uma teoria crítica do aprendizado. Traduzido por Roberto Leal Ferreira. Campinas: Papirus, 2000.

YOUNG, R.E. A Study of Teacher Epistemology, *The Australian Journal of Education*, v.25, n. 2, 1981.

ZEICHNER, K.M. A Formação Reflexiva de Professores: idéias e práticas. Lisboa: EDUCA, 1993.

ANEXOS

ANEXO 1- currículo do curso de licenciatura. Fonte: Catálogo Geral dos Cursos de Graduação da UFBA (1975).

ANEXO 2- estruturas departamentais do Instituto de Química, Faculdade de Educação e Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Fonte: Catálogo Geral da UFBA (1969).

ANEXO 3 - índices de evasão dos alunos de Química, por ano de ingresso. Fonte: Relatório do Colegiado do Curso de Graduação (1999).

ANEXO 4 - índices de reprovação nas disciplinas do primeiro semestre. Fonte: Relatório do Colegiado do Curso de Graduação (1999).

ANEXO 5 - Matriz curricular do curso de licenciatura em Química - ano 2000.

ANEXO 6 - Ementas das disciplinas integradoras.

ANEXO 7 - Protocolo das entrevistas com alunos de Química

ANEXO 8 - Questionário de concepções de professores

ANEXO 9 - Tabelas de Conceitos Gerais dos alunos, por Unidade de Significado, para cada Eixo Temático (dimensão epistemológica)

ANEXO 10 - Tabelas de Conceitos Gerais dos professores, por Unidade de Significado, para cada Eixo Temático (dimensão epistemológica)

ANEXO 11- Tabelas de Conceitos Gerais dos alunos, por Unidade de Significado, para cada Eixo Temático (dimensão pedagógica).

ANEXO 12 -Tabelas de Conceitos Gerais dos professores, por Unidade de Significado, para cada Eixo Temático (dimensão pedagógica).

ANEXO 1

I – LICENCIATURA

Para graduação no Curso de Licenciatura em Química o aluno deverá perfazer o total de 127 créditos, equivalentes à carga horária de 2.745 horas, integralizada no mínimo de 3 anos, médio de 4 e no máximo de 6 anos assim distribuídos:

A – Disciplinas Nucleares:

	CARGA HORÁRIA	CRÉDITOS	
FIS 002 – Física Geral e Experimental II	90	(2.2.0)	4
MAT 002 – Matemática Básica II	90	(4.1.0)	5
Subtotal	180		9

B – Disciplinas do Currículo Mínimo:

EDC 106 – Psicologia da Educação I	45	(3.0.0)	3
EDC 107 – Psicologia da Educação II	45	(3.0.0)	3
EDC 125 – Estrutura e Funcionamento do Ensino de 2o. Grau I	45	(3.0.0)	3
EDC 179 – Didática I	105	(3.2.0)	5
EDC 182 – Metodologia e Prática de Ensino das Ciências Experimentais I	150	(1.3.0)	4
EDC 183 – Metodologia e Prática de Ensino das Ciências Experimentais II	255	(0.4.3)	7
FIS 003 – Física Geral e Experimental III	90	(2.2.0)	4
FIS 004 – Física Geral e Experimental IV	90	(2.2.0)	4
GEO 004 – Geologia Geral I	90	(3.1.0)	4
MAT 004 – Cálculo I	75	(3.1.0)	4
MAT 005 – Cálculo II	75	(3.1.0)	4
MAT 025 – Estatística III – A	75	(3.1.0)	4
QUI 004 – Fundamentos de Química Geral I	90	(3.1.0)	4
QUI 005 – Fundamentos de Química Inorgânica	90	(3.1.0)	4
QUI 007 – Química Orgânica II	90	(3.1.0)	4
QUI 008 – Química Orgânica III	90	(3.1.0)	4
QUI 025 – Introdução à Química Geral	90	(4.1.0)	5
QUI 105 – Química Orgânica IV	90	(2.2.0)	4
Subtotal	1.680		74

C – Disciplinas Complementares Obrigatórias

FCH 225 – Estudo de Problemas Brasileiros I	45	(3.0.0)	3
ICS 004 – Bioquímica Básica	75	(3.1.0)	4

QUI 013 – Físico-Química I	90	(3.1.0)	4
QUI 014 – Físico-Química II	90	(3.1.0)	4
QUI 026 – Análise Química I	90	(2.2.0)	4
QUI 027 – Análise Química II	90	(2.2.0)	4
QUI 104 – Evolução da Química	45	(3.0.0)	3
QUI 110 – Físico-Química IV	90	(3.1.0)	4
Subtotal	615		30

D – Disciplinas Complementares Optativas:

EDC 116 – Medidas Educacionais I	45	(3.0.0)	3
EDC 136 – Problemas Brasileiros de Educação I	45	(3.0.0)	3
QUI 027 – Análise Química II	90	(2.2.0)	4
QUI 100 – Análise Instrumental I	90	(2.2.0)	4
QUI 101 – Princípios dos Métodos de Separação	90	(2.2.0)	4
QUI 105 – Química Orgânica IV	90	(2.2.0)	4
QUI 106 – Análise Orgânica I	90	(2.2.0)	4
QUI 109 – Físico-Química III	90	(3.1.0)	4
QUI 110 – Físico-Química IV	90	(3.1.0)	4
QUI 115 – Introdução à Análise Instrumental	90	(2.2.0)	4
Subtotal	2.115		100

C – Disciplinas Complementares Optativas:

ENG 196 – Tecnologia dos Polímeros	75	(3.1.0)	4
GEO 004 – Geologia Geral I	90	(3.1.0)	4
ICS 004 – Bioquímica Básica	75	(3.1.0)	4
MAT 114 – Introdução à Ciência dos Computadores	60	(2.1.0)	3
MAT 116 – Cálculo Numérico	75	(3.1.0)	4
QUI 102 – Química Analítica Aplicada	120	(1.3.0)	4
QUI 107 – Fitoquímica	90	(3.1.0)	4
QUI 108 – Sínteses Orgânicas	120	(1.3.0)	4
QUI 116 – Metalurgia	90	(2.2.0)	4
QUI 117 – Métodos Modernos da Química Inorgânica	120	(1.3.0)	4

Observação: O aluno deverá cumprir, no mínimo, 23 créditos em disciplinas optativas, equivalentes à carga horária de 540 horas.

D – Disciplinas Eletivas:

Observação: O aluno deverá cumprir, no mínimo 3 créditos em disciplinas eletivas, equivalentes à carga horária de 45 horas.