

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

ANALICE DE ALMEIDA LIMA

O USO DE MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA:
Uma investigação acerca dos saberes construídos durante a formação
inicial de professores de Química da UFRN

Natal

2007

ANALICE DE ALMEIDA LIMA

O USO DE MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA:

Uma investigação acerca dos saberes construídos durante a formação inicial de professores de Química da UFRN

Tese apresentada à Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Educação.

Orientador:
Prof. Dr. Isauro Beltrán Núñez

NATAL
2007

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Setorial do CCSA
Divisão de Serviços Técnicos

Lima, Analice de Almeida.

O uso de modelos no ensino de Química : uma investigação acerca dos saberes construídos durante a formação inicial de professores de Química da UFRN / Analice de Almeida Lima. - Natal, 2007.

250 f.

Orientador: Prof. Dr. Isauro Beltrán Núñez.

Tese (Doutorado em Educação) Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Sociais Aplicadas. Programa de Pós-Graduação em Educação.

1. Educação - Tese. 2. Ensino - Tese. 3. Química – Tese. 4. Profissionalização – Tese. 5. Docente – Tese. I. Núñez, Isauro Beltrán. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/BS/CCSA

CDU 371.13 (043.2)

ANALICE DE ALMEIDA LIMA

O USO DE MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA:

Uma investigação acerca dos saberes construídos durante a formação inicial de professores de Química da UFRN

Tese apresentada à Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Educação.

Aprovado em

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Isauro Beltrán Núñez
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Prof^a Dra Rejane Martins Novais Barbosa
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof^a Dra Suely Alves da Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof^a Dra Márcia Gorette Lima da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Prof. André Ferrer Pinto Martins
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

A minha mãe Alice por ser eternamente minha luz e inspiração (*in memoriam*).

A meus queridos filhos – Maria Clara, Maria Luiza e Felipe – que com suas energias incomparáveis, foram essenciais em todas as etapas deste trabalho.

A meu pai Adeildo, ao meu querido irmão André e as minhas irmãs Vera e Valdenis, pelo apoio em todos os momentos, tornando possível mais uma conquista profissional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar com sabedoria durante a realização de mais uma jornada profissional em minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Isauro Beltrán Núñez, pela seriedade na orientação e construção deste trabalho de pesquisa e, sobretudo, pelo carinho e amizade demonstrados em todos os momentos e que foram imprescindíveis no decorrer desta jornada.

À professora Rejane Martins Novais Barbosa, pela incomensurável contribuição ao longo de minha formação profissional, sempre apontando possibilidades para o meu crescimento, de forma amiga, e pelos questionamentos e sugestões fundamentais para a concretização deste trabalho.

Às professoras Márcia Gorette Lima da Silva e Suely Alves da Silva, pelos valiosos questionamentos e sugestões que subsidiaram a construção deste trabalho e acima de tudo pelo carinho e amizade.

Ao professor André Ferrer Pinto Martins, por sua seriedade ao tecer comentários e questionamentos durante os Seminários Doutorais, colaborando de modo significativo para a construção desse trabalho.

À amiga Lúcia Helena Aguiar de Souza, pelo incentivo, reflexões e sugestões sempre pertinentes ao longo desta jornada.

Às amigas Raimunda Porfírio, Antônia Francimar e Márcia Adelino, pela acolhida e carinho sempre demonstrados durante minha estada em Natal, além de serem exemplos de perseverança na busca do crescimento profissional.

Aos integrantes da Linha de Pesquisa “Formação e Profissionalização Docente”, pelo companheirismo nas disciplinas e nos grupos de estudo e pelo carinho constante.

Ao programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pela seriedade na formação de pesquisadores.

Aos alunos do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela participação na fase inicial desta pesquisa, proporcionando elementos para a reestruturação do caminho a ser trilhado na pesquisa.

Aos alunos do Curso de Licenciatura da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pela participação nesta pesquisa, com seriedade e dedicação em todos os momentos em que foram solicitados.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e a CAPES, por oportunizarem meios para que realização do Doutorado e, em especial, aos professores e funcionários dos departamentos de Educação e Química.

Ao professor Paulo de Jesus, por suas discussões valiosas que subsidiaram a construção do projeto de pesquisa.

À Ana Katarina de Araújo, pelo empenho e carinho durante toda a pesquisa na busca das referências bibliográficas.

À amiga Maria do Rosário de Fátima de Sá Barreto, pela disponibilidade e profissionalismo na revisão deste trabalho.

À amiga Anália Keyla, pela colaboração com as questões relacionadas à língua estrangeira.

Ao Amigo Pitta Oliveira, que com sua tranquilidade e carinho contribuiu de maneira significativa para a finalização deste trabalho.

À minha família, que sempre tem me apoiado nos momentos difíceis da minha jornada profissional.

Aos amigos que compartilharam comigo das alegrias e angústias durante todo esse processo, com palavras e gestos de incentivo e carinho.

O Senhor é quem vai adiante de ti, ele será contigo, não te deixará, nem te desampará; não temas, nem te atemorizes.

(Deuteronômio 31:8)

RESUMO

Nos últimos vinte anos, as pesquisas voltadas à profissionalização docente têm crescido de modo expressivo. Nesse contexto, as investigações acerca dos saberes docentes representam uma importante contribuição, visto que buscam identificar e resgatar a base de conhecimento que sustenta a profissão docente. Em particular, as reflexões e proposições de Lee Shulman têm constituído um subsídio fundamental à profissionalização dos professores no sentido de atrelar os saberes pedagógicos aos do conteúdo, estabelecendo o conhecimento pedagógico do conteúdo que caracteriza e diferencia o professor e o bacharel em determinada área de conhecimento. Entre os saberes imprescindíveis ao exercício profissional do professor de Química, salientamos, nesta pesquisa, a pertinência dos relativos ao uso de modelos nas aulas de Química nos ensinamentos fundamental e médio. Esses saberes são referentes à compreensão dos licenciandos acerca do conhecimento e modelos elaborados na ciência e dos modelos adotados no ensino de Química, assim como as habilidades para planejar situações didáticas que utilizem modelos. Nesta pesquisa, buscamos identificar as contribuições e entraves, durante a formação inicial de professores de Química, na UFRN, em relação à construção de saberes que subsidiem os licenciandos na elaboração de atividades de ensino que envolvam a utilização de modelos. A investigação foi realizada na UFRN, no Curso de Licenciatura em Química, junto a 13 licenciandos que cursavam a disciplina de Prática de Ensino de Química. Para esta pesquisa, foram utilizados os seguintes instrumentos: questionários com perguntas abertas e fechadas, elaboração de um plano de atividades para o ensino de Química e entrevista de modo a responder as questões de estudo estabelecidas. Os dados obtidos foram analisados a partir de critérios estabelecidos, categorizados e tabelados. Os resultados sinalizam que as representações dos licenciandos referentes ao conhecimento científico contemplavam, entre outras questões, a idéia de um método para a sua construção. Em alguns casos, foi ressaltado o papel dos modelos nessa construção, bem como a dimensão social na validação desse conhecimento. Os modelos científicos foram destacados, pela maioria dos licenciandos, como uma forma de representação com finalidade de explicar, compreender e interpretar os fenômenos químicos. Já os modelos didáticos foram ressaltados, na maioria dos casos, como uma forma de auxiliar os alunos de Química da Educação Básica a compreender os modelos científicos. As representações referentes a essas categorias contemplaram aspectos importantes, embora de modo superficial, refletindo as limitações de reflexões nesse sentido durante o processo formativo. Na elaboração de atividades de ensino que utilizam modelos, foram evidenciadas dificuldades, no processo de construção do plano, relativas à estrutura didática e à proposição de atividades que contemplassem modelos, embora os licenciandos tenham mobilizado diferentes elementos referentes ao conhecimento pedagógico do conteúdo. Tais constatações evidenciam a necessidade de que a agência formadora possa promover mudanças na formação inicial de modo a propiciar, ao longo desse processo, reflexões, discussões e proposições de atividades relativas às categorias destacadas nesta pesquisa, contribuindo para a construção de elementos iniciais referentes ao conhecimento pedagógico do conteúdo que serão desenvolvidos no decorrer da docência, corroborando, dessa forma, para a profissionalização docente.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Química. Formação inicial. Profissionalização docente, Modelos científicos e didáticos. Saberes docentes.

ABSTRACT

In the past twenty years, there has been a significant increase of researches about teacher's professionalization. In that context, the investigations concerning teacher's knowledge represent an important contribution, as they aim to identify and to rescue the base of knowledge that sustains the teacher's profession. In particular, the reflections and propositions of Lee Shulman have been constitute a fundamental subsidy to the teacher's professionalization in the sense of harnessing the pedagogic knowledge to the content's knowledge, establishing the pedagogic knowledge of the content that characterizes and differentiates the teacher and the bachelor in a certain field of knowledge. Among the indispensable knowledge for the Chemistry teacher's professional practice, in this research we have pointed out the pertinence of the knowledge on the use of models in Chemistry classes in the middle and high school. Those knowledges regard the comprehension of students concerning the understanding and models elaborated in science and the models implemented in the Chemistry teaching, as well as the abilities to plan didactic situations that use models. In this research, we aimed to identify the contributions and barriers during the Chemistry teacher education, in UFRN, in relation to the construction of knowledge that subsidize training teachers in the elaboration of teaching activities that involve the use of models. The investigation was accomplished in UFRN, in the Course of Degree in Chemistry, along with 13 student teachers that studied the subject Practice of Chemistry Teaching. For this research, the following instruments were used: questionnaires with open and closed questions, elaboration of a plan of activities for the Chemistry teaching and an interview to answer the established study's questions. The data was analyzed in an established criteria, classified and tabled. The results showed that the student teachers representations regarding scientific knowledge contemplated, among other topics, the idea of a method for his/her construction. In some cases, the models' role was emphasized in that construction, as well as the social dimension in the validation of that knowledge. The scientific models were highlighted by most of the student teachers, as a representation method to explain, understand and interpret the chemical phenomena. On the other hand, the didactic models stood out, in most of cases, as a method of aiding the Chemistry students of the Basic Education to understand the scientific models. The representations regarding those categories contemplated important aspects, although in a superficial way, reflecting the limitations of reflections during the formative process. In the elaboration of teaching activities that use models, difficulties were evidenced, in the process of plan construction, relative to the didactic structure and to the proposition of activities that contemplated models, although the student teachers have mobilized different elements regarding the pedagogic knowledge of the content. Such verifications evidence the urge for the teacher development programs to promote changes in the teacher education in order to propitiate, during this process, reflections, discussions and propositions of activities regarding categories highlighted in this research, contributing to the construction of initial elements regarding the pedagogic knowledge of the content that will be developed throughout teaching, therefore corroborating to the teacher's professionalization.

KEYWORDS: Chemistry teaching. Teacher education. Teacher's professionalization. Scientific and didactic models. Teacher's knowledge.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1	Contribuições de alguns autores para a compreensão do conceito de modelos.....	52
Esquema 1	Construção de modelos, proposta por Oliva et al. (2003), baseados em Clement (2000).....	63
Esquema 2	Apresentação de um modelo para o processo de modelagem.	71
Quadro 2	Adaptação do exemplo de um plano de aula numa abordagem com modelos.....	75
Esquema 3	Alguns saberes necessários à prática docente em Freire (1996).....	92
Quadro 3	Saberes docentes em Tardif (2002).....	98
Quadro 4	Síntese da tipologia dos saberes.....	102
Esquema 4	Modelo do raciocínio pedagógico.....	107
Esquema 5	Estratégias metodológicas relacionadas às questões de estudo da pesquisa.....	121
Quadro 5	Plano de questionário 2 relacionado às questões referentes ao conhecimento científico e ao uso de modelos na ciência.....	126
Quadro 6	Plano de questionário 3 relacionado a questões referentes ao uso de modelos na ciência tendo como subsídio um texto.....	127
Quadro 7	Plano de questionário 4 relacionado a questões referentes ao uso de modelos em Química no ensino médio.....	128
Quadro 8	Relação das categorias investigadas e as questões dos questionários.....	129
Quadro 9	Roteiro para a entrevista.....	130

Quadro 10	Elementos do plano de atividades elaborado pelos licenciandos participantes da pesquisa.....	131
Quadro 11	Instrumentos utilizados para responder a terceira questão de estudo.....	132
Quadro 12	Categorias e subcategorias e o foco de análise para a 1ª questão de estudo.....	134
Quadro 13	Organização dos dados referentes às respostas dos licenciandos ao questionário 2 (Q2) em relação ao conhecimento científico.....	136
Quadro 14	Respostas dos licenciandos relacionadas ao conhecimento científico por meio da análise do questionário.....	136
Quadro 15	Respostas dos licenciandos relacionadas ao conhecimento científico por meio da análise do questionário (Q2) e da entrevista (E).....	136
Quadro 16	Representação dos licenciandos em relação ao conhecimento científico.....	136
Quadro 17	Organização dos dados referente às respostas dos licenciandos aos questionários 2 (Q2) e 3 (Q3) em relação ao modelo científico.....	138
Quadro 18	Respostas dos licenciandos em relação aos modelos científicos [Q2(9), Q2(10), Q2(11) e Q3(2)].....	138
Quadro 19	Como os licenciandos relacionam o modelo científico com o conhecimento científico [Q2(5), Q2(6), Q2(7) e Q2(8)].....	138
Quadro 20	Respostas dos licenciandos em relação aos modelos científicos a partir dos questionários (Q2 e Q3) e da entrevista.....	138
Quadro 21	Representações dos licenciandos em relação ao modelo científico.....	138
Quadro 22	Organização dos dados referente às respostas dos licenciandos ao questionário 4 (Q4) em relação ao modelo didático.....	139

Quadro 23	Respostas dos licenciandos relacionadas aos modelos didáticos [Q4(1), Q4(3), Q4(4)].....	139
Quadro 24	Respostas dos licenciandos em relação ao modelo didático a partir do questionário (Q4) e da entrevista.....	140
Quadro 25	Representação dos licenciandos acerca do modelo didático.....	140
Quadro 26	Critérios para a análise da segunda questão de estudo.....	142
Quadro 27	Subcategorias relacionadas com a análise da terceira questão de estudo.....	142
Quadro 28	Critérios para a análise do plano de atividades elaborado pelos licenciandos.....	143
Quadro 29	Análise dos elementos do plano de atividades dos alunos.....	144
Quadro 30	Síntese das respostas dos licenciandos relacionadas ao conhecimento científico.....	148
Quadro 31	Representação dos licenciandos em relação ao conhecimento científico.....	150
Quadro 32	Síntese das respostas dos licenciandos em relação aos modelos científicos [Q2(9), Q2(10), Q2(11) e Q3(2)] e a entrevista.....	156
Quadro 33	Representações dos licenciandos em relação aos modelos científicos.....	158
Esquema 6	Aspectos apontados pelos licenciandos em relação aos modelos científicos enquanto uma forma de representação.....	160
Quadro 34	Síntese das respostas dos licenciandos relacionadas aos modelos didáticos e às contribuições do uso de modelos no ensino médio de Química. [Q4(1), Q4(3), Q4(4)].....	166
Quadro 35	Representação dos licenciandos acerca dos modelos didáticos.....	168

Quadro 36	Seqüências didáticas propostas por L1.....	176
Quadro 37	Seqüências didáticas propostas por L2.....	177
Quadro 38	Seqüências didáticas propostas por L3.....	178
Quadro 39	Seqüências didáticas propostas por L4.....	179
Quadro 40	Seqüências didáticas propostas por L5.....	181
Quadro 41	Seqüências didáticas propostas por L6.....	182
Quadro 42	Seqüências didáticas propostas por L7.....	183
Quadro 43	Seqüências didáticas propostas por L8.....	184
Quadro 44	Seqüências didáticas propostas por L9.....	186
Quadro 45	Seqüências didáticas propostas por L10.....	187
Quadro 46	Seqüências didáticas propostas por L11.....	188
Quadro 47	Seqüências didáticas propostas por L12.....	190
Quadro 48	Seqüências didáticas propostas por L13.....	191
Quadro 49	Análise dos elementos do plano de atividades 1 dos licenciandos investigados.....	195
Quadro 50	Análise dos elementos do plano de atividades 2 dos licenciandos investigados.....	197

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Caracterização dos licenciandos participantes da pesquisa (turno diurno).....	118
Tabela 2	Caracterização dos licenciandos participantes da pesquisa (turno noturno).....	119
Tabela 3	Aspectos relacionados ao conhecimento científico mais ressaltados pelos licenciandos.....	136
Tabela 4	Aspectos relacionados aos modelos científicos mais ressaltados pelos licenciandos.....	138
Tabela 5	Relação do modelo como parte do conhecimento científico.....	139
Tabela 6	Como os licenciandos identificam os modelos científicos Q3(1).....	139
Tabela 7	Aspectos relacionados ao modelo didático mais ressaltados pelos licenciandos.....	140
Tabela 8	Como os licenciandos exemplificam os modelos didáticos Q4(2).....	141
Tabela 9	Discussões relacionadas aos modelos na formação inicial.....	143
Tabela 10	Aspectos relacionados ao conhecimento científico mais ressaltados pelos licenciandos.....	150
Tabela 11	Aspectos relacionados aos modelos científicos mais ressaltados pelos licenciandos.....	159
Tabela 12	Relação do modelo como parte do conhecimento científico.....	164
Tabela 13	Como os licenciandos identificam os modelos científicos Q3(1).....	164
Tabela 14	Aspectos relacionados aos modelos didáticos mais ressaltados pelos licenciandos.....	170

Tabela 15	Como os licenciandos exemplificam os modelos didáticos.....	172
Tabela 16	Vantagens e desvantagens do uso de modelos no ensino médio de Química.....	173
Tabela 17	Critérios citados pelos licenciandos em relação à segunda questão de estudo no plano 2.....	192
Tabela 18	Discussões relacionadas aos modelos na formação inicial.....	193

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPC – Conhecimento Pedagógico do Conteúdo

LDB- Lei nº 9.394/96 de Diretrizes e Bases da Educação

NdC – Natureza da Ciência

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCN+ – Parâmetros Curriculares Nacionais +

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	22
CAPÍTULO 1 – OS MODELOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E QUÍMICA: TIPOLOGIAS E UMA REFLEXÃO SOBRE A SUA UTILIZAÇÃO NO ENSINO-APRENDIZAGEM.....	36
1.1 As representações dos professores sobre a natureza da ciência e os modelos científicos no ensino de Ciências.....	37
1.1.1 As representações dos professores sobre a natureza da ciência.....	37
1.1.2 As representações dos professores sobre os modelos científicos no ensino de Ciências.....	45
1.2 Modelos científicos e os modelos no ensino de Ciências: apontando significados e sua importância na construção do conhecimento nas aulas de Ciências	51
1.3 Importância dos modelos científicos e didáticos no ensino de Ciências.....	64
1.4 Ensino por modelos: a importância da modelagem no ensino de Ciências.....	69
CAPÍTULO 2 – FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA: UM OLHAR NOS SABERES PROFISSIONAIS DOCENTES	79
2.1 As licenciaturas e a formação inicial de professores: tendências e dificuldades.....	80

2.2	Os estudos dos saberes profissionais docentes: contribuições para a profissionalização docente.....	90
2.3	Tipologias dos saberes ou conhecimento docentes profissionais.....	93
2.4	O conhecimento base para o ensino: considerações acerca do conhecimento do conteúdo e do conhecimento pedagógico do conteúdo.....	103
CAPÍTULO 3 – O PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA.....		114
3.1	Pressupostos do processo de investigação.....	115
3.2	Descrição do contexto da pesquisa.....	116
3.3	Os licenciandos participantes da pesquisa.....	117
3.4	Estratégias metodológicas da pesquisa.....	120
3.4.1	Estudo de Familiarização.....	121
3.4.2	Instrumentos e etapas vivenciadas na pesquisa.....	122
3.4.3	Descrição das etapas e dos instrumentos de pesquisa.....	124
3.5	Estratégias para a análise dos dados coletados.....	133
3.5.1	Análise das representações dos licenciandos em relação ao conhecimento científico e aos modelos científico e didático.....	133
3.5.2	Análise dos elementos relacionados com o conhecimento pedagógico do conteúdo mobilizados pelos licenciandos.....	140
3.5.3	Análise das contribuições e entraves durante formação inicial dos licenciandos para a utilização de modelos no ensino de Química.....	142

CAPÍTULO 4 – OS SABERES RELATIVOS AO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E AOS MODELOS CIENTÍFICO E DIDÁTICO DOS LICENCIADOS EM QUÍMICA DA UFRN.....	146
4.1 As representações dos licenciandos em relação ao conhecimento científico e modelos científico e didático	147
4.1.1 As representações dos licenciandos em relação à natureza do conhecimento científico.....	147
4.1.2 As representações dos licenciandos em relação aos modelos científicos.....	155
4.1.3 As representações dos licenciandos em relação aos modelos no ensino de Química.....	165
4.2 Os elementos relacionados ao conhecimento pedagógico do conteúdo mobilizados pelos licenciandos na elaboração de atividades para o ensino de química	175
4.3 As contribuições e entraves durante a formação inicial dos licenciandos para a utilização de modelos no ensino de Química.....	194
4.3.1 Compreensão dos modelos científicos e didáticos durante a formação inicial.....	194
4.3.2 Habilidade de planejar atividades que envolvam o uso de modelos..	195
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	202
REFERÊNCIAS.....	208
APÊNDICE A – Questionário 1.....	222
APÊNDICE B – Questionário 2.....	224
APÊNDICE C – Questionário 3.....	228

APÊNDICE D – Questionário 4.....	230
APÊNDICE E – Relação dos modelos com o conhecimento científico.....	234
APÊNDICE F – Planos de atividades elaborados pelos licenciandos.....	235
APÊNDICE G – Instrumentos utilizados no estudo de familiarização na UFRPE.....	248
ANEXO A – Disciplinas do núcleo comum e profissional do Curso de Licenciatura em Química da UFRN.....	260
ANEXO B – Estrutura do Curso de Licenciatura em Química da UFRN.....	261

INTRODUÇÃO

A pesquisa em educação, na atualidade, tem se debruçado sobre áreas diferenciadas e promovendo, assim, uma reflexão crítica em relação a diversos aspectos do complexo contexto educacional influenciado pelas mudanças que a sociedade contemporânea vem passando no campo político, econômico, cultural. Isso remete a um novo olhar para o ensino que vem sendo ministrado em nossas escolas e universidades.

Nesse cenário, uma das grandes preocupações de diversos autores (PEREIRA, 2000, FIORENTINI; SOUZA; MELO, 2001; RAMALHO; NÚÑEZ; GAUTHIER, 2003; MALDANER, 2000; SHULMAN, 1986, 1987; IMBÉRNON, 2000) tem sido a Formação de Professores, muitas vezes apontada como muito teórica, desvinculada de uma prática efetiva e, portanto, afastada das necessidades da escola e da sociedade.

As reformas educacionais que vêm acontecendo no âmbito mundial, a partir da década de 1980, têm impulsionado também reflexões acerca da profissão docente e da importância do professor na melhoria dos sistemas educativos. Autores, como Melado Jiménez (2003), defendem que os professores não são técnicos limitados a aplicação de reformas e instruções elaboradas por especialistas, mas têm concepções, atitudes, valores e tomam decisões em função de múltiplos fatores, de sua própria história e situação pessoal, e dos contextos sociais e profissionais em que trabalham.

As considerações desses autores remetem às fragilidades de uma formação inicial de professores de tradição academicista em que há uma priorização dos conteúdos específicos em detrimento das questões pedagógicas. Essa formação promove um distanciamento das questões que envolvem o cotidiano escolar e, assim, dificulta nos futuros docentes o desenvolvimento de competências para enfrentar os desafios que surjam no decorrer de sua vida profissional.

Nessa direção, Imbéron (2000) postula que a formação de professores deve ir além de um ensino que pretende uma mera atualização científica, pedagógica e didática, pois deve criar espaços de participação, reflexão e formação para que as pessoas aprendam e adaptem-se tendo subsídios a fim de poderem conviver com a mudança e a incerteza.

No contexto brasileiro, a formação inicial de professores tem sido alvo de reflexões cujo objetivo é superar questões que obstaculizam a atuação dos docentes no cotidiano de sua profissão. Novas orientações estão sendo apresentadas para esse processo formativo desde 1996, com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira nº 9394/96 (BRASIL, 1999a) e, mais recentemente, com as Diretrizes Curriculares destinadas às Licenciaturas (BRASIL, 2003).

Entre os pontos apresentados nesses documentos, é ressaltada a necessidade de superação da desarticulação entre a teoria e a prática no currículo de formação inicial dos professores, bem como de uma maior interação entre as disciplinas que versam sobre o saber específico (química, física, matemática etc.) e aquelas disciplinas relacionadas à formação pedagógica. Essa desarticulação caracteriza a formação docente de muitas Agências Formadoras, cujos currículos são norteados pela lógica de três anos de teoria e um ano de prática no final do curso. Essa lógica não fornece os subsídios necessários para que o professor seja iniciado em sua profissão (MALDANER, 2000, CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1998).

Embora essas questões venham sendo discutidas de modo significativo no cenário educacional nacional (PEREIRA, 2000, MALDANER, 2000, SCHNETZLER, 2000), os futuros professores, durante a sua formação inicial, ainda vivenciam uma educação conteudista, em que a formação pedagógica é fragmentada, desarticulada das situações inerentes ao cotidiano dos docentes, o que influencia, de maneira significativa, o modo como irão ensinar na educação básica. Esse panorama suscitou inquietações relativas ao papel do ensino neste contexto e, em particular, nesta pesquisa, do ensino de Química.

No contexto de formação inicial de professores de Química, bem como o de outras ciências, em que não se estabelece diferenciação entre a formação do bacharel e a do professor, os obstáculos podem ser ainda mais agravados. É imprescindível, então, levar em consideração que formar um químico é diferente de formar um professor de Química (MALDANER, 2000), porém, na maioria das Agências Formadoras, essa questão não é levada em consideração. Assim, o licenciando estuda os conteúdos de Química que, sem dúvida, são importantes para a sua formação, mas não recebe as ferramentas necessárias para subsidiá-lo na adequação desse conhecimento à Educação Básica.

Pesquisadores, no contexto brasileiro, têm voltado, contudo, o olhar para processos formativos que favoreçam o trabalho docente. Dentre eles, cita-se o exemplo de B. Santos e L. Santos (2005) que sugerem um processo de formação continuada a partir de encontros com um

grupo de professores, de modo a levantar as principais dificuldades enfrentadas por esses a fim de construir um modelo de formação que colabore para a solução dos problemas de uma forma coletiva e promova uma mudança na prática docente viabilizando uma maior autonomia no exercício de sua profissão. Ramalho et al. (2003) destacam a importância de identificar e caracterizar as necessidades formativas dos professores do ensino médio nas disciplinas de Física, Química e Biologia em escolas públicas do Estado do Rio Grande do Norte, a fim de estabelecer prioridades que possam auxiliar cursos de aperfeiçoamento desses professores.

Na formação inicial, as pesquisas têm ressaltado a preocupação com o estágio supervisionado de modo a aproximar o licenciando do seu futuro contexto profissional utilizando diferentes perspectivas teóricas (CORRADI; ROSA, 2005; ROSA, 2005). Corradi e Rosa (2005) propiciaram um espaço em que os sujeitos dialogaram, planejaram, observaram e executaram aulas de Química em uma classe do ensino médio; Rosa (2005) relata uma experiência vivenciada por licenciandos que entraram em contato com diferentes campos de estágio, todos em instituições públicas, a partir da seguinte indagação: Como o imaginário pode permear o currículo de formação docente na experiência do estágio na Educação Básica?

Uma preocupação *nova* no sentido de se conceber a formação profissional está atrelada aos saberes para ensinar, o que favorece uma formação que contemple as peculiaridades da prática docente. As pesquisas, nesse sentido, têm procurado investigar os saberes que os docentes utilizam em sua prática cotidiana de modo a propiciar subsídios à formação desses profissionais (SHULMAN, 1986, 1987; GAUTHIER, 1998; PÓRLAN ARIZA; RIVERO GARCIA, 1998; MONTEIRO, 2001; NUNES, 2001; BORGES, 2002; TARDIF, 2002; RAMALHO, NÚÑEZ; GAUTHIER, 2003). Essa é uma questão importante ao se pensar em formar professores, pois muitas vezes como destaca Villar Angulo (1990), os professores entram no exercício da profissão criticando suas experiências formativas pelo fato de as mesmas estarem distanciadas da realidade profissional.

Autores como – Nunes (2001), Monteiro (2001), Tardif (2002), Ramalho, Núñez e Gauthier (2003) – ressaltam a importância de estudos que tenham por objeto os saberes docentes para se compreender a base de conhecimentos da formação que é característica de cada atividade profissional, contribuindo para uma revisão da compreensão da prática pedagógica do professor, tomado como mobilizador de saberes.

A investigação de saberes que sustentam a atividade docente representa, assim, um importante subsídio à profissionalização que, partindo das considerações de Ramalho, Núñez e Gauthier (2003, p. 36), é considerada como “o desenvolvimento sistemático da profissão, fundamentada na ação e nos conhecimentos especializados”.

Na perspectiva de profissionalizar o trabalho docente, Shulman (1986, 1987) tem dado contribuições relevantes ao desenvolver estudos que refletem sobre a *base de conhecimento* para o ensino. Shulman apresenta uma tipologia de conhecimentos¹ que estão relacionados com a atividade profissional do professor. Entre esses, destacamos o conhecimento pedagógico do conteúdo (CPC), tipologia relacionada à articulação do conhecimento que é objeto do ensino-aprendizagem e os procedimentos didáticos (atividades, exemplos, contra-exemplos, analogias, explicações, ilustrações, situações-problema, formas de representação etc.).

O conhecimento pedagógico do conteúdo tem aprofundado a análise do agir do professor na elaboração do conteúdo a ensinar contemplando as questões pedagógicas. De acordo com Borges (2002, p. 58):

A categoria ‘conhecimento da matéria ensinada’ terá uma grande repercussão, tanto na pesquisa educacional, como nas propostas de programa de formação, visto que, de certo modo, ela rompe com o paradigma disciplinar de apropriação do conhecimento e com a idéia de que basta dominar certos conteúdos, ou conhecimentos proposicionais e disciplinares, para transmitir bem esses conhecimentos a seus alunos.

1- Apesar da diferenciação feita por alguns autores entre conhecimentos e saberes, trataremos, neste trabalho, os dois com o mesmo sentido, visto que a tipologia adotada por Shulman (1986, 1987) como conhecimento do conteúdo e conhecimento pedagógico do conteúdo vai se referir a saberes profissionais necessários aos docentes.

Marcelo Garcia (1993) apresenta uma síntese das investigações relacionadas ao conhecimento pedagógico do conteúdo. Essa síntese pode ser dividida em duas partes: o reconhecimento da situação e propostas. Na primeira parte, ele faz as seguintes constatações:

- isolam-se os professores de seu contexto profissional, pois se trabalha com eles individualmente;
- utilizam-se, habitualmente, técnicas como questionários, observação, gravação de aulas, análise de tarefas do professor, árvores para visualizar a organização do conhecimento, o estudo de caso como estratégia mais habitual;
- a maior parte das investigações compara os professores novatos com os experientes;
- conhece-se pouco sobre os componentes profissionais acadêmicos dos programas de formação de professores.

A partir dessas constatações, Marcelo Garcia (1993) apresenta propostas. Defende, então, que os programas de formação de professores devem possuir qualidade acadêmica e profissional. Ressalta, contudo, a necessidade do desenvolvimento de mais investigações, pois, segundo ele, o que ocorre nos cursos determina a contribuição da formação do professor à aprendizagem dele. Sugere, também, que a reflexão não deve estar vazia de conteúdo, porque, em raros momentos, o processo de reflexão tem sido descrito em relação ao conteúdo a ser ensinado, ao que se está ensinando e ao que se é ensinado.

No ensino de Ciências e, em particular de Química, tem se buscado investigar questões referentes ao conhecimento pedagógico do conteúdo. Temos, em Neves et al. (2001), uma importante discussão sobre isso. Eles observaram limitações no tocante aos saberes relacionados a como ensinar o conteúdo *Lei e Tabela Periódica* durante a formação de professores de Química. Em relação ainda ao conteúdo *Tabela Periódica*, Garay Garay, Gallego Badillo e Pérez Miranda (2005) defendem a importância de uma reflexão, durante a formação inicial, acerca do processo de construção e reconstrução da história do modelo da periodicidade.

A investigação conduzida por Veal (2005) junto a futuros professores de Química do secundário acerca de alguns aspectos relacionados ao ensino-aprendizagem, utilizando alguns conteúdos de termodinâmica, buscou a compreensão de alguns aspectos relacionados ao

conhecimento pedagógico do conteúdo. Como instrumentos de pesquisa, utilizaram entrevistas estruturadas e semi-estruturadas, bem como observações. A análise dos dados evidenciou tanto que os participantes desenvolveram pouco ou nenhum conhecimento pedagógico do conteúdo relacionado ao domínio específico quanto que o desenvolvimento só ocorre depois que os participantes se aprofundam no conhecimento relacionado ao tópico específico. Por outro lado, essa análise concluiu que professores em formação inicial e no primeiro ano de serviço estão nos estágios iniciais de desenvolvimento do CPC. Uma integração mais completa pode ser adquirida com sua experiência posterior no ensino.

Garritz e Trinidad-Velasco (2004) apresentam algumas pesquisas relacionadas com o conhecimento pedagógico do conteúdo no ensino de Química:

1- Clermont, Krajcik e Borko (1993) investigaram o CPC de professores de Ciências que trabalham no nível médio em relação aos conceitos de densidade e pressão do ar. Os resultados sinalizam que o CPC é um sistema de conhecimento complexo e sugerem que seus diferentes componentes podem mostrar diferentes velocidades de crescimento em uma atividade de formação continuada.

2- Clermont, Krajcik e Borko (1994) ao investigarem professores de Química experientes e iniciantes que usam como estratégia o ensino por demonstração, sugerem, a partir dos resultados, que os professores experientes possuem um melhor repertório adaptacional e representacional para o ensino de conceitos fundamentais de Química.

3- De Jong, Veal e Van Driel (2002) realizaram uma revisão dos estudos realizados em relação ao conhecimento básico dos professores de Química centrando-se no conhecimento da matéria a ser ensinada e no conhecimento pedagógico do conteúdo. A análise dos dados revelou que os professores de Química apresentam fragilidades no CPC de tópicos específicos, o que pode ratificar as concepções alternativas dos estudantes. Além disso, esse estudo constatou que as estratégias, por parte dos professores para o ensino de cálculos estequiométricos, normalmente, não são muito adequadas, ou seja, nem sempre facilitam a aprendizagem dos alunos. Em vista disso, esses estudiosos postularam ser importante que os docentes tenham um excelente conhecimento da matéria a ser ensinada, bem como o conhecimento de como os alunos aprendem e de suas concepções alternativas para o uso de analogias apropriadas;

Os trabalhos citados por Garritz e Trinidad-Velasco (2004) apontam para a necessidade de realizar-se um estudo CPC em tópicos específicos de Química, pois, devido às particularidades de

cada conteúdo, o professor poderá utilizar diferentes estratégias didáticas na abordagem desses conteúdos. Uma outra questão interessante, ressaltada nas pesquisas, está relacionada à experiência do docente, que contribui para um maior repertório de estratégias para o ensino de conceitos de Química e, dessa forma, para um CPC mais apropriado.

Por outro lado, é visível a dificuldade que os futuros professores têm em elaborar atividades para o ensino de Química na Educação Básica, uma vez que nesse processo é preciso adaptar o conhecimento químico para esse nível de ensino. O processo formativo desses futuros professores é caracterizado, porém, pela supremacia do conteúdo disciplinar que, sem dúvida, afasta os licenciandos do objeto de sua profissão, por não levar em consideração a maneira como esse conteúdo irá ser ensinado nos ensinos fundamental e médio (CHEVELLARD, 1991; LOPES, 1999; SHULMAN, 1987).

Algumas pesquisas relacionadas ao ensino de Química (CHAMIZO, 2001; ROS, 2001; FURIÓ; FURIÓ, 2000; MALDANER, 2000; CHRISPINO, 2000; POZO MUNICIO; GÓMEZ CRESPO, 1998; JUSTI; RUAS, 1997, SANTOS; SCHNETZLER, 1996; DE JONG, 1996) têm ratificado essas inquietações, ao constatarem que, na maioria das escolas destinadas à Educação Básica, há um ensino caracterizado por atividades mecânicas, descontextualizadas, que visam simplesmente à memorização dos conteúdos trabalhados.

De Jong (1996) aponta alguns fatores que agravam os problemas encontrados no ensino de Química na Educação Básica. Entre eles, destaca-se a sobrecarga de temas que não têm relação com aqueles que permeiam o cotidiano dos alunos. Assim, as atividades experimentais não passam de *receitas de cozinha*. Esse pesquisador observa, também, fragilidades nos cursos de formação de professores.

A literatura vem apontando, entretanto, trabalhos que discutem as dificuldades de compreensão dos conceitos químicos, como é o caso de Ros (2001), Furió e Furió (2000). Esses estudiosos destacam questões relacionadas com a própria natureza do conhecimento químico que contribuem para tais dificuldades. Um exemplo disso é a existência de diferentes níveis de descrição da matéria: o macroscópico e microscópico, com diferentes entidades e conceitos associados a cada um deles; a complexidade do nível representacional simbólico; o uso de diferentes modelos e teorias, bem como a linguagem específica da Química.

Para Pozo Municio e Gómez Crespo (1998), em uma primeira aproximação, compreender a Química estaria relacionado a uma mudança na lógica a partir da qual os alunos organizam suas

teorias (mudança epistemológica). Essa mudança implicaria a superação de concepções organizadas em torno de uma visão de mundo centrada em seus aspectos perceptivos (realismo ingênuo) por uma visão caracterizada pela interpretação da realidade por meio de modelos, de modo que conceitos como, por exemplo, orbitais, números quânticos, não tenham que ser entidades reais, mas aceitas como construções abstratas que ajudam a interpretar a natureza da matéria e suas propriedades. Dessa forma, os conceitos e magnitudes que se utilizam na descrição da matéria não existiriam por si mesmos, mas teriam sentido no marco de uma teoria.

Os autores assinalam ainda que, para a compreensão da Química, além de uma mudança epistemológica, é necessária uma mudança conceitual que implicaria mudança no conjunto de objetos assumidos em sua própria teoria (mudança ontológica) e uma mudança em relação aos próprios conceitos. Assim, defendem que, frente a uma visão centrada nos fatos e nas propriedades observáveis das substâncias, é necessário compreender a matéria como um sistema complexo de partículas em interação. A partir da interpretação das mudanças baseadas nos aspectos perceptivos dos estados inicial e final, julgam ser necessário compreender a conservação de propriedades não observáveis da matéria como um sistema complexo em equilíbrio. E, finalmente, mediante a uma visão qualitativa do mundo, de modo similar ao que fazemos no cotidiano, postulam a necessidade de compreender que a Química utiliza esquemas de quantificação mais ou menos complexos.

Em meio a essas particularidades que devem ser levadas em consideração no ensino de Ciências e, em particular no ensino de Química, trabalhos como os de Hodson (1992) assinalam para a importância de se prestar atenção aos objetivos do ensino de Ciências de modo geral. O autor assinala os seguintes objetivos: aprender ciências, aprender sobre ciências e aprender a fazer ciências. Na perspectiva desse estudioso, aprender ciências envolve a compreensão das idéias desenvolvidas pela ciência; aprender sobre ciências relaciona-se com a compreensão de aspectos relevantes da filosofia e metodologia da ciência; e por fim aprender a fazer ciências corresponde à habilidade de participar de atividades que levem à produção / aquisição do conhecimento científico.

À luz das reflexões sobre os objetivos do ensino de Ciências, destacamos tanto a questão epistemológica que reflete a visão dos professores em relação à natureza do conhecimento científico quanto o papel dos modelos no ensino-aprendizagem de Ciências devido à elaboração e socialização de modelos como base para a construção do conhecimento científico.

Apesar de o termo *modelo* aparecer na literatura relativa ao ensino de Ciências com diversos sentidos (KAPRAS et al., 1997), entendemos, neste trabalho, um modelo como uma forma de representar, de maneira simplificada, um objeto, evento, sistema, idéias, com finalidades descritivas, explicativas ou preditivas.

A importância dos modelos na construção do conhecimento científico e sua influência no ensino-aprendizagem de Ciências na Educação Básica são temas que têm merecido destaque na literatura nacional (CHASSOT, 2003; NÚÑEZ; NEVES; RAMALHO, 2005, LIMA; NÚÑEZ; SOARES, 2005; JUSTI, 2006) e internacional (GROSSLIGHT; JAY; SMITH, 1991; GILBERT, S., 1991; ISLAS; PESA, 2001; HARRISON; TREAGUST, 1996, 2000a; JUSTI; GILBERT, 2001, 2002) nos últimos anos, visto que a ciência procura compreender a natureza, utilizando representações teóricas que constituem sistemas epistêmicos de explicação, isto é, os próprios conceitos e teorias podem ser representados como modelos com suas potencialidades e limitações (NÚÑEZ; NEVES; RAMALHO, 2005).

No contexto brasileiro, as pesquisas conduzidas por Rosária Justi (Universidade Federal de Minas Gerais) e colaboradores têm merecido destaque, visto que buscam resgatar as representações de licenciandos e professores de Ciências acerca dos modelos e desenvolver estratégias que contemplem a construção de modelos nas aulas de Química, propiciando, dessa forma, elementos que auxiliem os professores a trabalharem com modelos.

Nessa perspectiva, é importante que possamos repensar a formação inicial dos professores de Ciências e, em particular, na nossa pesquisa, dos professores de Química, no sentido de que, durante o processo formativo sejam fomentadas reflexões críticas acerca do conhecimento químico, sua natureza, construção e como os modelos são uma ferramenta essencial nesse processo de construção. Além disso, proporcionar estratégias para que os futuros professores desenvolvam habilidades para elaborar atividades destinadas aos níveis fundamental e médio de modo que seus alunos consigam compreender e elaborar seus próprios modelos durante as aulas de Química.

O papel dos modelos no ensino de Química é uma questão que também está presente, nos documentos oficiais nacionais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio, (BRASIL, 1999b) que trazem algumas orientações à Educação Básica.

O referido documento salienta a necessidade de que sejam fornecidos subsídios para que os alunos do ensino médio possam compreender as transformações químicas e, assim, julgar criticamente as informações oriundas de diversos meios como a escola, os meios de comunicação, a tradição cultural, auxiliando o exercício de sua cidadania. Esse aprendizado deve possibilitar a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto a construção do conhecimento científico em todas as possíveis relações com o contexto.

Para compreender a construção do conhecimento químico, é importante que esse não seja apresentado como dogma, verdade inquestionável, mas como uma construção do homem em contínua mudança. Nessa perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999b, p. 31) apontam que

A consciência de que o conhecimento científico é assim dinâmico e mutável ajudará o estudante e o professor a terem a necessária visão crítica da ciência. Não se pode simplesmente aceitar a ciência como pronta e acabada e os conceitos atualmente aceitos pelos cientistas e ensinados nas escolas como “verdade absoluta”.

A necessidade de articulação entre o mundo micro e macro é uma preocupação também salientada no referido documento, uma vez que, para a compreensão de uma transformação química, é preciso se recorrer a interpretações conforme modelos explicativos do mundo microscópico, bem como construir modelos que subsidiem a compreensão dessas transformações.

A preocupação com os modelos ainda está explícita nas próprias competências e habilidades apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999b, p.85.), na área de investigação e compreensão: “selecionar e utilizar idéias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes”.

Os PCN+ (BRASIL, 2002, p. 87) voltados ao ensino médio, servindo como orientações aos Parâmetros Curriculares Nacionais, ressaltam a importância dos modelos explicativos, apontando que “ [...] em consonância com o desenvolvimento histórico dessa ciência, a Química deve ser apresentada sobre o tripé; transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos”.

Essa questão é bastante relevante, pois, apesar da importância que é destacada nas pesquisas no âmbito nacional e internacional (CHASSOT, 2003; JUSTI, 2003; NÚÑEZ; NEVES; RAMALHO, 2005; OLIVA, 2004) e das orientações dos documentos oficiais acerca da importância dos modelos e analogias no ensino de Ciências, em particular, no ensino de Química, podemos dizer que poucos livros didáticos, no contexto brasileiro, vêm discutindo o conhecimento químico nessa perspectiva.

Por outro lado, investigações realizadas em nosso grupo de pesquisa (LIMA; NÚÑEZ, 2004a; LIMA; NÚÑEZ; COSTA, 2005; LIMA; NÚÑEZ, 2005; LIMA, 2006) têm sinalizado que licenciandos em Química não compreendem de maneira adequada o significado dos modelos científicos e didáticos, bem como do uso de analogias na construção de modelos.

As considerações feitas nos documentos oficiais brasileiros e nas pesquisas educacionais ratificam a importância de se investigar, junto aos futuros professores de Química, questões que obstaculizam ou favorecem a construção do conhecimento do conteúdo e do conhecimento pedagógico do conteúdo para trabalhar com modelos no ensino de Química. Faz-se necessário, assim, refletir sobre a questão dos modelos nos processos formativos dos professores. Nesta pesquisa procuraremos, então, voltar o nosso olhar para dois tipos de modelos: o modelo científico e o modelo didático, sem perder de vista aqueles modelos que são construídos por professores e alunos no processo de ensino-aprendizagem de Química.

Entendemos o modelo científico como uma forma simplificada de representar os fenômenos, uma idéia, eventos que buscam ser compreendidos, problemas que precisam ser resolvidos, novos fenômenos que precisam ser previstos. Todos relacionados, estando relacionado a uma teoria. O modelo científico contém a articulação de um grande número de hipóteses com elevado nível de abstração em relação a um certo campo problemático da realidade, sendo construído no contexto de uma comunidade científica e é mediador entre a teoria e a interpretação empírica. O conhecimento científico deve ser tomado como algo provisório, falível e não como uma verdade absoluta (JUSTI; GILBERT, 2000; GALAGOWSKY; ADÚRIZ-BRAVO, 2001).

Por outro lado, modelo didático seria elaborado para ensinar aos estudantes os modelos científicos. Esse tipo de modelo seria utilizado pelo professor como uma forma de mediação entre os modelos construídos pelos estudantes, quando tentam compreender determinado fenômeno químico, e o modelo aceito pela comunidade científica (JUSTI; GILBERT, 2000). Os modelos

didáticos são, portanto, ferramentas mediadoras entre os modelos elaborados pelos estudantes e os modelos científicos em um processo de negociação e construção de significados.

Essas discussões nos remetem ao papel do professor enquanto profissional nesse contexto. Assim, surgem indagações do tipo: Como futuros docentes na sua formação inicial, concebem os modelos científicos e os modelos didáticos? Como esses futuros profissionais se apropriam dos saberes necessários para planejarem atividades de ensino que envolvem a utilização de modelos no ensino de Química?

Essas indagações e inquietações, oriundas de pesquisas já realizadas, permeiam também a minha atividade profissional, enquanto docente do Departamento de Educação da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Nesse espaço, tenho observado as fragilidades associadas às idéias dos futuros professores relativas ao conhecimento químico. Esse conhecimento, na maioria das vezes, é entendido como verdade inquestionável e não como teorias que podem ser representadas como modelos os quais buscam representar determinados sistemas, objetos, fenômenos que, normalmente não são diretamente acessíveis aos nossos sentidos. Essas idéias acabam por influenciar a forma como os futuros professores irão discutir e planejar os conteúdos de Química junto aos seus alunos da Educação Básica.

Enfatizamos, então, a necessidade de se analisar o conhecimento pedagógico do conteúdo, durante a formação inicial de professores de Química, relacionado ao uso de modelos no ensino de Química. Assim, poderão ser apontadas questões que favorecem e obstaculizam a construção desses saberes, formas de auxiliar o processo de profissionalização dos futuros professores de Química. Conforme Islas e Pesa (2003), a importância dos modelos não é devidamente destacada durante as aulas de Ciências, o que pode originar problemas como os seguintes: a falta de discriminação entre o modelo e a realidade que ele representa, o desconhecimento entre os limites de validade dos modelos e das conclusões obtidas de sua utilização.

Dessa maneira, elegemos, junto à Base de Pesquisa – Formação e Profissionalização Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – uma investigação acerca dos saberes docentes relacionados à utilização de modelos no ensino-aprendizagem de Química. Ressaltamos também um resgate dos saberes referentes à natureza do conhecimento científico por entendermos que há uma íntima relação entre a representação que os licenciandos têm do conhecimento científico e as representações acerca dos modelos. Decidimos proceder a essa investigação por meio de uma análise de questionários e entrevistas, e planos de aula referentes

ao nosso objeto de estudo. Escolhemos como contexto de pesquisa o curso de Licenciatura em Química da UFRN, de modo que, a partir dessa investigação, pudéssemos defender a tese de que a habilidade de planejar atividades que envolvam o uso de modelos para os alunos dos ensinos fundamental e médio deva ser subsidiada por um processo formativo que contemple reflexões acerca da natureza do conhecimento científico, dos diferentes tipos de modelos e viabilize a elaboração de atividades que levem em consideração essas questões.

Diante das reflexões feitas anteriormente, podemos, agora, apresentar de forma sucinta o nosso problema de pesquisa, bem como os objetivos da investigação.

Problema de Pesquisa

Como a formação inicial de professores de Química na UFRN tem favorecido os licenciandos a construírem saberes relacionados ao planejamento de atividades para o ensino médio e fundamental de Química que envolvam a utilização de modelos?

Questões a serem investigadas

Objetivo Geral: Identificar as contribuições e entraves, durante a formação inicial de professores de Química na UFRN, em relação à construção de saberes que subsidiem os licenciandos em Química na elaboração de atividades de ensino relativas a utilização de modelos científicos e didáticos, como mediadores dos modelos elaborados pelos estudantes.

A partir desse objetivo, buscaremos investigar as seguintes questões de estudo:

- 1- Quais as representações dos licenciandos em Química sobre o conhecimento científico, modelos científico e didático e sobre a utilização dos modelos nos ensinos fundamental e médio de Química?
- 2- Que elementos relacionados ao conhecimento pedagógico do conteúdo são mobilizados pelos licenciandos em Química na elaboração de atividades, para os ensinos fundamental e médio, que envolvem a utilização de modelos?

3- Que fatores favorecem ou obstaculizam a construção de saberes, durante a formação inicial de professores de Química, relacionados ao uso dos modelos na elaboração de atividades para o ensino de Química como componente do conhecimento pedagógico do conteúdo?

No texto ora apresentado, discorreremos sobre as idéias relacionadas à referida pesquisa. Nos Capítulos 1 e 2, destacaremos as categorias que nortearam a pesquisa: o papel dos modelos na construção do conhecimento Químico e os modelos como ferramenta de aprendizagem e ensino; a formação inicial de professores por meio das licenciaturas, ressaltando a contribuição do estudo dos saberes docentes à profissionalização docente e enfatizando a importância do Conhecimento do Conteúdo e do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. No capítulo 3, serão apresentadas as questões metodológicas relacionadas a esse estudo. No capítulo 4, intitulado: *Os saberes relativos ao conhecimento científico e aos modelos científico e didático dos licenciandos em Química da UFRN*, buscaremos uma análise dos resultados a partir dos instrumentos de coleta de dados utilizados. Finalizaremos este trabalho com a apresentação das considerações finais em que procuramos sinalizar os resultados mais relevantes em relação às questões de estudo levantadas para o processo investigativo.

CAPÍTULO 1

OS MODELOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E QUÍMICA: TIPOLOGIAS E UMA REFLEXÃO SOBRE A SUA UTILIZAÇÃO NO ENSINO- APRENDIZAGEM

Neste capítulo, apresentamos, inicialmente, contribuições de pesquisas relacionadas à visão que os alunos e professores têm de ciência, pois acreditamos ser a compreensão que esses terão dos diversos tipos de modelos influenciada pela maneira de entenderem o próprio conhecimento científico.

Nas seções seguintes, debruçamo-nos sobre uma discussão acerca dos modelos. Primeiramente, buscamos explicitar os significados e a importância dos modelos na ciência e como os modelos e teorias contribuem na construção do conhecimento científico, bem como o papel das analogias como ferramenta na construção dos modelos científicos e no ensino de Ciências. Em seguida, apresentamos a importância dos modelos para o ensino de Ciências, trazendo contribuições de autores nesse campo, assim como algumas tipologias e exemplos de como os modelos permeiam as aulas de Ciências. O ensino por modelos e as considerações relacionadas à construção de modelos (modelagem) são destacados numa seção posterior. Finalizamos este capítulo sinalizando a importância dos modelos destacada nas pesquisas voltadas ao ensino de Ciências.

1.1 AS REPRESENTAÇÕES DOS PROFESSORES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA E OS MODELOS CIENTÍFICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

1.1.1 As Representações dos professores sobre a natureza da ciência

Entre as investigações relacionadas ao ensino de Ciências, cabe ressaltar aquelas que vêm evidenciando as representações de alunos e professores sobre a natureza da ciência, como uma forma de essas constituírem possíveis obstáculos para a renovação do ensino de Ciências (FERNANDÉZ MONTORO et al., 2005).

A discussão em torno da representação dos professores em relação à natureza do conhecimento científico representa mais um elemento para que possamos compreender as idéias

que estes têm em relação aos modelos científicos. Isso se deve à íntima relação entre esses modelos e o processo de construção do conhecimento científico.

Apesar de o nosso interesse se relacionar com as representações dos professores, entendemos como salutar a apresentação das pesquisas que envolvem as representações dos estudantes da Educação Básica acerca da natureza da ciência. Isso porque acreditamos serem essas representações influenciadas pela forma como os professores concebem e ensinam Ciências.

Faz-se necessário, antes de iniciar esta discussão, compreender a expressão *natureza da ciência* (NdC). Assim, recorreremos a Lederman (1992). Para esse autor, a natureza da ciência está relacionada à epistemologia da ciência (a ciência como uma maneira de conhecer), ou aos valores e crenças inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico. Abd-El-Khalick e Lederman (2000) ressaltam que a conceitualização da natureza da ciência tem mudado com o desenvolvimento da história, da filosofia e da sociologia da ciência, disciplinas voltadas para o empenho científico. Esses autores sinalizam as diferentes concepções da NdC, relacionando-as ao entendimento do método científico no início dos anos 1900 e na década de 1960, quando se enfatizavam a investigação e as competências inerentes ao processo científico.

Desde o início, as investigações relacionadas à NdC basearam-se, segundo Lederman (1992), em duas hipóteses implícitas: 1) a compreensão que os professores têm da NdC se relaciona com a dos alunos e com a imagem que têm da ciência; 2) as crenças dos professores sobre a NdC influenciam significativamente na sua forma de ensinar Ciências e nas decisões que tomam na aula.

Apesar das hipóteses indicadas anteriormente, Acevedo Dias et al. (2005) advertem que, mesmo tendo passado duas décadas de investigação sobre as crenças dos professores e alunos sobre a natureza da ciência – desde o trabalho de Lederman (1992) que constitui um dos artigos mais citados na área – não há trabalhos suficientes que possam validar as duas hipóteses apresentadas no trabalho desse último autor.

Acevedo et al. (2005) afirmam, contudo, que alguns investigadores (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; BARTHOLOMEW; OSBORNE; RATCLIFFE, 2002; LEDERMAN; ZEIDLER, 1987; MELLADO, 1996, 1997, 1998 e SCHWARTZ; LEDERMAN, 2002) têm sinalizado vários fatores que influenciam o trabalho do professor ao abordar conteúdos relacionados à NdC. A síntese dessas investigações indica que a maioria desses fatores não tem

muita relação com os próprios conteúdos da NdC. Como exemplo, lembramos a resistência às inovações educacionais, principalmente as relativas ao conhecimento pedagógico do conteúdo (SHULMAN, 1986, 1987), ou seja, à forma como os conteúdos relacionados à NdC serão transpostos didaticamente durante a aula.

Podemos, então, notar que os resultados das pesquisas relacionadas com a NdC ainda não permitem afirmações seguras sobre uma relação linear entre as visões que os professores têm acerca da ciência e a sua maneira de ensinar ciências, até porque vários fatores influenciam a prática docente. Essas considerações são ratificadas por Porlán e Rivero (1998), para quem as relações entre concepções e conduta sempre são complexas e relativas.

Entendemos, entretanto, como relevante a apresentação de investigações que busquem evidenciar as representações de professores e alunos sobre a natureza da ciência, visto que a maneira como os professores, futuros professores e alunos entendem a ciência e o conhecimento científico tem uma íntima relação com a compreensão que terão dos modelos científicos e dos modelos didáticos que constituem nosso objeto de estudo. A relação das pesquisas relativas à NdC com os modelos didáticos se dá pelo fato de esses serem uma expressão do conhecimento pedagógico do conteúdo, visto que são uma forma didática por meio da qual o professor poderá apresentar os modelos científicos nos ensinamentos fundamentais e médio.

Na linha de investigação voltada à visão de alunos acerca da NdC, Petrucci e Dibar Ure (2001) destacam que, nas décadas de 1950-1960, surgiram estudos que buscavam investigar a imagem que os estudantes tinham da ciência. Esses estudos constataram que, na maioria das vezes, estes apresentavam uma visão ingênua do conhecimento científico, ou seja, concebiam a ciência como uma verdade absoluta, inquestionável e produzida por gênios. Um dos trabalhos pioneiros sobre essas visões parece ser o de Wilson (1954 apud HARRES, 1999).

Diante dos resultados sinalizados pelas pesquisas iniciais, os Estados Unidos investiram na produção de conhecimento científico durante a *Guerra Fria*, para vencer a batalha espacial. Produziram, então, os hoje chamados projetos de 1ª geração do ensino de Física, Química, Biologia e Matemática para o nível secundário (KRASILCHIK, 2000). Pesquisadores buscaram então desenvolver currículos adequados a esse contexto, porém não foram obtidos resultados significativos.

Posteriormente, intensificaram-se investigações relativas às idéias dos docentes sobre a NdC. Tais estudos revelaram que os níveis de compreensão do tema por parte dos docentes

carregavam uma imagem dogmática da ciência, o que subsidiou pesquisas que visavam o desenvolvimento e à avaliação de alternativas, bem como as propostas para melhorar tal situação.

A vasta revisão bibliográfica conduzida por Gil Pérez et al. (2001), buscou apontar a importância do reconhecimento das visões denominadas por ele como distorcidas. Ou seja, essa revisão teve como meta identificar prováveis visões empírico-positivistas de professores sobre o trabalho científico, de modo a subsidiar reflexões e processos de formação que auxiliassem a modificação dessa forma de ver a ciência. Essas visões são comentadas por Fernández Montoro et al. (2005), segundo os quais a imagem de ciência transmitida pelo ensino tradicional relaciona a a um conhecimento acabado, definitivo e, por isso, autoritário, dogmático e incontestável.

Na revisão realizada por Gil Pérez et al. (2001), foram apresentadas pesquisas que apontam sete visões de ciência as quais apresentaremos a seguir de maneira sintética:

- visão empírico-indutivista e ateórica da ciência, caracterizada pela neutralidade da observação e da experimentação como se as idéias trazidas pelo pesquisador não influenciassem a condução da pesquisa. Nessa perspectiva, a importância das hipóteses na atividade científica não é levada em consideração;
- visão rígida (algorítmica, exata, infalível), caracterizada pela existência de um *Método Científico* comum a todas as pesquisas;
- visão aproblemática e a-histórica do trabalho científico que apresenta uma imagem eclética da ciência, em que tudo é possível e há um pluralismo metodológico e conceitual;
- visão exclusivamente analítica da ciência, em que os estudos são parcelados, limitando, simplificando o conhecimento científico;
- visão meramente acumulativa e de crescimento linear do conhecimento produzido pela ciência.
- visão individualista e elitista da ciência a partir da qual os cientistas são vistos como gênios, normalmente homens, que de maneira isolada produzem o conhecimento científico.
- visão descontextualizada e socialmente neutra do trabalho científico, em que são esquecidas as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Gil Pérez et al. (2001) comentam que, normalmente, essas visões aparecem associadas entre si, constituindo uma visão ingênua da ciência. Essas concepções são resultantes principalmente de uma formação de professores caracterizada por uma transmissão de conhecimentos já elaborados pela ciência.

Em relação à visão rígida da construção do conhecimento científico, caracterizada por um método universal, é importante apresentar as considerações feitas por Thomas et al. (1996). Segundo esses pesquisadores, apesar de não ser possível descrever um único método na construção do conhecimento científico, a ciência tem métodos. A construção desse conhecimento deve ser compreendida como uma atividade social complexa em que há um pluralismo metodológico, uma variedade de processos disponíveis e cada cientista adota aquele que considera mais apropriado à investigação de seu objeto de estudo, sendo acompanhado por outros cientistas.

Ainda em relação ao método científico, Marsulo e Silva (2006) buscam em suas discussões configurar aspectos que ressignifiquem o método científico e seus elementos constitutivos, numa perspectiva que assume um caráter exploratório e provisório. Destacam a importância de se entender que as etapas do método científico não devem ser vistas como algo estático, fechado, mas como algo dinâmico, aberto, como um caminho para idéias cada vez mais racionais, mais repensadas, abstratas e gerais.

Em uma investigação realizada na Inglaterra, Nott e Wellington (1998) buscaram identificar a visão de professores acerca da natureza da ciência; a interpretação, a compreensão e o desenvolvimento dessa visão em um contexto de formação inicial ou em serviço. Eles analisaram as visões dos professores a partir de episódios simulados, chamados incidentes críticos. Utilizando esse tipo de procedimento, os professores expressam suas visões de ciência mais facilmente do que quando perguntados de modo direto, de modo abstrato. Nott e Wellington (1998) destacam que a visão dos professores sobre a natureza da ciência não é a do pesquisador, sociólogo, cientista; é uma visão peculiar à sua profissão. Assim, defendem que a visão do professor seja investigada no contexto da sala de aula.

A revisão acerca das pesquisas relacionadas à natureza do conhecimento científico realizada por Lederman (1992) reforça as observações já destacadas. Segundo esse pesquisador, os professores e alunos de Ciências não possuem uma concepção adequada da NdC, quer dizer, essa visão estaria relacionada ao conhecimento científico como uma verdade absoluta, um dogma. Para Lederman (1992), é importante também levar em conta as técnicas para analisar as concepções dos professores quando incluem aspectos históricos do conhecimento científico ou retratam diretamente a NdC. Nesse sentido, precisa-se considerar que as variáveis do conhecimento acadêmico não são significativamente relacionadas às concepções de professores

sobre a NdC. Além disso, deve-se estar atento à possível influência da visão que os professores têm acerca da ciência na aprendizagem de seus alunos, embora, como já descrito anteriormente, esse não seja um consenso nas investigações da área.

Algumas investigações têm procurado apresentar propostas que superem as fragilidades relativas à visão de professores sobre a NdC. Nessa direção, trabalhos como os de Abd-El-Khalick e Lederman (2000) defendem que uma combinação entre uma abordagem explícita e uma implícita, isto é, entre uma instrução direta e a participação em pesquisa científica é bastante efetiva no sentido de favorecer oportunidades para reflexão e vivências de aspectos relevantes da natureza científica durante a formação de professores. Resultados positivos têm sido observados também ao se incluírem nessas propostas os aspectos históricos relacionados à construção do conhecimento científico (PETRUCCI; DIBAR URE, 2001; JUSTI; GILBERT, 2000).

Guilbert e Meloche (apud GIL PÉREZ et al. 2001) ressaltam também a importância de organização de atividades para grupo de professores que subsidiem uma reflexão crítica sobre a ciência, uma vez que esses docentes serão, de certa forma, responsáveis pela educação científica dos futuros cidadãos.

Eichinger, Abel e Dagher (1997) apresentam uma proposta em que destacam as reflexões e proposições feitas durante a organização de um curso que associava história, filosofia, e psicologia da ciência. Nesse curso, os autores sinalizavam a importância de questões como: (i) a dependência / independência que a observação tem em relação à teoria; (ii) a natureza do progresso científico; (iii) o papel do experimento e da teoria na ciência; (iv) o objetivo da ciência; (v) a demarcação da ciência e não ciência, entre outros, integradas a uma metodologia dinâmica envolvendo desenvolvimento de atividades, pesquisas e técnicas instrucionais que ajudariam os estudantes a entenderem o material do curso.

No contexto brasileiro, podemos destacar trabalhos como Borges et al. (2003), Moraes (2003), Harres (1999), entre outros que se têm debruçado sobre questões relacionadas à NdC. Borges et al. (2003), partiram do seguinte problema de pesquisa: *Quais as concepções sobre a natureza do conhecimento científico e a educação em ciências assumidas por docentes que abordam questões epistemológicas e pedagógicas relacionadas à Filosofia das Ciências, em nível de pós-graduação?* Os autores entrevistaram 8 doutores graduados em Biologia, Física e Química que lecionam disciplinas relacionadas à epistemologia. Da análise desses dados, emergiram 3 categorias básicas, que foram exploradas pelo grupo de investigadores:

- Trajetória: relacionada aos aspectos da vida pessoal e profissional dos sujeitos pesquisados, por eles considerados significativos para o seu direcionamento à Filosofia e à História da Ciência.
- Concepções: em que explicitam idéias sobre a natureza da ciência e o desenvolvimento histórico do conhecimento científico.
- Educação: foi evidenciada a relação entre as concepções sobre a natureza da ciência e a educação em ciências. Os professores investigados relataram o desenvolvimento das aulas em diferentes níveis de ensino, considerando as características, os conhecimentos e as idéias prévias dos alunos.

A partir da análise desses dados, os autores pretendiam subsidiar a construção de uma disciplina do Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Os resultados permitiram, porém, ao grupo de pesquisadores repensar suas próprias concepções acerca da natureza da ciência e os ajudaram também a aprofundar reflexões nesse sentido com mestrandos que lecionam Ciências, Biologia, Física, Química e Matemática. Assim, contribuíram para a prática docente desses professores em suas aulas na Educação Básica.

Outro pesquisador brasileiro (MORAES, 2003) buscou compreender e interpretar as idéias sobre ciências de professores ingressantes em um curso de mestrado em Educação em Ciências e Matemática. No total 52 professores responderam a um questionário sobre o entendimento que tinham acerca da ciência. O instrumento de coleta de dados consistiu em três perguntas: 1) *O que é ciência para você?*; 2) *Que argumentos você teria para mostrar que o seu trabalho de sala de aula é científico?*; 3) *Que tipos de cuidado você terá para garantir que a sua dissertação será científica?*.

Os dados foram examinados por meio de análise textual e, após um processo que envolveu um refinamento nas categorias de análise, foram obtidas as seguintes categorias de análise sobre ciência: 1) um conjunto de teorias e conhecimentos; 2) um processo metódico; 3) perguntar e responder (essa categoria teve uma grande incidência na pesquisa); 4) ciência é uma produção coletiva de explicações e compreensões; 5) uma reconstrução sem fim; 6) uma transformação e prática.

Moraes (2003, p. 8) levanta, ainda, a seguinte questão: "Há indícios de superação do empirismo e do positivismo?" Segundo esse pesquisador, há evidências, em certa medida, de uma aproximação entre as idéias do grupo e conceitos expressos tanto pelo positivismo lógico como por outros filósofos da ciência como Popper, Lakatos, Bachelard e Feyerabend. O positivismo lógico mostra-se, contudo, mais evidente.

Conforme Harres (1999), a maioria das pesquisas relacionadas à NdC, inicialmente, adotavam metodologias quantitativas e, atualmente, são realizados trabalhos que se atêm mais às abordagens qualitativas. Apesar da carência de validade e fidedignidade de vários trabalhos, com ambas metodologias e abordando diferentes aspectos da questão, é significativo que todas essas investigações sinalizam o fato de que os estudantes apresentam concepções sobre a NdC inadequadas que incluem, entre outras, as seguintes questões: 1) a consideração do conhecimento científico como absoluto; 2) a idéia de que o principal objetivo dos cientistas é descobrir leis e verdades; 3) lacunas para entender o papel da criatividade na produção do conhecimento; 4) fragilidade para entender o papel das teorias e sua relação com a pesquisa; 5) dificuldades em compreender: experiências, modelos e teorias.

As considerações feitas por Harres (1999) revelam a relação entre as categorias *conhecimento científico* e *modelos* que estamos buscando explorar em nossa investigação, indicando, entre outras questões relevantes, fragilidades relativas à compreensão do conhecimento científico e dos modelos na ciência.

Algumas pesquisas (GILBERT, S., 1991; GROSSLIGHT; JAY; SMITH, 1991) são pioneiras em relação às questões inerentes ao conhecimento científico e aos modelos científicos. No ensino de Ciências, Gilbert, S. (1991) procurou resgatar as representações de estudantes acerca de questões pertinentes à ciência e aos modelos, buscando investigar duas questões: 1) *Que conceito de ciência e modelos os alunos possuem?* 2) *Há razão para acreditar que o conhecimento dos estudantes acerca dos modelos pode ser transferido para um conhecimento desejável a respeito da ciência?*

Nessa pesquisa, foram investigados 687 estudantes de Biologia nos Estados Unidos. Foi utilizando um instrumento que constava de afirmações sobre as quais o aluno deveria se posicionar assinalando se estava de acordo ou não com o que era afirmado. Os resultados sinalizaram que 67% dos estudantes não haviam concordado com a idéia de o conhecimento

científico ser uma construção humana; 61% desses estudantes apontaram, contudo, que o modelo de um objeto ou evento é construído pelo homem, mas não indicaram o que o objeto ou evento na realidade seriam. Gilbert, S. (1991) ressalta que a definição operacional de ciência como construção de modelos tem a intenção de ajudar os estudantes a entender que o conhecimento é uma construção humana.

O estudo de Grosslight, Jay e Smith (1991) teve como objetivo de investigar as idéias de estudantes americanos da Educação Básica (especificamente cursando os 7th-grade e 11th-grade) acerca do objetivo e estrutura dos modelos. A análise dos dados revelou três diferentes níveis: a) *nível 1*: estudantes que acreditavam na correspondência entre modelos e realidade; b) *nível 2*: estudantes que apontavam os modelos como uma representação de um objeto do mundo real e não tanto a representação de idéias. E seu propósito seria a comunicação menos que a exploração de idéias; c) *nível 3*: estudantes que destacavam múltiplas finalidades para os modelos como, por exemplo, ferramentas do pensamento, que podem ser manipuladas de acordo com necessidades epistemológicas. De uma maneira geral, observou-se que muitos estudantes compreendiam os modelos como a própria realidade, já que há uma *mistura* entre os dois primeiros níveis.

A seguir exploramos pesquisas relacionadas com o ensino de Ciências, e, em especial, com a compreensão e uso de modelos. Inicialmente, enfocamos os trabalhos que envolvem diretamente os estudantes da Educação Básica de Ciências em contextos diferenciados. Assim procedemos, por entendermos que esse tipo de análise nos indica, de maneira indireta, questões que devem ser contempladas durante a formação do professor a fim de que ele possa ter elementos para planejar atividades junto aos seus alunos. Em seguida, destacamos as pesquisas que envolvem licenciandos e professores de Química.

1.1.2 As Representações dos professores sobre os modelos científicos no ensino de Ciências

Harrison e Treagust (1996) buscaram em sua pesquisa, uma análise dos modelos produzidos por 48 estudantes australianos que tivessem entre oito e dez anos de escolaridade (últimos anos obrigatórios no sistema educacional australiano, o equivalente ao nosso ensino médio). Os modelos utilizados nessa pesquisa eram átomos e moléculas. Para esses autores, os

modelos mentais são entendidos como interpretações de determinado assunto. A análise das respostas apontou que 50% desses estudantes acreditam que os átomos podem ser vistos ao microscópio, enquanto 55% acreditam que os átomos são bolas ou esferas. Em relação aos níveis discutidos por Grosslight, Jay e Smith (1991), 58% estão no nível 1 e 42% no nível 2.

Os resultados encontrados, recentemente, por Treagust e Mamiala (2002), ao investigarem estudantes australianos, entre 13 e 15 anos, acerca do significado dos modelos científicos, indicaram que, para 43% destes estudantes, o modelo científico é uma réplica da realidade.

Uma síntese das idéias de estudantes de diferentes graus de escolaridade e idade em relação aos modelos na aprendizagem em Ciências é apresentada por Islas e Pesa (2001). Esses pesquisadores sinalizam algumas dificuldades associadas à compreensão da categoria modelo. A seguir, destacamos algumas dessas dificuldades:

- Normalmente, os estudantes concebem os modelos como cópia da realidade.
- Os estudantes têm dificuldade em distinguir o modelo da realidade que está representando, o que é mais evidente quando a porção da realidade está formada por entidades não acessíveis à percepção direta.
- As expressões matemáticas relacionadas ao modelo são manipuladas pelos alunos sem que sejam reconhecidas as entidades físicas que correspondem a elas.
- O papel dos cientistas na construção dos modelos, assim como a importância da validação da comunidade científica não são assuntos refletidos pelos estudantes.
- O caráter sistêmico da relação modelo-teoria também não é reconhecido pelos estudantes, pois esses tendem a relacionar a validade de um modelo mais fortemente com a contrastação empírica de que com a validade teórica.

Em relação a estratégias didáticas que envolvem o uso de modelos nas aulas de Química no ensino médio, Mendonça e Justi (2005) observaram, após uma seqüência de aulas em que utilizava modelos para o conteúdo *Ligações Químicas*, que os alunos não apresentaram as principais concepções alternativas descritas na literatura para esse conteúdo, como, por exemplo, a fusão de modelos distintos, com características de um modelo de ligação covalente aplicado para a ligação iônica. A maioria deles, porém, foi capaz de relacionar, de forma coerente, a estrutura em rede com as propriedades dos compostos iônicos. Uma consideração importante feita pelas autoras é a importância das discussões de questões acerca da natureza dos modelos e do envolvimento nesse debate de licenciandos durante a formação inicial.

Justi e Gilbert (2001) defendem que, para os alunos terem uma compreensão do que são os modelos e o papel desses na construção do conhecimento científico, é necessário investigar a compreensão dos professores acerca dessa categoria. Concari (2001) ratifica essas considerações, comentando que a visão que os estudantes têm dos modelos é afetada fortemente pelas explicações que o professor ou o texto proporcionam.

Ratificando as considerações de Justi e Gilbert (2001) e Concari (2001), exploraremos, a seguir, algumas investigações que têm se debruçado sobre as representações dos docentes de Ciências acerca dos modelos científicos e os modelos utilizados no ensino de Ciências, bem como da utilização dos modelos nas aulas de ciências. Islas e Pesa (2003) em uma pesquisa com 6 professores em exercício e 3 licenciandos em Física, observaram que, em alguns casos, os modelos eram compreendidos como cópia da realidade e, em outros, esses eram relacionados apenas a alguns conteúdos de Física. As autoras apontam que provavelmente esses docentes utilizam ou utilizarão os modelos, em suas aulas, de forma tácita.

Van Driel e Verloop (1999), em uma pesquisa junto a professores holandeses, observaram que as respostas a um questionário aberto acerca da natureza dos modelos indicavam que, em geral, os professores entendiam os modelos como representações simplificadas ou esquemáticas da realidade.

Harrison (2001) propôs discutir a visão de 10 professores sobre a modelagem a partir de uma entrevista semi-estruturada e o modo como são usados nos livros-texto de Ciências, procurando responder a duas questões de pesquisa: 1) *O que os professores pensam da utilização de modelos para a representação de objetos e eventos científicos?*; 2) *Há similaridades entre o modo como os livros-texto representam os modelos e o modo como os professores pensam o ensino com modelos?*.

A entrevista realizada na pesquisa buscava explorar o papel dos modelos quando uma explicação alternativa fosse necessária e, assim, investigar de fato se os professores compreendiam o que seria um modelo. Os resultados indicaram que os professores ressaltavam pontos diferentes: (i) modelos como simplificações; (ii) modelos podem modificar o desenvolvimento de idéias; (iii) modelos são construções pessoais; (iv) possibilidade de existência de múltiplos modelos entre outras questões. Em relação aos livros didáticos, foram ressaltadas limitações em relação à maneira como os autores dos livros textos tratam os modelos didáticos, pois são simplesmente apresentados sem nenhuma discussão. Dessa forma, pouco

contribuem, como uma forma de negociação para que os alunos compreendam o conhecimento científico no contexto escolar. Esse autor destaca como relevante a utilização de entrevistas, análise de livro-texto e observação das aulas dos professores para pesquisas na área.

O estudo de Justi e Gilbert (2001) teve a seguinte questão de pesquisa: “Que compreensões os professores de Ciências mostram quando solicitados a definir modelos e modelagem e a classificar exemplos relacionados com uma variedade de fenômenos?” Nessa pesquisa, foram investigados 39 professores brasileiros do ensino fundamental com formação em Biologia, Física, Química e Magistério; 10 professores do ensino médio com formação em Biologia, Física e Química, 10 estudantes de licenciatura das áreas já citadas e 19 professores universitários de Química. A análise dos dados evidenciou que todos os professores expressaram que o modelo é uma representação total ou parcial de algo, embora a idéia de modelos como reprodução de algo tenha sido encontrada de modo mais significativo nos professores do ensino fundamental. A grande maioria apontou a importância do uso de modelos para a visualização (87%), a criatividade (87%) ou a explicação (92%), enquanto que 48% afirmaram que um modelo é um padrão a ser seguido.

No estudo realizado por Justi e Gilbert (2001), os professores de Biologia e Magistério apresentaram visões mais simplistas em relação aos modelos apresentados do que os professores de Física e Química. Os autores apontam como uma possível explicação para as visões mais simplistas dos professores de Biologia e do Magistério, o fato de que os exemplos estavam relacionados a conteúdos de Física e Química.

Essas diferenças entre professores de áreas distintas também foram observadas por Harrison (2001). Na pesquisa conduzida por esses autores, os professores de Física apresentaram grande criatividade no trabalho com os modelos, seguidos pelos de Biologia e, por último, pelos de Química. Essa é uma questão interessante, pois muitas vezes a química é tomada como uma ciência exclusivamente experimental e os modelos, como parte integrante do conhecimento químico, não são levados em consideração.

Uma análise das idéias sobre o uso de modelos e modelagem no ensino de Ciências junto a um grupo de 39 professores de Biologia, Física e Química de diferentes níveis de ensino no Brasil foi conduzida por Justi e Gilbert (2002a). Nessa investigação, foram ressaltadas, entre outras, as seguintes questões: *De que forma os modelos podem ser usados no ensino de Ciências? Há diferenças entre os modelos científicos e os utilizados no ensino?; Quais as características de*

um bom modelo de ensino?. Os autores observaram que alguns professores apontavam uma integração entre o modelo científico original e o modelo que é utilizado no ensino. Essa observação constitui uma questão importante, visto que retrata uma distância em relação ao que Shulman (1987, p.17) define como conhecimento pedagógico do conteúdo.: “[...] a intersecção de conteúdos e pedagogia, a capacidade do professor transformar o conhecimento do conteúdo que possui em formas que são pedagogicamente poderosas e adaptadas às variações de habilidades e conhecimentos prévios dos alunos”. A análise dos dados relacionados à natureza dos modelos revela que alguns desses professores compreendem os modelos como a reprodução de alguma coisa ou mesmo como um padrão a ser seguido.

Autores como Van Driel e Verloop (2002) afirmam haver poucos estudos que visam resgatar as diferentes atividades utilizadas pelo professor no trabalho com modelos, bem como identificar o conhecimento que esses têm em relação à aprendizagem e à construção de modelos. O interesse dos autores na investigação estava relacionado às atividades de ensino propostas por professores de Biologia, Física e Química, cujo desafio é organizar atividades em um contexto em que começa a ser vivenciando um novo programa de ciências que enfatiza os modelos e a modelagem no ensino. Os resultados desse estudo sinalizaram que há diferenças em função do tipo de atividades que os professores utilizam para focalizar os modelos e a modelagem na ciência. Observou-se, também, que esses docentes tinham idéias limitadas acerca das concepções e habilidades dos seus alunos neste domínio. Segundo os autores, a pesquisa realizada contribuiu para a compreensão dos conhecimentos de professores em serviço acerca do ensino e aprendizagem dos modelos e modelagem, bem como para o planejamento de uma intervenção com o objetivo de desenvolver conhecimentos neste domínio.

Núñez, Neves e Ramalho (2005) destacam a transposição dos conteúdos relacionados com a mecânica quântica por ser difícil representar um conhecimento que responda a esse conceito. Em uma investigação realizada junto a estudantes universitários e livros didáticos de Química voltados ao Ensino Superior, observaram fragilidades no tocante à concepção de modelos. Os resultados revelaram que, para os licenciandos em Química, o princípio da incerteza e o caráter dual das *micropartículas* são fatos tomados como a realidade. Segundo Núñez, Neves e Ramalho (2005, p. 9),

A ciência trabalha com modelos. Como pode ser constatada nos resultados da pesquisa, essa é uma questão não familiar para o ensino, quando não revela a natureza do conhecimento científico, sua epistemologia. Por isso, os alunos têm como tendência identificar o modelo como realidade.

As considerações apresentadas acerca das visões de professores e alunos relacionadas com a NdC, tanto no contexto nacional quanto no internacional, apontam para fragilidades no modo de compreender o conhecimento científico. O caráter provisório desse conhecimento é algo que, em muitos casos, não é levado em consideração; por isso, muitas vezes, é tomado como um dogma, uma verdade inquestionável.

O papel dos modelos e teorias na construção do conhecimento científico é algo que parece não ser bem compreendido ou até mesmo levado em consideração ao se refletir sobre o conhecimento produzido pela ciência. E essa é uma questão importante a ser repensada para que os futuros professores possam, durante sua formação, construir habilidades a fim de planejarem atividades que envolvam o uso de modelos.

Nas seções posteriores, procuraremos aprofundar questões, já apresentadas de modo introdutório neste texto, no que concerne aos modelos produzidos na ciência e no ensino de Ciências.

1.2 MODELOS CIENTÍFICOS E OS MODELOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: APONTANDO SIGNIFICADOS E SUA IMPORTÂNCIA NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NAS AULAS DE CIÊNCIAS

A literatura educacional (BUNGE, 1976, (apud RICARDO VALDEZ; MINERVA GUEVARA, 2004); CASTRO, 1992; POZO MUNICIO; GOMÉZ CRESPO, 1998; GIORDAN; DE VECHI, 1996; GALAGOVSKY; ADÚRIZ-BRAVO, 2001; JUSTI, 2003; CHASSOT, 2003) nos aponta contribuições de diferentes autores no sentido de subsidiar a compreensão do conceito de modelos científicos. Evitando uma discussão exaustiva, apresentamos, a seguir, as considerações de alguns desses autores acerca do que representam os modelos na ciência (Quadro 1).

Bunge (1976, apud RICARDO VALDEZ; MINERVA GUEVARA, 2004)	Um modelo é uma construção imaginária (portanto arbitrária) de objeto(s) ou processo(s) que substituem um aspecto da realidade a fim de poder efetuar um estudo teórico por meio das teorias e leis usuais.
Castro (1992)	Os modelos representam uma imagem particularizada de um aspecto da realidade e por definição seriam incompletos em relação ao sistema que pretendem representar (referente ou sistema objeto) que normalmente é um sistema complexo.
Pozo Municio e Gómez Crespo (1998)	Os modelos constituem um processo representacional que faz uso de imagens, analogias e metáforas para auxiliar o sujeito (aluno ou cientista) a visualizar e compreender o referente, que pode se apresentar como de difícil compreensão, complexo e abstrato e / ou em alguma escala perceptivelmente inacessível.
Giordan e De Vecchi (1996)	Um modelo é uma construção, uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem analógica que permite materializar uma idéia ou um conceito, tornados, assim, diretamente assimiláveis. Um modelo, além de permitir aclarar um conjunto de elementos, deve permitir previsões.
Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001)	Os modelos são considerados ferramentas de representação teórica do mundo, auxiliando a sua explicação, predição e transformação.
Justi (2003, p. 1)	[...] um modelo é (i) uma representação parcial de um objeto, um evento, um processo ou uma idéia entre várias possíveis; (ii) é utilizado com uma finalidade específica, por exemplo, facilitar a visualização de algum aspecto, favorecer o entendimento, promover a elaboração de previsões e o desenvolvimento de novas idéias; (iii) é passível de modificações[...].

Quadro 1 – Contribuições de alguns autores para a compreensão do conceito de modelos

As visões teóricas dos autores apresentadas no quadro 1 sobre os modelos indicam alguns aspectos que nos permitem uma maior compreensão dessa categoria. Os modelos podem ser entendidos como uma forma de representação de um aspecto da realidade com fins descritivos, explicativos, preditivos, permitindo, assim, um aprofundamento do estudo realizado. Por representarem um aspecto da realidade, apresentam limitações, sendo passíveis de mudanças e, no decorrer do processo de construção, fazem uso de analogias de modo a auxiliarem a visualização e compreensão do que se pretende representar.

De uma forma mais didática, Justi e Gilbert (2000) exploram o significado da categoria modelo, apresentado uma tipologia em que há uma diferenciação dos diversos tipos de modelos

no decorrer do processo de construção até sua socialização. Para estes autores, um modelo pode ser entendido como uma representação de um objeto, processo, evento, sistema ou idéia e se origina de uma *atividade mental*. O *modelo mental* é uma representação individual e pessoal que pode ser construída de maneira individual ou em grupo, mas que é inacessível a outras pessoas. A forma como essa atividade mental consegue ser expressa para as outras pessoas, seja pela fala, ações, seja de qualquer outra maneira simbólica, é chamada de *modelo expresso*. Quando esse modelo passa a ser consenso dentro de um determinado grupo social, ele passa a ser chamado de *modelo consensual*. Um modelo que é consenso em uma comunidade científica é denominado *modelo científico*. O *modelo histórico* seria um modelo científico produzido em um contexto específico, mas que foi superado e colocado à margem da ciência. Pela complexidade dos modelos científicos, nas aulas de ciências, são ensinadas simplificações desses modelos, denominadas de *modelos curriculares*. E, finalmente, o *modelo de ensino – ou didático, ou pedagógico* – não constituiria apenas objetos concretos trazidos pelo professor, mas todo o subsídio que esse utiliza para ajudar a aprendizagem dos alunos, como, por exemplo, ilustrações que ajudam os alunos a visualizarem o que se pretende, objetos, gráficos, esquemas, analogias etc.

Gilbert, S. (1991) destaca que a ciência pode ser vista como um processo de construção de modelos conceituais preditivos. Os modelos são vistos como representações de sistemas-alvo que existem no mundo em que vivemos. Eles são os sistemas de palavras, números, figuras, programas, ações e imagens concretas que constituem as comunicações científicas.

Castro (1992) aponta que, na Química, um modelo tem por finalidade ajudar a interpretar os fenômenos químicos; permitir a predição do comportamento dos sistemas químicos sob condições específicas impostas pelo entorno circundante e estabelecer as adequadas correlações entre conjuntos bem definidos de dados experimentais e cálculos teóricos.

Ao se estudar um fenômeno químico, seja na forma teórica ou experimental, inevitavelmente se recorre a alguma aproximação, por meio de modelos, visto que a limitação dos nossos sentidos não nos permite visualizar diretamente os fenômenos e os resultados oriundos dos experimentos. (CASTRO, 1992).

Na química, os cientistas constroem modelos para racionalizar os fenômenos observados, bem como para resolver e propor novos problemas científicos. Para isso, pensam em termos de teorias e modelos ao estabelecer relações entre o mundo macroscópico e o mundo microscópico.

Podemos entender essa e outras ciências da natureza como um processo social e histórico de construção de modelos conceituais descritivos, explicativos e preditivos.

Ratificando as considerações anteriores, Coll, France e Taylor (2005) comentam que a ciência não evolui sem recorrer ao uso de modelos mentais e modelos expressos porque ambos são importantes e têm um papel central nas pesquisas e na comunicação do conhecimento.

Um aspecto importante a ser ressaltado também é a relação entre os modelos e as teorias. Nesse sentido, ratificamos as considerações de Islas e Pesa (2003). Segundo elas, apesar de normalmente a literatura chamar modelos de teorias, seria mais correto dizer que as teorias supõem modelos. A teoria se refere a um sistema ou classe de sistemas, enquanto os modelos representam esses sistemas. Islas e Pesa (2003) afirmam que cada modelo construído é submetido às considerações da comunidade científica. Assim, a validação de um modelo não se restringe apenas à sua adequação como representação da realidade, mas estende-se à coerência sistêmica entre as suas estruturas e as teorias que são aceitas pela comunidade científica.

Giere (1999) descreve as teorias como famílias de modelos e hipóteses que se vinculam aos fenômenos. Portanto, as declarações da ciência e o mundo que eles buscam explicar não têm uma relação direta, mas está mediada pelos modelos.

A visão epistemológica de Giere, citada anteriormente, fundamenta outros trabalhos, como o de Greca e Santos (2005), que propõem os modelos como unidade de análise da ciência. As teorias científicas seriam estruturadas sobre a base de certas famílias de modelos, sendo cada um desses modelos um mapa cognitivo individualizado representando um tipo de situação possível. Essas famílias teriam uma certa estrutura hierárquica, organizadas em vários níveis de abstração, existindo alguns modelos que seriam mais básicos e outros mais periféricos.

Giere tenta, assim, analisar o papel cognitivo desempenhado pelos modelos, tanto na aprendizagem dos iniciantes quanto no trabalho científico propriamente dito. Greca e Santos (2005) comentam que a posição desse filósofo se embasa em elementos da Psicologia Cognitiva, embora o uso que ele faz dessa ciência possa causar certa confusão entre modelos cognitivos ou mentais (representações internas, individuais, idiossincráticas e incompletas) e modelos científicos (representações externas e consensuais em uma comunidade). Além dessa questão, a análise de Giere sugere que as teorias surgem de famílias de modelos, e isso pode encontrar algumas limitações, como é o caso da Mecânica Quântica.

Thomas et al (1996) assinala que uma teoria científica pode ser entendida como uma *estrutura de relações lógicas* que interpreta temporalmente um conjunto de fenômenos de um domínio dado na ciência. É um *marco teórico* criado pela mente humana, validado e aceito pela comunidade científica em dado momento histórico e que estrutura as leis científicas. De uma maneira geral, uma teoria científica engloba uma ou mais leis científicas, entendidas como as relações entre as diferentes magnitudes implicadas em um determinado fenômeno. Conseqüentemente, a teoria científica é mais inclusiva que a lei.

Gilbert, J. (2004) comenta que os modelos funcionam como uma ponte entre a teoria científica e a realidade. Eles podem ser representações simplificadas de uma realidade observada, produzidas com propósitos específicos, em que as abstrações da teoria podem ser aplicadas. Eles podem ser usados para tornar visíveis entidades abstratas; fornecer descrições e/ou simplificações de um fenômeno complexo; ser a base tanto para a explicação científica quanto para predições acerca do fenômeno. A modelagem computacional também tem sido uma importante ferramenta para o *design* e interpretação de atividades experimentais.

Compartilhamos da posição apresentada por Concari (2001) quanto à relação entre as teorias e os modelos como partes integrantes do conhecimento científico. A autora discute que as teorias científicas explicam os fenômenos, descrevendo a realidade subjacente a eles e predizendo novos fenômenos. O poder explicativo de uma teoria científica estaria, então, vinculado à capacidade múltipla de descrição (definição do fenômeno, suas características, componentes, bem como a definição das condições em que se apresenta e as diferentes formas em que o fenômeno se manifesta), de explicação (proporcionar um melhor entendimento das causas dos fenômenos, referindo-se à prova empírica das proposições da teoria) e de predição (possibilidade de antecipar eventos e explicá-los).

As teorias científicas poderiam, assim, ser vistas como um conjunto de enunciados que têm fins explicativos, e a aplicação das teorias para a explicação de fatos necessitaria da construção de modelos (CONCARI, 2001). Os modelos, então, não constituem por si sós uma explicação da realidade física. A representação do fenômeno por um modelo não implica, portanto, uma descrição ou explicação, contudo pode ser vista como meio para compreender e conhecer o fenômeno.

A distinção entre modelos e realidade constitui um outro ponto importante na compreensão dos modelos científicos e, assim, do conhecimento científico. Para Giordan e De Vecchi (1996), as

situações que pertencem à realidade são complexas e o que conseguimos é a abordagem do real por sucessivas aproximações. Assim, apesar do paralelismo entre realidade e modelo, existem, entre ambos, profundas diferenças que, em algum momento, podem gerar divergências e a rejeição de um modelo em favor de outro mais elaborado. Essas diferenças são oriundas do fato de que a precisão experimental se torna melhor, que há uma extensão do campo de utilização do modelo, ou do fato de a realidade ser abordada através de outra problemática.

Autores como Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001), Rodríguez e León (1983), Mayer, (1989), Islas e Pesa (2002) têm ressaltado de maneira consensual algumas considerações acerca dos modelos, considerações essas que refletem a própria natureza dos modelos científicos e sintetiza as apresentadas anteriormente acerca dos modelos. Vejamo-las:

- Os modelos devem cumprir determinado nível de analogia estrutural e funcional com a realidade, de maneira que nos permita extrapolar os dados obtidos no modelo para o objeto ou fenômeno estudado.
- Os modelos são construções provisórias; portanto, nenhum modelo científico possui a verdade absoluta e definitiva sobre nada.
- Os modelos científicos alternativos podem não ser compatíveis entre si, principalmente quando partem de referenciais teóricos diferentes;
- A simplificação é um dos objetivos importantes dos modelos e implica discriminar as variáveis relevantes e construir uma representação simplificada do complexo mundo real.
- O mesmo fenômeno pode ser representado por vários modelos, inclusive rivais entre si.

Em relação à representação de um fenômeno, evento, por vários modelos alternativos e/ou competitivos, Castro (1992) traz uma importante contribuição ao destacar a necessidade de estabelecer os seguintes critérios para que se possa avaliar o modelo mais pertinente:

- autoconsistência: No campo científico, um modelo não pode contradizer aqueles princípios básicos universalmente aceitos e as leis que são particulares a cada ciência;
- simplicidade: A construção do modelo deve priorizar os aspectos essenciais do sistema objeto a ser modelado;
- estabilidade: Deve ser possível a introdução de modificações, complementos e/ou generalizações no modelo sem que isso conduza à destruição da estrutura interna do modelo;
- utilidade: O modelo deve fornecer informações, previsões e/ou correlações em relação a algumas de suas propriedades que não tenham sido introduzidas explicitamente no processo de

elaboração e esses dados devem ser coerentes com as características correspondentes do referente;

- generalidade: Um bom modelo deve permitir a identificação de conexões e vínculos não evidentes no processo de elaboração entre referentes distintos. Essa consideração é importante, pois existem variedades de sistemas objetos que são muito diferentes em sua natureza, mas que, ao mesmo tempo, compartilham alguns atributos e propriedades. Uma das finalidades da indagação científica é tornar mais clara essas vinculações;
- matematicidade: Todo modelo deve ser matematizável no sentido de poder quantificar suas previsões, interpretações e correlações, embora nem sempre seja possível quantificar um resultado fornecendo um número ou uma resposta definitiva.

No processo de construção de um modelo científico (modelização), a simplificação é realizada mediante a eliminação de variáveis que não sejam relevantes. Bunge (1985 apud ISLAS; PESA, 2001) chama isso de *regra de construção de teoria*. Nesse processo, têm-se representações dos sistemas reais, denominados pelo autor de modelos ideais, ou seja, modelos que não representarão a totalidade do sistema real do qual são a imagem, mas aqueles que têm relevância à luz da teoria que faz referência a esse sistema.

Dessa forma, o fenômeno em estudo pode ser representado sob diversas formas e se escolhe uma representação que se adapte à investigação a ser realizada. Algumas vezes, porém, o avanço durante o processo investigativo conduz à necessidade de determinadas modificações no modelo. Nesse sentido, Islas e Pesa (2001) defendem a possibilidade de elaborar modelos distintos para a representação de uma mesma situação.

Simplificação e flexibilidade seriam, assim, duas questões importantes no processo de modelização, relacionando-se com o tipo de correspondência que existe entre um modelo e seu correlato empírico. Essa correspondência não é pontual, mas estrutural (de sistema para sistema) – o que implica uma relação de analogia que discutiremos posteriormente – e resulta na existência de modelos alternativos para a parte da realidade a ser modelada. Ou seja, um sistema real pode ser representado de diferentes maneiras, cada uma delas construída em função das ferramentas (conceituais e experimentais) disponíveis, e dependendo dos propósitos particulares da investigação. Um outro ponto a ser considerado na construção de modelos é a contrastação

experimental que permite delimitar os campos de validade do modelo e das conclusões obtidas a partir de seu emprego (ISLAS; PESA, 2001).

Em relação à classificação dos modelos, deter-nos-emos às tipologias apresentadas em Castro (1992), Rodríguez e León (1983). Castro (1992) ressalta que a sua classificação é similar à empregada por Bunge (1985) cujo propósito é enfatizar aspectos estruturais dos modelos científicos. Inicialmente, destaca que o modelo pode ser apresentado de forma concreta ou abstrata e pode ser: a) iconográfico: caracterizado por uma semelhança entre forma e objeto; b) analógico: caracterizado por manter alguns aspectos de forma do objeto, mas a ênfase é dada às propriedades funcionais ou de comportamento do objeto; c) simbólico: não considera a analogia entre forma e objeto, mas se baseia na analogia funcional.

Rodríguez e León (1983) destacam que os cientistas criam diferentes tipos de modelos de acordo com seus objetivos e características dos fenômenos estudados. Eles apontam três tipos de modelos: a) o modelo icônico: uma reprodução em escala diferente do objeto real; b) modelo teórico: com a capacidade de representar as características e relações fundamentais do fenômeno, proporcionar explicações e com função de guiar para gerar hipóteses teóricas; c) modelo analógico: relacionado à estrutura de relações e determinadas propriedades fundamentais da realidade, e não com todas as qualidades do sistema.

Em relação aos modelos químicos, Tomasi (1998) destaca que devido a certas particularidades da química, é conveniente introduzir uma distinção entre os componentes dos modelos: a) modelo material: referente à porção da matéria descrita no modelo, correspondendo à parte concreta na qual o fenômeno é observado, ou pode ser constituída por uma redução ou simplificação dessa matéria; b) modelo físico: referente às interações físicas do objeto de um modo explícito ou implícito. Em alguns casos é conveniente introduzir uma diferenciação entre as distinções que envolvem apenas elementos do sistema material e interações do sistema com o meio externo; c) modelo matemático: as características matemáticas do modelo são os métodos e aproximações utilizadas para descrever quantitativamente as interações físicas no modelo material.

Greca e Santos (2005) postulam que o modelo matemático constitui um sistema axiomático articulado de maneira dedutiva, que permite expressar os enunciados de uma teoria na forma de relações e equações. As autoras acrescentam que os valores de muitas variáveis, obtidos na utilização das equações matemáticas, identificam-se com as magnitudes das propriedades do

sistema em estudo depois apenas de sua interpretação semântica via modelo físico, e que, embora o modelo físico carregue implícito um modelo matemático, o último não constitui, em geral, a descrição dos fenômenos.

Um outro ponto a ser salientado em relação aos modelos, é o papel das analogias na construção desses. Embora haja uma vasta discussão na literatura relativa às analogias, restringimo-nos às questões relacionadas ao seu papel na construção dos modelos. E, embora nosso objeto de estudo não esteja focado nos modelos mentais, é importante ressaltar o papel das analogias na construção desses modelos, pois, a partir deles, são construídos outros tipos de modelos que discutiremos ao longo de nosso trabalho.

Inicialmente, é fundamental compreender o que seria uma analogia. As analogias podem ser entendidas como uma comparação entre situações ou fenômenos que consideramos similares entre si (OLIVA, 2004). Normalmente, recorremos às analogias quando queremos comunicar idéias, explicar coisas ou resolver problemas e temos pouco conhecimento sobre um tema. Isso nos leva a adotar como referência algo conhecido e que nos parece semelhante ao menos no que queremos expressar. O domínio menos conhecido e que se quer entender se denomina *objeto, problema ou branco*, e o que serve de referência se denomina *âncora, fonte ou análogo*.

Duit (1991) entende que o modelo é uma abstração de semelhanças entre dois conceitos ou fenômenos, refletindo os aspectos que o objeto a ser representado e o análogo (representação) mantêm em comum. Para esse autor, as analogias seriam a comparação de estruturas entre dois domínios diferentes e têm um papel central na construção de modelos. Diante do domínio alvo, relações analógicas entre ele e um domínio que serve de fonte são estabelecidas, colocando-se em evidência atributos e certas partes das estruturas comuns a ambos, que vão então fazer parte do modelo.

Para Borges, A. (1997), as analogias têm um papel importante na construção dos modelos mentais, visto que se supõe que esses são construídos por analogia com sistemas mais familiares. De acordo com a teoria de modelos mentais de Johnson-Laird², nós construímos modelos mentais de eventos e estados de coisas do mundo empregando processos mentais tácitos. Para Borges, a habilidade que temos em fornecer explicações está intimamente relacionada à nossa compreensão do que é explicado e para compreender qualquer fenômeno ou estado de coisas, precisamos ter um modelo funcional dele. Assim, os modelos mentais são construídos a partir da percepção, da imaginação ou de leitura. Esses modelos são estruturalmente análogos aos processos que acontecem no mundo exterior. E embora sejam incompletos e não representem diretamente a realidade, eles capacitam cada sujeito a fazer predições e a controlar a execução delas.

Para Van Driel e Verloop (2002), um modelo está sempre relacionado a um alvo que ele pretende representar. Portanto, é uma importante ferramenta de pesquisa na medida em que é usado para obter informações sobre o alvo que não podem ser observadas ou medidas diretamente. Nesse sentido, esses autores postulam que as analogias entre o modelo e o alvo (o que ele pretende explicar, compreender) permitem que o pesquisador construa hipóteses que podem ser testadas enquanto ele estuda o alvo.

Van Driel e Verloop (2002) chamam a atenção, porém, para o fato de algumas características do alvo não estarem presentes no modelo. Defendem, então, que o desenvolvimento de um modelo se dá por um processo interativo, guiado por questões de pesquisa, em que os dados empíricos relacionados com o alvo podem conduzir a uma revisão do modelo, enquanto que, no passo seguinte, o modelo é testado para futuro estudo do alvo.

2- Johnson-Laird sugere que as pessoas raciocinam a partir de modelos mentais. Modelos mentais são como blocos de construção cognitivos que podem ser combinados e recombinaados conforme seja necessário. Como quaisquer outros modelos, eles representam o objeto ou situação em si; uma de suas características mais importantes é que sua estrutura capta a essência (se parece analogicamente) dessa situação ou objeto (HAMPSON; MORRIS, 1996, p. 243 apud MOREIRA, 1996).

Greca e Santos (2005), entretanto, fazem uma ressalva, pois muitas vezes os modelos são considerados como analogias. Isso ocorre, por exemplo, quando se compreende como uma analogia um mecanismo de reação quando este não tem como objetivo representar um fenômeno, mas sim descrever um mecanismo de funcionamento ou processo. A partir do modelo, podemos, sim, estabelecer analogias, mas ele em si não pode ser uma analogia, porque a observação do fenômeno quase nunca oferece indícios dos mecanismos internos das reações, sendo este fato inclusive uma das dificuldades para que os alunos compreendam a reversibilidade das reações, relações cinéticas e de equilíbrio químico. As analogias que servem para casos particulares podem ser construídas a partir dos resultados que fornece o modelo de funcionamento. Essas analogias, muitas vezes, podem comprometer a compreensão geral do mecanismo de reação.

Numa discussão mais voltada para o ensino de Ciências, Clement (1989) destaca que a elaboração e evolução dos modelos mentais no aluno não é o produto de um processo de transmissão de significados, mas uma consequência da evolução cognitiva que resulta da interação entre os modelos mentais dos alunos e as representações didáticas dos modelos científicos. A mudança conceitual, nessa perspectiva, relaciona-se com a eleição do modelo mais adequado dentro de um leque de opções, mais do que com a substituição de um modelo por outro.

Harrison e Treagust (2000b) defendem a idéia de modelo analógico como uma forma de representar tanto entidades familiares com entidades não observáveis. Esses autores, ao invés de adotarem o termo “modelo”, que pode ser entendido como um conjunto de passos para resolver determinado problema, utilizam *modelo analógico* referindo-se a representações concretas, abstratas ou mistas de objetos e teorias científicas que são utilizadas em livros por professores e estudantes. Esclarecem que o ensino de Química, sem o uso desses modelos, reduz-se a uma simples descrição de aspectos macroscópicos e mudanças. Os modelos analógicos são intrínsecos à compreensão da química. A teoria atômica, fórmulas químicas, equações químicas, teoria cinética, ácidos e bases, redox, velocidade das reações são todos modelos para explicação, e o desenvolvimento da modelagem e o uso sistemático de modelos analógicos no ensino de Química pode gerar um entendimento mais sofisticado da ciência.

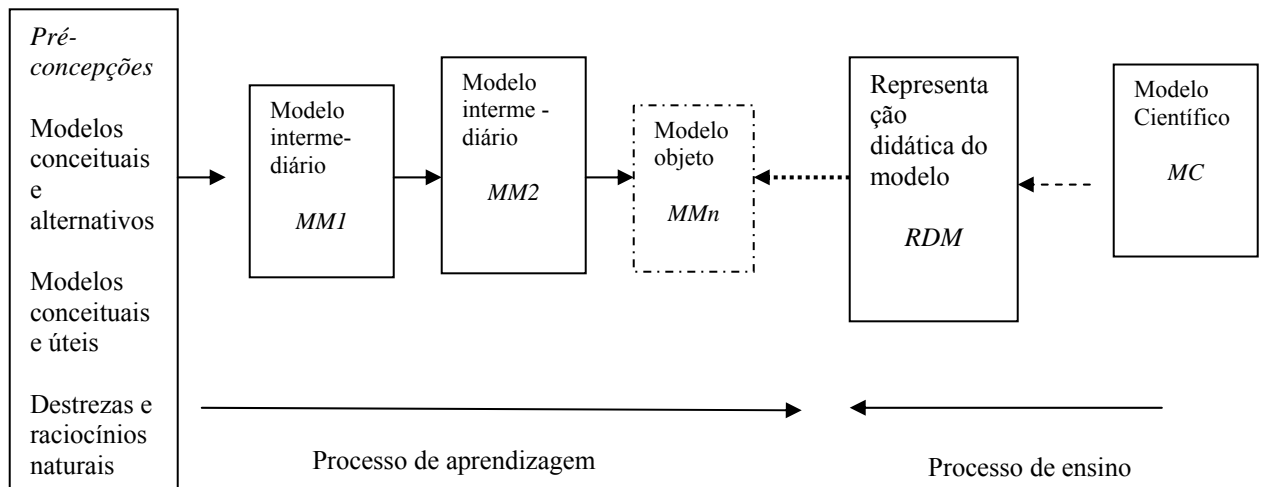
Harrison e Treagust (1996) descrevem várias interpretações que os estudantes têm dos modelos e analogias que são apresentados pelo professor. Um exemplo disso é a idéia da nuvem de elétron como uma matriz em que os elétrons estão embebidos de modo similar a gotas de água nas nuvens.

Uma questão salientada no trabalho de Harrison e Treagust (2000b) está relacionada ao modo como os alunos compreendem os modelos analógicos. Esses modelos são mais que ferramentas, visto que proporcionam significados ao explorado, descrevem e explicam idéias científicas e matemáticas, contribuindo para tornar a ciência interessante e relevante. Na investigação conduzida, os referidos autores entendem que, apesar de não sermos capazes de ter acesso aos modelos dos estudantes, por meio da interação com o professor, outros estudantes e pesquisadores, é possível aproximar-nos do que possivelmente são essas representações. E essa, para nós, é uma questão essencial, pois o professor deve acompanhar como os alunos estão compreendendo o modelo apresentado durante a aula e, dessa forma, subsidiá-los na construção de modelos adequados sobre o fenômeno químico em estudo.

Rodríguez e León (1983) defendem que os modelos analógicos compreendem os métodos, produtos e as ferramentas do ensino-aprendizagem em Ciências. Esse tipo de modelo, na maioria das vezes, é elaborado por cientistas ou professores, e os estudantes podem não estar familiarizados com a analogia que é empregada para explicar um objeto, conceito. Por isso, os professores devem revisar regularmente a *visualização* que os estudantes têm da analogia a ser empregada.

Nesse sentido, Souza, Justi e Ferreira (2006), em uma pesquisa que buscava analisar as analogias empregadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr, observaram que a maioria dos alunos investigados não entende as analogias utilizadas e, conseqüentemente, os modelos aos quais se referem. Em relação à construção do modelo de ligação metálica associada à analogia do mar de elétrons, Carvalho e Justi (2005) também observaram que a maioria dos alunos não compreende a analogia empregada, associando a expressão *mar de elétrons* apenas à disposição das partículas constituintes dos metais, sem considerar as limitações da analogia empregada.

Por outro lado, um modelo da analogia é fruto da comparação entre o modelo objeto e o modelo análogo, quer dizer, trata-se da mensagem que leva a analogia desde a sua intencionalidade didática proposta. É na verdade um modelo de segunda ordem, pois opera já a partir de outros modelos como podemos observar no esquema 1 (OLIVA et al., 2003).



Esquema 1– Construção de modelos proposto por Oliva et al. (2003), baseados em Clement (2000).
Fonte: (OLIVA et al , 2003, p. 430)

É importante que, durante o processo descrito no esquema 1, o aluno construa o modelo dentro das expectativas previstas. Para que isso ocorra, há um conjunto de estratégias de negociação entre as pré-concepções trazidas pelos alunos para a sala de aula e as idéias inerentes ao modelo científico mediadas pelo que o autor denomina como representação didática do modelo, a qual seria apresentada pelo professor de modo a auxiliar a construção do modelo objeto. A construção do modelo análogo, portanto, não é uma tarefa fácil, pois acontece por meio de um processo interativo entre o objeto e o análogo, em que tanto o significado que tem a analogia quanto aquele relacionado ao modelo que há por trás vão sendo modificados. (OLIVA et al., 2003).

O papel dos modelos de modo associado com as teorias pode ser visto nas discussões desse tópico: eles são uma importante ferramenta na construção do conhecimento na ciência. Também vimos a relevância das analogias na construção dos modelos, seja na ciência, seja no ensino de Ciências. No tópico seguinte, avançaremos nas discussões relacionadas à relevância dos modelos no ensino de Ciências, trazendo exemplos e algumas limitações no uso de modelos nas aulas de Ciências.

1.3 IMPORTÂNCIA DOS MODELOS CIENTÍFICOS E DIDÁTICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

É essencial que, no ensino de Ciências, haja a compreensão de que o conhecimento científico tem como um dos elementos de sua constituição modelos que buscam representar a realidade.

Por meio de modelos elaborados, os cientistas formulam questões acerca do mundo, descrevem, interpretam fenômenos, elaboram e testam hipóteses e fazem previsões.

Justi e Gilbert (2000) ratificam a consideração acima, salientando a importância que, no ensino de Ciências, se priorizem discussões que ressaltem a construção do conhecimento científico e como o contexto histórico, filosófico e tecnológico influenciam esse desenvolvimento, subsidiando a compreensão da ciência e o aprendizado da mesma na educação científica escolar.

A relevância dos modelos é sinalizada por Núñez, Neves e Ramalho (2005) ao discutirem que o ensino deve aprender a lidar com a subjetividade do conhecimento científico, pois o mesmo, sendo uma forma sistematizada de saberes, são representações, construções humanas, que possibilitam uma outra leitura do mundo (muitas vezes não a melhor) em relação ao conhecimento do senso comum, ao saber popular.

A utilização de modelos no ensino de Ciências é vista também como essencial por Harrison e Treagust (2000a). Esses autores entendem que os modelos fazem parte do pensamento e trabalho científico. Defendem que a ciência e os modelos exploratórios são inseparáveis porque os modelos são os produtos da ciência, métodos e melhores ferramentas do ensino-aprendizagem. Assim sendo, postulam que os modelos devem ser apresentados enquanto construções humanas com suas potencialidades e limitações, embora esses autores afirmem que essa não é uma questão contemplada nem por professores nem por livros didáticos.

Por outro lado, a importância do trabalho com modelos nas aulas de Ciências é confirmada por autores como Hodson (1992), Justi e Gilbert (2002b). Eles entendem que, para que aprendam Ciências, deve-se tornar possível aos alunos o entendimento dos principais modelos científicos relativos aos tópicos em estudo, bem como deve-se fazê-los entender a abrangência e limitação dos mesmos. O aprendizado sobre Ciências, por outro lado, deve possibilitar aos alunos o

desenvolvimento de uma visão adequada sobre a natureza dos modelos. Nesse sentido, é preciso subsidiá-los na avaliação dos modelos científicos. Já para que aprendam a fazer Ciência, deve-se estimular os aprendizes a criarem, expressarem e testarem seus próprios modelos.

Para Justi (2006) a aprendizagem por meio de modelos pode ter lugar em dois momentos do processo: na construção e na utilização do modelo. Quando um modelo é construído, é criado um tipo de estrutura representativa, desenvolvendo, assim, uma forma científica de pensar. Por outro lado, quando se utiliza um modelo, aprende-se sobre a situação representada por esse.

Chassot (2003) destaca como essencial a discussão acerca dos modelos no ensino de Ciências em qualquer grau de escolaridade. Assinala, por exemplo, que se comenta sobre modelo de átomos prováveis, mas não sobre modelos moleculares prováveis ou modelos prováveis para reações químicas, que são tidos como reais. Algumas questões interessantes ainda são destacadas por Chassot (2003). Vejamo-las:

- Os modelos são prováveis e, às vezes, aqueles tidos como ultrapassados podem ser considerados adequados para explicar alguma situação. Na química, por exemplo, raramente recorremos ao modelo aceito atualmente para o átomo (modelo quântico) a fim de explicar a maioria dos conteúdos dessa disciplina.
- O papel do aluno, do professor, do pesquisador são essenciais na construção dos modelos, visto que a interação que o sujeito tem com o modelado é imprescindível, pois, a partir da vivência de diferentes pessoas com o objeto ou situação a serem modelados, podem ser elaborados diferentes modelos.
- Uma das preocupações pertinentes ao ensino de Ciências é que professores e alunos entendam que as fórmulas e as leis, elaboradas a partir de modelos, procuram fazer aproximações da realidade. Tentamos fazer aproximações da realidade, porém dificilmente nós temos dados precisos da realidade, mas apenas aproximações.

No ensino de Química, em muitos casos, os experimentos são supervalorizados, não sendo considerada a importância da ajuda pedagógica do professor, que pode fazer intervenções e proposições de modo a auxiliar os alunos a elaborarem novas explicações relacionadas à ciência (SILVA; ZANON, 2000). Esse fato pode levar a um ensino que não ressalta os modelos na construção do conhecimento químico, quando o próprio experimento é um procedimento para a construção de modelos.

Ricardo Valdez e Minerva Guevara (2004) destacam que, para o ensino de um determinado tema de Química, é necessário estabelecer nitidamente quais são os dados primários (experimentais), quais as leis sobre as quais se basearam a interpretação, análises e eventual correlação ou comparação, e qual é o modelo que nos permite representar o fenômeno. Um dos problemas relativamente comum no ensino de Química é o não entendimento desses três aspectos, considerando-se como dados primários determinadas construções inerentes a um determinado modelo e / ou teoria.

Como já apresentamos na introdução, os modelos científicos têm a articulação de um grande número de hipóteses, com elevado grau de abstração, em relação ao objeto de estudo, o que limita a compreensão de tais modelos por parte dos alunos da Educação Básica. Por essa razão, deve ocorrer uma reconstrução dos modelos científicos por meio da imagem adequada à aula, ou seja, devem-se utilizar estratégias para que os modelos científicos possam ser compreendidos pelos alunos no ensino de Ciências (LIMA; NÚÑEZ, 2004b).

Os modelos utilizados por professores e/ou livros didáticos com o objetivo específico de ajudar os alunos a compreenderem algum aspecto do ensino, como já descrito anteriormente, é chamado de modelo de ensino. Esse modelo deve preservar a estrutura conceitual do modelo científico ao qual está relacionado, assim como demonstrar a interação dinâmica que existe entre pensamentos e ações na ciência. Para sua elaboração, devem ser levadas em consideração as idéias prévias dos alunos e as habilidades que eles possuem para relacionar as entidades concretas e/ou abstratas envolvidas na relação analógica que está sendo estabelecida (JUSTI; GILBERT, 2002a).

Gilbert, J., (2004) apresenta uma diversidade de situações e objetos em que os modelos didáticos podem ser usados como forma de representação. Segundo esse autor, muitos modelos são de objetos materiais e podem ser vistos como tendo uma existência independente (desenho de um frasco de reação) ou como sendo parte de um sistema (desenho de um frasco de reação em um equipamento). Esse autor lembra que o modelo pode ser menor do que o objeto que ele representa (um avião em miniatura) ou maior que ele (o desenho de um vírus). Para Gilbert, J., (2004), alguns modelos são representações de abstrações, entidades criadas para que possam ser tratadas com objetos (fluxo de energia como linhas). Assim, um modelo pode incluir representações tanto de abstrações quanto de materiais concretos (linhas de energia no Ciclo de Krebs). Pode, ainda, representar um sistema, uma série de entidades em uma relação fixa com

cada uma (de átomos de carbono num cristal de diamantes; de um motor elétrico). Pode, também, representar um evento, o comportamento de um sistema num determinado tempo (a migração de íons através de uma membrana semipermeável; da gestação humana e do nascimento). Finalmente, esse estudioso afirma que os modelos podem representar um processo, em que um ou mais elementos de um sistema são permanentemente mudados (uma conversão catalítica). Gilbert, J. (2004) comenta ainda que os modelos podem ser expressos de cinco maneiras:

- material concreto: São utilizados materiais tridimensionais como, por exemplo, modelos de pau-bola para a representação de moléculas; o modelo de metal de um avião. A maioria dos professores de Química Orgânica utiliza modelos moleculares e seguem os seguintes passos: fenômeno, imaginação estrutural e símbolos químicos; depois, mostrando novas substâncias, eles podem demonstrar com modelos moleculares pau-bola as fórmulas estruturais. (BARKE; ENGIDA, 2001).
- modo verbal: Consiste numa descrição de entidades e a relação entre elas na representação como, por exemplo, a natureza das bolas e paus na representação pau e bola, das partes do modelo de um avião. Em outras palavras, esse tipo de modelo consiste na exploração das metáforas e analogias que foram empregadas em sua elaboração.
- modo simbólico: Consiste no uso de símbolos e fórmulas químicas, equações químicas, expressões matemáticas, equações particulares como, por exemplo, a lei universal dos gases, a lei da velocidade das reações.
- modo visual: Consiste no uso de gráficos, diagramas, animações, representações bidimensionais de estruturas químicas (diagramas).
- modo gestual: Consiste no uso do corpo ou parte dele como, por exemplo, a representação do movimento dos íons durante a eletrólise por meio da movimentação dos estudantes.

Para Islas e Pesa (2003), os modelos pedagógicos (que podem ser entendidos como modelos didáticos) são elaborados pela comunidade educativa e são usados pelos docentes, em suas aulas, para ajudar os estudantes a compreenderem os modelos científicos. Os modelos pedagógicos têm como objetivo favorecer a construção de modelos mentais adequados para a compreensão dos modelos científicos e, por consequência, adequados à compreensão do mundo físico.

Uma importante ressalva tem sido feita por Giordan e De Vecchi (1996) em relação aos modelos didáticos, visto que, na maioria das vezes, esses tipos de modelos são mal elaborados,

constituindo verdadeiros obstáculos à aprendizagem. Em primeiro lugar, são quase sempre inadequados ao nível cognitivo dos alunos devido à sua estrutura ou o grafismo que lhes é associado. Segundo, correspondem a ferramentas muito complexas em relação às perguntas que os alunos se fazem ou aos problemas que desejam resolver. Em terceiro lugar, estão defasados, também, em relação ao saber científico que pretendem transmitir, pois sua apresentação dogmática lhes retira qualquer valor instrumental, como também as imagens utilizadas escondem a mensagem a ser transmitida, na medida que somente as propriedades aparentes são conservadas.

As fragilidades dos modelos didáticos também são comentadas por Lima e Núñez (2004b). Segundo eles, na maioria das vezes, o que ocorre nas aulas de ciências é a simplificação dos modelos científicos que têm significado para o professor, mas que não encontram um significado na estrutura cognitiva dos alunos. Dessa forma, os alunos incorporam memoristicamente um modelo que não é completamente científico, além de pouco significativo. Esse fato limita a relevância do modelo como ferramenta na aprendizagem.

A compreensão da natureza do conhecimento científico por parte de professores e alunos nos ensinos fundamental e médio é uma questão que deve ser levada em consideração nas aulas de Ciências. A imagem de um conhecimento infalível, tido como uma verdade absoluta é um fator que dificulta a compreensão do conhecimento produzido pela ciência. Esse conhecimento deve ser concebido, portanto, como algo construído socialmente e que tem suas limitações sendo, pois, provisório.

As contribuições dos diversos autores trazidos nessa seção sinalizam a importância de se refletir sobre a natureza do conhecimento científico como algo dinâmico, provisório e sobre o papel dos modelos na construção desse conhecimento. Além disso, devido às particularidades que estabelecem diferenças entre o contexto de produção do conhecimento científico e o contexto escolar, outros tipos de modelos são utilizados nas aulas de Ciências como forma de subsidiar a compreensão por parte dos alunos dos modelos propostos inicialmente pela ciência.

Os modelos permeiam o ensino de Ciências, mesmo que muitas vezes de forma implícita. Acreditamos, então, ser importante que os licenciandos possam, durante sua formação, desenvolver habilidades para poderem planejar atividades junto aos seus futuros alunos, de modo que os auxiliem na compreensão e construção de modelos nas aulas de Ciências. Para isso, é fundamental que compreendam o papel dos modelos no ensino-aprendizagem e como podem estar presentes nas atividades didáticas que elaboram. Em vista disso, no próximo item, tecemos algumas considerações acerca do ensino por modelos, apresentando algumas estratégias que subsidiam o processo de modelagem.

1.4 ENSINO POR MODELOS: A IMPORTÂNCIA DA MODELAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Pozo Municio e Gómez Crespo (1998) defendem que, no ensino de Ciências, um enfoque didático bastante relevante é o que propõe o ensino por explicação e contrastação de modelos. Segundo esse enfoque, a educação científica deveria discutir modelos alternativos na interpretação e compreensão da natureza, expor e contrastar esses modelos, bem como subsidiar os alunos a construir seus próprios modelos, interrogá-los e redescrevê-los a partir dos elaborados por outros, sejam eles seus colegas, professores ou os próprios cientistas.

A perspectiva defendida por esses autores não concebe que os alunos sigam os passos dos cientistas na construção do conhecimento científico, pois o contexto científico e o contexto escolar têm finalidades diferentes. O aluno não pode enfrentar os mesmos problemas que os cientistas tentaram resolver, já que os abordará em um contexto diferente no qual, entre outras coisas, já estão disponíveis como elementos de reflexão e redescrição representacional dos modelos elaborados pelos cientistas.

Arévalo Mora, Ortega Hernández e Domínguez Danache (2005) apresentam algumas propostas importantes na construção de um modelo, como: a) observar as manifestações do fato, fenômeno ou sistema que se deseja explicar com o modelo; b) descobrir, registrar e classificar as regularidades dos aspectos do sistema que se deseja modelar; c) criar analogias e/ou metáforas que permitam visualizar, de modo concreto, o que se deseja modelar.

Esses autores esclarecem que, criado o modelo, faz-se uma predição do fenômeno que se está modelizando e, se os resultados não estiverem de acordo, modifica-se o modelo para melhorar criticamente cada etapa da construção. Em seguida, faz-se uma nova predição para se observar se as alterações estão de acordo com o fato ou referente. O êxito de um modelo depende, portanto, da correspondência que há entre as manifestações do sistema real e os resultados do modelo gerado.

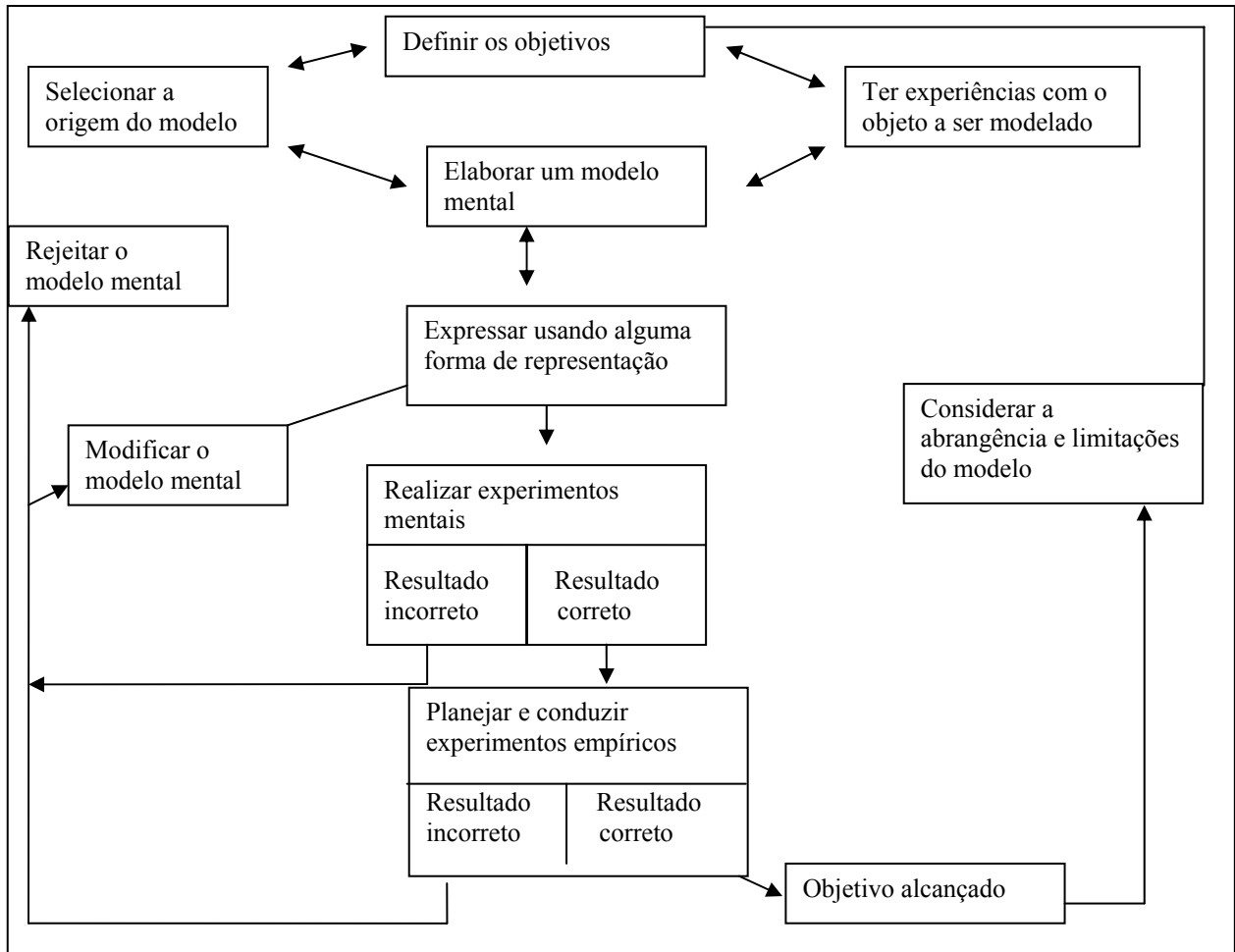
Os modelos são construídos a partir de uma mistura tanto de elementos da realidade modelada, da teoria, como de outros elementos externos a eles. A construção de modelos, porém, sempre vai implicar simplificações e aproximações que têm que ser decididas independentemente de requisitos teóricos ou de condições dos dados disponíveis (JUSTI, 2006).

Proporcionar condições para que os alunos criem seus próprios modelos relacionados aos fenômenos observados, promove a uma melhor compreensão dos modelos científicos. Evita-se, assim, a confusão entre os modelos e a realidade, ao mesmo tempo em que aumenta o interesse dos alunos em aprender e interpretar. Isso pode levar a uma maior autonomia e, dessa forma, a desenvolver sua criatividade.

Autores como Pozo Municio e Gómez Crespo (1998), e Justi (2006) têm dado uma maior atenção ao processo de elaboração de modelos nas aulas de Ciências, de modo a subsidiar o trabalho dos professores junto aos seus alunos com esse tipo de atividade. Justi (2006), entretanto, ressalta que os textos científicos raramente descrevem como se deu a construção de um determinado modelo. Isso pode ser interpretado como uma indicação de que não existem regras gerais para a construção de modelos, o que implica, de um modo geral, supor-se que a capacidade de construir modelos é uma destreza que não pode ser ensinada. Autores como Morrison e Morgan (1999 apud JUSTI, 2006) defendem, por exemplo, que a construção de modelos é uma arte.

Justi e Gilbert (2002b) apresentam, porém, uma sugestão para modelagem baseados em Clement (1989). Eles propõem um modelo cognitivo da ciência que se apóia no trabalho dos

cientistas – evidentemente, de um modo mais simplificado – com a introdução de elementos novos e explicitando as relações adicionais entre todos os elementos (Esquema 2).



Esquema 2 – Apresentação de um modelo para o processo de modelagem.

Fonte: (JUSTI ; GILBERT, 2002b, p. 371)

Por meio do esquema 2, esses autores apresentam uma das possíveis estratégias metodológicas para o processo de construção de modelos. Inicialmente, defendem ser fundamental que, no processo de modelagem, exista um objetivo, um propósito do que pretende modelar, ou seja, que modelo será construído. Definido o objetivo, será construído um modelo mental e, para isso, a pessoa deverá selecionar as fontes para o modelo, bem como ter alguma experiência com o fenômeno que se pretende modelar. Essa experiência pode ser adquirida por observações empíricas, informações já adquiridas pelo aluno, fontes externas etc. Simultaneamente à

organização dessas experiências na mente do indivíduo, ocorre a seleção dos aspectos da realidade que serão utilizados para descrever o objeto ou fenômeno a serem modelados. Nessa etapa, os aspectos da realidade a serem selecionados podem ser situações com as quais o indivíduo possa estabelecer relações analógicas ou mesmo recursos matemáticos para a situação em questão. Ainda na etapa inicial, a criatividade e o pensamento crítico conduzem a elaboração do modelo mental.

Como já discutido neste texto, o modelo mental é uma representação interna do sujeito, e numa etapa posterior esse modelo será expresso, devendo ser decidido o modo de representação (concreta, visual, matemática, computacional). Posteriormente, o modelo produzido é testado por meio de experimentos mentais, que seriam formas de raciocínio que se baseariam em resultados de um experimento conduzido no plano do pensamento. Caso os experimentos mentais tenham sido bem sucedidos, na fase de experimentos empíricos pode-se testar o modelo proposto empiricamente, embora Justi e Gilbert (2002b) ressaltem que, muitas vezes, não ocorrem os dois tipos de comprovações. Se o modelo proposto não for bem sucedido em relação às previsões que apóiam as comprovações, devem ser feitas modificações no modelo proposto inicialmente, retomando todo o processo. Por outro lado, se o modelo alcançar o propósito relacionado à sua elaboração, o indivíduo deve convencer os outros de sua validade. Nesse processo de socialização, é importante que o indivíduo explicita tanto o âmbito da validade como das limitações do modelo elaborado em relação ao objetivo inicialmente definido.

Justi e Gilbert (2002b) ressaltam que essa proposta pode subsidiar o professor durante o processo de construção de modelos, mas não deve ser entendida como um algoritmo. Espera-se que, à medida que os alunos se envolvem nas atividades de planejamento de acordo com a perspectiva apresentada, desenvolvam também uma forma de pensar que inclua pelo menos os principais elementos dos modelos e que possa ser utilizada em outras situações que permeiem o ensino de Ciências e até mesmo em outras áreas.

Uma outra ressalva a ser feita na utilização dessa proposta é a de que não se pretende formar cientistas. O objetivo é que os alunos tenham oportunidade de vivenciar aspectos interessantes da produção do conhecimento científico, refletir sobre o propósito da ciência, formular perguntas críticas, propor explicações e previsões, e avaliar o modelo proposto para obter informações que possam usar na reformulação desse modelo.

Refletindo-se sobre essa proposta no âmbito da sala de aula, percebe-se que o processo de elaboração do modelo mental constitui um momento individual, em que cada aluno construirá seu próprio modelo e posteriormente comunicará ao grupo. A partir da apresentação do modelo expresso, as discussões conduzirão a um modelo consensual para o grupo. Esse processo de construção do modelo consensual implicará discussões entre os componentes de pequenos grupos que podem ser formados. Nesses grupos, serão analisadas as semelhanças e contradições, e haverá, assim, uma interação dinâmica. Para Justi e Gilbert (2002b), o professor pode fazer contribuições interagindo com cada grupo formado, sem introduzir muitos elementos novos nas discussões iniciais de cada grupo, de modo que a diversidade de idéias dos alunos possa ser representada nos diversos modelos a serem apresentados. O momento final se caracteriza pela apresentação dos diferentes modelos de cada grupo formado.

O processo de modelagem é, portanto, uma construção e uma negociação de significados entre os modelos elaborados pelos alunos e os modelos científicos e didáticos. Nessa perspectiva, o papel do professor, no decorrer desse processo, é fundamental. Assim, para Justi e Gilbert (2002b), o professor pode atuar de diferentes maneiras: a) auxiliando a compreensão dos alunos em relação à forma mais adequada de expressão dos modelos elaborados, uma vez que irá favorecer o entendimento de todos os membros da sala de aula; b) promovendo a negociação de idéias entre os alunos de modo que as mais interessantes se desenvolvam; c) propiciando situações em que os alunos possam comprovar seus modelos.

Durante esse processo, os alunos são levados a reconhecer a existência de múltiplos modelos para uma mesma situação. Esse é, também, um momento propício para que seja construído um modelo consensual entre os membros da sala. É importante, porém, que o professor dirija a discussão não no sentido de julgar os modelos como corretos ou incorretos, mas enfatize a capacidade que cada modelo tem de explicar e prever.

Para Halloun (apud JUSTI; GILBERT, 2002b), pode ocorrer que os modelos elaborados não contenham elementos do modelo curricular que o professor espera que os alunos aprendam. Nesse caso, é fundamental que não haja uma imposição, mas, como já discutimos, um processo de negociação. Uma outra questão imprescindível é que os alunos avaliem as limitações e validade dos modelos consensuais, entendendo, assim, que os modelos são susceptíveis a modificações.

Pozo Municio e Gómez Crespo (1998) apresentam uma diversidade de propostas no ensino por modelos: (i) trabalho direto com modelos e estruturas conceituais para sua aplicação

posterior a diferentes conteúdos específicos; (ii) enriquecimento dos modelos elaborados pelos próprios alunos a partir das discussões com os outros alunos, as explicações do professor e as avaliações recebidas; e (iii) a apresentação e contrastação dos modelos no contexto de solução de problemas ou a explicação desses modelos por parte do professor e sua discussão com os alunos. Mas, apesar das diferentes possibilidades metodológicas, sinalizam que há uma certa lógica interna na construção de modelos que implicaria: a) partir dos modelos de que os alunos dispõem sobre a situação a ser apresentada; b) trazer problemas que despertem neles a necessidade de encontrar respostas; c) modelar os problemas, explicitá-los e enriquecê-los mediante a interação dos diversos modelos alternativos.

O professor deve exercer, então, em diferentes momentos da atividade didática, papéis distintos, sempre buscando o diálogo e a participação dos estudantes. Deve, pois, guiar as indagações dos alunos, expor alternativas, induzir ou gerar contra-argumentos, promover a explicitação dos conhecimentos, bem como a socialização desses conhecimentos em linguagens ou códigos mais elaborados.

No livro publicado por nosso grupo de pesquisa na UFRN (NÚÑEZ; RAMALHO, 2004), procuramos apresentar no capítulo intitulado *Aprendizagem por modelos: utilizando modelos e analogias*, uma possibilidade de como trabalhar com modelos utilizando o conteúdo *Reações Químicas* (Quadro 2), baseando-nos nas considerações de Pozo Municio e Gómez Crespo (1998) e em uma publicação de Mortimer e Miranda (1995). A escolha do conteúdo se deu pelo fato de que os alunos do ensino médio, na maioria das vezes, não compreendem as reações químicas em termo de mudanças em nível atômico-molecular e, por isso, têm dificuldade de utilizar raciocínios inerentes à Lei de Conservação da Massa para as reações químicas. No caso das reações químicas, em que são formados gases, o problema ainda é maior. Por exemplo, na reação de combustão de um pedaço de lã de aço, os alunos não percebem que o gás oxigênio é um dos reagentes da reação e apontam que a massa do sistema após a queima é menor.

Disciplina: Química
Tema: Reações químicas
Nível: 1º ano do ensino médio
Objetivo: Compreender que, em uma reação química, há um rearranjo dos átomos nas moléculas dos reagentes, de modo a formar os produtos e que, portanto, há conservação da massa do sistema.
<p>Atividades</p> <p>1- Ativação e avaliação dos conhecimentos prévios</p> <p>Nesta etapa serão selecionadas atividades que sejam relevantes e motivantes para os alunos de modo que explicitem as idéias acerca das reações químicas.</p> <p>A realização de alguns experimentos simples em sistemas abertos, como, por exemplo, a queima de uma lâ de aço, a queima de uma vela, a formação da ferrugem, a reação do ácido clorídrico com um pedaço de ferro, em pequenos grupos (3-4 pessoas)</p> <p>Como forma de explicitar as idéias dos alunos serão levantadas questões como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O que você acha que aconteceu com as espécies nesse sistema? • Por que você acha que isto aconteceu? • A massa do sistema antes da reação é maior, igual ou menor que a massa do sistema depois da reação? <p>O professor subsidiará neste momento a construção dos modelos por parte dos alunos. Inicialmente, pode-se sugerir que os alunos analisem as características do sistema objeto (sistema que irá ser representado) de modo a obter uma melhor definição do mesmo para que, posteriormente, possam propor diferentes modelos.</p> <p>É importante que os alunos compreendam que o fenômeno exposto é complexo e que devem ser definidas algumas características do sistema objeto para ser representado pelo modelo.</p> <p>Pode ser sugerida a utilização de materiais alternativos como jujubas, bolas de isopor, massa de modelar para que os alunos construam seus modelos explicativos, representando as moléculas, átomos e analisando o comportamento destas entidades no decorrer das reações químicas.</p>

Quadro 2 – Adaptação do exemplo de um plano de aula numa abordagem com modelos a partir das considerações de Pozo Municio e Gómez Crespo (1998) e Mortimer e Miranda (1995).

Fonte: (LIMA; NÚÑEZ , 2004b)

Continua

Continuação

2- Contrastação de modelos e pontos de vistas

O debate será realizado, inicialmente, em pequenos grupos onde serão explicitados os modelos acerca das reações e, em um momento posterior, haverá um debate no grande grupo para a apresentação dos diversos modelos alternativos.

O professor, durante o debate, registrará no quadro-negro os diversos modelos alternativos, avaliando junto aos alunos suas vantagens e limitações. Em seguida, iniciará discussões, em relação ao conceito de transformação, relacionando com as experiências realizadas.

3- Introdução de novos modelos

Com a discussão acerca do que representa uma transformação química, fomentada pelo professor, onde serão apontados vários argumentos e contra-argumentos às questões discutidas pelos alunos, os modelos iniciais, provavelmente, serão reestruturados.

No caso da reação de queima da lâ de aço, pode haver dificuldades de reestruturação dos modelos, visto que os alunos além de esperarem que a massa do produto diminua, por se tratar de uma reação de queima, não levam em consideração que o oxigênio é um dos reagentes.

Quadro 2 – Adaptação do exemplo de um plano de aula numa abordagem com modelos a partir das considerações de Pozo Municio e Gómez Crespo (1998) e Mortimer e Miranda (1995).

Fonte: (LIMA; NÚÑEZ , 2004b)

Conclusão

O professor pode, então, realizar um experimento de queima da lã de aço, utilizando uma balança improvisada, construída com um arame preso a um suporte por um fio de nylon, utilizando pratinhos de plásticos como os pratos da balança (figura 02), de modo a testar as hipóteses dos alunos em relação à conservação da massa nesta reação, na busca de uma possível reestruturação dos modelos alternativos dos alunos.

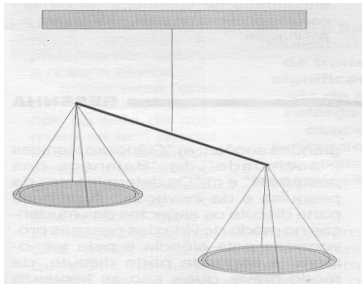


Figura 02- Balança improvisada

Fonte: Mortimer e Miranda (1995, p. 25)

O experimento é visto como uma ferramenta que pode contribuir para o enriquecimento dos modelos dos alunos, em relação às reações químicas, em termos da lei de conservação da massa a nível atômico-molecular: “os átomos presentes no sistema inicial são os mesmos presentes no sistema final”.

(4) Integração de modelos

Os alunos observarão que para todas as reações haverá um modelo geral explicativo, em termo de transformações das espécies reagentes para produto em nível atômico-molecular, mas devido às peculiaridades dos tipos de reações, existirão “sub-modelos” que explicarão os dados observados macroscopicamente, e que estão em consonância com as idéias do modelo geral.

Quadro 2 – Adaptação do exemplo de um plano de aula numa abordagem com modelos a partir das considerações de Pozo Muncio e Gómez Crespo (1998) e Mortimer e Miranda (1995).

Fonte: (LIMA; NÚÑEZ , 2004b)

A relevância das propostas apresentadas por Justi e Gilbert (2002b) e Pozo Muncio e Gómez Crespo (1998) está relacionada às indicações de possíveis caminhos para que os professores de Ciências possam realizar o trabalho com modelos em suas aulas, em momentos

que julgarem convenientes. Isso, de forma alguma, implica *receitas* para o docente, mas estratégias metodológicas que podem ser analisadas, adaptadas ao contexto da sala de aula pelo professor para que ele desenvolva um trabalho adequado à sua realidade.

A proposta apresentada por Justi e Gilbert (2002b) enfoca com mais detalhes o caminho para o processo de modelagem, fornecendo mais elementos que podem ser desenvolvidos junto aos professores de modo a contribuir na construção de habilidades que os subsidiem no trabalho com modelos nos ensinos fundamental e médio. Esse fato não invalida as considerações feitas por Pozo Municio e Gómez Crespo (1998), visto que esses explicitam, em meio a uma pluralidade de estratégias metodológicas citadas na literatura, os pontos essenciais para a abordagem por modelos.

Embora Justi e Gilbert (2002b), Pozo Municio e Gómez Crespo (1998) enfatizem de modo mais significativo os possíveis caminhos que os professores de Ciências devem sugerir aos seus alunos para a construção de modelos nas aulas de Ciências, defendemos que isso não limita as estratégias para a modelagem no ensino dessa disciplina. É importante que os professores possam adaptar as estratégias ora apresentadas e propor novas maneiras de trabalhar com a construção de modelos em suas aulas.

Nesse contexto, destacamos alguns fatores essenciais para que o licenciando construa modelos e auxilie os seus futuros alunos nesse processo de construção: (i) a compreensão do que é um modelo; (ii) a importância dos modelos na construção do conhecimento científico; (iii) as habilidades que podem ser desenvolvidas no processo de modelagem. Essas são as questões que estamos discutindo ao longo desse texto.

No capítulo 2, discorreremos sobre a formação inicial dos professores de Ciências e Química, enfocando as particularidades do processo formativo por meio das licenciaturas. Ressaltamos, ainda, alguns modelos que têm influenciado a área educacional no que concerne à formação de professores, enfatizando os estudos relacionados aos saberes profissionais docentes.

CAPÍTULO 2

FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA: UM OLHAR NOS SABERES PROFISSIONAIS DOCENTES

Neste capítulo, procedemos a uma reflexão acerca do processo formativo dos professores que irão lecionar nos ensinos fundamental e médio de Química. Essa formação, como sabemos, se dá por meio das licenciaturas. Veremos que, historicamente, a formação inicial desses docentes apresenta singularidades que se refletem no processo formativo ainda encontrado atualmente.

Abordamos também as principais tendências nas pesquisas educacionais que se debruçam sobre a formação de professores, enfatizando a questão dos saberes profissionais docentes que, na nossa concepção, é uma das contribuições para a profissionalização desses professores. Em particular, ressaltaremos a importância dos trabalhos de Lee Shulman, principalmente no tocante ao conhecimento pedagógico do conteúdo, componente essencial da profissionalização docente e diretamente relacionada a nosso objeto de estudo.

2.1 AS LICENCIATURAS E A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES: TENDÊNCIAS E DIFICULDADES

Apesar das preocupações que, ao menos no discurso, têm sido expressas pelo poder público e pelas pesquisas relacionadas com a formação inicial de professores, temos observado que o currículo destinado a essa formação ainda é permeado por muitas fragilidades tais como: a desarticulação entre a teoria e prática; a falta de integração entre as disciplinas relacionadas aos conteúdos específicos e aos pedagógicos; a falta de interação entre o espaço de formação inicial e o destinado à atuação profissional, entre outras.

Uma questão importante é o entendimento da expressão *formar professores* para a superação das questões citadas anteriormente de modo a propiciar processos formativos que contribuam com o trabalho docente no âmbito escolar. Essa discussão é trazida de maneira bastante interessante por Marcelo Garcia (1999) que, após analisar a perspectiva teórica de alguns autores, explicita o seu entendimento acerca da formação de professores. Para Marcelo Garcia (1999, p.26),

A formação de professores é a área de conhecimento, investigação, propostas teóricas e práticas no âmbito da Didática e da Organização Escolar, que estuda os processos através dos quais os professores – em formação ou em exercício – se envolvem individualmente ou em equipe, em experiências de aprendizagem por meio das quais adquirem ou melhoram seus conhecimentos, competências e disposições, permitindo intervir profissionalmente no desenvolvimento do seu ensino, do currículo e da escola, com o objetivo de melhorar a qualidade da educação que os alunos recebem.

Para Villar Angulo (1990), a Formação de Professores se apóia em outras ciências que têm ajudado, com suas próprias teorias, a resolver problemas no campo educacional. Isso pode ser observado, por exemplo, na matemática ao tratar os dados, diante de questões estabelecidas, com uma metodologia experimental; na lingüística com a compreensão da língua numa perspectiva sociointeracionista; na psicologia que promove o entendimento dos problemas da aprendizagem humana; na antropologia que propõe questões acerca do contexto em que vive o docente e a influência da cultura em seu comportamento; a história que constrói a biografia da instituição escolar e do homem; na sociologia que relaciona o professor com outros agentes e membros da comunidade; a economia que resolve os problemas da inversão no capital humano, entre outras questões.

Em relação às concepções teórico-metodológicas que têm norteado a formação inicial de professores e as pesquisas relacionadas a essa temática no Brasil, autores como Fiorentini, Souza e Melo (2001), e Pereira (2000) apresentam as principais tendências que permeiam a formação dos professores.

A década de 1970 é marcada pelo tecnicismo. Nesse período, tanto a pesquisa quanto os programas de formação/seleção de professores passariam a valorizar os aspectos didático-

metodológicos, sobretudo as tecnologias de ensino, os métodos e as técnicas especiais de ensino, planejamento, organização e controle/avaliação do processo de ensino-aprendizagem. Apesar de o domínio, ainda que técnico-formal, do conteúdo de ensino continuar a ser exigido, este perde o *status* que tinha no período anterior e aparece, geralmente, acrítico, neutro e dissociado das questões de cunho político-pedagógico (PEREIRA, 2000; FIORENTINI; SOUZA; MELO, 2001).

Na década de 1980, a dimensão sociopolítica dominaria o discurso pedagógico, principalmente as relações/determinações sociopolíticas e ideológicas da prática pedagógica. Para Pereira (2000), os primeiros anos da década de 1980 privilegiaram, nas discussões acerca da formação de professores, o caráter político da prática pedagógica e o compromisso do educador com as classes populares.

Nesse período, alguns temas tiveram relevância como, por exemplo, a denúncia da crise educacional brasileira e a defesa por melhores salários e condições de trabalho; a crítica à ênfase dada à formação do profissional da escola que buscava garantir a qualidade de ensino, sem que fossem levados em consideração processos *deformadores* e *desqualificadores* aos quais esses profissionais de ensino eram submetidos no cotidiano de suas atividades laborais; as fragilidades no processo de formação docente, seja ele inicial ou contínuo; a questão da proletarização do magistério influenciada pelos precários salários e pela participação cada vez menor do docente na execução de seu próprio trabalho (PEREIRA, 2000).

A distinção entre professor e educador marca também os anos de 1980 como um modo de criticar a tendência tecnicista permeada por uma concepção acrítica dos processos educativos. Na segunda metade da década de 1980, é retomada a preocupação com a formação técnica do professor, sem que, contudo, fosse desconsiderada a questão política na formação do futuro docente. Dessa forma, foi enfatizada uma formação técnica que envolvesse tanto o conhecimento específico quanto as questões pedagógicas aliadas ao compromisso político.

Esse período é marcado ainda por reflexões acerca da complexidade da prática docente distanciando-a da lógica da racionalidade técnica a qual centra a formação na questão de solução de problemas perdendo de vista que esses não se apresentam ao profissional como algo já definido ou pronto. Os trabalhos e reflexões de Donald Schön, sinalizando a importância da reflexão em ação passam a ganhar força nesse cenário, ao mesmo tempo em que a Universidade

como instância formadora dos futuros professores passa a ser bastante criticada, pelo distanciamento da realidade escolar, pela dicotomia entre a pesquisa e a formação docente.

As questões que começaram a ser levantadas no final da década de 1980 ganham uma expressão mais relevante nos debates dos anos de 1990. Nesse período, o pensamento educacional brasileiro e os estudos relacionados com a formação de professores “voltam-se crescentemente para a compreensão dos aspectos microssociais, destacando e focalizando sob novos prismas, o papel do agente-sujeito” (PEREIRA, 2000, p. 41). Nesse contexto, emerge a preocupação em formar o professor como profissional reflexivo, privilegiando a reflexão na ação, cuja atividade profissional deve ser aliada à pesquisa.

Várias temáticas têm merecido destaque a partir da década de 1990. Dentre elas, destacam-se as seguintes: a relação ensino-pesquisa durante a formação do professor, ressaltando-se a indissociabilidade entre essas; a questão dos saberes, enfatizando aqueles relativos ao contexto escolar e os dos docentes; a formação continuada de professores, em que é destacada a preocupação com uma maior interação entre a agência formadora e as escolas de ensinos fundamental e médio, de modo a propiciar processos formativos que subsidiem significativamente a prática cotidiana dos professores.

Em relação aos saberes docentes, Fiorentini Souza e Melo (2001) destacam que, embora as pesquisas nessa direção tenham sido iniciadas na década de 1990, as investigações não tinham o intuito de explicitá-los e/ou valorizá-los como formas válidas ou legítimas de saber, contudo há uma busca de superação de uma formação meramente técnica, sinalizando para a perspectiva da profissionalização da docência.

Atualmente, as discussões acerca dos saberes docentes, a pesquisa na formação docente, a identidade do professor têm permeado o cenário educacional. Maldaner (2000) discute a urgência do redimensionamento do currículo do curso de formação de professores que deve ser baseado na idéia do *praticum reflexivo*. Essa idéia, segundo ele, se fundamenta principalmente no fato de que a profissão é produzida na ação profissional. É necessário, então, que o currículo favoreça situações em que haja a interação dos alunos com o meio profissional, “ [...] o que vai gerar a prática sobre a qual venha refletir e pesquisar ” (MALDANER, 2000, p. 91).

Núñez e Ramalho (2001) apontam as múltiplas finalidades da pesquisa tanto como ferramenta na produção de saberes relacionados à profissão docente quanto para uma atitude que auxilie os alunos a incorporarem a pesquisa no sistema de competências básicas como cidadãos. Trazem, ainda, uma importante contribuição a este debate diferenciando a

[...] pesquisa acadêmica produzida em Instituições Especializadas, caracterizadas por uma prática social numa comunidade científica crítica da concepção do professor-pesquisador que está relacionada com a de um profissional que participa na produção de saberes com métodos e estratégias sistematizadas, utilizando a pesquisa como mecanismo cognitivo da aprendizagem (NÚÑEZ; RAMALHO, 2001, p.4).

Compartilhamos da posição defendida por Ramalho, Núñez e Gauthier (2003) para os quais não basta integrar a reflexão e a pesquisa na formação docente é imprescindível uma outra categoria, a crítica. Essa, segundo Ramalho, Núñez e Gauthier (2003, p.8), é

[...] considerada como uma atitude, uma forma de reformulação e recriação da realidade, o esforço de superação das práticas iniciais, a reconstrução de idéias próprias, tomando como referências os resultados das pesquisas, dos conhecimentos das disciplinas científicas e as experiências próprias e de outros colegas.

A incorporação da dimensão crítica na formação de professores representa um importante subsídio para a transformação da realidade educativa, uma vez que a pesquisa e reflexão sem a incorporação de uma dimensão crítica podem ratificar práticas tradicionais excludentes que nada contribuam para uma prática emancipatória.

Por outro lado, é importante que a pesquisa na área educacional caminhe em paralelo à realidade vivenciada pelos professores, resgatando a sua realidade profissional no tocante às necessidades formativas (NÚÑEZ; RAMALHO, 2005), às suas condições de salário e de trabalho nas escolas, sob a pena de as inovações advindas das pesquisas tornarem-se inócuas.

Sinalizamos, anteriormente, que a formação inicial de professores de Química é uma das categorias que está relacionada com o nosso objeto de estudo. Dessa forma, as questões trazidas

até o momento servem de subsídios para que possamos refletir acerca do processo formativo inicial dos futuros docentes de Química. Algumas questões, entretanto, ainda devem ser ressaltadas, visto que influenciam esse processo formativo e estão relacionadas às particularidades que permeiam a formação de professores para o ensino secundário³ (DUSSEL, 2001, PEREIRA, 2000; PARDAL, 2001).

De modo diferente da formação de professores para outros níveis de ensino, os docentes que iriam ensinar no secundário só tiveram um espaço diferenciado para a sua formação no ensino superior em fins do século XIX e princípios do século XX. Dussel (2001) aponta que, até então, os professores que ensinavam nesse nível de ensino eram universitários ou clérigos, variando essa designação de acordo com a instituição. Só a partir de uma formação diferenciada para os professores que iriam lecionar no secundário, pode-se dizer que surgiram dois modelos para esse docente: o do funcionário do Estado e o do profissional do ensino.

Nota-se uma diferenciação no contexto internacional acerca da formação de professores para o secundário. Na França, por exemplo, a forma de titulação do professor de ensino secundário tem sido a *agregação* ou concurso de competências docentes em áreas curriculares específicas, exames que têm mais de dois séculos de existência. Já nos Estados Unidos, a idéia de profissionalização do corpo docente, iniciada no início do século XX, guia a formação dos professores. A partir daí há a criação de faculdades e departamentos de educação e surgem as primeiras experiências de formação docente no nível universitário. Até o século XIX, os professores eram egressos da universidade ou possuíam um capital cultural considerável.

Na América Latina, a formação de docentes para o nível secundário surgiu como espaço educativo diferenciado apenas em princípios do século XX. No período anterior, os professores do ensino secundário eram membros da elite, principalmente, indivíduos que exerciam alguma profissão liberal, como advogados, médicos ou engenheiros. As primeiras experiências de formação específica aconteceram nas escolas normais, como cursos especializados de dois ou três anos centrados nas disciplinas do currículo humanista.

3- Destacamos que a estrutura do ensino secundário apresenta variações em diferentes países. E, por isso, em algumas partes do texto não utilizamos a expressão educação básica, pois essa está relacionada ao contexto brasileiro.

Na realidade brasileira, as licenciaturas foram criadas nas antigas Faculdades de Filosofia nos anos de 1930, de modo a regulamentar o preparo dos docentes para a escola secundária. Desde esse período, a formação segue a fórmula *3+1*, quer dizer, os futuros professores passariam os 3 anos iniciais envolvidos com as disciplinas relativas ao conteúdo específico (Química ou Física ou Biologia etc.) e teriam 1 ano dedicado ao estudo das disciplinas pedagógicas.

Um dos grandes problemas que vêm sendo associado às licenciaturas desde a sua criação é o que Dussel (2001) coloca como *princípio do isomorfismo*. Esse princípio supõe a formação do docente de modo equivalente à matéria que irá lecionar, o que acaba por não diferenciar a formação do licenciando da formação do Bacharel naquela área específica. Nessa perspectiva, não se leva em consideração que todo professor é antes de tudo um docente e depois um docente em uma área específica, não se leva em conta que a disciplina escolar difere da disciplina acadêmica em suas finalidades e organização, e que, para ensinar uma disciplina escolar, é necessário ter uma base de formação mais ampla e interdisciplinar que a matéria de referência (DUSSEL, 2001).

A formação inicial de professores norteadada pela valorização dos conteúdos disciplinares e uma cultura de homogeneidade acaba por não preparar o licenciando para a docência. Essa lógica acaba por formar um professor de educação secundária similar, desde sua preparação científica à forma esperada de atuação, à de um bacharel, o que transfere da universidade para a escola secundária uma visão altamente especializada da educação, contribuindo para aprofundar o seu caráter propedêutico face ao ensino universitário (PARDAL, 2001). Nessa perspectiva, não se considera que o docente deve ter o domínio do conteúdo específico de sua disciplina e também da didática dessa, fator que caracteriza o profissional da docência.

A separação entre as disciplinas de conteúdo específico e as disciplinas pedagógicas, e a falta de integração entre as universidades e as escolas são questões que têm influenciado na construção da identidade profissional dos professores do secundário.

Nesse sentido, Pardal (2001) alerta para a necessidade de que o nível de ensino secundário busque uma identidade própria no conjunto do sistema educativo. É preciso que o futuro professor e o professor em exercício entrem em contato com a atual dinâmica da escola secundária e com as tendências gerais das suas alterações, contribuindo com suas experiências, valorizando, para além das necessidades do meio, a individualidade do professor e suas

aspirações como ser humano e profissional. Em suma, esse pesquisador defende que a construção do conhecimento durante todo o processo formativo deve assentar na realidade da escola e nos atores que a constituem.

Alguns aspectos a serem levados em consideração, ao se pensar na formação inicial de professores para o ensino secundário, são apresentados por Pardal (2001):

- a necessidade de interação entre universidade e escola secundária: O que permite conhecer a realidade das escolas, os currículos desenvolvidos, a organização pedagógica, a gestão escolar, a diversidade e as especificidades das vias de formação, os saberes, as competências e as preocupações dos jovens;
- a importância de o componente profissional na formação inserido no currículo ter o lugar que lhe é exigido pela futura atividade de professor de educação secundária: o que remete a uma melhor articulação do componente pedagógico-didático da formação, no sentido de valorização do exercício da profissão docente. No contexto brasileiro, disciplinas como, por exemplo, Instrumentação para o Ensino de Química e Metodologia para o Ensino de Química já vêm buscando essa articulação;
- a articulação dos currículos de formação docente com os da educação secundária: Isso implicaria uma reflexão acerca do *como* em relação aos conteúdos, dotando o futuro professor de instrumentos mais adequados para se situar melhor na escola face aos saberes científicos, seja diminuindo o isolamento das disciplinas, seja estimulando os seus alunos a seguirem o seu próprio caminho de descoberta;
- a defesa de que base de construção da educação secundária parta de sua realidade e não daquela do ensino superior.

É importante discutir que conhecimentos devem ter o professor hoje, porém é necessário estabelecer essa questão em relação à finalidade da formação dos docentes para o nível secundário, identificando quais são as demandas e desafios que se pretende satisfazer ou aos quais se quer e pode responder (DUSSEL, 2001).

No caso particular da formação inicial de professores de Química, Maldaner (2000) apresenta várias nuances que ratificam as questões apontadas por Dussel (2001), Pereira (2000) e Pardal (2001) nas discussões trazidas anteriormente, destacando o dilema que os alunos passam ao transitar, muitas vezes, por concepções diferentes no espaço acadêmico em relação aos saberes importantes para sua formação. Por um lado, os responsáveis pelas disciplinas que contemplam

os conteúdos específicos ratificam a questão de esse tipo de conteúdo ser o mais importante na formação profissional, reforçando que, para ensinar, basta o domínio do conteúdo específico. Por outro lado, os responsáveis pelas disciplinas pedagógicas, muitas vezes, trabalham os seus conteúdos dissociados dos conteúdos específicos, distantes da realidade profissional.

As reflexões acerca do conhecimento químico, de sua natureza, bem como o processo de construção são questões, como vimos no capítulo anterior, são pouco enfatizadas no processo de formação dos professores de Química. Dessa forma, esses docentes acabam por vivenciar uma formação inicial que não propicia elementos para que se insiram na profissão com saberes, habilidades a fim de que possam, por exemplo, propor atividades que subsidiem a compreensão dos alunos acerca dos fenômenos químicos por meio da utilização de modelos.

Temos vivenciado, entretanto, a partir da LDB de 1996, esforços na tentativa de superação das fragilidades até então apontadas. As próprias Diretrizes Curriculares Nacionais destinadas às licenciaturas buscam a superação da dicotomia entre as disciplinas de conteúdo específico e as pedagógicas, propondo que as práticas de ensino, até então ministradas no final do curso, aconteçam desde o início da formação docente e que busquem a interação entre esses dois saberes. Por outro lado, a aproximação dos licenciandos com escolas tem sido proposta com o aumento do período de tempo destinado a estágios supervisionados.

Atreladas às indicações dos documentos oficiais, pesquisadores têm buscado alternativas para pensar o processo formativo, seja inicial ou continuado, que subsidiem a prática docente. No caso do ensino de Ciências, eventos como, por exemplo, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), têm apontado a preocupação de pesquisadores nesse sentido (SANTOS, B.; SANTOS, L., 2005; RAMALHO et al. 2003; CORRADI; ROSA, 2005; ROSA, 2005).

Nessa perspectiva, apontamos a importância da discussão do papel dos modelos na construção do conhecimento químico, bem como a elaboração de atividades para Educação Básica envolvendo essas categorias, como subsídio para a superação da formação academicista que prioriza os conteúdos, mas de maneira desarticulada das situações complexas que permeiam a atividade profissional docente.

Contribuindo para essa discussão, Praia, Cachapuz e Gil Pérez (2002) postulam ser imprescindível que, durante a formação de professores, sejam utilizadas estratégias que proporcionem uma mudança nas atitudes dos futuros docentes, para que não adotem o empirismo

clássico e ingênuo, concebendo a ciência como uma simples descoberta. Implicando a necessidade de se conceber o curso de formação de professores a partir de uma lógica que supere o formato tradicional.

Silva (2003) faz algumas considerações em relação aos programas de formação inicial de professores de Matemática que, ao nosso ver, são também inerentes ao ensino de Química. Silva (2003, p.188) defende que o estudo de casos nos programas de formação permanente proporcionaria oportunidades para

Questionar suas crenças epistemológicas prévias, ampliar as noções matemáticas escolares; desenvolver sua compreensão do conhecimento pedagógico do conteúdo vinculado com as noções matemáticas escolares; começar a gerar as destrezas cognitivas e os processos de pensamento pedagógico e incrementar os processos de reflexão (destrezas metacognitivas).

Em face às dificuldades históricas relativas à formação de professores por meio das licenciaturas, ressaltamos a necessidade de nos debruçarmos sobre as reflexões acerca do corpo de saberes que sustentam a prática docente, subsidiando, em conjunto com outras questões, a construção da identidade profissional do professor do secundário, assim como a atuação desse no cotidiano de suas atividades profissionais (SILVA, 2003).

No próximo item, aprofundamos a discussão relativa a esse corpo de saberes que sustentam a prática docente. Inicialmente, apresentamos tendências que permeiam e permeiam a investigação educativa no que concerne a uma busca da melhoria do processo de ensino-aprendizagem e formação docente, ressaltando a questão dos saberes profissionais docentes e, em particular, o conhecimento pedagógico do conteúdo.

2.2 OS ESTUDOS DOS SABERES PROFISSIONAIS DOCENTES: CONTRIBUIÇÕES PARA A PROFISSIONALIZAÇÃO DOCENTE

Historicamente, vários modelos têm influenciado às investigações na área educacional, relacionada com a formação de professores, como modo de auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, Villar Angulo (1990) comenta que os estudos se dirigiram, inicialmente, para a identificação das características pessoais dos professores e acabaram por evidenciar uma debilidade nos instrumentos de coleta dos dados e dos desenhos de investigação empírica utilizados.

Nos anos 60, produziu-se uma mudança substancial na investigação didática, até então norteada pelo paradigma processo-produto, apoiado na psicologia condutista. Segundo esse paradigma, o principal problema consistiria em descrever, com o auxílio de instrumentos, as ações do professor, bem como estabelecer critérios confiáveis da eficácia da aprendizagem. As inconsistências das investigações e a necessidade de cada professor em sua sala de aula ter um diagnóstico da sua realidade contribuíram para a superação dessa linha de estudo (IRANZO GARCIA, 2002).

Posteriormente, surge um novo paradigma norteado pelo processamento da informação cognitiva que estuda, a partir do ponto de vista psicológico, processos que ocorrem na mente dos professores. O professor tem que decidir, apoiando-se em sua memória de curto e de longo prazo, a tarefa do ambiente em que tem que trabalhar. Três categorias têm destaque nesse paradigma: o planejamento docente (pensamentos pré-ativos e pós-ativos); os pensamentos e decisões interativas dos professores, e as teorias e crenças dos mesmos (ZAMUDIO FRANCO, 2003).

Villar Angulo (1990) destaca que o fator que diferencia a investigação sobre o pensamento do professor dos outros enfoques é precisamente a preocupação que existe em conhecer quais são os processos de pensamento que ocupam a mente do professor durante sua atividade profissional. Assumem-se como premissas fundamentais que, em primeiro lugar, o professor é um sujeito reflexivo, racional, que toma decisões, emite juízos, tem crenças, gera rotinas próprias de seu desenvolvimento profissional. Em segundo lugar, aceita-se que os pensamentos do professor guiam e orientam sua conduta. Essas questões diferenciam da idéia de que o professor deve

dominar determinadas técnicas, questão que é inerente às pesquisas norteadas pelo paradigma processo-produto.

Carter (1990) classifica a linha de investigação relacionada ao pensamento do professor em três grupos. Inicialmente, situa os estudos sobre o processamento de informação e comparação entre experientes-principiantes. Nessa linha, a atenção é voltada aos processos mentais que os professores realizam quando identificam problemas, elaboram planos, tomam decisões e avaliam cursos alternativos de ação. Em segundo lugar, cita os estudos sobre o Conhecimento Prático que estaria relacionado ao conhecimento amplo que os professores têm sobre situações da sala de aula e os dilemas práticos que surgem para atingir as metas educativas nessas situações. Finalizando, destaca as investigações sobre o conhecimento didático do conteúdo, referindo-se àqueles estudos em que são analisados os conhecimentos que os professores possuem em relação ao conteúdo que ensinam e a maneira como organizam esse conhecimento para que seja compreendido pelos alunos.

Um aspecto crucial na atualização do paradigma do pensamento do professor é destacado por Marcelo Garcia (1993) e se relaciona com o fato de se admitir que para se produzirem processos de mudança no âmbito docente, devem ser integrados processos de reflexão, colaboração e avaliação. A questão da reflexão vem sendo discutida por Dewey há mais de 70 anos, sendo retomada de maneira bastante significativa nos trabalhos de Donald Schön, nos anos de 1980, ao apontar a necessidade de que, no trabalho de um profissional, haja reflexão na ação, reflexão sobre a reflexão na ação e a reflexão sobre a análise e descrição do processo total de reflexão.

Na atualidade, a linha de investigação conhecida como Conhecimento Profissional do Professor ou Saberes Profissionais do Professor tem merecido destaque, levantando uma série de interrogantes acerca do que deveria saber o professor em termos de conhecimentos científicos, filosóficos e educativos e, principalmente, a maneira como deveria ensinar, quer dizer, as estratégias didáticas que o professor deve adotar para uma melhoria na aprendizagem de seus alunos.

Shulman (1987) aponta que os partidários da reforma profissional nos EUA fundamentavam-se na convicção de que existe um *Knowledge Base* (Conhecimento Base) ao Ensino, ou seja, um conjunto codificado ou codificável de conhecimentos, destrezas,

compreensão e tecnologia, de ética, disposição, de responsabilidade coletiva. Esse conhecimento seria semelhante a uma forma de representá-lo e comunicá-lo.

A partir do programa de pesquisa *Knowledge Base*, a pesquisa sobre o ensino passa a ter como foco a investigação dos saberes dos professores, saberes especializados, próprios da profissão e não questões relacionadas ao desempenho, eficiência e eficácia. Dessa forma, a questão dos saberes passa a ser vinculada à profissionalização docente, visto que cada categoria profissional detém determinados saberes que diferenciam os seus profissionais de outra categoria profissional.

Nos últimos anos, o discurso relativo à profissionalização docente tem levado a um novo caminho. A partir dos informes elaborados pelo Carnegie Fórum e o Grupo Holmes, dois importantes grupos de reflexão que reúnem especialistas em educação e decanos das Faculdades de Educação, respectivamente, a idéia de reformar a docência para que se assemelhe a outras profissões liberais tomou força.

Nesse sentido, Ramalho, Núñez e Gauthier (2003) comentam que a partir dos relatórios apresentados pelo Grupo Holmes e pelo Fórum Carnegie, houve uma maior preocupação acerca das reformas dos Programas de Formação de modo que esses contemplassem a profissionalização do docente, tornando-se aos poucos uma tendência mundial.

No âmbito brasileiro, as discussões nesse sentido são iniciadas nos anos 1990, período em que podemos assistir à emergência de discursos que contemplavam as novas perspectivas que vinham sendo discutidas internacionalmente: uma formação voltada à construção de competências profissionais que contribuíssem com a profissionalização do ensino.

Para Monteiro (2001, p.1), essas reformas norteadas por um novo modo de ver a profissão são influenciadas pelo “[...] esgotamento do modelo da racionalidade técnica e das abordagens psicologizantes que concentravam a atenção nos processo de aprendizagem”. Isso ainda de acordo com Monteiro (2001, p.1),

[...] despertou renovado interesse pela busca da compreensão dos processos envolvidos no ensino considerando a especificidade da cultura escolar e dos saberes dos professores enquanto profissionais dotados de subjetividades e intencionalidades.

Essa estudiosa aponta que a prática profissional não é um local onde ocorre uma simples aplicação dos saberes que foram construídos durante a formação inicial, mas um espaço em que se dá uma *filtração*, ou seja, um lugar no qual os saberes iniciais são transformados em função das exigências do trabalho. Supera, assim, a lógica da racionalidade técnica a partir da qual os professores são vistos como reprodutores de saberes produzidos por outros.

A profissionalização, partindo das considerações de Ramalho, Núñez e Gauthier (2003), nas quais apoiamos nossa perspectiva teórica, fundamenta-se tanto na ação quanto nos conhecimentos especializados. Representa, então, um processo que, acima de tudo, busca a integração de saberes na atualização das competências profissionais. Tem, porém, duas dimensões diferenciadas, mas intimamente relacionadas: a profissionalidade relacionada aos saberes, competências etc. do agir profissional (essa é preocupação em nossa pesquisa) e o profissionalismo que se relaciona à busca do reconhecimento profissional, de um maior *status* do grupo, das condições adequadas para o trabalho, de uma integração a um grupo profissional etc.

Em nossa investigação, apontamos o interesse em nos debruçarmos sobre a dimensão da profissionalidade, ressaltando a temática dos conhecimentos ou saberes necessários à profissão docente. Esse interesse nos remete a questões importantes, como: que saberes são necessários ao exercício desta profissão? Como os professores constroem estes saberes? Em particular, nesta pesquisa, questionamos: Quais os saberes dos futuros professores relacionados ao uso de modelos no ensino de Química?

No próximo item, apresentaremos algumas tipologias relacionadas aos saberes ou conhecimentos profissionais docentes.

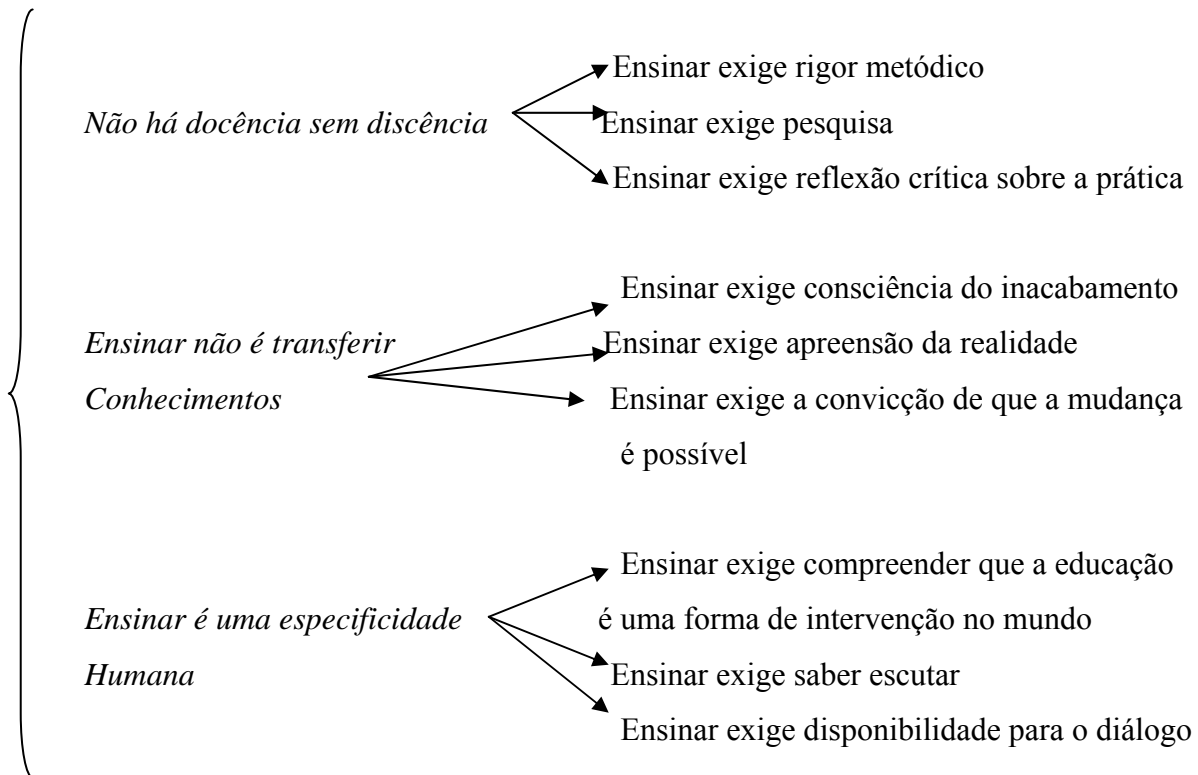
2.3 TIPOLOGIAS DOS SABERES OU CONHECIMENTO DOCENTES PROFISSIONAIS

As pesquisas relacionadas aos saberes ou conhecimentos do professor têm merecido destaque nos últimos 20 anos, conforme Borges (2001), devido à expressiva quantidade de investigações relacionadas a essa temática na América do Norte, Europa e em diferentes países de cultura anglo-saxônica.

Nessa vasta produção, as diferentes tipologias e classificações sinalizam a diversidade de enfoques e o ecletismo presentes em algumas dessas pesquisas. Procuramos neste item, apresentar as tipologias apontadas por alguns autores, destacando a adotada por Lee Shulman, visto que tem uma relação direta com o nosso objeto de estudo.

Uma primeira diferenciação que podemos observar em relação aos autores que iremos apresentar é o fato de uns adotarem a expressão *conhecimento do professor* (SHULMAN, 1986, 1987; PÓRLAN ARIZA; RIVERO GARCIA, 1998) e outros autores optarem pela expressão *saberes do professor* (FREIRE, 1996; GAUTHIER, 1998; TARDIF, 2002). Como ressaltamos na introdução, não faremos, porém, uma distinção em nossa pesquisa entre *saberes* e *conhecimentos* do professor. A seguir apontamos as questões mais relevantes nas tipologias dos autores anteriormente citados.

No seu livro intitulado *Pedagogia da Autonomia*, Freire (1996, p.23) destaca saberes indispensáveis à prática docente, “saberes demandados pela prática educativa em si mesma, qualquer que seja a opção política do educador ou educadora”. Freire (1996) apresenta três saberes gerais que servem de referência para o desdobramento em 27 outros saberes que são necessários à prática docente: *não há docência sem discência*, as duas se explicam, e apesar das singularidades entre os sujeitos envolvidos, Freire (1996, p.25) defende que: “quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”; *ensinar não é transferir conhecimentos*, mas criar as possibilidades para a sua produção e *ensinar é uma especificidade humana*. A partir dessas reflexões, Freire (1996) aponta vários saberes que são exigidos para o ato de ensinar. No esquema 3, procuramos ressaltar alguns desses saberes:



Esquema 3 – Alguns saberes necessários à prática docente citados por Freire (1996).

Atrelada ao primeiro saber (não há docência sem discência), a rigorosidade metódica constituiria um saber que subsidiaria a capacidade crítica do educando, sua curiosidade, sua insubmissão, levando-o a uma aproximação com os objetos cognoscíveis. A pesquisa, por sua vez, é ressaltada como um saber inerente ao ato de ensinar, visto que esse ato é uma contínua busca: “pesquise para constatar, constatando, intervenho, intervindo, educo e me educo” (FREIRE, 1996, p. 32). A reflexão crítica sobre a prática afasta a construção de um saber ingênuo, em que o rigor metódico que caracteriza a curiosidade epistemológica do sujeito está ausente.

Para Freire (1996), o discurso do professor acerca da teoria deve ser um exemplo concreto, prático, da teoria: *sua encarnação*. E, nesse sentido, a idéia de ensinar como uma forma de transmitir conhecimentos é limitada. Vinculado ao segundo saber (ensinar não é transferir conhecimentos), destacamos o saber atrelado à concepção do homem, do conhecimento em constante processo de construção, o que implica compreender-se a importância de aceitar o

diferente, de se estar aberto a mudanças. Outro saber essencial se relaciona ao fato de o professor se mover com clareza em sua prática, conhecendo as diferentes dimensões que caracterizam a essência dessa prática, o que pode dar-lhe uma maior segurança no desempenho de suas funções docentes. A habilidade em aprender a substantividade do objeto aprendido é indispensável à nossa capacidade de aprender, da qual decorre a de ensinar. A necessidade de que o professor tenha a convicção de que a mudança é possível é um outro saber apontado. Para isso, o professor deve estar consciente de que está inserido no mundo da História, da cultura, da política. Essa consciência, essa constatação não deve levá-la à adaptação, mas à mudança. “No próprio mundo físico minha constatação não me leva à impotência” (FREIRE, 1996, p. 86). Ao constatar, vamos além da mera adaptação à realidade: tornamo-nos capazes de intervir nela.

O ato de ensinar como uma especificidade humana desdobra nove saberes. Entre esses, destacamos o fato de ensinar exigir compreender que a educação é uma forma de intervenção no mundo, intervenção que vai além do conhecimento dos conteúdos, sejam eles bem ou mal ensinados e/ou aprendidos, implicando tanto a reprodução quanto o desmascaramento da ideologia dominante. Um outro saber apontado por Freire indica que ensinar exige saber escutar. Nesse sentido, é preciso que os professores não se coloquem numa posição de donos da verdade a ser transmitida aos alunos, mas que compreendam que, aprendendo a escutar, aprendemos a falar com os outros. A abertura ao diálogo é, pois, outro saber essencial, visto que “é na minha disponibilidade à realidade que construo a minha segurança, indispensável à própria disponibilidade” (FREIRE, 1996, p. 152).

Para Gauthier et al. (1998, p. 20), um dos grandes desafios da profissionalização é distanciar-se de dois erros: o primeiro estaria relacionado ao fato de se conceber o ensino como *um ofício sem saberes*, em que “certas idéias preconcebidas apontam para o enorme erro de manter o ensino numa espécie de cegueira conceitual”. Para o ato de ensinar, nessa perspectiva, bastaria conhecer o conteúdo, ter talento, ter bom senso, seguir a própria intuição, ter experiência ou ter cultura. O segundo erro envolveria a idéia do ensino como um corpo de *saberes sem ofício*, o que levaria à formalização do ensino, mas de um modo em que haveria uma redução de sua complexidade e, assim, ele não mais encontraria correspondente na realidade. Esses saberes provocam o esvaziamento do contexto concreto de exercício do ensino.

A idéia de um *ofício feito de saberes* deve nortear, conforme esses autores, o caminho em busca da profissionalização docente. E é nessa perspectiva que Gauthier et al.(1998) apresentam uma visão, segundo a qual, vários saberes são mobilizados pelo professor durante o ensino:

- *saber disciplinar*: relativo aos saberes produzidos pelos pesquisadores e cientistas nas diversas disciplinas científicas;
- *saber curricular*: relacionado às transformações que a disciplina sofre até se tornar um programa de ensino, os quais não são produzidos pelos professores, mas por outros agentes, na maioria das vezes funcionários do Estado ou especialistas das diversas disciplinas;
- *saber das ciências da educação*: relacionado às várias facetas do ofício do professor e da educação de um modo geral. É um saber profissional específico que não está diretamente relacionado à ação pedagógica, mas serve de pano de fundo tanto para o docente quanto para os outros membros de sua categoria socializados da mesma maneira. Como exemplo, podemos citar as noções sobre o desenvolvimento da criança, as classes sociais, a violência entre os jovens etc.;
- *saber da tradição pedagógica*: relativo à representação de escola que o professor tem, ou seja, cada professor tem uma representação da escola que o determina antes mesmo de ter feito um curso de formação de professores. Esse saber será, porém, adaptado e modificado pelo saber experiencial e, principalmente, validado ou não pelo saber da ação pedagógica;
- *saber experiencial*: construído na prática docente, por meio do qual o professor realiza julgamentos próprios, elaborando ao longo do tempo, uma espécie de jurisprudência composta de truques, de estratagemas e de maneiras de fazer que, apesar de testadas, permanecem em segredo. O que limita esse saber é o fato de que ele é feito de pressupostos e de argumentos que não são verificados por meio de métodos científicos;
- *saber da ação pedagógica*: é o saber da ação experiencial construído pelos professores a partir do momento em que se torna público e é testado por meio de pesquisas realizadas em sala de aula. O saber da ação pedagógica, legitimado pelas pesquisas, é, atualmente, o tipo de saber menos desenvolvido no repertório de saberes do professor e, também, paradoxalmente, o mais necessário à profissionalização do ensino.

Tardif (2002), inicialmente, defende que o saber docente se compõe de vários saberes provenientes de diferentes fontes. Destaca os *saberes profissionais* que são os transmitidos pelas faculdades, centros ou departamento de educação durante os cursos de formação de professores, relacionados às ciências da educação e à pedagogia; *os saberes disciplinares*, relativos aos diversos campos do conhecimento e encontrados na agência formadora na forma de diversas disciplinas como, por exemplo, Química, Matemática, História, saberes comumente chamados de conteúdos específicos; *os saberes curriculares*, concretamente apresentados sob forma de programas escolares que os professores devem aprender a aplicar; e, finalmente, *os saberes experienciais*, produzidos no cotidiano dos professores nas suas práticas, decorrentes da experiência e por ela legitimados (representam, na verdade, todos os outros saberes ressignificados a partir do olhar da experiência, da prática). Posteriormente, esse autor, levando em consideração o pluralismo do saber profissional, propõe um modelo tipológico para identificar e classificar os saberes dos professores, relacionando-os aos lugares nos quais os próprios professores exercem suas atividades. Assim, evidencia também as fontes desses saberes e seus modos de integração no trabalho docente (Quadro 3).

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

Quadro 3 – Os saberes dos professores
Fonte: (TARDIF, 2002)

No quadro 3, são destacados os saberes utilizados pelos professores no contexto de sua profissão. Além de registrar a natureza social do saber profissional, o autor em estudo evidencia que alguns saberes não são produzidos diretamente pelos professores e provêm de lugares sociais

anteriores à carreira propriamente dita ou estão situados fora do trabalho cotidiano (TARDIF, 2002).

Apesar da vasta produção na área, devem ser considerados dois excessos que vêm sendo observados nas pesquisas em relação ao saber docente como apontam Tardif e Gauthier (2001). Por um lado, o professor é tido como um erudito, como um “ator dotado de uma racionalidade fundada exclusivamente na cognição, ou seja, no conhecimento” (TARDIF; GAUTHIER, 2001, p. 182). Por outro lado, tudo é saber, ou seja, “toda prática simbólica, toda construção discursiva, toda prática orientada e mesmo toda forma humana de vida [são vistas] como se elas procedessem do saber” (TARDIF; GAUTHIER, 2001, p. 182).

Os referidos autores defendem estar o saber relacionado à atividade discursiva que consiste em tentar validar, com o auxílio de argumentos, operações discursivas e lingüísticas, uma proposição ou uma ação. Portanto, o que caracterizaria o saber seria a argumentação, a sua dimensão intersubjetiva, visto que não se pode tomar este como uma construção individual, mas como circunscrito em uma dimensão social, na medida em que é, segundo, Tardif e Gauthier (2001, p. 185), “uma construção coletiva de natureza lingüística resultante de discussões, de intercâmbios discursivos entre seres sociais”.

A relação que o professor estabelece com o saber é contemplada por Tardif (2002). Esse autor destaca que os professores assumem o papel de transmissor, consumidor e, raramente, de produtor de saberes. Até mesmo a definição e seleção dos saberes importantes para a sua formação inicial e continuada, e os que devem ser trabalhados na escola, não contam com a sua participação. Esses são saberes externos aos professores. Pode-se, então, levantar indagações do tipo: Como docentes de Química podem compreender e vivenciar atividades de química que envolvam o uso de modelos com seus alunos na Educação Básica, se, durante a sua formação, os saberes relacionados a este tipo de atividade são elementos extrínsecos à sua história pessoal e profissional?

Pórlan Ariza e Rivero Garcia (1998) postulam que o conhecimento profissional dominante é a justaposição de quatro tipos de saberes que apresentam naturezas diferentes e são gerados em momentos e contextos distintos, mantendo-se relativamente isolados uns dos outros na memória dos professores e manifestando-se em diferentes situações profissionais e pré-profissionais. Esses seriam, segundo esses autores, os seguintes:

- *os saberes acadêmicos*: o conjunto de concepções disciplinares que os professores têm em relação ao conteúdo específico, as disciplinas relacionadas à área de educação ou as disciplinas que têm por objeto de estudo os problemas relativos aos diversos tipos de conhecimentos e as suas relações com a realidade. São saberes construídos no decorrer do processo de formação acadêmica explícitos e organizados, na melhor das hipóteses para atender à lógica disciplinar. Os componentes psicopedagógicos e epistemológicos acabam por ter uma pequena influência na atividade profissional dos professores que concebem esses componentes como a *teoria*.
- *os saberes baseados na experiência*: o conjunto de idéias conscientes que os professores desenvolvem durante o exercício de sua profissão em relação aos diferentes aspectos que contemplam o ensino-aprendizagem. São concepções que, normalmente, são compartilhadas entre os companheiros de trabalho e que têm um forte poder socializador e relativamente orientador da conduta profissional, expressando-se mais claramente nos momentos de programação, avaliação, particularmente, em situações de diagnóstico dos problemas e conflitos que ocorrem na aula. Os autores destacam que esse saber não mantém um alto grau de organização interna já que, epistemologicamente falando, pertence ao conhecimento proveniente do senso comum; portanto, compartilha com esse conhecimento grande parte de suas características: é adaptativo, tem contradições internas, não possui método, está impregnado de valorações morais e ideológicas, baseia-se em argumentos relativamente inconsistentes etc.
- *as rotinas e guias de ação*: seriam o conjunto de esquemas tácitos que predizem o curso dos acontecimentos em aula e que contém pautas de atuação concreta e padrões de comportamento que ajudam a resolver questões freqüentes no cotidiano. Esse tipo de conhecimento é gerado muito lentamente e, na maioria das vezes, por influência do contexto em que está inserido. São conhecimentos inevitáveis em toda atividade profissional que têm repetições, já que simplificam a tomada de decisões e minimizam a ansiedade que é gerada em função do medo ao desconhecido, ao que não pode ser controlado. É, portanto, um saber que tem uma função psicológica e biológica. Dessa forma, qualquer mudança que se deseja promover no contexto escolar deve envolver a mudança de rotinas, se realmente se desejar que aconteça, durante as aulas.
- *as teorias implícitas*: teorias que podem dar razão às crenças e ações dos professores em função de categorias externas. Este é um tipo de concepção que só é evidenciada com ajuda de outras pessoas, já que nem são teorizações conscientes dos professores, nem aprendizagens acadêmicas.

A partir de uma perspectiva renovada, Shulman (1986) defende a recuperação do *paradigma perdido*, o qual valorizava o saber do professor sobre aquilo que constitui o conteúdo do ensino e da aprendizagem. Esse paradigma traz como contribuição importante o fato de chamar a atenção para aspectos fundamentais da formação teórica do docente, dando relevância à reflexão teórica e epistemológica sobre a matéria de ensino. Além disso, defende que o domínio dessa não deve ser apenas sintático (regras e processos relativos), mas, sobretudo, substantivo e epistemológico (relativo à natureza e aos significados dos conhecimentos, ao desenvolvimento histórico das idéias, ao que é fundamental e ao que é secundário, aos diferentes modos de organizar os conceitos e princípios básicos da disciplina, e às concepções e crenças que os sustentam e legitimam).

Nos trabalhos de Shulman (1986, 1987) são discutidos vários tipos de conhecimentos necessários à profissão docente que constituiriam a base de conhecimento para o ensino, isto é, o que um professor precisa saber para exercer a docência. A seguir indicamos esses saberes:

- *do conteúdo*;
- *pedagógico geral*: Leva em consideração, especialmente, os princípios e estratégias gerais de manejo e organização da sala de aula que vão além do âmbito da disciplina;
- *curricular*: Dá uma especial ênfase aos materiais e programas que servem como *ferramentas para o ofício* do professor;
- *dos alunos e suas características*;
- *conhecimento pedagógico do conteúdo*: Espécie de amálgama entre o conhecimento da matéria e a pedagogia, constituindo uma esfera exclusiva dos professores, sua forma especial de compreensão profissional;
- *conhecimento dos contextos educativos*: Abarcam desde o funcionamento do grupo ou da sala de aula, a gestão e financiamento dos distritos escolares, até as características das comunidades e culturas;
- *conhecimentos dos fins, propósitos e valores educacionais e suas bases filosóficas e históricas*.

Segundo, Shulman (1986), os professores desenvolvem um conhecimento didático do conteúdo específico para cada disciplina. Esse conhecimento é produzido pelos docentes de forma pessoal na prática de ensino. Isso é o que caracteriza o ensino como profissão, como uma forma de pensamento e ação pedagógica por meio da qual os professores transformam a matéria em representações compreensíveis aos estudantes (MELLADO JIMÉNEZ; BLANCO NIETO;

RUIZ MACIAS, 1999). O conhecimento pedagógico do conteúdo, dessa forma, é um saber base da profissionalidade e, conseqüentemente, da profissionalização.

No quadro 4, apresentamos uma síntese das tipologias discutidas neste item, permitindo uma visualização dos saberes ou conhecimentos ressaltados por diferentes autores.

Tipologia de Saberes						
Freire (1996)						
Não há docência sem discência		Ensinar não é transferir conhecimentos		Ensinar é uma especificidade humana		
Gauthier et al. (1998)						
Disciplinar	Curricular	Ciências da educação	Tradição pedagógica	Ação pedagógica	Experiencial	
Tardif (2002)						
Pessoal		Formação escolar	Formação para o ensino	Programas e livros didáticos	Experiência	
Pórlan Ariza e Rivero Garcia, (1998)						
Acadêmicos		Experiência		Rotinas e guias de ação	Teorias implícitas	
Shulman (1986, 1987)						
Conteúdo	Pedagógico	Curricular	Alunos	Pedagógico do conteúdo	Contextos educativos	Fins educacionais

Quadro 4 – Síntese da tipologia dos saberes.

Entendemos como importante as contribuições relativas aos saberes profissionais docentes trazidas pelos autores destacados nesse capítulo, visto que nos proporciona uma visão do desenvolvimento das discussões na área, ao mesmo tempo que, apesar dos olhares diferentes desses teóricos, existem aproximações em suas proposições, principalmente no que diz respeito a importância de um domínio que o professor deve ter em relação ao saber a ser ensinado, bem como das singularidades que permeiam a prática docente no contexto profissional.

No próximo item, promoveremos uma discussão relacionada ao conhecimento do conteúdo e ao conhecimento pedagógico do conteúdo, enfatizando as asserções de Shulman sobre as características desses conhecimentos e trazendo contribuições de outros autores que se debruçam sobre as investigações no ensino de Ciências.

2.4 O CONHECIMENTO BASE PARA O ENSINO: CONSIDERAÇÕES ACERCA DO CONHECIMENTO DO CONTEÚDO E DO CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO

Em relação aos conhecimentos base para o ensino, ressaltamos inicialmente as definições do conhecimento do conteúdo e do conhecimento pedagógico do conteúdo devido à relação direta com o nosso objeto de estudo.

O conhecimento do conteúdo (CC) relaciona-se com o conteúdo específico da disciplina, contemplando o domínio da natureza e construção histórica desse conhecimento. Esse domínio do conteúdo é fundamental para que o professor tenha autonomia intelectual a fim de produzir seu próprio currículo, constituindo-se efetivamente como mediador entre o conhecimento historicamente produzido e aquele – o escolar reelaborado e relevante socioculturalmente – a ser construído pelos alunos (FIORENTINI; SOUZA; MELO, 2001).

O conhecimento pedagógico do conteúdo (CPC), está relacionado ao tratamento dado pelo professor ao conteúdo específico para que ele seja ensinado. Contempla, então, a utilização de procedimentos didáticos como explicações, elaboração de modelos, uso de analogias etc. Pimenta e Anastasiou (2005) acrescentam métodos de instrução e avaliação voltados para um determinado contexto, demonstrações relacionadas ao cotidiano. Justificam o acréscimo afirmando que as novas possibilidades da didática estão emergindo das investigações sobre o ensino enquanto prática social viva.

O conhecimento pedagógico do conteúdo teria por função reorganizar e transformar o conteúdo disciplinar levando em conta os alunos, o contexto, o currículo, não unicamente como forma de dispor de um repertório de múltiplas representações de uma matéria, mas como um processo pelo qual se objetiva encontrar novas relações e possibilidades entre o conteúdo e sua representação.

Esse conhecimento representa uma interação entre a matéria a ser ensinada e a didática, permitindo uma compreensão de como determinados temas e problemas se organizam, representam-se e adaptam-se aos diversos interesses e capacidades dos alunos e de que forma são expostos ao ensino (SHULMAN, 1987). Esse conhecimento representa ainda a categoria que,

com maior probabilidade, permite distinguir entre a compreensão de um especialista em uma determinada área do saber e a do pedagogo.

Para Shulman (1987), existem pelo menos quatro fontes do conhecimento base para o ensino, entre elas:

- *A formação acadêmica na disciplina a ensinar*: A primeira fonte do conhecimento base é o conhecimento dos conteúdos e está relacionado com o saber, a compreensão, as habilidades e as disposições que devem ser adquiridas pelos estudantes. Esse conhecimento se apóia em duas bases: (i) a bibliografia e os estudos acumulados em cada disciplina; e (ii) o saber acadêmico histórico e filosófico sobre a natureza do conhecimento nesses campos de estudo. Essas duas bases implicam que o professor deve compreender tanto as estruturas da matéria a ser ensinada, os princípios de organização conceitual, como também os princípios de indagação que o ajudam a responder dois tipos de perguntas: Quais são, no âmbito do saber, as idéias e destrezas importantes? E de que maneira quem gera conhecimentos nessa área incorpora as novas idéias e descarta as ultrapassadas? Essa última pergunta poderia ser reformulada: Quais são as regras e os procedimentos de um bom saber acadêmico e da investigação?
- *Estruturas e materiais didáticos*: Com o intuito de promover os objetivos da escolarização organizada são criados materiais e estruturas para o processo de ensino-aprendizagem. Como exemplo, temos os currículos, os livros-texto, instituições com suas hierarquias, seus sistemas explícitos e implícitos de regras e funções, organização de professores com suas funções de negociação, mudança social e proteção mútua, mecanismos gerais de gestão etc.
- *Literatura educativa especializada*: Estaria relacionada à bibliografia acadêmica dedicada à compreensão dos processos de escolarização, ensino e aprendizagem. Essas obras incluem as conclusões e métodos de investigação empírica nas áreas da docência, aprendizagem e desenvolvimento humano, assim como os fundamentos normativos, filosóficos e éticos da educação.
- *A sabedoria adquirida com a própria prática*: essa sabedoria está relacionada às máximas que guiam a prática dos professores competentes ou proporcionam a racionalização reflexiva para a prática. A investigação educativa junto aos professores é um importante meio de resgatar e compreender esses saberes.

Recentemente, o papel central que o conhecimento da matéria desempenha no ensino tem sido ressaltado por Grossman, Wilson e Shulman (2005). Segundo esses pesquisadores, os resultados preliminares do crescente corpo de investigação que explora a relação entre a didática e o conhecimento da matéria sinalizam que existem várias dimensões do conhecimento da matéria importantes para o ensino. Dentre essas dimensões, esses autores destacam *o conhecimento do conteúdo para o ensino, o conhecimento substantivo, o conhecimento sintático e as crenças relacionadas à matéria.*

Esses autores enumeram algumas preocupações relacionadas ao conteúdo da matéria durante a formação de professores e, apesar de as considerações terem sido feitas para o contexto norte-americano, podemos fazer algumas adaptações para o contexto brasileiro. Algumas preocupações são apontadas de modo a ratificar a necessidade de uma reflexão por parte dos formadores acerca da transmissão do conhecimento da matéria aos futuros professores. Entre essas, destacamos:

- *a questão da qualidade*, visto que a aquisição do grau de licenciando não significa necessariamente que o estudante tenha desenvolvido um profundo e/ou amplo conhecimento da matéria;
- *relações entre as disciplinas acadêmicas da universidade e as matérias escolares*, pois muitas vezes os conteúdos que serão ensinados no ensino fundamental e/ou médio não são abordados na universidade.

Em relação às dimensões do conhecimento da matéria que influenciam o ensino e a aprendizagem dos futuros professores (GROSSMAN; WILSON; SHULMAN, 2005), apontamos, inicialmente, o *conhecimento do conteúdo para o ensino* que se refere à *matéria* de uma disciplina: as informações objetivas, os conceitos centrais, a organização de princípios. O conhecimento ou a falta desse conhecimento pode ser decisivo(a) na forma como os professores criticam os livros-texto, como selecionam o material para ensinar, como estruturam seus cursos e como conduzem o ensino. Assim, na formação inicial, os futuros professores devem entender a centralidade do conhecimento do conteúdo para o ensino e as conseqüências da falta desse conhecimento. Devem, ainda, entender conceitos centrais e princípios organizativos de uma matéria e desenvolver a habilidade para adquirir um novo conhecimento.

O conhecimento do conteúdo não existe de maneira independente das estruturas mais profundas de uma disciplina. O conteúdo emerge por meio de um processo de análise crítica que é guiado tanto pelas estruturas substantivas quanto pelas estruturas sintáticas. As *estruturas substantivas* seriam paradigmas ou marcos numa disciplina que guiam o foco de indagação, ditando, muitas vezes, as questões que os investigadores fazem e as direções que propõem. As *estruturas sintáticas* estariam relacionadas aos instrumentos de indagação em uma disciplina, as provas por meio das quais o novo conhecimento é admitido em um campo.

As estruturas substantivas de uma disciplina são adquiridas, normalmente, durante as disciplinas ministradas pelos departamentos relacionados àquela matéria específica (Química, Biologia, Física etc.). Seja de modo tácito ou explícito, o conhecimento das estruturas substantivas de um professor tem influência sobre as suas decisões curriculares, sobre sua ação didática. Por outro lado, as estruturas sintáticas são apresentadas, geralmente, em cursos mais avançados. A falta desse tipo de estrutura pode limitar seriamente as habilidades dos futuros professores em aprender uma nova informação em seu campo, levando-os a terem dificuldade em distinguir entre afirmações mais ou menos legitimadas dentro do seu campo.

A quarta dimensão do conhecimento da matéria a ser ensinada seriam as *crenças relacionadas à matéria*. Os referidos autores diferenciam crenças de conhecimento. Para eles, as crenças dependem muito das avaliações afetivas e pessoais, isto é, as crenças dos professores em relação à matéria dependerão mais de uma evidência afetiva ou subjetiva. Apesar de terem como foco de investigação o conhecimento dos professores, Grossman, Wilson e Shulman (2005) estudam as crenças, pois frequentemente os professores as tratam como conhecimento. As crenças dos futuros professores em relação à matéria a ser ensinada são tão poderosas e influentes quanto aquelas relacionadas ao ensino-aprendizagem. Durante a formação inicial, é fundamental, então, proporcionar oportunidades para que os futuros professores identifiquem e examinem as crenças que têm acerca do conteúdo que ensinam, bem como a influência dessas em relação ao que aprendem e ao que ensinam.

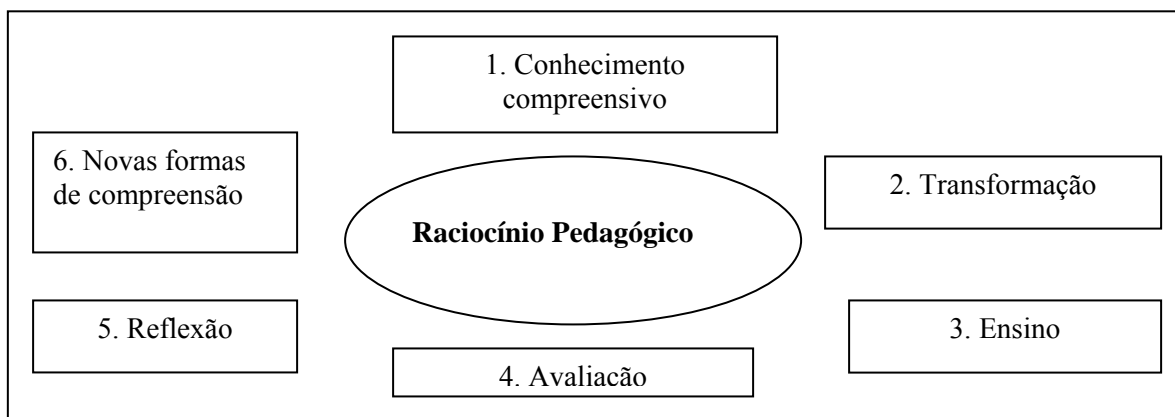
Apesar da importância sinalizada, nos últimos parágrafos, em relação ao conhecimento da matéria para o ensino, é relevante ressaltar que os professores transformam o conhecimento que possuem acerca de sua matéria no ato de ensino. A habilidade para transformar o conhecimento da matéria envolve, além do conhecimento substantivo e sintático relativo à disciplina, outros tipos de conhecimentos como, por exemplo, o conhecimento de seus alunos e da aprendizagem,

do currículo e do contexto, dos fins e dos objetivos, da ação didática, assim como um conhecimento da ação didática específica da matéria para que o conhecimento dos professores relativo à matéria seja transformado em representações didáticas (GROSSMAN; WILSON; SHULMAN, 2005).

A base de conhecimento de ensino explicitada por Shulman (1986, 1987) é um importante subsídio no sentido de explicar as características gerais do acervo de conhecimentos de que o professor necessita para a docência. Outra importante contribuição desse pesquisador está relacionada com o *processo de raciocínio pedagógico* que busca explicar o processo pelo qual os conhecimentos pedagógicos do conteúdo são construídos, revelando como os conhecimentos são acionados, relacionados e construídos durante o processo de ensinar e aprender.

O conceito de raciocínio pedagógico evidencia a base intelectual para o desempenho docente e não apenas as condutas desses. Levar em consideração esse conceito requer uma revisão tanto na organização e nos conteúdos dos programas de formação dos professores quanto na definição de seus fundamentos acadêmicos. Nesse sentido, os programas de formação devem articular a atividade didática e a supervisão aos conteúdos das disciplinas, que permeiam, no currículo de formação, o conhecimento pedagógico do conteúdo (SHULMAN, 1987).

Durante o processo de raciocínio pedagógico, são envolvidas seis etapas: compreensão, transformação, ensino, avaliação, reflexão e novas formas de compreender. Essas etapas podem ser visualizadas no esquema 4. Apesar da apresentação seqüencial, Shulman (1987) salienta que muitos desses processos podem ocorrer em uma ordem diferente ou até mesmo podem não ocorrer.



Esquema 4 - Modelo do raciocínio pedagógico

Fonte: (SHULMAN, 1987, p. 15)

A fase inicial envolve a *compreensão*, visto que ensinar, em primeiro lugar, requer uma compreensão dos objetivos, das estruturas da matéria, das idéias relacionadas à disciplina. Essa compreensão não diferencia, entretanto, o conhecimento base para o ensino necessário a um professor de Química do conhecimento necessário à formação de um bacharel em Química. O que vai diferenciar o conhecimento relativo ao ensino é a intersecção da matéria e a didática, na capacidade de o docente transformar seu conhecimento da matéria em formas didaticamente acessíveis aos seus alunos.

A etapa seguinte está relacionada à *transformação* das idéias que foram compreendidas. Essa etapa diz respeito ao caminho que as idéias compreendidas pelo professor percorrem até chegarem aos alunos. Esse caminho relaciona com o processo de planejamento do ensino e seguiria a combinação ou ordenamento dos seguintes processos:

- *preparação*: a análise e a interpretação crítica dos materiais a serem utilizados no ensino em função da forma como o professor compreende a matéria;
- *representação*: análise dos materiais a serem utilizados no ensino e identificação das maneiras de representá-lo aos alunos, por meio de analogias, metáforas, exemplos, etc.
- *seleção de metodologias didáticas*: escolha de como o processo de ensino e aprendizagem será desenvolvido a partir das formas de representação escolhidas, recorrendo a um repertório de enfoques pedagógicos ou de estratégias de ensino.
- *adaptação*: adequação do material representado às características dos alunos, levando-se em consideração as concepções, pré-concepções, erros conceituais, dificuldades, linguagem, cultura,

motivações, classe social, sexo, idade, capacidade, atitude, interesse, autoconceitos e atenção dos alunos.

A etapa de *ensino* ou *instrução* compreende o desempenho observável da diversidade dos processos de ensino, incluindo aspectos como a organização e a gestão da sala de aula; explicações, questionamentos, interação com os alunos por meio de perguntas e sondagens, ou seja, todas as características observáveis do ensino em sala de aula.

A *avaliação* seria o processo que aconteceria durante e após o processo de ensino. Incluiria, então, o controle imediato da compreensão e interpretações errôneas, técnicas que um professor deve utilizar quando ensina de maneira interativa, além do sistema formal de avaliação.

A revisão e análise crítica do desempenho do professor fundamentando suas explicações em evidências teriam lugar na etapa de *reflexão*, não consistindo em disposição individual ou reduzindo-se a um conjunto de estratégias, mas estendendo-se ao uso de um conhecimento analítico para examinar o próprio trabalho de acordo com os critérios estabelecidos.

O último processo envolveria uma *nova compreensão*, uma compreensão enriquecida dos propósitos, da matéria, do ensino, dos alunos, do próprio professor e de outros conhecimentos base para o ensino. A nova compreensão não é produzida automaticamente, tampouco após a avaliação e reflexão. Para que ela ocorra, são necessárias estratégias específicas de documentação, análises e debates.

A transformação pedagógica do conhecimento científico requer que o docente domine a matéria, mas com propósitos de ensiná-la, conforme discute Talanquer (2004). Esse processo, entre outras coisas, requer que o professor identifique as idéias, conceitos e perguntas centrais associados a um tema; reconheça as prováveis dificuldades conceituais que os alunos enfrentam e como essas dificuldades podem interferir na aprendizagem dos alunos; identifique perguntas, problemas ou atividades que levem os estudantes a reconhecerem e questionarem suas idéias prévias; selecione experimentos, problemas ou projetos que permitam os estudantes explorarem conceitos e idéias centrais na disciplina; construa explicações, analogias ou metáforas que facilitem a compreensão de conceitos abstratos; elabore atividades de avaliação que permitam a aplicação do que foi aprendido na resolução de problemas em contextos reais e variados.

Apesar das contribuições dos estudos de Shulman, apresentadas até o momento, é importante que apontemos algumas limitações de sua perspectiva teórica discutidas por autores como Bolívar (1995), Fiorentini; Souza e Melo (2001).

Bolívar (1995) aponta como crítica ao programa de trabalho de Shulman a redução da profissionalização e dos conteúdos às relações *acadêmicas* com os alunos, esquecendo, desse modo, outras dimensões de caráter mais organizativo, social e ideológico que fazem parte também da construção e exercício da profissão docente. Esse autor assume que o estatuto epistemológico do conhecimento de ensino não pode desligar-se do ideológico.

Uma outra crítica refere-se ao fato de que o saber em ação é diferente daquele idealizado por Shulman em seus estudos. Para Sockett (apud FIORENTINI; SOUZA; MELO, 2001), o professor, diante de uma situação singular, *refletindo na ação*, opta por um procedimento diferente daquele idealizado pela pedagogia. Dessa forma, o saber produzido na prática, na experiência profissional é um elemento bastante importante e essa questão não foi explorada nos estudos de Shulman. Para Fiorentini, Souza e Melo (2001, p.319),

o saber dos professores, portanto, não reside em saber aplicar o conhecimento teórico ou científico, mas sim, saber negá-lo, isto é, não aplicar pura e simplesmente esse conhecimento, mas transformá-lo em saber complexo e articulado ao contexto em que ele é trabalhado/produzido. Mas, convém lembrar mais uma vez: só negamos algo se o conhecemos profundamente.

Apesar de entendermos as limitações teóricas das propostas de Shulman, defendemos a necessidade de uma formação inicial que contemple as principais questões teóricas relacionadas ao agir do docente nas suas futuras aulas de Química, o que não implica que, durante a sua experiência profissional, essas questões sejam tomadas como *receitas*; pelo contrário, ao longo de sua trajetória profissional, essas questões abordadas na formação inicial irão sendo repensadas, reformuladas. Neste trabalho, enfatizamos o conhecimento do conteúdo e o conhecimento pedagógico do conteúdo. Por isso destacaremos, alguns dos trabalhos relevantes, principalmente para o ensino de Ciências e, em especial, Química.

Veal e Makinster (2004) comentam que o CPC é o conhecimento que irá diferenciar professores de um cientista, uma vez que se relaciona com a maneira de transformar o conteúdo, por exemplo, de Química em *matéria* para estudantes de um determinado nível. Isso requer uso de estratégias e métodos de instrução e avaliação de acordo com o contexto no qual esses alunos estão inseridos.

Van Driel e Verloop (1999) destacam que o conceito do conhecimento pedagógico do conteúdo apresentado por Shulman (1986) refere-se às interpretações e transformações na matéria de modo a facilitar a aprendizagem dos alunos. Esses autores fazem uma revisão da literatura a respeito do CPC no ensino em geral. Posteriormente, enfatizam as pesquisas relacionadas ao ensino de Ciências e, finalmente, apresentam um estudo nessa área. Comentam que, na década passada, a pesquisa sobre o ensino e educação do professor foi deslocada de comportamentos observáveis ou competências do professor para o conhecimento e suas crenças. Esse deslocamento foi influenciado pelo crescimento da insatisfação com as pesquisas baseadas no paradigma processo-produto, pois, apesar de o aspecto individual do professor em sala ser um aspecto importante, um conhecimento base acerca do ensino é essencial.

Uma questão importante considerada por Talanquer (2004) no desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo do professor de Química é o reconhecimento de que uma grande quantidade de pré-concepções dos estudantes se relaciona à aplicação de raciocínios baseados no senso comum. Pode-se exemplificar essa questão com a tendência que os alunos têm em fornecer explicações para o nível micro em termos das propriedades do mundo macroscópico. Nessa perspectiva, concebem que os átomos se expandem da mesma maneira que um sólido ao ser aquecido. Assim, a mobilização de estratégias de ensino que subsidiem a aprendizagem dos alunos, devem levar em consideração essas pré-concepções.

Uma investigação junto a professores holandeses foi conduzida por Justi (2003) que buscou revelar diferentes tipos de conhecimentos desse grupo, a saber:

- o conhecimento do conteúdo estaria relacionado ao conteúdo científico propriamente dito;
- o conhecimento curricular envolveria a compreensão das formas de organização do conhecimento usadas em determinadas disciplinas, bem como os materiais instrucionais para determinadas situações;
- o conhecimento pedagógico do conteúdo estaria relacionado às transformações didáticas que um determinado conteúdo teria para ser ensinado aos alunos.

Na pesquisa, Justi (2003) apresenta um projeto baseado no *Método Interconectado de Desenvolvimento dos Professores* (MIDP), desenvolvido por Clarke e Hollingsworth (2002). Esse projeto conclui ser o mundo dos professores formado por quatro domínios distintos que se modificam por meio de processos de reflexão. As relações entre o MIDP e os conhecimentos dos professores foram estabelecidas considerando que o *domínio pessoal* se relacionaria com os

conhecimentos do conteúdo, curricular e pedagógico do conteúdo sobre modelos e criação de modelos (SHULMAN, 1987); o *domínio externo* envolveria os processos de aprendizagem de que os professores participam; *domínio da prática* estaria diretamente relacionado ao uso dos conhecimentos dos professores na sua prática cotidiana; e o *domínio das conseqüências* abarcaria aquilo que os professores vivenciam a partir de suas práticas profissionais.

O projeto elaborado tinha os seguintes objetivos: (i) produção de um *domínio externo* constituído de atividades relacionadas ao desenvolvimento dos conhecimentos dos professores acerca dos modelos e criação de modelos; (ii) estudo das relações estabelecidas entre todos os domínios no processo vivenciado pelos professores participantes; e (iii) elaboração e discussão de diretrizes que pudessem orientar pesquisadores e educadores na área de ensino de Ciências, cujo propósito fosse promover o desenvolvimento dos professores sobre modelos e criação de modelos. Participaram do projeto cinco professores, porém a autora apresenta os resultados obtidos por meio da análise de uma professora em particular.

Em relação à professora analisada, Justi (2003) observou um conhecimento do conteúdo bastante amplo no que concerne aos modelos. Para essa professora, modelo era uma representação parcial da realidade, de processos, idéias usadas para visualização, explicação, elaboração de previsões e de novas idéias. A conclusão mais imediata foi que cada aspecto dos diferentes conhecimentos modifica-se ao longo do processo e que esse processo foi determinante para as ações da professora investigada. Justi ressaltou a importância de se utilizar um modelo estruturado, envolvendo domínios diferenciados e relevantes da prática docente e que favoreçam a representação de relações dinâmicas e de naturezas diferentes entre aspectos variados de tais domínios no estudo do desenvolvimento profissional dos professores.

Gilbert, S. (2004) apresenta as seguintes considerações em relação à formação de professores no que diz respeito aos conhecimentos curricular e pedagógico do conteúdo e suas influências frente aos modelos:

- a compreensão dos modelos curriculares (simplificadas versões de modelos científicos / históricos que são usados no ensino), incluindo o entendimento do que é um modelo, das entidades das quais os modelos são construídos e da natureza das relações de causa-efeito operando neles. Isto incluiria aspectos como as finalidades do uso de modelos, as entidades que um modelo pode representar, os fatores que governam a retenção de um dado modelo na ciência por longos períodos.

- o conhecimento curricular dos professores deve incluir quando, como e por que a idéia geral dos modelos e modelagem, e, junto com os detalhes dos específicos modelos científicos/históricos, essas questões deveriam ser introduzidas no currículo e nos esquemas de trabalho. Em outras palavras, os professores deveriam ser capazes de selecionar, desenvolver e/ou modificar modelos curriculares existentes;
- o conhecimento pedagógico do conteúdo dos professores deve incluir a habilidade de desenvolver bons modelos didáticos e utilizá-los em suas aulas. Os professores precisam ser capazes de conduzir atividades de modelagem, entender como seus estudantes constroem seus próprios modelos e ter a capacidade de negociar adequadamente os modelos expressos em sala de aula.

Finalizamos este capítulo destacando as contribuições de Núñez e Ramalho (2005) que discutiram a importância de se trabalhar na formação de professores em uma perspectiva que contemple as necessidades formativas dos docentes envolvidos. De uma maneira geral, os referidos autores defendem que as necessidades formativas seriam a diferença entre o estado atual de desenvolvimento do professor e o estado que se deseja alcançar.

Contemplar as necessidades formativas é, pois, proporcionar um programa de formação, seja inicial ou continuado, que leva em consideração o nível dos professores, suas experiências tanto no nível individual quanto no coletivo. Isso, ao nosso ver, transforma o docente de espectador passivo em sujeito ativo no processo de construção de saberes e competências, ao longo do seu desenvolvimento profissional.

Assumir a docência constituída por saberes específicos que exigem uma preparação para o exercício da mesma, que a prática docente não é automatizada, mas fruto da mobilização de saberes, procedimentos, atitudes e valores inerentes a essa profissão e que na ação o docente produz um corpo de saberes, é sem dúvida reconhecer que não se pode pensar inovações relativas à Educação Básica, ao processo de formação de docentes ou ainda à profissionalização da atividade docente sem considerar-se a importância do professor.

CAPÍTULO 3

**O PERCURSO
METODOLÓGICO DA PESQUISA**

3.1 PRESSUPOSTOS DO PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO

Neste capítulo apresentamos o percurso metodológico trilhado, cujo objetivo era responder as questões de estudo que nortearam esta pesquisa a fim de defender a tese de que a habilidade de planejar atividades que envolvam o uso de modelos para os alunos dos ensinos fundamental e médio deva ser subsidiada por um processo formativo que contemple reflexões acerca da natureza do conhecimento científico, dos diferentes tipos de modelos e viabilize a elaboração de atividades que levem em consideração essas questões.

O processo investigativo foi norteado, principalmente, por aspectos inerentes à abordagem qualitativa, a qual é caracterizada pela interpretação dos fenômenos e atribuição de significados, buscando explicações em profundidade dos dados coletados (OLIVEIRA, 2003; GIL, 2007). Outra característica própria de uma abordagem qualitativa, como a preocupação com o processo e não simplesmente com o produto, destacada por Triviños (1987), também permeou a nossa investigação, na medida em que buscamos compreender o processo formativo dos licenciandos e as contribuições e/ou obstáculos para o planejamento de atividades que envolvam o uso de modelos. Articulamos, nessa busca, tanto o saber referente à categoria modelos quanto o saber fazer que envolveria a habilidade em planejar este tipo de atividade.

Apesar de ressaltarmos a predominância de aspectos qualitativos em nossa investigação, não perdemos de vista o fato de que as abordagens qualitativas e quantitativas não são excludentes, quando procuramos mensurar as características gerais dos dados coletados. Segundo vários pesquisadores da área (OLIVEIRA, 2003; PEREIRA, 2001; GRECA, 2002), as duas abordagens se complementam.

Quanto à natureza de seus objetivos, esta pesquisa assume um caráter descritivo, por buscar descrever as características de determinada população e fenômeno. Assim procedemos na medida em que procuramos expor as representações dos licenciandos em relação ao conhecimento científico, modelo científico e didático, como também, quando buscamos identificar os elementos inerentes ao conhecimento pedagógico do conteúdo que envolvem o uso de modelos. Em outros aspectos, este trabalho assumiu um caráter explicativo, visto que também teve a preocupação em identificar os fatores que determinam ou contribuem para ocorrência dos fenômenos. Isso porque a nossa terceira questão de estudo visa identificar as contribuições e/ou

obstáculos na construção de saberes relacionados ao uso de modelos. Como destaca Gil (2007, p. 43), “Uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de uma descritiva, posto que a identificação dos fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado”.

Na secção posterior, discutimos o delineamento metodológico de nossa pesquisa, apresentando as questões de estudo, os instrumentos utilizados e a forma de organização e análise dos dados coletados.

3.2 DESCRIÇÃO DO CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada no curso de licenciatura em Química da UFRN, durante o segundo semestre de 2005. A seguir tecemos considerações mais detalhadas acerca do contexto investigado.

A UFRN oferece aos discentes 44 cursos de graduação no Campus Central, em Natal e mais 8 cursos em 3 cidades do interior do Rio Grande do Norte e 36 cursos de pós-graduação. A comunidade acadêmica é constituída por mais de 27000 estudantes, 3062 servidores técnicos-administrativos e 1638 docentes.

O departamento de Química está vinculado ao Centro de Ciências Exatas e da Terra (CCET) e oferece os cursos de Bacharelado em Química e Licenciatura em Química. O último, em duas opções de horários: diurno (8 níveis ou períodos) e noturno (10 níveis ou períodos). Para o ano de 2005, foram oferecidas 60 vagas para o curso de licenciatura em Química, sendo 30 para o horário matutino e vespertino e 30 para o horário noturno.

Os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Química têm um núcleo comum formado por 31 disciplinas (Anexo A) e um núcleo profissional que, no caso da Licenciatura, é formado por 6 disciplinas: Fundamentos Sócio-Filosóficos da Educação, Fundamentos da Psicologia da Educação, Organização da Educação Brasileira, Didática, Instrumentalização para o Ensino da Química e os Estágios Supervisionados. É importante destacar que, no ano de 2005, quando foi vivenciada a pesquisa junto aos licenciandos, havia apenas 1 estágio supervisionado no último período do curso, mas, atualmente, há 4 estágios supervisionados (Anexo B).

De acordo com as informações disponíveis no *site* do departamento, o Bacharel em Química é um profissional apto a realizar estudos, investigações, experiências e análises relacionadas com a composição, as propriedades e as possíveis transformações das substâncias; a aplicar leis, princípios e métodos conhecidos para descobrir e criar novos produtos químicos; a encontrar novos usos para os produtos existentes e novos métodos de produção e a resolver problemas industriais específicos da área. Poderá, também, exercer atividades de direção, assessoramento e consultoria; elaborar orçamentos e executar vistoria e perícia; ensinar e pesquisar em instituições de ensino superior. Para o licenciado em Química, é apenas explicitado que estará apto a ensinar Química Fundamental no ensino fundamental e médio.

3.3 OS LICENCIANDOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Os 13 licenciandos participantes da pesquisa estavam cursando, no segundo semestre de 2005, a disciplina Prática de Ensino de Química (Estágio Supervisionado) que, na estrutura Curricular, é a última disciplina oferecida no curso de Licenciatura em Química na UFRN.

A investigação foi realizada em 2 turmas, uma no turno diurno (turma A) e outra no noturno (turma B). A turma A era formada por 12 alunos. Desse total, 10 (denominaremos licenciandos L1-L10) participaram da pesquisa por terem disponibilidade em estar presentes em todas as etapas envolvidas. Entre esses licenciandos, 4 eram mulheres que denominaremos como L1-L4 e 6 homens, denominados por L5-L10 (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização dos licenciandos participantes da pesquisa (turno diurno).

VARIÁVEIS	LICENCIANDOS									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Sexo	F	F	F	F	M	M	M	M	M	M
Idade	23	22	29	26	26	28	26	35	26	28
Ano de conclusão	2001	2000	1992	1995	1997	1995	1997	1988	1997	1996
Outro curso de graduação	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Trabalha	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Nº de turnos que trabalha	-	1	-	2	1	2	2	1	2	2
Disciplinas no período	4	4	2	3	4	4	4	6	4	3
Pretende ensinar	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Talvez
Já lecionou	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Bolsista	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não

Em relação ao tipo de rede de ensino em que os licenciandos da turma A cursaram o ensino médio, 6 foram alunos de escolas da rede privada de ensino e 4, da rede pública. Apenas 1 aluno fez o curso técnico em Química, uma vez que em Natal não há cursos nessa área.

No tocante à idade, agrupamos os alunos da turma A por intervalo de 5 em 5 anos a partir do licenciando mais novo. Assim, foram estabelecidos três intervalos: 22 a 26 anos com 6 licenciandos; 28 a 32 anos com 3 licenciandos e 33 a 37 apenas 1 licenciando.

A maioria dos licenciandos da turma A (8 licenciandos) pretende exercer a docência. Os outros, 1 licenciando não pretende exercer a docência e 1 ainda não tinha se decidido, como pode ser observado na tabela 1.

No que diz respeito ao período de conclusão do ensino médio, observamos que 5 licenciandos da turma A concluíram no período que antecede a época de reformas, 1988 a 1996, e os outros 5 concluíram no período de 1997-2001. O contexto de reformas iniciado a partir da promulgação da LDB em 1996 foi o critério para designarmos o intervalo para classificação dos licenciandos de acordo com o período de conclusão do ensino médio. A partir de 1996, o licenciando poderia ter vivenciado experiências didáticas diferenciadas.

Apenas 2 licenciandos da turma A não trabalhavam, mas estavam envolvidos em outras atividades (mestrado e bolsista do programa PET). Dos 8 licenciandos que trabalhavam, cinco

exerciam as atividades em dois turnos. Esse é um fator que, atrelado ao número de disciplinas que cursam no semestre, pode comprometer uma dedicação maior à disciplina.

Em relação à atividade exercida pelo aluno, 3 declararam serem docentes no ensino médio: L2 (Professora); L4 (Estagiária em indústria química); L5 (Professor); L6 (Policia Militar), L7 (comerciante); L8 (Policia Militar); L9 (Professor); L10 (Técnico em Estradas).

A turma B era composta de 8 licenciandos, porém apenas 3 participaram de todas as etapas da pesquisa. Dos 3 licenciandos (denominaremos licenciando L11-L13), 2 eram do sexo masculino (L12 e L13) tinham 37 e 25 anos, respectivamente, e 1 do sexo feminino (L11) contava 23 anos (tabela 2). Os 3 licenciandos eram egressos da rede pública de ensino e não haviam cursado o curso técnico em Química.

Apenas 1 licenciando da turma B não pretendia exercer a docência ao concluir o curso, argumentando que não teve nenhuma experiência ao longo do curso e já tinha um emprego estável. Em relação à conclusão do ensino médio, 2 licenciandos concluíram no período 1998-1999 e podem ter tido um ensino diferenciado, influenciado pelas reformas pós LDB de 1996, e 1 licenciando havia concluído em um período anterior (1987).

No tocante ao trabalho, 2 licenciandos declararam que exerciam alguma atividade, sendo que um deles em 2 turnos. O outro licenciando, embora não tenha afirmado que trabalhava, exercia atividades como bolsista. As atividades exercidas pelos licenciandos são: L12 (Policia), L13 (Professor), L11 (Bolsista – Análise Química de Minerais).

Tabela 2 – Caracterização dos licenciandos participantes da pesquisa (turno noturno).

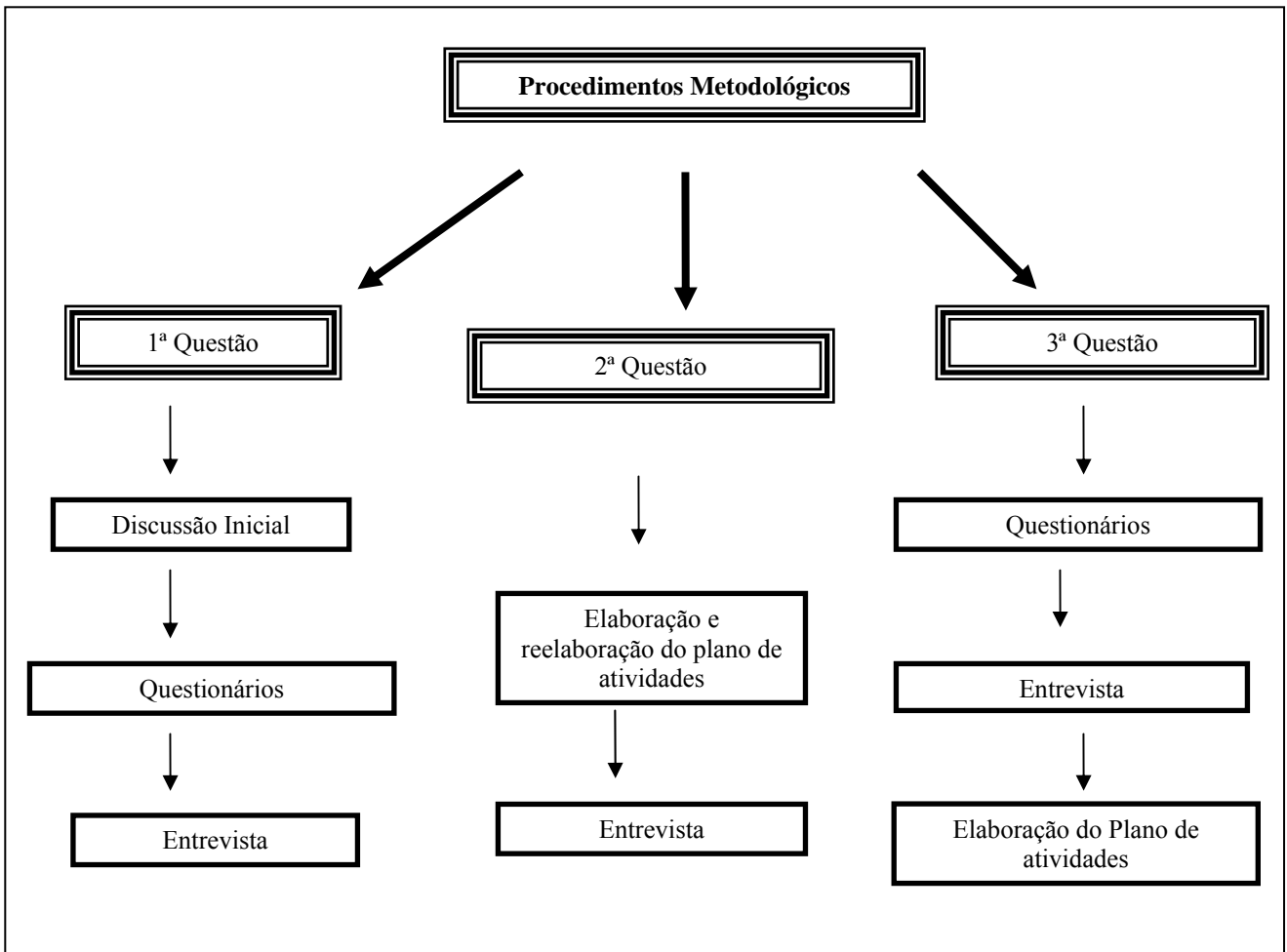
VARIÁVEIS	LICENCIANDOS		
	L11	L12	L13
Sexo	F	M	M
Idade	23	37	25
Ano de conclusão	1999	1987	1998
Outro curso de graduação	Não	Não	Não
Trabalha	Não	Sim	Sim
Nº de turnos que trabalha	-	2	1
Disciplinas no período	7	2	2
Pretende ensinar	Sim	Não	Sim
Já lecionou	Sim	Não	Não
Bolsista	Sim	Não	Sim

3.4 ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA

De modo a levantar os dados que subsidiassem a elucidação das questões de estudo, elaboramos instrumentos de pesquisa diferenciados: questionários, entrevistas, plano de atividades. Procuramos nos nortear pelas considerações feitas por Pórlan Ariza; Rivero Garcia e Martin Del Pozo (1997) no que diz respeito às investigações relacionadas com o conhecimento profissional dos professores, visto que é uma das questões que envolvem o nosso objeto de estudo. Os referidos autores apresentam os procedimentos e instrumentos utilizados por seu grupo de pesquisa ao investigar o conhecimento profissional do professor, destacando que, para as investigações iniciais, de caráter descritivo, eles têm trabalhado com entrevistas, diários, planejamentos de unidades didáticas e questionários. Já em um segundo momento, em que eles buscam processos de mudanças de concepções e das ações do professores, eles se utilizam de ferramentas como observação, entrevista, análise de diários e de outros materiais escritos.

Os instrumentos descritos por Pórlan Ariza; Rivero Garcia e Martin Del Pozo (1997) nas investigações iniciais têm uma aproximação com o nosso objeto de pesquisa, embora tenhamos buscado, em nossas análises, além de descrições, explicações para as questões observadas.

O esquema 5, apresentado a seguir, permite uma visão geral dos procedimentos metodológicos empregados no decorrer da investigação na UFRN. Esses procedimentos, se encontram detalhados posteriormente.



Esquema 5 – Estratégias metodológicas relacionadas com as questões de estudo da pesquisa.

3.4.1 Estudo de Familiarização

Um estudo de familiarização foi realizado no ano de 2004 na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) com 12 licenciandos que cursavam a disciplina de Metodologia do Ensino de Química. Essa aproximação forneceu subsídios para propor o percurso metodológico adotado em nossa pesquisa na UFRN.

O objeto de pesquisa, no estudo realizado na UFRPE, eram as categorias modelos e analogias. Durante a pesquisa, foram aplicados, inicialmente, questionários (Apêndice G) com o intuito de resgatar as idéias dos licenciandos acerca das categorias a serem investigadas. Nesses instrumentos, as questões envolviam a natureza do conhecimento científico, os modelos e as analogias na ciência e os modelos e analogias no ensino médio de Química. Posteriormente, foi

solicitado que os alunos planejassem uma atividade didática em que eles tivessem que utilizar modelos didáticos.

Os dados coletados durante essas atividades nos auxiliaram tanto a rever as estratégias metodológicas que seriam adotadas na UFRN quanto o nosso objeto de estudo. Em relação ao último, percebemos que precisaria de um recorte e essa constatação também foi ratificada pelas recomendações dos examinadores durante o Seminário Doutoral I. Dessa forma, optamos por nos debruçar sobre os saberes relativos aos modelos científicos e os modelos didáticos, e sobre algumas questões relacionadas à natureza do conhecimento científico, enfocando a habilidade dos licenciandos em planejar atividades voltadas ao ensino médio de Química que envolvem o uso de modelos.

A análise dos questionários nos revelou pouca aproximação dos licenciandos da UFRPE com as questões relacionadas à pesquisa (LIMA; NÚÑEZ, 2004a; LIMA; NÚÑEZ; SOARES, 2005; LIMA; NÚÑEZ, 2005; LIMA, 2006), sinalizando a necessidade de uma discussão inicial que subsidiasse tanto as respostas dos licenciandos aos questionários quanto a elaboração de atividades didáticas que envolvessem a utilização de modelos.

A partir das contribuições do estudo realizado na UFRPE, apresentamos a seguir o percurso trilhado durante a nossa pesquisa junto aos licenciandos na UFRN.

3.4.2 Instrumentos e etapas vivenciadas na pesquisa na UFRN

Apresentamos a seguir, de maneira sintética, o percurso trilhado na pesquisa de modo a propiciar uma visão geral do processo, assim como a seqüência das etapas vivenciadas. Posteriormente, descreveremos detalhadamente as etapas por questão de estudo a ser investigada.

- 1- Discussão sobre a natureza e tipologia dos modelos, ressaltando os modelos científicos, os modelos construídos pelos alunos e os modelos didáticos utilizados pelo professor nas aulas de Química.

- 2- Elaboração de um plano de atividades em que os licenciandos iriam propor atividades que levassem os alunos do ensino médio e/ou fundamental a construir modelos relacionados a um determinado fenômeno químico.
- 3- Apresentação e discussão dos planos de atividades elaborados pelos licenciandos.
- 4- Reelaboração do plano de atividades seguindo as orientações fornecidas pela pesquisadora.
- 5- Aplicação de um questionário (Apêndice A) para levantar questões que subsidiassem a caracterização dos licenciandos envolvidos na pesquisa.
- 6- Aplicação de dois questionários (Apêndice B e Apêndice C) para analisar as idéias dos licenciandos em relação à natureza do conhecimento científico e os modelos científicos.
- 7- Aplicação de um questionário (Apêndice D) que teve por finalidade analisar as idéias dos licenciandos investigados em relação aos modelos em Química nos ensinos fundamental e médio.
- 8- Entrevista semi-estruturada, buscando esclarecimento e aprofundamento de algumas questões dos instrumentos aplicados (questionários 2, 3 e 4), bem como dos elementos que subsidiassem a compreensão das dificuldades encontradas pelos licenciandos, quando esses planejaram atividades relacionadas ao uso de modelos nos ensinos fundamental e médio de Química.

A seguir descreveremos como foram realizadas as etapas anteriormente relatadas, relacionando-as com as questões de estudo que nos propusemos responder no decorrer da investigação.

3.4.3 Descrição das etapas e dos instrumentos de pesquisa

Primeira questão de estudo: Quais as representações dos licenciandos em Química sobre o conhecimento científico, os modelos científicos e didáticos e sobre a utilização dos modelos nos ensinos fundamental e médio de Química?

1- Discussão sobre os modelos

A necessidade de buscarmos uma breve discussão, junto aos licenciandos, acerca da natureza e tipologia dos modelos e da relação desses com o conhecimento científico, se deu por observarmos a limitada aproximação que esses licenciandos tinham com as categorias modelos científico e didático. Por meio dessas discussões, objetivamos propiciar elementos iniciais que subsidiassem o grupo na compreensão da categoria modelos e, por outro lado, resgatar, durante as discussões, os saberes dos licenciandos em relação à referida categoria. Sendo assim, essa etapa discursiva foi estabelecida como parte do processo formativo, considerando que o objetivo da nossa pesquisa não era a análise de um processo de mudança de concepções, em que as idéias iniciais e finais seriam determinantes para os resultados.

A discussão teve início com uma dinâmica denominada caixa preta. Nessa dinâmica, cada licenciando analisou uma pequena caixa de papelão lacrada, em cujo interior havia um objeto desconhecido pelo grupo. A partir dessa análise os licenciandos expressaram sua representação acerca do objeto desconhecido por meio de desenhos e socializaram essas idéias com o grupo, de modo a chegarem a uma representação consensual do que seria o objeto.

A dinâmica realizada forneceu elementos iniciais para a compreensão do que seriam os modelos no processo de construção do conhecimento científico. Posteriormente, promovemos uma discussão mais fundamentada no tocante à categoria modelos a partir da leitura do texto *Aprendizagem por modelos utilizando modelos e analogias*, de Lima e Núñez (2004b). Outras discussões em sala de aula foram realizadas de modo a esclarecer e diferenciar os tipos de modelos e sua relação com o conhecimento científico. Ressaltou-se o modelo científico, modelo

elaborado pelo aluno e o modelo didático que seria elaborado pelo professor de modo a ajudar os alunos a compreenderem os modelos científicos.

2- Aplicação dos questionários

Foram aplicados quatro questionários ao grupo pesquisado após as discussões iniciais e elaboração do plano de atividades. O questionário 1 (Apêndice A) tinha por objetivo caracterizar os grupos a serem investigados na UFRN e esses dados foram apresentados, anteriormente, nas tabelas 1 e 2. Os demais questionários (2, 3 e 4) estavam relacionados à natureza do conhecimento científico, modelo científico e modelo didático. Para cada aspecto que procuramos investigar, buscamos utilizar mais de uma questão para um posterior cruzamento de informações na análise dos dados. A seguir, teceremos considerações acerca dos questionários aplicados, explicitando as relações das perguntas realizadas com as categorias norteadoras da pesquisa.

- Considerações relacionadas com o segundo questionário:

O segundo questionário (Quadro 5 - Apêndice B) tinha como objetivo resgatar as idéias dos alunos sobre alguns aspectos de conhecimento científico e os modelos científicos, além de indagar sobre discussões dessa natureza durante a formação inicial do grupo investigado. Esse instrumento era formado de 11 questões abertas e uma mista (questão 12).

Questões investigadas	Questões levantadas								
Características do conhecimento científico.	<p>1- O conhecimento científico em química é construído a partir da contribuição de diversos cientistas ao longo dos últimos séculos. Cite cinco palavras que, na sua opinião, caracterizam o conhecimento científico.</p> <p>2- O conhecimento científico (produzido pela ciência) tem relação com outros tipos de conhecimentos como, por exemplo, o conhecimento do senso comum. Que diferenças você poderia destacar entre estes dois tipos de conhecimento levando em consideração:</p> <p>a- a forma como são produzidos;</p> <p>b- o tipo de conhecimento produzido;</p> <p>3- cite características comuns ao conhecimento científico e ao conhecimento do senso comum. Argumente a sua resposta.</p>								
Construção do conhecimento científico.	<p>4- Na sua opinião, como os cientistas, em geral, procedem para chegar ao conhecimento científico nas ciências naturais?</p>								
Relação entre o conhecimento científico e os modelos.	<p>5- A ligação iônica explica a estrutura formada entre um metal e um não metal no retículo cristalino. Uma das características observadas, na maioria desses compostos, como, por exemplo, o cloreto de sódio, é a solubilidade em água à temperatura ambiente (25°C). O cloreto de prata (AgCl) formado por um metal e um não metal é muito pouco solúvel em água. Como você poderia explicar esse fato?</p> <p>6- Represente mediante um modelo bidimensional a estrutura do AgCl sólido que justifica sua pouca solubilidade em água à temperatura ambiente (25°C).</p> <p>Represente um modelo bidimensional para a estrutura NaCl e compare em relação à do AgCl, justifique:</p> <p>7- Um estudante lê em um livro didático o seguinte fragmento de texto: “Toda ligação iônica tem certo caráter covalente, ou seja, não é 100% iônica (conseqüentemente, não há compostos 100% iônicos).” Como você explicaria ao estudante o fato apresentado no fragmento de texto acima?</p> <p>8- Um professor de química do ensino médio afirma aos seus alunos que o elétron tem um caráter dual, ou seja, como partícula e onda. Diante desta afirmação, um dos seus alunos faz a seguinte pergunta: -Professor, então, na <u>realidade</u> o elétron é uma onda ou uma partícula? Como você responderia esta pergunta ao aluno?</p> <p>9- O que é um modelo na ciência? Utilize algum exemplo para explicar a sua resposta.</p> <p>10- Como se relacionam os modelos da ciência e o conhecimento científico? Argumente a sua resposta.</p>								
O objetivo dos modelos na ciência	<p>11- Na sua opinião, quais são as finalidades dos cientistas ao elaborarem modelos na ciência?</p>								
A vivência deste tema durante a formação inicial	<p>12- Durante o curso de Licenciatura em Química, houve alguma discussão da relação dos modelos utilizados pelos cientistas e a construção do conhecimento científico em química? () sim () não</p> <p>Em caso afirmativo, indique, na tabela abaixo, em que disciplinas e as discussões que foram feitas:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Relação dos modelos utilizados pelos cientistas e a construção do conhecimento científico em química</th> </tr> <tr> <th>Disciplina</th> <th>Questão(ões) discutida (s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Relação dos modelos utilizados pelos cientistas e a construção do conhecimento científico em química		Disciplina	Questão(ões) discutida (s)				
Relação dos modelos utilizados pelos cientistas e a construção do conhecimento científico em química									
Disciplina	Questão(ões) discutida (s)								

Quadro 5 – Plano de questionário 2 relacionado com questões referentes ao conhecimento científico e ao uso de modelos na ciência.

- Considerações relacionadas ao terceiro questionário:

Procuramos, nesse questionário (Quadro 6 - Apêndice C), utilizar questões com grau de abstração menor que as referentes ao segundo questionário. Assim, partimos de um texto de Bensaude-Vicent, B. e Stengers (1992) que retrata a elucidação da estrutura acíclica do benzeno por Kekule e traz exemplos de modelos científicos. O texto forneceu aos licenciandos subsídios concretos para responderem as questões. O questionário 3 foi composto de 2 perguntas abertas. A seguir, apresentamos o questionário com o respectivo plano.

Questões investigadas	Questões levantadas
Identificação de modelos científicos	1- No texto, você pode identificar modelos científicos? Explique:
O porquê da elaboração de modelos na ciência	2- Na sua opinião, quais são as finalidades dos cientistas ao elaborarem modelos na ciência?

Quadro 6 – Plano de questionário 3 relacionado a questões referentes ao uso de modelos na ciência tendo como subsídio um texto.

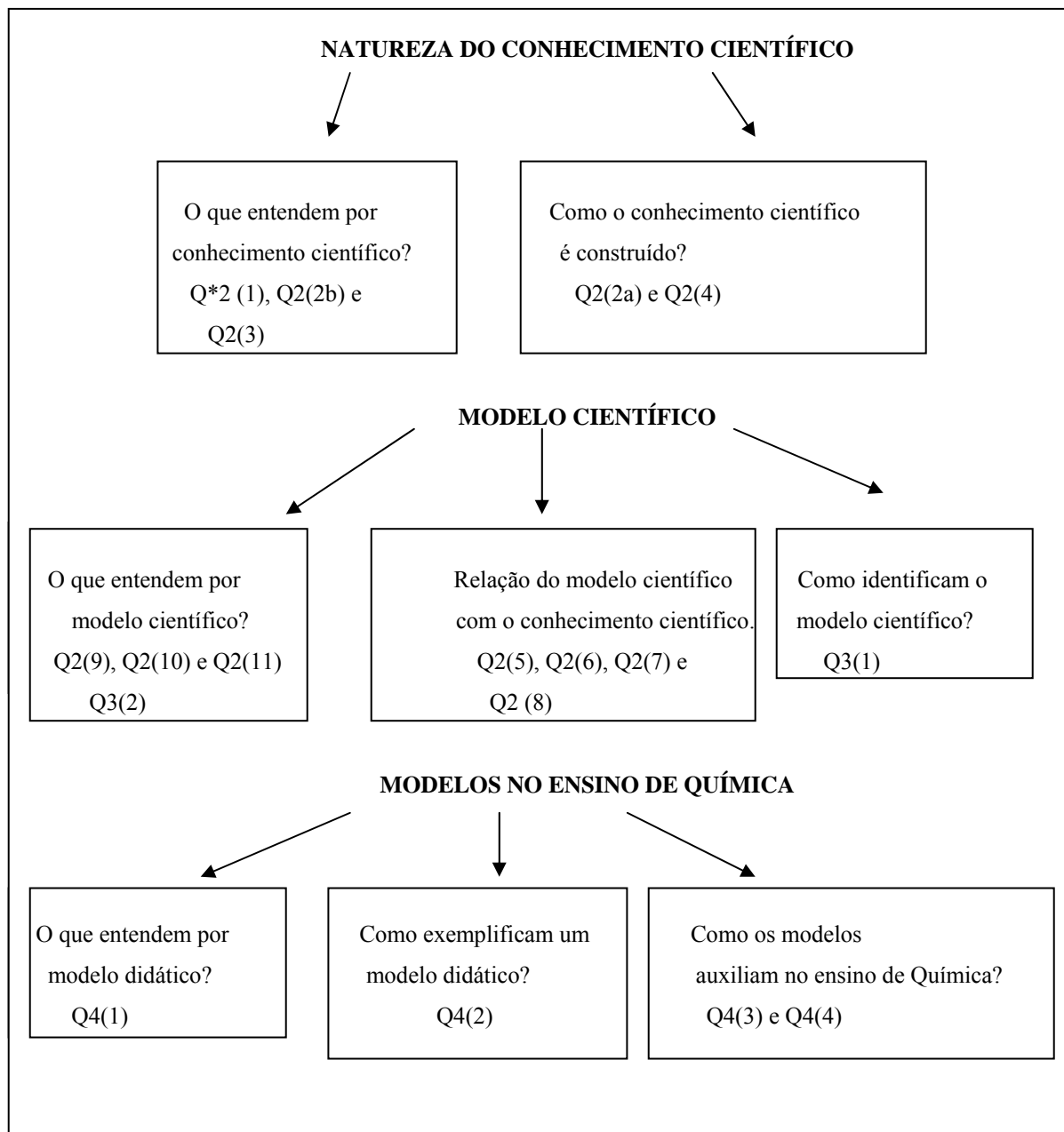
- Considerações relacionadas ao quarto questionário:

Esse questionário (Quadro 7 - Apêndice D) teve como objetivo resgatar as idéias dos licenciandos sobre o uso de modelos em aulas de Química nos ensinos fundamental e médio. O referido instrumento constou de três perguntas abertas e duas mistas.

Questões investigadas	Questões levantadas																		
Relação entre o ensino de Química, nos níveis fundamental e médio, e o conhecimento científico.	1- Ao longo da história das ciências naturais, vários modelos têm sido propostos para o átomo por diferentes cientistas, como John Dalton, Ernest Rutherford, Niels Bohr entre outros. Na sua opinião, existem diferenças entre o conteúdo do conhecimento científico apresentado por estes cientistas e o conteúdo estudado pelos alunos nas aulas de química nos ensinos fundamental e médio.? Explique:																		
Modelos utilizados no ensino de Química	<p>2- No 1º ano do ensino médio de química, da maioria das escolas, são estudados, entre outros, os conteúdos apresentados na tabela abaixo. Gostaríamos de que você indicasse nesta tabela, o (s) conteúdo (s) em que se utiliza (m) modelos e exemplificasse, citando alguns desses modelos.</p> <table border="1" data-bbox="499 399 1688 621"> <thead> <tr> <th data-bbox="499 399 894 461">Conteúdo</th> <th data-bbox="894 399 1289 461">Utiliza modelos</th> <th data-bbox="1289 399 1688 461">Exemplos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="499 461 894 490">Tabela periódica</td> <td data-bbox="894 461 1289 490">()</td> <td data-bbox="1289 461 1688 490"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 490 894 519">Ligações químicas</td> <td data-bbox="894 490 1289 519">()</td> <td data-bbox="1289 490 1688 519"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 519 894 548">Reações químicas</td> <td data-bbox="894 519 1289 548">()</td> <td data-bbox="1289 519 1688 548"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 548 894 578">Funções inorgânicas</td> <td data-bbox="894 548 1289 578">()</td> <td data-bbox="1289 548 1688 578"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 578 894 621">Estudo dos gases</td> <td data-bbox="894 578 1289 621">()</td> <td data-bbox="1289 578 1688 621"></td> </tr> </tbody> </table>	Conteúdo	Utiliza modelos	Exemplos	Tabela periódica	()		Ligações químicas	()		Reações químicas	()		Funções inorgânicas	()		Estudo dos gases	()	
Conteúdo	Utiliza modelos	Exemplos																	
Tabela periódica	()																		
Ligações químicas	()																		
Reações químicas	()																		
Funções inorgânicas	()																		
Estudo dos gases	()																		
A importância da utilização dos modelos em química nos ensinos fundamental e médio	3- Na sua opinião, como o uso de modelos pode contribuir com a construção do conhecimento químico pelos alunos nos ensinos fundamental e médio?																		
Critérios para a utilização de modelos no Ensino de Química	4- Como o professor deve utilizar modelos nas aulas de química nos ensinos fundamental e médio? Explique utilizando exemplo (s):																		
A vivência deste tema durante a formação inicial	<p>5- Durante o curso de licenciatura em química houve alguma discussão sobre:</p> <p>a- O papel dos modelos na construção do conhecimento químico nos ensinos fundamental e médio? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não</p> <p>Em caso afirmativo, indique, na tabela abaixo, em que disciplinas e as discussões que foram feitas:</p> <table border="1" data-bbox="499 930 1310 1057"> <thead> <tr> <th colspan="2" data-bbox="499 930 1310 992">O papel dos modelos na construção do conhecimento químico nos ensinos fundamental e médio</th> </tr> <tr> <th data-bbox="499 992 894 1053">Disciplina</th> <th data-bbox="894 992 1310 1053">Questão(ões) discutida (s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="499 1053 894 1057"></td> <td data-bbox="894 1053 1310 1057"></td> </tr> </tbody> </table> <p>b- Como utilizar modelos nas aulas de Química nos ensinos fundamental e médio? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não</p> <p>Em caso afirmativo, explique utilizando exemplos.</p>	O papel dos modelos na construção do conhecimento químico nos ensinos fundamental e médio		Disciplina	Questão(ões) discutida (s)														
O papel dos modelos na construção do conhecimento químico nos ensinos fundamental e médio																			
Disciplina	Questão(ões) discutida (s)																		

Quadro 7 – Plano de questionário 4 relacionado a questões referentes ao uso de modelos em Química nos ensinos fundamental e médio

Como relatamos anteriormente, os questionários 2, 3 e 4 objetivaram responder a questão de estudo 1. A seguir, no quadro 8, procuramos relacionar as perguntas dos referidos questionários com as categorias a serem investigadas.



Q* – Questionário

Quadro 8 – Relação das categorias investigadas e as questões dos questionários.

3- Realização das entrevistas semi-estruturadas

A partir da leitura e análise do questionário, foram organizadas algumas questões a serem feitas na entrevista (Quadro 9), de modo a esclarecer e aprofundar alguns pontos que haviam sido levantados no questionário.

Além de perguntas relacionadas aos questionários aplicados, foram feitos alguns questionamentos com o intuito de levantar as dificuldades no entendimento da tipologia apresentada para os modelos e na elaboração do plano de aula envolvendo o uso de modelos.

- 1- Como você definiria: modelo da ciência; modelo do aluno e modelo didático?
- 2- Você teve alguma dificuldade em diferenciar os tipos de modelos citados anteriormente? Por favor, explique.
- 3- Que dificuldades você teve em relação à elaboração do plano de atividades envolvendo o uso de modelos?
- 4- Você poderia citar algumas questões que o ajudariam na elaboração de um plano que tivesse por finalidade a construção de modelos por parte dos alunos dos ensinos fundamental e médio?
- 5- Na sua opinião, quais as vantagens e desvantagens de se trabalhar junto aos alunos uma abordagem voltada à aprendizagem por modelos?

Quadro 9 – Roteiro para a entrevista

Segunda questão de estudo: que elementos relacionados ao conhecimento pedagógico do conteúdo são mobilizados pelos licenciandos em Química na elaboração de atividades para o ensino fundamental e médio que envolvam a utilização de modelos?

1- Elaboração de um plano de atividades

Após as discussões em relação aos modelos, foi solicitado que os licenciandos elaborassem um plano de atividades para os ensinos fundamental e/ou médio de Química com o objetivo de levar os alunos a construir modelos. A estrutura desse plano constaria dos elementos apresentados no quadro 10.

Elementos do plano de atividades	Características dos elementos presentes no plano de atividades
Dados de identificação	Série em que seria trabalhado o conteúdo, disciplina, número de alunos, número de aulas para explorar o determinado conteúdo etc.
Tema da aula	O conteúdo de Química de uma maneira geral e sua escolha ficaria a critério do licenciando.
Objetivo da aula	O licenciando foi orientado a deixar explícito que o objetivo da aula seria auxiliar os alunos dos ensinos fundamental e médio de Química a construir modelos relacionados a um determinado fenômeno químico.
Conteúdo	A partir do tema escolhido pelo licenciando, esse selecionaria os pontos a serem abordados na atividade a ser planejada.
Estratégias de ensino	O licenciando descreveria com detalhes toda a seqüência de atividades a ser vivenciada durante a aula.
Recursos de ensino	Os recursos didáticos que seriam utilizados no decorrer da aula.
Avaliação	A forma como o licenciando avaliaria a aprendizagem dos alunos seria descrita nesse tópico.
Referências	Seria indicada toda a referência que o licenciando utilizou para organizar a seqüência de atividades.

Quadro 10 – Elementos do plano de atividades elaborado pelos licenciando participantes da pesquisa.

O intuito dessa atividade era compreender como os licenciandos expressavam o conhecimento pedagógico do conteúdo e identificar as dificuldades que esses apresentavam ao elaborar atividades que envolvessem o uso de modelos nos ensinos fundamental e/ou médio de Química, a partir da metodologia adotada por eles. Para tanto, foi solicitado aos licenciandos a descrição detalhada de todas as atividades a serem realizadas durante a aula.

2- Apresentação e discussão do plano de atividades

Os planos de atividades elaborados foram apresentados em sala, sendo feitas observações pela pesquisadora de modo a orientar a sua reformulação. Procuramos, nessa etapa, propiciar discussões de modo que o objetivo fosse direcionado à construção de modelos, bem como que os licenciandos explicitassem detalhadamente a seqüência de atividades para que o objetivo proposto fosse alcançado.

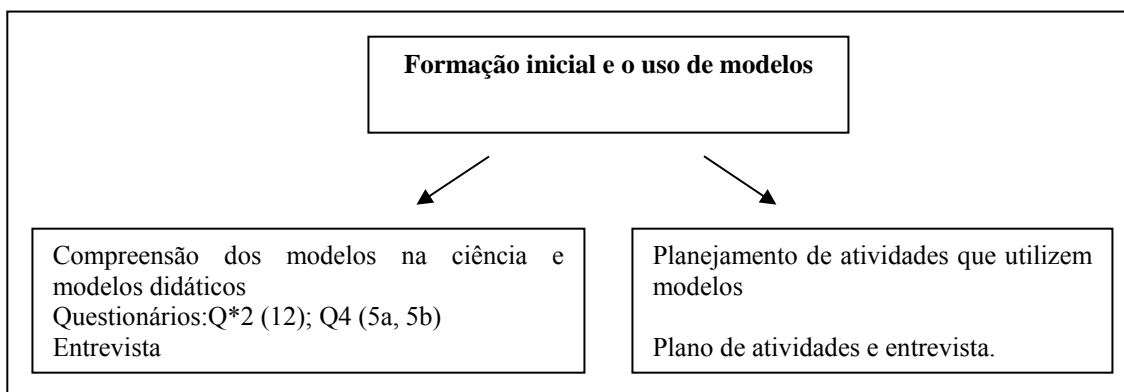
3- Reelaboração do plano de atividades

Os planos de atividades elaborados pelos licenciandos foram analisados pela pesquisadora e foram feitas algumas considerações para que houvesse uma reformulação, de modo que as atividades propostas no plano auxiliassem os alunos a construir modelos relacionados a um determinado fenômeno químico.

Depois de realizadas as reformulações nos planos de atividades, esses foram entregues à pesquisadora para uma outra análise. Essa ação nos proporcionou elementos para responder a segunda questão de estudo.

Terceira questão de estudo: Que fatores favorecem ou obstaculizam a construção de saberes durante a formação inicial de professores de Química, relacionados ao uso dos modelos na elaboração de atividades para o ensino de Química como componente do conhecimento pedagógico do conteúdo?

No quadro 11, podemos visualizar os diferentes tipos de instrumentos adotados na pesquisa para responder a esta questão de estudo e as questões que foram investigadas para a categoria formação inicial e o uso de modelos. A seguir teceremos algumas considerações acerca de cada estratégia utilizada.



Q* - Questionário

Quadro 11 – Instrumentos utilizados para responder a terceira questão de estudo.

1- Utilização dos questionários e entrevista

A partir do questionário 2 (questão 12), do questionário 4 (questões 5a e 5b) e da entrevista, foi possível diagnosticar algumas contribuições ou obstáculos, durante a formação inicial, na compreensão dos modelos e na habilidade de planejar atividades que envolvessem a utilização de modelos nos ensinamentos fundamental e médio de Química.

2- Elaboração de um plano de atividades

Essa atividade, avaliada a partir dos planos elaborados pelos licenciandos e entrevistas, também foi utilizada como um subsídio para responder a terceira questão de estudo, visto que o processo envolvido nessa etapa forneceu indícios para verificar-se como a formação inicial tem favorecido ou não para a habilidade de planejar este tipo de atividade.

3.5 ESTRATÉGIAS PARA A ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

A análise referente às questões de estudo utilizou o cruzamento dos dados coletados nos diferentes instrumentos de pesquisa (questionários, entrevista e plano de atividades). Segundo Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2001), esse procedimento é característico da técnica de triangulação, pois busca diferentes maneiras para investigar um mesmo ponto. Os autores ainda afirmam ser essa uma característica da pesquisa qualitativa.

3.5.1 Análise das representações dos licenciandos em relação ao conhecimento científico e aos modelos científico e didático

A análise realizada para a primeira questão de estudo norteou-se por alguns dos procedimentos inerentes à análise de conteúdo conforme discutido por Bardin (1977).

Inicialmente, foi realizada uma leitura das respostas fornecidas pelos licenciandos investigados aos questionários 2, 3 e 4 e dos depoimentos oriundos da entrevista realizada, de modo a organizar os dados referentes às 3 categorias relacionadas a essa questão de estudo: (1) Conhecimento Científico; (2) Modelo Científico e (3) Modelo Didático. Para cada categoria foram estabelecidas subcategorias de acordo com as respostas que emergiram da análise dos instrumentos utilizados. No quadro 12, podemos visualizar as categorias e subcategorias analisadas.

Categorias	Subcategorias	Foco de análise
Conhecimento Científico (CC)	Processo de produção do CC	A forma como os licenciandos concebem a construção do CC.
	Características do CC	As características que os licenciandos atribuem ao CC.
Modelo Científico (MC)	O que é um MC?	A idéia que os licenciandos têm acerca dos MC
	Qual a relação entre os MC e o CC?	Como os licenciandos entendem a relação existente entre MC e CC.
	O reconhecimento dos MC como parte do CC	Se os licenciandos reconhecem os MC como parte integrante do CC ao apresentarmos uma situação que envolva o ensino de Química.
Modelo Didático (MD)	O que é um MD?	As idéias que os licenciandos têm em relação aos MD, enfocando a diferenciação com os MC.
	A exemplificação de MD no ensino de Química	Os tipos de modelos que permeiam o ensino de Química para os licenciandos.
	Como os MD auxiliam no ensino de Química	De que forma os MD podem subsidiar o ensino de Química

Quadro 12 – Categorias e subcategorias e o foco de análise para a 1º questão de estudo

Como indicado no quadro 12, para as idéias relacionadas ao conhecimento científico, destacamos duas subcategorias que emergiram das respostas dos licenciandos: o processo de produção e as características do conhecimento científico que foram cruzadas para que pudessemos analisar as representações dos licenciandos em relação a esse aspecto. Não buscamos uma investigação exaustiva acerca das idéias dos futuros professores no tocante à natureza da

ciência, mas um enfoque que proporcionasse elementos que apontassem a relação que esses licenciandos tinham entre o conhecimento científico e os modelos científicos.

Em relação aos modelos, foram exploradas duas categorias: modelos científicos e os modelos didáticos. As idéias relacionadas aos modelos científicos abarcaram três subcategorias: o que é um modelo científico? Qual a relação entre os modelos científicos e o conhecimento científico? E reconhecimento dos modelos científicos como parte do conhecimento científico. No tocante às idéias dos licenciandos a respeito dos modelos didáticos, foi focado: o que seria um modelo didático para os alunos? Como os futuros professores exemplificavam os modelos didáticos? E de que forma os modelos didáticos ajudavam nos ensinamentos fundamental e médio de Química? De forma similar à realizada para o conhecimento científico, procedemos com o cruzamento das questões para as categorias modelo científico e modelo didático de modo a apreender as representações dos licenciandos no tocante às duas categorias.

Para cada categoria estabelecida na análise, construímos quadros que sinalizavam as representações de cada licenciando investigado em relação às referidas categorias. A seguir, apresentaremos uma seqüência dos quadros construídos, os quais serão discutidos no próximo capítulo (Capítulo 4).

Conhecimento científico

Para organização, análise e posterior discussão da categoria Conhecimento Científico construímos 4 quadros (13-16) e a tabela 3. O quadro 13 nos proporcionou uma visão de todas as respostas obtidas no questionário 2. A partir desse quadro, as respostas foram agrupadas em duas subcategorias: características do conhecimento científico e produção do conhecimento científico (Quadro 14). Os dois grupos de respostas e os depoimentos obtidos na entrevista deram origem ao quadro 15, que permitiu um mapeamento de todas as respostas oriundas dos instrumentos de coleta de dados, para que pudéssemos estabelecer as representações de cada licenciando em relação ao conhecimento científico (Quadro 16) e os aspectos mais relevantes dessas representações (Tabela 3).

Licenciando	Resposta Q2(1)	Resposta Q2(2b)	Resposta Q2(3)	Resposta Q2(2a)	Resposta Q2(4)	Síntese das respostas
L1						
L2	Inferência					
...						
L13						

Quadro 13 – Organização dos dados referente às respostas dos licenciandos ao questionário 2 (Q2) em relação ao conhecimento científico.

Licenciando	Características do conhecimento Científico	Forma de produção do conhecimento científico
L1		
L2		
...		
L13		

Quadro 14 – Respostas dos licenciandos relacionadas ao conhecimento científico por meio da análise do questionário.

Licenciando	Características do conhecimento Científico (Q2)	Produção do conhecimento científico (Q2)	Conhecimento científico (E)
L1			
L2			
...			
L13			

Quadro 15 – Respostas dos licenciandos relacionadas ao conhecimento científico por meio da análise do questionário (Q2) e da entrevista (E).

Licenciando	Representações
L1	
L2	
...	
L13	

Quadro 16 – Representação dos licenciandos em relação ao conhecimento científico

Tabela 3 – Aspectos relacionados ao conhecimento científico mais ressaltados pelos licenciandos.

Aspectos	Número de citações (%)

Modelo Científico

Em relação à categoria Modelo Científico, foram construídos 7 quadros (17-21) e as tabelas (4-6) no decorrer dos processos de organização, análise e discussão dos resultados. Inicialmente, o quadro 17 nos proporcionou a visão geral das questões que nos apontaria

elementos para expressar as representações dos licenciandos em relação aos modelos científicos. A partir da construção e análise das respostas sobre o que seria um modelo científico (Quadro 18), das respostas referentes ao reconhecimento dos modelos científicos como parte do conhecimento científico (Quadro 19) e dos depoimentos coletados na entrevista, construímos o quadro 20, que apresenta uma visão geral das respostas dos licenciandos em relação a esta categoria, permitindo que fossem estabelecidas as representações de cada licenciando em relação ao Modelo Científico (Quadro 21). Os aspectos mais ressaltados em relação ao modelo científico (Tabela 4), a relação do modelo como parte do conhecimento científico (Tabela 5) e de que forma os licenciandos identificam os modelos científicos (Tabela 6) nos proporcionaram elementos para que fossem discutidas questões relevantes relacionadas à representação dos modelos científicos do grupo investigado.

Para a construção da tabela 5, utilizamos os dados oriundos do quadro 19, o qual foi elaborado a partir da análise das questões 5, 6, 7, e 8 (Apêndice B) que buscavam identificar se os licenciandos ao analisarem situações que envolvessem o conhecimento químico (ligações químicas e o comportamento dual do elétron) forneciam explicações em termos de modelos científicos. Consideramos que havia esse reconhecimento quando em pelo menos 2 das 3 situações que são apresentadas no quadro 19, houve uma explicação em termos de modelos.

Como critério para analisar as explicações relacionadas à baixa solubilidade do cloreto de prata (Apêndice B - Questão 5 e 6), foi considerado que havia o reconhecimento do modelo como parte do conhecimento científico quando os licenciandos mobilizaram em suas explicações elementos relacionados ao efeito de polarização que há nos compostos iônicos, visto que as propriedades dos compostos iônicos são determinadas pela polarização mútua dos íons que entram na composição da rede cristalina que afasta o composto das previsões do modelo de ligação iônica. A polarização (deformação das camadas eletrônicas) de um íon é indicada pelo deslocamento relativo do núcleo e dos elétrons das camadas eletrônicas externas que o rodeiam sob a ação do campo elétrico do íon vizinho. Dessa forma, a polarização conduz a diminuição do grau iônico da ligação.

Licenciando	Q2(9)	Q2(10)	Q2(11)	Q3(2)	Q2(5)	Q2(6)	Q2(7)	Q2(8)	Síntese das respostas
L1			Inferência						
L2									
...									
L13									

Quadro 17 – Organização dos dados referente às respostas dos licenciandos aos questionários 2 (Q2) e 3 (Q3) em relação ao modelo científico.

Licenciando	O que é um modelo científico?
L1	
L2	
...	
L13	

Quadro 18 – Respostas dos licenciandos em relação aos modelos científicos. Q2(9), Q2(10), Q2(11) e Q3(2).

Licenciando	Baixa solubilidade do AgCl em água	Ligação iônica e covalente	Comportamento dual do elétron
L1			
L2			
...			
L13			

Quadro 19 – Como os licenciandos relacionam o modelo científico com o conhecimento científico Q2(5), Q2(6), Q2(7) e Q2(8). (Apêndice E)

Licenciando	Respostas aos questionários	Respostas à entrevista
L1		
L2		
...		
L13		

Quadro 20 – Respostas dos licenciandos em relação aos modelos científicos a partir dos questionários (Q2 e Q3) e da entrevista.

Licenciando	Representações
L1	
L2	
...	
L13	

Quadro 21 – Representações dos licenciandos em relação ao modelo científico.

Tabela 4 – Aspectos relacionados ao conhecimento científico mais ressaltados pelos licenciandos.

Aspectos	Número de citações (%)

Tabela 5 – Relação do modelo como parte do conhecimento científico.

Relaciona o modelo como parte do conhecimento científico?	Número de citações (%)
Sim	
Não	

Tabela 6 – Como os licenciandos identificam os modelos científicos Q3(1)

Identificação dos modelos	Número de citações (%)

Modelos Didáticos

No tocante aos Modelos Didáticos, foram construídos 7 quadros (22-25) que subsidiaram a discussão dos resultados da pesquisa com relação a essa categoria. O quadro 22 nos proporcionou uma visão geral das questões que nos auxiliariam na apresentação das representações dos licenciandos em relação aos modelos didáticos. A partir das respostas dos licenciandos (Quadro 23) e dos depoimentos oriundos da entrevista, elaboramos o quadro 24 que nos permitiu uma visão geral das respostas aos instrumentos de pesquisa utilizados para que pudéssemos apresentar as representações em relação aos modelos didáticos (Quadro 25). As representações contemplavam tanto a idéia que os licenciandos tinham em relação aos modelos didáticos quanto a maneira como esses modelos auxiliariam no ensino de Química. As tabelas 7 e 8 nos propiciaram elementos para que fossem discutidos os aspectos mais relevantes das representações dos licenciandos em relação a essa categoria.

Licenciando	Resposta Q4(1)	Resposta Q4(3)	Resposta Q4(4)	Síntese das respostas
L1				
L2		Inferência		
...				
L13				

Quadro 22 – Organização dos dados referente às respostas dos licenciandos ao questionário 4 (Q4) em relação ao modelo didático.

Licenciando	O que é um modelo didático?
L1	
L2	
...	
L13	

Quadro 23 – Respostas dos licenciandos relacionadas aos modelos didáticos. Q4(1), Q4(3), Q4(4).

Licenciando	Respostas ao questionário	Respostas à entrevista
L1		
L2		
...		
L13		

Quadro 24 – Respostas dos licenciandos em relação ao modelo didático a partir do questionário (Q4) e da entrevista.

Licenciandos	Representações
L1	
L2	
...	
L13	

Quadro 25 – Representação dos licenciandos acerca do modelo didático.

Tabela 7 – Aspectos relacionados ao modelo didático mais ressaltados pelos licenciandos.

Aspectos	Número de citações (%)

Tabela 8 – Como os licenciandos exemplificam os modelos didáticos Q4(2).

Identificação dos modelos	Número de citações (%)

3.5.2 Análise dos elementos relacionados com o conhecimento pedagógico do conteúdo mobilizados pelos licenciandos

O planejamento do ensino como etapa anterior (momento pré-ativo ao ensino) nos permitiu visualizar as hipóteses iniciais de trabalho dos licenciandos relativas à forma de abordar os modelos nas aulas de Química na Educação Básica. Concordamos, entretanto, com as considerações de Ramalho, Núñez e Gauthier. (2005) no sentido de que o planejamento se apresenta como certo *modelo*, criando uma lógica especulativa sobre a prática, visto que há uma distância entre intencionalidade do planejamento (ideal) e o real (a prática na sala de aula).

A partir da elaboração do plano de atividades por parte dos licenciandos (Apêndice E), buscamos analisar que elementos relacionados ao conhecimento pedagógico do conteúdo (CPC) relativos ao uso de modelos no ensino médio de Química, estariam sendo mobilizados. Objetivamos, assim, articular o saber sinalizado na primeira questão de estudo, com o saber fazer referente à segunda questão de estudo, que indica a dimensão didática do uso de modelos por parte dos licenciandos.

O plano de atividades solicitado aos licenciandos (Quadro 10) apresentava os elementos necessários à elaboração de um plano de ensino que um professor de ensino médio ou fundamental deveria construir para auxiliar suas aulas. Como já ressaltado anteriormente, o foco de análise da segunda questão de estudo versou sobre a metodologia adotada pelos licenciandos, visto que é nessa parte do plano de ensino que os elementos inerentes ao CPC são explicitados pelo professor; assim, os demais constituintes que estruturaram o plano não foram objetos de análise. As discussões iniciais junto ao grupo investigado constituíram um outro ponto importante a ser considerado em nossa análise.

Os critérios de análise para a metodologia adotada pelos licenciandos foram fundamentados em 3 aspectos ressaltados por Talanquer (2004), por serem esses aspectos relacionados ao CPC, podendo, assim, subsidiar o professor na transformação do conhecimento disciplinar em um conhecimento adequado para ensinar aos alunos (Critérios 1, 2 e 3). Além desses, foram estabelecidos mais dois critérios (Critérios 4 e 5) de análise, por terem uma maior aproximação com a utilização de modelos. Esses aspectos nos auxiliaram a visualizar alguns elementos do CPC que foram mobilizados pelos licenciandos ao elaborarem o plano de atividades e são apresentados a seguir:

Critério 1: Identificar perguntas, problemas ou atividades que levem o aluno do ensino fundamental ou médio a questionar e reconhecer suas idéias prévias.

Critério 2: Selecionar experimentos, problemas ou projetos que permitam ao aluno do ensino fundamental ou médio explorar as idéias centrais.

Critério 3: Construir explicações, analogias ou metáforas que facilitem a compreensão de conceitos abstratos.

Critério 4: Propiciar situações didáticas para que o aluno possa elaborar e expressar modelos relacionados ao conceito químico em estudo, reconhecendo as vantagens e limitações dos modelos elaborados.

Critério 5: Promover discussões de modo a aproximar os modelos elaborados pelos alunos do modelo científico.

Para subsidiar a análise da segunda questão de estudo, foi construído um quadro inicial referente ao primeiro plano apresentado e outro após a reestruturação do plano, conforme o modelo do quadro 26, em que procuramos apresentar cada etapa metodológica proposta pelos licenciandos e os elementos do CPC mobilizado, a partir dos critérios acima estabelecidos.

Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados

Quadro 26 – Critérios para a análise da segunda questão de estudo.

3.5.3 Análise das contribuições e entraves durante formação inicial dos licenciandos para a utilização de modelos no ensino de química

A análise desta questão de estudo resgatou os diferentes instrumentos utilizados na pesquisa – questionários, entrevista e planos de atividades – de modo a organizar os dados referentes à categoria formação inicial, no que diz respeito às inferências dos fatores que podem favorecer ou obstaculizar a construção de saberes relacionados ao planejamento de atividades didáticas que envolvam a utilização de modelos.

Duas subcategorias emergiram a partir da análise e encontram-se apresentadas no quadro 27 juntamente com a descrição do foco de análise de cada uma delas.

Subcategorias	Foco de análise
Contribuições e obstáculos na compreensão dos modelos científicos e didáticos.	Se nas diferentes disciplinas, durante o processo formativo inicial, houve discussões que subsidiassem a compreensão dos modelos científicos e dos modelos didáticos.
Contribuições e obstáculos na construção da habilidade de planejar atividades que envolvam modelos.	Se nas diferentes disciplinas foram propostas atividades que subsidiassem o desenvolvimento de habilidades para que os licenciandos planejassem atividades que envolvessem a utilização de modelos.

Quadro 27 – Subcategorias relacionadas com a análise da terceira questão de estudo.

Nos questionários e na entrevista, propusemos indagações que buscavam resgatar diretamente essas questões. No questionário 2 (Apêndice B), a pergunta 12 indagava sobre possíveis discussões acerca dos modelos utilizados pelos cientistas e a construção do conhecimento químico no processo de formação inicial. Enquanto que, no questionário 4 (Apêndice D), as questões 5a e 5b objetivavam resgatar se, durante o processo formativo, tinha

havido discussões acerca do papel dos modelos na construção do conhecimento químico nos ensinos fundamental e médio, e a forma como os licenciandos poderiam utilizar os modelos em suas aulas de Química. Para organização dos dados referentes a esse tipo de discussão durante a formação inicial desses licenciandos elaboramos a tabela 9. Nela procuramos apresentar se, nas disciplinas anteriores à Prática de Ensino, haviam sido contempladas reflexões nessa direção.

Tabela 9 – Discussões relacionadas aos modelos na formação inicial.

Discussões na Formação Inicial	Nº de respostas	
	Sim	Não
Modelos e o conhecimento científico		
Modelos e o ensino de Química		
Uso de modelos no ensino de Química		

As entrevistas realizadas e o planejamento das atividades que envolviam a utilização de modelos também sinalizaram as contribuições e obstáculos durante o processo formativo na elaboração de atividades relacionadas com o uso de modelos.

No plano de atividades elaborado buscamos, além de analisar a pertinência das propostas dos licenciandos, as atividades que envolviam o uso de modelos. Para isso apresentamos no quadro 28 o foco de análise para cada elemento constituinte do plano de atividades. Apesar de centrarmos a análise na elaboração do plano que permitisse aos alunos da Educação Básica elaborarem modelos, foi possível fazer também algumas considerações relativas à estrutura didática geral desse plano.

Elementos do plano de atividades	Foco de análise
Objetivos	São formulados em termos de atividades relacionadas à construção de modelos?
Conteúdos	São conteúdos apropriados para se trabalhar com modelos?
Estratégias de ensino	São estratégias que contemplam atividades que auxiliam na construção de modelos?
Recursos de ensino	São descritos os recursos utilizados para a realização das atividades que envolvam a utilização de modelos?
Procedimentos avaliativos	As estratégias de avaliação são pertinentes para subsidiar o processo de construção de modelos?

Quadro 28 – Critérios para a análise do plano de atividades elaborado pelos licenciandos.

Para auxiliar a análise desta questão de estudo, foi construído um quadro inicial referente ao primeiro plano apresentado e outro após a reestruturação do plano, conforme o modelo do quadro 29 que nos proporcionou a visualização de como cada licenciando elaborou os elementos referentes ao plano de atividades de acordo com o foco de análise que estabelecemos.

Licenciandos	ELEMENTOS				
	Objetivos	Conteúdos	Estratégias	Recursos	Avaliação
L1					
...					
L13					

Quadro 29 – Análise dos elementos do plano de atividades dos alunos

Na apresentação do quadro 29, procuramos responder as perguntas referentes ao foco de análise. Dessa forma, na análise da tabela, indicamos se o licenciando *define* ou *não define* os objetivos em relação à atividade de construção de modelos. Para os conteúdos de ensino, destacamos se os conteúdos selecionados *permitem a construção de modelos* ou *não permitem a construção de modelos*.

As estratégias de ensino sugeridas nos permitiram identificar 2 tipos de situações que foram apresentadas pelos licenciandos:

- Seqüência estruturada para a construção dos modelos, a qual contemplou as atividades expressas nos critérios de análise 4 e 5 da segunda questão de estudo.
- Seqüência geral para construção de modelos, a qual contemplou algumas das atividades expressas nos critérios de análise 4 e 5 da segunda questão de estudo.

Os recursos de ensino foram considerados como *descritos* quando o licenciando os indicou no plano de atividades e, em caso contrário, como *não descritos*. Em relação aos procedimentos avaliativos, apresentamos 3 tipos de procedimentos que foram sugeridos pelos licenciandos. Para isso, nos norteamos pelas considerações de Zabala (1998) que discorre sobre a importância de avaliação formativa no decorrer do processo de ensino-aprendizagem. Nessa perspectiva, não consideramos apenas os procedimentos avaliativos finais, mas as estratégias que permearam o processo de construção de modelos, explicitados em 3 momentos:

1- Avaliação inicial: que permite uma aproximação com os conhecimentos iniciais dos alunos, proporcionando elementos para que o licenciando possa propor atividades que subsidiem os alunos dos ensinos fundamental e médio construírem de modelos sobre o fenômeno químico em estudo.

2- Avaliação reguladora: que permite um acompanhamento do processo de construção dos modelos por parte dos alunos, oportunizando a proposição de atividades mais adequadas para subsidiar a elaboração de modelos.

3- Avaliação final: que proporciona um informe global do processo levando em considerando os conhecimentos iniciais dos alunos, a trajetória seguida pelo aluno, as estratégias que foram adotadas, o resultado final de todo o processo e, especialmente, a partir deste conhecimento, as previsões sobre o que é necessário continuar fazendo ou que é necessário ser retomado.

A partir das asserções feitas por Zabala (1998) reconhecemos 3 tipos de situações nos planos elaborados pelos licenciandos:

- *Formativa*: os planos que contemplaram atividades avaliativas que permeassem o processo de ensino-aprendizagem subsidiando, assim, a construção de modelos.
- *Final*: os planos que indicaram atividades avaliativas que estivessem relacionadas ao final da seqüência de atividades de elaboração de modelos.
- *Não descreve*: os planos em que não eram explicitadas as atividades avaliativas.

A partir dos elementos anteriormente descritos, pudemos identificar as questões que facilitam ou obstaculizam o trabalho com modelos nas aulas de Química nos ensinos fundamental e médio. Inicialmente, buscamos identificar as contribuições e/ou limitações das diferentes disciplinas durante a formação inicial para que os licenciandos compreendessem as categorias *conhecimento científico e modelos científicos e didáticos*, bem como o uso de modelos nas aulas de Química na Educação Básica. Para isso, utilizamos os dados oriundos dos questionários e entrevista. Em um segundo momento, direcionamos o olhar à forma como os licenciandos planejavam atividades didáticas para os alunos dos ensinos fundamental e médio que envolvessem modelos, identificando as contribuições e/ou dificuldades advindas do processo formativo a partir da análise do plano de atividades e da entrevista.

CAPÍTULO 4

**OS SABERES RELATIVOS AO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E AOS MODELOS
CIENTÍFICO E DIDÁTICO DOS LICENCIANDOS EM QUÍMICA DA UFRN**

4.1 AS REPRESENTAÇÕES DOS LICENCIANDOS EM RELAÇÃO AO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E MODELOS CIENTÍFICO E DIDÁTICO

Neste item, apresentamos os dados referentes à primeira questão de estudo. Indicamos as tabelas construídas a partir dos questionários e entrevistas utilizados na pesquisa que nos subsidiaram na apresentação e discussões dos aspectos mais relevantes das representações do grupo de licenciando investigado em relação ao conhecimento científico, modelos científicos e didáticos.

4.1.1 As Representações dos licenciandos em relação à natureza do conhecimento científico

Antes de expormos as representações dos licenciandos em relação ao conhecimento científico, convém destacarmos a nossa posição em relação a essa categoria. Concebemos o conhecimento científico como um conhecimento provisório, falível e não como uma verdade absoluta. Isso porque entendemos ser esse conhecimento produzido e validado no contexto de uma comunidade científica. Na produção desse conhecimento, não há, pois, um método universal, mas há uma variedade de processos disponíveis e cada cientista adota aquele que considera mais adequado a seu objeto de estudo (MARSULO; SILVA, 2006).

A partir do cruzamento das questões do instrumento que buscava resgatar as representações dos licenciandos em relação ao conhecimento científico (questionário 2 – Apêndice B) e dos depoimentos oriundos da entrevista, construímos, conforme já descrito no capítulo III, o quadro 30 no qual procuramos apresentar as principais idéias dos licenciandos investigados no tocante à referida categoria.

Licenciando	Características do conhecimento Científico (questionário)	Produção do conhecimento científico (questionário)	Conhecimento científico (entrevista)
L1	Conhecimento explicativo, crítico, teórico e prático.	Conhecimento fundamentado e comprovado experimentalmente a partir de discussões com outros pesquisadores.	Conhecimento que segue uma metodologia para a sua construção.
L2	Conhecimento que depende de conceitos que são inerentes à ciência.	Conhecimento produzido no ambiente escolar por meio de pesquisa, envolvendo teorias, construção de hipóteses e experimentos.	Conhecimento produzido por meio de pesquisas, utilizando a experimentação para a validação de teorias.
L3	Conhecimento elaborado que necessita de raciocínio lógico, curiosidade.	Conhecimento produzido por observações de um fato sob determinadas condições. Algumas descobertas acontecem ao acaso, mas, em geral, existem regras como: observação, confirmação experimental e conclusões.	Conhecimento que necessita de organização para seguir os passos necessários a sua produção.
L4	Conhecimento que tem por finalidade explicar os fenômenos da natureza, refinando as explicações do senso comum.	Conhecimento produzido por meio de observações e experimentação.	Conhecimento produzido por evolução das idéias, retirando ou acrescentando algumas proposições. A construção envolve outras etapas além da experimentação e observação.
L5	Conhecimento que busca compreender os fenômenos que ocorrem na ciência baseados nos conteúdos adquiridos na vida escolar.	Conhecimento produzido por pesquisas que envolvem elaboração de hipóteses, teste de hipóteses e desenvolvimento de uma teoria para a construção do conhecimento científico.	Conhecimento desenvolvido por meio de modelos explicativos que possam demonstrar uma situação que está acontecendo e que não pode ser vista. É a base para o conhecimento escolar.
L6	Conhecimento explicativo que tem por base leis, teorias e observações.	Conhecimento produzido por formulação de hipóteses, construídas para a resolução de problemas, contestação de hipóteses por meio de testes que envolvem observações e experimentos.	Conhecimento que parte da imaginação e criatividade.
L7	Conhecimento produzido por pesquisas e validado por uma comunidade científica.	Conhecimento produzido a partir de evidências, com posterior análise, experimentos e levantamento de hipóteses.	Conhecimento que parte de várias experiências para a sua construção.
L8	Conhecimento que procura explicar o porquê das coisas proporcionando um conjunto de fatos, conceitos, métodos e técnicas.	Conhecimento produzido por meio de experimentações, observações e comparação com o objeto de estudo.	Conhecimento construído historicamente por meio acúmulo informações.

Quadro 30 – Síntese das respostas dos licenciandos relacionadas ao conhecimento científico.

Continua

Conclusão

L9	Conhecimento histórico e socialmente construído formado por um corpo conceitual e procedimental.	Conhecimento produzido a partir de: definição de um problema; elaboração de hipóteses; realização de experimentos; interpretação dos resultados; aceitação das hipóteses e geração de um novo conhecimento.	Conhecimento produzido por meio de modelos que seriam base para novo conhecimento, utilizando a experimentação para comprovar se os modelos estão de acordo com sua previsão. Por meio da racionalidade crítica, buscaria refutar o modelo proposto.
L10	Conhecimento produzido por pesquisas e comprovado pela sociedade científica.	Conhecimento produzido por experimentos, formação de modelos.	Conhecimento verdadeiro até que seja derrubado.
L11	Conhecimento que parte do conhecimento do senso comum.	Conhecimento produzido por meio de seqüências que envolvem: observações, análises, estudos, hipóteses.	Conhecimento produzido por consenso de uma comunidade científica.
L12	Conhecimento racional que possui uma lógica discursiva, argumentativa. É crítico, explicativo, teórico e prático e procura levantar questões sobre o comportamento da natureza.	Conhecimento produzido por meio de observações que despertam a curiosidade, utilizando hipóteses, conceitos, leis e teorias já devidamente comprovados e testados.	São explicações, leis, teorias complexas para definir ou explicar algo. E que seguem uma seqüência para a sua construção.
L13	Conhecimento objetivo, quantitativo e que é expresso em teorias e leis que podem ser verificadas.	Conhecimento, nas ciências da natureza, produzido por meio de um método científico que envolve: observação; formulação de hipóteses e experimentação.	A ciência procura a verdade, embora produza modelos. É um conhecimento objetivo que é produzido de forma isolada na maioria das vezes.

Quadro 30 – Síntese das respostas dos licenciandos relacionadas ao conhecimento científico.

Como podemos visualizar no quadro 30, os aspectos apontados pelo grupo eram referentes às características do conhecimento científico como, por exemplo, seu caráter explicativo, histórico, social e ao processo de construção desse conhecimento em que foi ressaltada existência de um método para o processo de construção, a comprovação experimental e a validação do conhecimento produzido por meio de um método científico. Essas questões são relevantes em nossa pesquisa, pois acreditamos que estão relacionadas diretamente à representação que os licenciandos apresentam acerca da categoria modelos.

A partir das sínteses das idéias dos licenciandos, apresentamos no quadro 31 as representações de cada licenciando em relação ao conhecimento científico.

Licenciando	Representações
L1	Conhecimento explicativo, comprovado experimentalmente produzido por meio de um método científico e validado por uma comunidade científica.
L2	Conhecimento comprovado experimentalmente, produzido por meio de um método científico.
L3	Conhecimento comprovado experimentalmente e produzido por meio de um método científico ou ao acaso.
L4	Conhecimento explicativo produzido a partir do senso comum por meio de um método científico, havendo evolução ou superação do conhecimento científico anterior.
L5	Conhecimento produzido por meio de um método científico que envolve modelos explicativos que facilitam a visualização micro.
L6	Conhecimento explicativo produzido por meio de um método científico.
L7	Conhecimento produzido a partir de método científico, validado por uma comunidade científica.
L8	Conhecimento explicativo produzido a partir de um método científico, construído historicamente de modo acumulativo.
L9	Conhecimento comprovado experimentalmente, histórico e social produzido por meio de um método científico que envolve a construção de modelos como base para o novo conhecimento.
L10	Conhecimento produzido por meio de um método científico que envolve construção de modelos, validado por uma comunidade científica, considerado verdadeiro até que seja superado.
L11	Conhecimento produzido a partir do conhecimento do senso comum por meio de um método científico, validado por uma comunidade científica.
L12	Conhecimento explicativo produzido por meio de um método científico.
L13	Conhecimento objetivo e comprovado experimentalmente, produzido, muitas vezes, de maneira isolada, por meio de um método científico que envolve a construção de modelos.

Quadro 31 – Representação dos licenciandos em relação ao conhecimento científico

Os aspectos mais ressaltados nas representações, os quais discutiremos a seguir, foram organizados na tabela 10.

Tabela 10 – Aspectos relacionados ao conhecimento científico mais ressaltados pelos licenciandos.

Aspectos	Número de citações (%)
O conhecimento científico é construído por meio de um método científico.	13 (41,94)
O conhecimento científico é dependente da validação de uma comunidade científica.	5 (16,13)
O conhecimento científico é um conhecimento comprovado experimentalmente.	5 (16,13)
O conhecimento científico é construído por meio de modelos.	4 (12,90)
O conhecimento científico pode ser produzido ao acaso.	1 (3,23)
O conhecimento científico é construído pelos cientistas de modo isolado.	1 (3,23)
O conhecimento científico é construído de modo cumulativo.	1 (3,23)
O conhecimento científico é construído por evolução ou superação de um conhecimento anterior.	1 (3,23)
Total	31 (100)

No processo de construção do conhecimento na ciência, todos os licenciandos ressaltaram a existência de um método a ser seguido. O método a ser utilizado pelos cientistas, na maioria das vezes, não é indicado de forma detalhada, o que pode sinalizar a pouca familiarização do grupo com a construção do conhecimento na ciência, mesmo que de um modo tradicional, conforme descreve Marsulo e Silva (2006). Essa visão tradicional contemplaria uma visão universal e linear: observação de um fato, formulação de um problema, formulação ou elaboração de hipóteses, elaboração de experiências controladas que testam as hipóteses, observação experimental e conclusão.

Licenciando 13 (Questionário)

Nas ciências naturais o conhecimento é produzido a partir do método científico, que pode ser assumido, basicamente, em três etapas: observação: recolher todos os dados possíveis sobre o fenômeno que está sendo observado; formulação das hipóteses: tentativa de construção de uma explicação para o que não se pode ver. Reconstituição do que realmente acontece a partir da imaginação; experimentação: testar a hipótese em todas as suas previsões.

Licenciando 4 (Questionário)

Através de experimentações, observações e comparação ao que estar estudando ou analisando.

As discussões da literatura – como é o caso de Gil Pérez et al (2001) – apontam como uma das visões distorcidas que professores de Ciências apresentam em relação à produção do conhecimento científico, aquela em que o conhecimento científico seria produzido por meio de um método científico caracterizado por um conjunto de etapas que devem ser seguidas mecanicamente.

Essa visão afasta-se de uma posição mais atual dentro das investigações relacionadas à natureza da ciência em que o método científico é entendido como um conjunto de suposições e valores aceitos pela comunidade científica, nem sempre formalizados e escritos, mas que se destinam a avaliar o conhecimento científico. São exemplos de elementos que permeiam esse método científico a fundamentação no corpo de conhecimento, a apresentação ou refutação de hipóteses, a coerência, a referência empírica das teorias e modelos que apresentam como

exigências necessárias e irredutíveis a comunicabilidade e replicabilidade dos relatórios, resultados e experimentos.

Apesar da visão rígida, linear ser destacada como distorcida por pesquisadores e estudiosos no ensino de Ciências, nela são ressaltados procedimentos que conduzem à construção do conhecimento científico, como a observação, construção de hipóteses, experimentação, apresentação das teorias etc. Nesse sentido, Marsulo e Silva (2006) apontam a necessidade de um redimensionamento do método científico, de modo a levar em consideração que esse é uma das múltiplas possibilidades na construção do conhecimento na ciência, sendo importante representá-lo como uma teia (rede, emaranhado) em que há influências de fatores sociais, culturais, ambientais.

Por outro lado, de acordo Gil Pérez et al. (2001), a idéia do método científico como um caminho único tem recebido críticas de grupo de professores, levando alguns a adotarem um relativismo extremo, tanto metodológico (não haveria uma metodologia específica para a produção do conhecimento científico) quanto conceitual (não haveria uma realidade objetiva que permitisse assegurar a validade das construções científicas; a única base em que se apóia o conhecimento seria o consenso de investigadores da área). Essa asserção parece estar, em certa medida, presente na representação de um licenciando (L3). Embora esse licenciando defenda a existência de um método, ele concebe que algumas descobertas podem acontecer ao acaso, como podemos ver, a seguir, na sua resposta ao questionário.

Licenciando 3 (Questionário)

Na minha opinião as descobertas na maioria das vezes é pura eventualidade. Geralmente pensamos em desvendar alguns fenômenos e durante o procedimento da pesquisa, os erros e acertos nos levam a outro rumo. No entanto se pensarmos em um dado fenômeno, o cientista procura *seguir regras* para começar a desvendá-lo; observa sob certas condições, faz proposições, checa a veracidade com experimentos e obtém-se algumas conclusões.

Dentre os procedimentos salientados no caminho de construção do conhecimento científico, a hipótese é salientada por 8 licenciandos (L2, L5, L6, L7, L9, L11, L12 e L13). Nessa direção, Gil Pérez et al. (2001) defendem que a essência da orientação científica, afastando-se da idéia *do método*, deveria ser a busca na mudança de pensamento, atitude e ação, inerentes às *evidências*

do senso comum, para um raciocínio em termos de hipóteses por sua vez mais criativo e rigoroso. Nessa direção, a resposta de L5 pode ser visualizada a seguir.

Licenciando 5 (Questionário)

Através de observações, análise, estudos, hipóteses, enfim existem várias seqüências que devem ser seguidas para que os conteúdos cheguem a um conhecimento científico.

A construção de modelos é reconhecida por teóricos como Castro (1992), Gilbert (1991), Chassot (2003), entre outros, como um dos processos essenciais na ciência. A construção de modelos no processo de construção do conhecimento científico foi indicada por 4 licenciandos (L5, L9, L10 e L13). Esta é para nós uma questão preocupante, visto que pode indicar o não reconhecimento do papel dos modelos na construção e socialização do conhecimento científico por parte dos demais licenciandos. Na resposta de L10, podemos visualizar o destaque dado aos modelos na construção do conhecimento científico.

Licenciando 10 (Questionário)

Os cientistas podem chegar ao conhecimento científico nas Ciências Naturais através de pesquisas e formação de modelos, que podem ser utilizados como base de estudo para melhorar pesquisas e aprofundamento em certas áreas nessas Ciências.

Os licenciandos L4, L6 e L8 apesar de citarem a experimentação como um procedimento na construção do conhecimento na ciência não explicitam esse procedimento como uma forma de comprovação, entretanto, 5 licenciandos (L1, L2, L3, L9 e L13) assinalam que a experimentação iria confirmar ou não a veracidade desse conhecimento. Essa consideração pode estar relacionada com a supervalorização dada ao experimento no ensino de Ciências. Nessa direção, Gil Pérez et al. (2001, p. 136) apontam a necessidade de se relativizar o papel do experimento na investigação científica:

[...] embora, a obtenção da evidência experimental em condições bem definidas e controladas ocupe um lugar central na investigação científica, é preciso relativizar o seu papel, pois só tem sentido insistirmos, em relação às hipóteses a comprovar ou a refutar e aos dispositivos concebidos para tal efeito.

A idéia da comprovação experimental como um dos elementos na construção do conhecimento científico pode ser observada na resposta do licenciando 1.

Licenciando 1 (Questionário)

Conhecimento científico apresenta fundamentação e os seus resultados podem ser confirmados experimentalmente, ou seja, é um conhecimento explicativo, crítico e teórico e prático.

A importância das discussões entre pesquisadores e da comunidade científica na construção do conhecimento científico, revelando o caráter social desse conhecimento foi ressaltada por 5 licenciandos (L1, L7, L9, L10 e L11). Essa concepção se distancia da idéia ingênua de que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou até mesmo toda uma teoria e que os cientistas são *gênios em uma torre de marfim*. L13 afirma, porém, que, na maioria das vezes, o conhecimento científico é produzido de modo isolado pelos cientistas. Na resposta de L7, podemos visualizar o papel conferido à comunidade científica na construção científica.

Licenciando 7 (Questionário)

O conhecimento produzido no conhecimento científico é aquele conhecimento coerente que por efeito de pesquisa e análise de uma comunidade científica chegaram aquela conclusão final que tem verdadeiro argumento para defender aquela opinião.

A visão acumulativa e de crescimento linear do conhecimento produzido na ciência (GIL PÉREZ et al., 2001) é explicitada por L8, diferindo da idéia expressa por L4 que concebe a construção desse conhecimento por evolução ou superação de um conhecimento anterior, admitindo, assim, que nem sempre há uma continuidade na construção do conhecimento. Essas duas posições são apresentadas nos depoimentos a seguir.

Licenciando 8 (Entrevista)

O conhecimento na ciência se deu através da análise de hipóteses, de teoria ao longo da História, passou por um cientista, outro complementou e, assim, cada um complementando até chegar a formulação do conhecimento científico que temos hoje.

Licenciando 4 (Entrevista)

O que me levou a pensar assim foi a forma como se deu a evolução científica, de acordo com a Filosofia da Ciência, então há a evolução, ou seja, em cada momento o que se pensava e há construção, de acordo com o que tem a disposição, foi aprimorando conceitos ou foi visualizando de formas diferentes, então a forma como foi construído o conhecimento científico por evolução das idéias, né? Acrescentando ou retirando algumas proposições.

Como pudemos visualizar nas discussões anteriores, os aspectos referentes à produção do conhecimento científico foram mais ressaltados nas representações dos licenciandos investigados. A existência de um método na produção desse conhecimento foi sinalizada por todos os licenciandos, embora tenhamos observado fragilidades no modo em que concebem esse método. A comprovação experimental foi destacada por 5 licenciandos, o que representa 38% do grupo investigado.

A construção de modelos na produção do conhecimento científico foi um aspecto salientado por 4 licenciandos, representando 31% do grupo investigado. Discussões que levem em consideração essa relação, no decorrer da formação inicial, podem subsidiar o reconhecimento dos modelos como parte do conhecimento científico por um número maior de licenciandos.

A dimensão social foi outro aspecto relevante nas representações do grupo investigado, sendo destacada por 5 licenciandos (38%). Para esses licenciandos, o conhecimento científico é validado por uma comunidade científica, o que nos parece uma questão importante ao analisarmos o processo de construção dos modelos na ciência que parte inicialmente de um modelo construído pelo cientista, mas que é expresso para uma comunidade científica, até que se torne um modelo consensual (validado por essa comunidade).

4.1.2 As Representações dos licenciandos em relação aos modelos científicos

Retomaremos, inicialmente, a nossa posição neste trabalho em relação aos modelos científicos enquanto uma representação simplificada (por buscar os aspectos mais relevantes do que se deseja representar) de um fenômeno, uma idéia, eventos, buscando sua compreensão, resolução de problemas, a predição de novos fenômenos, e estando relacionado a uma teoria. O

modelo científico articula um grande número de hipóteses com elevado nível de abstração em relação a um certo campo problemático da realidade, é construído no contexto de uma comunidade científica e é mediador entre a teoria e a interpretação empírica. Buscamos, no decorrer das discussões, identificar os elementos que permeiam as representações dos licenciandos referentes a esta categoria, norteados por nossa posição, mas sem desconsiderar outros elementos explicitados pelo grupo pesquisado.

A síntese das idéias dos licenciandos em relação aos modelos científicos, expressa no quadro 32 e obtida a partir dos questionários 2 e 3 (Apêndices B e C), serviu de base para a exposição das representações desses licenciandos referentes aos modelos científicos.

Licenciando	Idéias referentes ao questionário	Idéias referentes à entrevista
L1	É uma representação que tem por finalidade compreender e explicar fenômenos abstratos.	Construído a partir de uma fundamentação teórica servindo de referência para todas as teorias que surgem.
L2	É uma representação concreta ou analógica que serve de ponto de partida para a construção do conhecimento científico	É uma forma de explicar determinado assunto, uma forma de apresentação à sociedade científica.
L3	É uma representação de um fenômeno e ferramentas para o conhecimento científico. Auxilia na compreensão do real por ser mais simples.	São construídos a partir de um consenso da comunidade científica, sendo passíveis de mudanças.
L4	É uma representação que procura explicar um fenômeno, sendo a aplicação do conhecimento científico. Os modelos são representações que mais justificam e aproximam a realidade.	Busca explicar fenômenos sendo passível de mudanças. É uma forma de representar o conhecimento científico
L5	Tem como finalidade explicar o conhecimento científico de forma mais compreensível para a comunidade científica escolar e a sociedade. Facilitam a compreensão e explicação dos fenômenos.	Na construção do conhecimento científico são necessários modelos para se explicar determinado fato, fenômeno.
L6	É uma representação da realidade que tem como finalidade interpretar e prever determinados fenômenos e desenvolver conhecimentos, sendo passível de mudanças.	São modelos criados a partir de descobertas, hipóteses, imaginação, tendo como base um modelo já construído anteriormente.
L7	Tem como finalidade representar uma teoria, os conceitos pesquisados, explicar os fatos. O modelo representa o conhecimento científico por meio da negociação com a comunidade científica.	Busca explicar uma teoria.

Quadro 32 – Síntese das respostas dos licenciandos em relação aos modelos científicos Q2(9), Q2(10), Q2(11) e Q3(2) e a entrevista.

Continua
Conclusão

L8	Tem como finalidade mostrar uma determinada descoberta de forma representacional, aproximando-se da realidade.	Foram construídos historicamente por consenso entre os cientistas e são passíveis de mudanças. São ponto de partida para a construção do conhecimento científico.
L9	É uma representação de determinado fenômeno ou objeto que tem por finalidade explicar e prever os fenômenos, sendo uma forma de expressar o conhecimento científico.	É uma forma de expressar o conhecimento científico de modo ideal, tendo um corpo conceitual e levando em conta o contexto histórico.
L10	Tem por finalidade proporcionar uma melhor visualização do objeto de estudo.	São elaborados para explicar conceitos, facilitar a visualização.
L11	Tem por finalidade ajudar a compreensão dos alunos.	Uma forma de concretização do que se está observando. Não há distinção entre o conhecimento científico e os modelos científicos.
L12	São representações de um fenômeno e cumprem determinado nível de analogia funcional e estrutural com a realidade, sendo um dos elementos no processo de construção do conhecimento científico.	Um conhecimento baseado em leis, hipóteses, informações. Na sua construção toma aspectos particulares para definir o todo.
L13	Tem como finalidade explicar uma realidade facilitando nossa compreensão por ser mais perceptível e ilustra os resultados de uma teoria em termos de elementos propostos para explicar essa realidade. O conhecimento científico fornecerá suporte teórico para que os modelos sejam construídos.	É construído tendo como base os conhecimentos e modelos já existentes e aceitos pela comunidade científica.

Quadro 32 – Síntese das respostas dos licenciandos em relação aos modelos científicos. Q2(9), Q2(10), Q2(11) e Q3(2) e a entrevista.

A partir da análise do quadro 32, procuramos sinalizar os principais aspectos que permearam as respostas de cada licenciando. Exporemos, no quadro 33, as representações dos licenciandos investigados acerca dos modelos científicos. Esses aspectos estavam relacionados à natureza do modelo científico, quer dizer, o que seria essa categoria, ou relacionavam-se à função do modelo na ciência. Um outro aspecto que ressaltado referiu-se à relação entre o conhecimento científico e os modelos científicos. Assim, analisamos se os licenciandos reconheciam os modelos como elemento do conhecimento científico.

As representações dos licenciandos (Quadro 33) sinalizam uma compreensão da categoria modelo científico como entidade que, por apresentar um aspecto perceptível, subsidiaria a explicação, compreensão e previsão de fenômenos, bem como a socialização e aplicação do

conhecimento científico produzido. Essa questão permeia a idéia de modelos apresentada no quadro 1 (p.51). Segundo essa idéia, os modelos permitiriam materializar o referente de modo a auxiliar a sua visualização e, assim, contribuir com a compreensão, explicação desse referente, bem como permitir a previsão de fenômenos.

Licenciando	Representações
L1	Representações que buscam compreender e explicar fenômenos abstratos, atrelados a uma teoria e servem de base para novas teorias. Não é evidenciado com clareza o reconhecimento do modelo como parte do conhecimento científico.
L2	Representações que são ponto de partida para o conhecimento científico sendo uma forma de apresentação do conhecimento à comunidade científica. Não é evidenciado com clareza o reconhecimento do modelo como parte do conhecimento científico.
L3	Representações simplificadas de um fenômeno tomando os modelos como ferramentas para o conhecimento científico, validado por uma comunidade científica e passível de mudanças. Há evidências do reconhecimento do modelo como parte do conhecimento científico.
L4	Representações que procuram explicar um fenômeno por meio de uma aproximação com a realidade, sendo uma aplicação do conhecimento científico e passível de mudanças. Não é evidenciado com clareza o reconhecimento do modelo como parte do conhecimento científico.
L5	Tem por finalidade explicar, de forma simplificada, o conhecimento científico. Não é evidenciado com clareza o reconhecimento do modelo como parte do conhecimento científico.
L6	Representações da realidade que buscam interpretar e prever fenômenos, desenvolver conhecimentos tendo como base modelos construídos anteriormente é passível de mudanças. Não é evidenciado com clareza o reconhecimento do modelo como parte do conhecimento científico.
L7	Tem por finalidade representar e explicar uma teoria, conceitos pesquisados e fatos. Representa o conhecimento científico e é validado por uma comunidade científica Não é evidenciado com clareza o reconhecimento do modelo como parte do conhecimento científico.
L8	Representam uma descoberta por meio de uma aproximação com a realidade sendo ponto de partida para a construção do conhecimento científico. É validado por uma comunidade científica e passível de mudanças. Não é evidenciado com clareza o reconhecimento do modelo como parte do conhecimento científico.
L9	Representações que buscam explicar um fenômeno ou objeto e prever fenômenos. É uma forma de expressar o conhecimento científico. Há evidências do reconhecimento do modelo como parte do conhecimento científico.
L10	Tem por finalidades a explicação de conceitos e uma melhor visualização do objeto de estudo. Não é evidenciado com clareza o reconhecimento do modelo como parte do conhecimento científico.
L11	Tem por finalidade concretizar o que se está observando. Não é evidenciado com clareza o reconhecimento do modelo como parte do conhecimento científico.
L12	Representações de um fenômeno com determinado nível de analogia funcional e estrutural com a realidade, sendo um dos elementos no processo de construção do conhecimento científico. Não é evidenciado com clareza o reconhecimento do modelo como parte do conhecimento científico.
L13	Tem por finalidade explicar uma realidade tomada em seus aspectos particulares, facilitando nossa compreensão por ser mais perceptível. O conhecimento científico fornece suporte teórico para a construção de modelos. Há evidências do reconhecimento do modelo como parte do conhecimento científico.

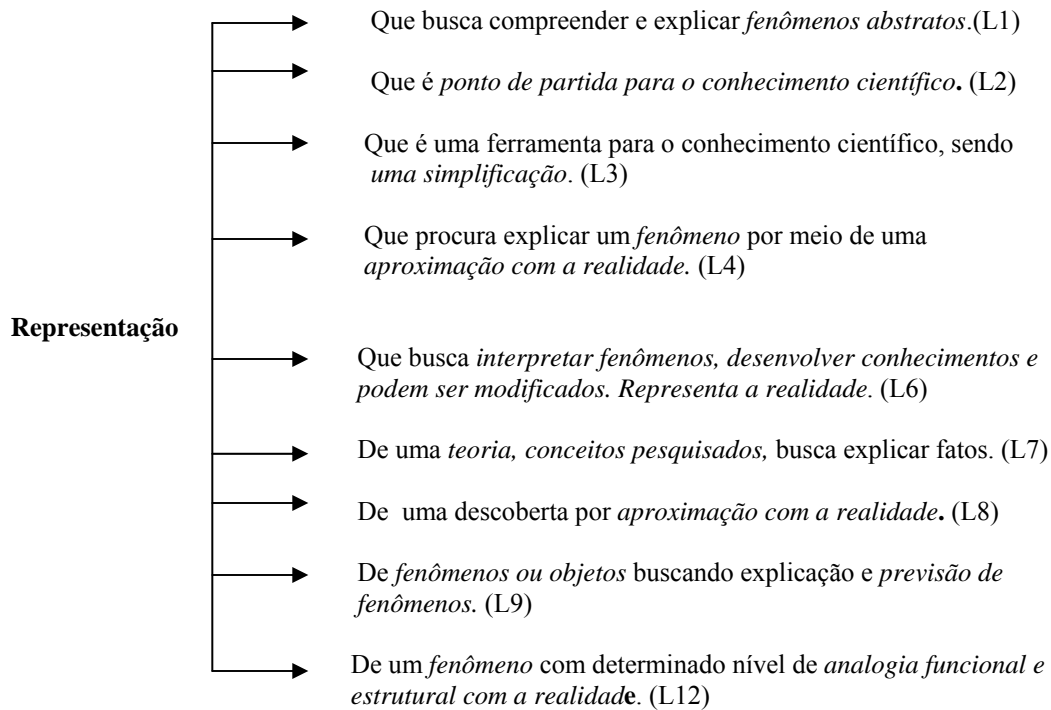
Quadro 33 – Representações dos licenciandos em relação aos modelos científicos.

Na tabela 11, apresentaremos os aspectos mais recorrentes nas representações dos licenciandos e, a partir delas, teceremos algumas considerações.

Tabela 11 – Aspectos relacionados aos modelos científicos mais ressaltados pelos licenciandos.

Aspectos	Número de citações (%)
Os modelos científicos como uma forma de representar algo.	9 (19,15)
Os modelos científicos como entidades que auxiliam a explicação, compreensão e interpretação de fenômenos, fatos etc.	8 (17,02)
Os modelos científicos como forma de propiciar uma melhor visualização do que está sendo estudado.	3 (6,38)
Os modelos científicos como entidades que podem auxiliar a previsão de fenômenos.	2 (4,25)
Os modelos científicos e a realidade a ser modelada	4 (8,51)
Os modelos científicos como uma forma simplificada de representação, explicação.	3 (6,38)
Os modelos científicos como entidades passíveis de mudanças.	4 (8,51)
Os modelos científicos são validados por uma comunidade científica.	4 (8,51)
Os modelos científicos e teorias.	1 (2,13)
Os modelos científicos relacionados ao conhecimento científico.	9 (19,15)
Total	47 (100)

De modo semelhante às investigações conduzidas por Justi e Gilbert (2001), e Van Driel e Verloop (1999), 9 licenciandos (L1, L2, L3, L4, L6, L7, L8, L9 e L12) reconhecem os modelos com uma forma de representação. Essa forma de representação para os licenciandos investigados, entretanto, envolve diferentes aspectos, como podemos observar de modo mais detalhado no esquema 6.



Esquema 6 – Aspectos apontados pelos licenciandos em relação aos modelos científicos enquanto uma forma de representação.

As entidades que os modelos científicos buscariam representar são apontadas por 5 licenciandos (L1, L4, L6, L9 e L12) como sendo os fenômenos que ocorrem na natureza. Elementos que permeiam o conhecimento científico, como as teorias e os conceitos são questões que os modelos científicos também buscam representar para L7.

Em relação às finalidades dos modelos científicos, 8 licenciandos (L1, L4, L5, L6, L7, L9, L10 e L13) indicam a explicação, compreensão e a interpretação de fatos, fenômenos. A previsão de novos fenômenos foi destacada também por L6 e L9. Uma melhor visualização do que está sendo estudado é um outro aspecto salientado por 3 licenciandos (L10, L11 e L13). Nesse caso, fica evidente uma representação do modelo como entidade concreta que auxiliaria na compreensão do nível micro dos fenômenos. Por outro lado, isso também pode ser um indício de que os modelos são uma réplica da realidade e não uma representação de uma parte da realidade; dessa forma, são incompletos. Os resultados obtidos nesta pesquisa corroboram a investigação conduzida por Justi e Gilbert (2001), segunda qual o grupo de professores investigados ressaltou a importância dos modelos em áreas como a visualização e explicação. A seguir, nas respostas de L6 e L10, podemos observar as finalidades dos modelos científicos.

Licenciando 6 (Questionário)

Os modelos são criados para interpretação de determinados fenômenos de um certo conhecimento que muda com o tempo. São subsídios para desenvolver determinado conhecimento e através destes os cientistas elaboram hipóteses, fazem previsões.

Licenciando 10 (Questionário)

A finalidade é de melhorar o estudo e criar uma melhor forma de observar a sistemática, tendo melhor visualização do que se estuda e pesquisa.

A relação dos modelos com a realidade foi ressaltada por 4 licenciandos (L4, L6, L8 e L12). Para L4 e L8, o modelo científico é indicado como uma forma de aproximação da realidade, já L6 ressalta que os modelos são representações da realidade, enquanto que, para L12, os modelos explicariam uma realidade, porém tomada em seus aspectos particulares. A distinção entre modelos e realidade constitui uma questão considerada por Giordan e De Vecchi (1996), visto que as situações que pertencem à realidade são complexas e o que conseguimos é a abordagem do real por sucessivas aproximações. Assim, apesar do paralelismo entre realidade e modelo, existem, entre ambos, profundas diferenças que, em algum momento, podem gerar divergências e a rejeição de um modelo em favor de outro mais elaborado. As respostas de L8 e L13 podem ser visualizados a seguir, sinalizando a relação entre modelos e a realidade.

Licenciando 8 (Questionário)

De uma forma geral é poder mostrar uma determinada descoberta de forma representacional (que se aproxime da realidade).

Licenciando 13 (Questionário)

Os modelos científicos têm a finalidade de explicar aspectos particulares da realidade, em uma dimensão perceptível a nossa capacidade de compreender.

A simplificação como uma das questões que estaria relacionada com os modelos científicos foi sinalizada por 3 licenciandos (L3, L5 e L13). Consideramos isso como uma questão importante na medida em que remete à idéia de que a categoria modelo procura representar uma parte do referente e, por isso, apresenta suas limitações. Islas e Pesa (2001) argumentam que o fenômeno em estudo pode ser representado sob diversas formas e se escolhe uma que seja mais adequada ao estudo que está sendo realizado. Essa escolha implica uma simplificação do fenômeno estudado, visto que alguns aspectos serão tomados na construção do modelo. A simplificação, dessa forma, é uma questão importante a ser considerada na construção dos modelos porque, por meio dela, é possível representar a realidade. Essa questão é explicitada a seguir na resposta de L3.

Licenciando 3 (Questionário)

Os modelos são um auxílio, ferramenta para o conhecimento científico. Precisamos partir de um modelo, simples, para depois tratar os desvios, que na verdade é o real.

O caráter provisório dos modelos foi salientado por 4 licenciandos (L3, L4, L6 e L8). Esse é um outro aspecto importante a ser ressaltado nos modelos científicos, visto que são construções provisórias e não possuem a verdade definitiva a respeito do que está representando. As limitações, inerentes ao processo de modelagem, o avanço teórico-experimental que se dá historicamente no conhecimento produzido pela ciência, entre outras questões, revelam a idéia de uma construção provisória, passível de mudanças. A resposta de L6, apresentado a seguir, sinaliza o caráter provisório dos modelos científicos.

Licenciando 6 (Questionário)

Os modelos são criados para interpretação de determinado fenômeno, de um certo conhecimento e muda com o tempo.

A dimensão social na construção e validação dos modelos científicos foi ressaltada por 4 licenciandos (L2, L3, L7 e L8), mas apenas L7 indica em suas respostas essa dimensão na construção e socialização dos modelos científicos e do conhecimento científico. Nessa direção, Islas e Pesa (2003) comentam que a validação de um modelo construído não se dá apenas pela

sua adequação como representação da realidade, mas também pela coerência sistêmica entre as estruturas dos modelos e teorias que são aceitas pela comunidade científica. A resposta de L7 indica o papel da comunidade científica na construção dos modelos científicos.

Licenciando 7 (Questionário)

O conhecimento produzido no conhecimento científico é aquele conhecimento coerente que por efeito de pesquisa e análise de uma comunidade científica chegam aquela conclusão final.

A relação entre modelos e teorias foi explicitada por L1. Ele indicou que a construção de modelos é norteada por um referencial teórico, o que corrobora a nossa posição segundo a qual os modelos são concebidos como entidades mediadoras entre a teoria e a interpretação empírica. A seguir, podemos observar as considerações feitas por L1.

Licenciando 1 (Entrevista)

Os modelos da ciência são construídos a partir de uma fundamentação teórica e eles servem como referência pra todas as teorias que surgem na produção da literatura que a gente trabalha atualmente.

A relação dos modelos científicos com o conhecimento científico foi explicitada por 9 licenciandos. Para L2, L3, L8 e L12, os modelos científicos seriam elementos no processo de construção do conhecimento científico. L4, L5, L7 e L9 ressaltam que os modelos científicos explicam ou expressam o conhecimento científico produzido, já, para L13, o conhecimento científico fornece suporte teórico para a construção dos modelos. Na análise das questões que envolviam o conhecimento químico, porém, 10 licenciandos (Tabela 12) não conseguem reconhecer o modelo como parte do conhecimento químico no momento de explicar o comportamento de uma substância ou de um determinado conteúdo químico (Apêndice E). A coerência entre a resposta que sinalizava a relação do conhecimento científico com os modelos científicos foi observada em três licenciandos (L3, L9 e L13 – Quadro 31).

Tabela 12 – Relação do modelo como parte do conhecimento científico.

Relaciona o modelo como parte do conhecimento científico	Número de respostas (%)
Sim	3 (23,08)
Não	10 (76,92)
Total	13 (100)

Na identificação de modelos científicos tendo como base um texto (questionário 3), 7 licenciandos (L1, L3, L6, L7, L9, L10, L13.) indicaram os modelos científicos presentes no texto (Tabela 13).

Tabela 13 – Como os licenciandos identificam os modelos científicos Q3(1)

Identificação dos modelos	Número de citações (%)
Cita como modelos as representações propostas para o benzeno	7 (53,84)
Cita os modelos e analogias propostos por Kekulé	3.(23,08)
Cita analogias propostas por Kekulé	3 (23,08)
Total	13 (100%)

As analogias têm um papel central na construção de modelos e seriam entendidas como comparação de estruturas entre dois domínios diferentes (DUIT, 1991). Consideramos, assim, as analogias como uma ferramenta na construção de modelos. Essas considerações, contudo, parecem não estar evidentes para 6 licenciandos, visto que citam modelos e analogias empregados ou apenas as analogias.

A partir das discussões dos resultados relacionados à compreensão dos licenciandos acerca dos modelos científicos, pudemos observar que essa categoria é considerada como uma forma de representação para a maioria dos licenciandos (9). Essa é, pois, uma questão importante a ser considerada, visto que se distancia de uma idéia de modelos como padrão a ser seguido. Questões importantes para a compreensão dos modelos científicos foram sinalizadas também nas representações dos licenciandos como, por exemplo, a finalidade desses enquanto entidades com fins explicativos, interpretativos e preditivos; a simplificação, no sentido de que os modelos buscam representar determinados aspectos da realidade; a relação entre os modelos e teorias; a dimensão social na construção dos modelos científicos.

A relação entre os modelos científicos e o conhecimento científico, entretanto, é um aspecto que não é bem compreendido pelos licenciandos investigados, pois, apesar de 9 licenciandos declararem que há uma relação entre essas categorias (Tabela 11), apenas 3 utilizam

os modelos científicos para explicarem situações relacionadas diretamente ao conhecimento químico (Tabela 12). Essa questão indica ser importante que as discussões envolvendo essas categorias não se limitem a uma disciplina durante o processo formativo, mas que possam permear diferentes momentos da formação inicial desses licenciandos.

4.1.3 As Representações dos licenciandos em relação aos modelos no ensino de Química

Nas discussões dos resultados deste item, consideramos modelos didáticos aqueles utilizados pelo professor como uma forma de mediação entre os modelos construídos pelos estudantes, quando tentam compreender determinado fenômeno químico, e o modelo aceito pela comunidade científica por meio de um processo de negociação e construção de significados. Nessa discussão, são articuladas questões inerentes aos modelos didáticos e considerada a importância da construção de modelos pelos alunos do decorrer da aprendizagem em Química. Por isso, em alguns momentos, trataremos como modelos utilizados no ensino de Química, ao invés de modelos didáticos.

A síntese das respostas dos licenciandos em relação aos modelos no ensino de Química pode ser visualizada no quadro 34, o qual foi elaborado a partir da análise das questões referentes ao questionário 4 (Apêndice D). Nesse quadro são destacados aspectos relacionados a uma definição dos modelos didáticos e ao modo como uma abordagem, que utiliza modelos, pode subsidiar o ensino-aprendizagem de Química nos ensinos fundamental e médio.

Licenciando	Respostas referentes ao questionário	Respostas referentes à entrevista
L1	Os modelos didáticos são modelos científicos tratados de forma superficial, sem que seja levado em consideração o contexto histórico. Os modelos auxiliam na ampliação dos fenômenos abstratos.	Os modelos didáticos são elaborados para auxiliarem na compreensão dos alunos buscando evitar ambigüidade. O uso de modelos no ensino médio leva o aluno a buscar informação e a participar na construção do conhecimento.
L2	Os modelos didáticos são os mesmos modelos apresentados pela ciência e auxiliam os alunos a refletirem criticamente.	Os modelos didáticos são utilizados pelo professor para explicar o assunto da melhor forma aos alunos. Os modelos no ensino médio propiciam uma maior interação e os auxiliam os alunos a fazer uma reflexão crítica do tema abordado.
L3	Os modelos didáticos são modelos diferentes dos modelos científicos devido ao contexto histórico. Os modelos são uma forma de materializar o conhecimento tornando-o mais palpável.	Os modelos didáticos seriam uma forma de explicar ao aluno o modelo da ciência. O uso de modelos no ensino médio permite uma melhor compreensão de como os fenômenos acontecem, levando os alunos a questionarem o conhecimento.
L4	Os modelos didáticos são os modelos científicos tratados de forma superficial. Os modelos contribuem com a aprendizagem dos alunos, pois os levarem a pensar mais.	Os modelos didáticos muitas vezes são utilizados de forma incorreta podendo ser obstáculos à aprendizagem dos alunos. O trabalho com modelos ajuda os alunos a questionarem e a pesquisarem mais e a construir um conhecimento mais duradouro..
L5	Os modelos didáticos são utilizados na escola para facilitar a compreensão de um dado assunto, auxiliando na compreensão do nível micro e macro.	Os modelos didáticos são aqueles apresentados nos livros didáticos para que os alunos entendam determinado assunto. O uso de modelos no ensino médio propicia uma maior proximidade do professor com seus alunos auxiliando-o na avaliação da aprendizagem e na compreensão dos aspectos macro e micro.
L6	Os modelos didáticos são utilizados na escola sendo menos complexos que os modelos científicos. Os modelos empregados na escola levam os alunos a refutarem ou corroborarem determinado assunto e os ajudam a entenderem as leis naturais, fenômenos e reações químicas.	O modelo didático seria o mais adequado a ser apresentado para os alunos. O uso de modelos no ensino médio contribuiria para que os alunos compreendessem melhor os modelos apresentados na universidade e refletissem criticamente sobre os conteúdos químicos estudados.
L7	Os modelos didáticos são os mesmos modelos apresentados pela ciência. Os modelos propiciam uma maior participação dos alunos na construção do conhecimento.	Os modelos didáticos são aqueles apresentados nos livros didáticos para facilitar a aprendizagem dos alunos. O uso de modelos no ensino médio propicia uma aprendizagem mais duradoura
L8	Os modelos didáticos são os modelos científicos de modo simplificado, não sendo discutido o processo de construção. Os modelos utilizados no ensino médio ajudam a desenvolver nos alunos o pensamento crítico, a utilização do conhecimento do mundo e favorecem maior interação entre alunos e professor.	Os modelos didáticos estão muitas vezes presentes nos livros e são utilizados pelo professor para ensinar da melhor forma os seus alunos. O uso de modelos no ensino médio auxilia a desenvolver o pensamento crítico dos alunos, levando-os a buscarem informações, a refletirem mais sobre o assunto abordado.

Quadro 34 – Síntese das respostas dos licenciandos relacionadas aos modelos didáticos e às contribuições do uso de modelos nos ensinos fundamental e médio de Química [Q4(1), Q4(3), Q4(4)].

Continua
Conclusão

L9	Os modelos didáticos são modelos diferentes do científico em que não é levado em conta o processo de construção, pois, é mostrado como um conhecimento pronto e absoluto.	Os modelos didáticos seriam elaborados tendo como base o modelo da ciência. O uso de modelos no ensino médio ajudaria a desenvolver um pensamento mais crítico.
L10	Os modelos didáticos são modelos que, muitas vezes, apresentam o conhecimento científico de forma distorcida. Os modelos ajudam os alunos a sistematizarem o processo de aprendizagem e entenderem melhor o conteúdo.	Os modelos didáticos são elaborados pelo professor para aproximar o aluno do modelo científico. O uso de modelos no ensino médio torna as aulas mais dinâmicas, desperta a curiosidade dos alunos e propicia uma maior participação desses.
L11	Os modelos didáticos são os mesmos modelos apresentados pela ciência. Os modelos auxiliam os alunos a construir e moldarem o seu próprio conhecimento científico, ajudando-os a refletirem mais sobre o conhecimento e não recebê-lo de forma pronta e acabada.	Os modelos didáticos auxiliariam na aprendizagem dos alunos. O uso de modelos no ensino médio propiciaria uma maior autonomia dos alunos.
L12	Os modelos didáticos são os mesmos modelos apresentados pela ciência. Os modelos facilitam a compreensão por auxiliarem a visualização micro.	Os modelos didáticos são aqueles apresentados em sala de aula para facilitar o entendimento dos alunos. O uso de modelos no ensino médio levaria os alunos a pensar mais sobre o conteúdo químico e a estabelecerem analogias.
L13	Os modelos didáticos são modelos que diferem dos modelos científicos, pois os últimos apresentam um rigor maior. No ensino médio, são apresentados modelos didáticos de modo a fazer entender como os modelos propostos pela ciência explicam os fenômenos.	Os modelos didáticos seriam mais simples que o científico para ajudar o aluno a entender o modelo da ciência. No ensino médio, o uso de modelos pode auxiliar no desenvolvimento da criatividade dos alunos.

Quadro 34 – Síntese das respostas dos licenciandos relacionadas aos modelos didáticos e às contribuições do uso de modelos nos ensinos fundamental e médio de Química [Q4(1), Q4(3), Q4(4)].

No tocante à representação dos licenciandos em relação aos modelos didáticos, apresentamos a seguir o quadro 35, obtido a partir da análise das idéias indicadas anteriormente (Quadro 34). Na tabela 14, sinalizamos os aspectos mais relevantes relacionados à finalidade dos modelos didáticos nos ensinos fundamental e médio de Química e, posteriormente, destacamos se o licenciando estabelece a diferença entre o modelo apresentado no contexto científico e o contexto escolar.

Licenciandos	Representações
L1	São modelos elaborados para auxiliar a compreensão do aluno, ajudando a ampliação dos fenômenos abstratos e evitando ambigüidades na aprendizagem. São diferentes dos modelos científicos por serem tratados de modo superficial, sem levar em conta o contexto histórico.
L2	São modelos utilizados para explicar os conteúdos químicos aos alunos. Não há uma diferenciação em relação aos modelos científicos.
L3	São modelos utilizados no ensino médio para explicar aos alunos os modelos científicos, sendo uma maneira de materializar o conhecimento. São diferentes dos modelos científicos por não levarem em conta o contexto histórico.
L4	São modelos utilizados, muitas vezes, de maneira incorreta podendo dificultar a aprendizagem dos alunos. São diferentes dos modelos científicos por serem mais superficiais.
L5	Modelos apresentados nos livros didáticos para auxiliar aprendizagem pelos alunos de um conteúdo químico, subsidiando a compreensão dos níveis micro e macro. São diferentes dos modelos científicos.
L6	São modelos adequados a serem apresentados aos alunos do ensino médio. São diferentes dos modelos científicos por serem menos complexos.
L7	São modelos apresentados nos livros didáticos para facilitar a aprendizagem dos alunos. Não há uma diferenciação em relação aos modelos científicos.
L8	São modelos, geralmente, apresentados nos livros didáticos e utilizados pelo professor para auxiliar a aprendizagem dos alunos. São diferentes dos modelos científicos por serem mais simples e não considerarem o processo de construção.
L9	São modelos elaborados a partir dos modelos científicos. São diferentes dos modelos científicos por não considerarem o processo de construção
L10	São modelos elaborados pelo professor para aproximar os alunos dos modelos científicos. São diferentes dos modelos científicos e, muitas vezes, uma forma distorcida do modelo científico.
L11	São modelos elaborados para auxiliar a aprendizagem dos alunos facilitando a visualização micro. Não há uma diferenciação em relação aos modelos científicos
L12	São modelos elaborados para auxiliar a aprendizagem dos alunos. Não há uma diferenciação em relação aos modelos científicos.
L13	São modelos utilizados para ajudar os alunos a entenderem os modelos científicos. São diferentes dos modelos científicos por serem mais simples.

Quadro 35 – Representação dos licenciandos acerca dos modelos didáticos.

Podemos observar, no quadro 35, que 9 licenciandos (L1, L3, L4, L5, L6, L8, L9, L10 e L13) estabelecem a diferença entre os modelos científicos e os modelos nos ensinos médio e fundamental de Química. Esses resultados corroboram a investigação conduzida por Justi e Gilbert (2002a), segundo a qual a maioria dos professores investigados reconhece as diferenças entre os modelos científicos e aqueles utilizados no ensino de Química, apontando a necessidade de uma adequação dos modelos científicos às aulas de Ciências na Educação Básica.

Os licenciandos envolvidos em nossa pesquisa citam os seguintes fatores como os que caracterizam a diferença entre os dois tipos de modelos: i- a menor complexidade dos modelos nos ensinos fundamental e médio de Química em relação aos modelos científicos (L1, L4, L6, L8 e L13); ii- o caráter a-histórico na apresentação dos modelos nos ensinos fundamental e médio de

Química (L1, L3, L8 e L9); e iii- e o fato de os modelos apresentados nos ensinos fundamental e médio indicarem uma imagem distorcida do modelo científico (L10). Por meio das respostas de L4, L9 e L10, indicados adiante, podemos observar suas idéias ao serem indagados se haveria uma diferença entre os modelos científicos e os modelos trabalhados nos ensinos fundamental e médio de Química.

Licenciando 4 (Questionário)

Sim. Os alunos estudam de forma superficial, ou seja, só é apresentado aos alunos os modelos didáticos, facilitando a compreensão dos alunos.

Licenciando 9 (Questionário)

Existe sim, os modelos científicos levam em conta o período histórico, ou seja, o momento e o processo que cada cientista presenciou, já no ensino médio, o conteúdo não é desenvolvido e sim transmitido de forma pronta e acabada.

Licenciando 10 (Questionário)

Sim, porque em algumas áreas são passadas para o aluno do ensino médio conteúdos distorcidos e até sem muito haver com o meio científico.

A diferenciação entre os modelos utilizados no ensino e os modelos científicos é essencial para que o professor possa propor atividades que envolvam a utilização de modelos nas aulas de Química, visto que, no âmbito da sala de aula, irá haver o processo de negociação de significados entre modelos construídos pelos alunos relacionados ao fenômeno químico em estudo e o modelo científico por intermédio dos modelos didáticos propostos pelo professor.

Os aspectos mais ressaltados pelos licenciandos em relação aos modelos didáticos são indicados na tabela 14 apresentada a seguir. Os modelos didáticos foram apontados como uma forma de auxiliar a aprendizagem dos alunos por 11 licenciandos; apenas L4 e L9 não referenciaram essa consideração em suas respostas. Esse é um resultado importante, visto que pode contribuir para que os professores construam estratégias que subsidiem o uso de modelos didáticos ao longo de sua formação profissional. Os depoimentos de L2 e L13, citados a seguir, indicam os modelos didáticos como subsídios na aprendizagem em Química.

Licenciando 2 (Entrevista)

O modelo didático é como melhor explicar ao aluno, cabe ao professor a melhor forma de avaliar o modelo pra explicar ao aluno.

Licenciando 13 (Entrevista)

O modelo didático seria um modelo mais simples que o modelo científico para que o aluno possa entender.

Tabela 14 – Aspectos relacionados aos modelos didáticos mais ressaltados pelos licenciandos.

Aspectos	Número de citações (%)
São modelos utilizados para auxiliar na aprendizagem dos alunos.	11 (55)
São utilizados para auxiliar na compreensão do nível micro.	4 (20)
São modelos apresentados nos livros didáticos.	3 (15)
São modelos que podem dificultar a aprendizagem.	1 (5)
São modelos que evitam ambigüidades na compreensão de um conteúdo químico.	1 (5)
Total	20 (100)

A compreensão do nível micro da Química é salientado por 4 licenciandos (L1, L3, L5 e L11). Esse aspecto também foi salientado por Justi e Gilbert (2002) em cuja pesquisa o grupo investigado apontou que os modelos podem fazer o abstrato mais concreto e, dessa forma, ajudar os estudantes a imaginarem a natureza do fenômeno e a compreenderem a sua natureza micro. Na resposta de L12, indicado a seguir, essa consideração é sinalizada.

Licenciando 12 (Questionário)

Facilitaria a compreensão dos fatos ou processos químicos quanto a proximidade ou visualização micro [...]

O livro didático como fonte dos modelos didáticos foi indicado por 3 licenciandos (L5, L7 e L8). Embora L8 explicita que geralmente esses modelos estão presentes nos livros didáticos, como podemos visualizar em seu depoimento citado a seguir, consideramos que o professor pode apresentar os modelos didáticos a partir de diversas fontes como materiais concretos, ilustrações, ratificando as considerações de Justi e Gilbert (2000).

Licenciando 5 (Entrevista)

O modelo didático é esse modelo que a gente usa como educador, né? Que tá muitas vezes explícito nos livros didáticos, que já vem formulado, são vários autores que formulam os conceitos através daqueles conhecimentos científicos e a gente tem que passar da melhor forma para os alunos [...]

O licenciando 4 ressalta que os modelos didáticos podem dificultar a aprendizagem dos alunos, enquanto que, para o licenciando 1, os modelos didáticos evitam ambigüidades no processo de aprendizagem. Consideramos importantes as questões apresentadas por esses licenciandos, visto que, se o modelo didático for bem utilizado, poderá auxiliar o processo de negociação entre os modelos elaborados pelos alunos e o modelo científico, ratificando as considerações de L1. Por outro lado, como afirma Giordan e De Vecchi (1998), os modelos didáticos são, na maioria das vezes, mal elaborados, constituindo um obstáculo à aprendizagem por serem, por exemplo, de difícil compreensão ao nível cognitivo dos alunos e defasados em relação ao saber científico que pretendem transmitir. A seguir, no depoimento de L4, podemos observar considerações em relação às limitações dos modelos didáticos.

Licenciando 4 (Entrevista)

O modelo didático é aquele modelo que o professor utiliza como um veículo de informação, muitas vezes até o usado de forma incorreta, né? Trazendo ambigüidades e até ocasionando obstáculos em relação à aprendizagem dos alunos.

Os exemplos de modelos utilizados nas aulas de Química são explicitados na tabela 15. Os modelos associados ao conhecimento químico – como, por exemplo, estudo dos gases, as reações químicas, tabela periódica – foram modelos citados por 7 licenciandos (L4, L5, L7, L8, L9, L10, L13). A questão do visual, associada aos modelos, pode ser evidenciada nos exemplos apresentados por 6 licenciandos (L1, L2, L4, L5, L7 e L12) ao citarem modelos concretos – como, por exemplo, modelos com palito e isopor ou massa de modelar – para representar as moléculas. Modelos simbólicos são apontados por 2 licenciandos (L7 e L9), como a forma representacional de uma reação química, de uma ligação química. Experimentos foram indicados por 4 licenciandos (L6, L7, L10 e L12) e exemplos do cotidiano, por 3 licenciandos (L2, L8 e

L12) como modelos utilizados nas aulas de Química. Para essa questão, 2 licenciandos (L3 e L12) não indicaram nenhum exemplo.

Tabela 15 – Como os licenciandos exemplificam os modelos didáticos.

Exemplos de modelos didáticos	Número de citações (%)
Modelos Teóricos	7 (31,82)
Modelos Concretos	6 (27,27)
Modelos Simbólicos	2 (9,09)
Experimentos	4 (18,18)
Exemplos do Cotidiano	3 (13,64)
Total	22 (100)

A partir das respostas indicadas, podemos observar que 10 licenciandos (L1, L2, L4, L5, L7, L8, L9, L10, L12 e L13) citam pelo menos um exemplo de modelo empregado no ensino de Química. Esse é um fato importante, visto que, além de indicarem modos de representação dos modelos construídos (modelos concretos e modelos simbólicos), como discutido por Gilbert, J., (2004) ao apresentar 5 modos de representação (materiais concretos, modo verbal, modo simbólico, modo visual e modo gestual), reconhecem que os modelos permeiam o conhecimento químico abordado nas aulas de Química nos ensinos fundamental e médio.

As vantagens e desvantagens da utilização dos modelos no ensino de Química, tanto na utilização de modelos didáticos quanto numa abordagem que propicie a construção de modelos por parte dos alunos, foram citadas pelos licenciandos (Tabela 16). Dez (10) licenciandos sinalizam questões importantes que seriam desenvolvidas a partir do trabalho com modelos, como a autonomia e a busca pelo conhecimento. Uma maior interação entre alunos e entre professor e alunos é um outro ponto salientado por 5 licenciandos. Uma aprendizagem concebida como *mais duradoura* foi citada por 2 licenciandos. Para esses, na medida em que os alunos constroem seus modelos acerca dos fenômenos, participam do processo de modo mais ativo e, assim, o conhecimento construído não é facilmente esquecido. Um licenciando ressaltou uma questão interessante: o estabelecimento de analogias na medida em que utilizamos uma abordagem que contemple modelos.

Tabela 16 – Vantagens e desvantagens do uso de modelos no ensino médio de Química.

Vantagens	Número de citações (%) (licenciandos)	Desvantagens	Número de citações (%) (licenciandos)
Desenvolvem a reflexão crítica, a busca pelo conhecimento, o questionamento, a curiosidade, autonomia.	10 (55,55) (L1, L2, L3, L4, L6, L8, L9, L10, L11 e L13)	Requer mais tempo	5 (55,55) (L3, L4, L5, L8, L11 e L12)
Proporcionam uma maior interação.	5 (27,77) (L1, L2, L5, L7, L8, L10)	Dificuldades dos alunos em trabalhar com uma abordagem de ensino diferente.	1 (11,11) (L6)
Proporcionam uma aprendizagem mais duradoura.	2 (11,11) (L4, L7)	A abordagem tradicional seria mais eficiente	1 (11,11) (L13)
Auxiliam no estabelecimento de analogias.	1 (5,55) (L12)	Pode não haver a participação de todos os alunos no processo.	1 (11,11) (L2)
Total	18 (100)	Limitação teórica dos alunos	1 (11,11) (L9)
		Total	9 (100)

As considerações sobre as vantagens indicadas pelos licenciandos é uma questão importante, pois nos proporciona indícios de que esses licenciandos podem incorporar e desenvolver, ao longo de sua trajetória profissional, estratégias didáticas que contemplem a utilização de modelos. Outro ponto a ser ressaltado são as desvantagens evidenciadas por esses licenciandos, visto que, a partir dessas, teremos subsídios para propor estratégias diferenciadas durante o processo formativo, avaliando as limitações de uma abordagem que contemple a construção de modelos nas aulas de Química dos ensinos fundamental e médio.

O tempo adotado para uma abordagem que contemple modelos é indicado por 5 licenciandos como um fato que limita a utilização desse tipo de abordagem, uma vez que, segundo eles, precisam cumprir o programa. Essa é uma questão que contempla também a dimensão do profissionalismo discutida neste trabalho, pois requer dos professores uma organização enquanto classe na luta por condições de trabalho para o exercício profissional de acordo com suas concepções teóricas-metodológicas.

A dificuldade em se trabalhar com uma estratégia diferenciada da habitual é um entrave apontado por 1 licenciando, tanto para o próprio professor quanto para os seus alunos. Essa

questão pode ser minimizada na medida em que o professor, em seu processo formativo, se familiariza com estratégias didáticas que contemplam o uso de modelos, fornecendo-lhe elementos iniciais que podem ser desenvolvidos no decorrer de sua trajetória profissional. A abordagem tradicional, para 1 licenciando, seria mais eficiente. Essa é uma consideração preocupante, pois entendemos que o professor só buscará abordagens alternativas em suas aulas de Química no momento em que reconhecer as limitações de suas estratégias usualmente adotadas.

Outra preocupação indicada por 1 licenciando está relacionada com a participação de todos os alunos. Essa é uma questão pertinente, pois o professor esse deve buscar estratégias que consigam mobilizar os alunos numa abordagem que contemple modelos..

A partir da discussão dos resultados realizada anteriormente, podemos sinalizar aspectos importantes nas representações dos licenciandos investigados. O estabelecimento de diferenças entre os modelos científicos e os modelos empregados nos ensinos fundamental e médio de Química é feita pela maioria dos licenciandos (9), embora 4 licenciandos ainda não reconheçam as singularidades que diferenciam os dois tipos de modelos.

Os modelos didáticos são concebidos pela maioria dos licenciandos (11) como uma forma de subsidiar a aprendizagem. Alguns licenciandos (4), inclusive, destacam que esses modelos auxiliariam na compreensão dos aspectos micro dos fenômenos químicos estudados. Essa concepção revela a preocupação com o fato de a Química ser compreendida não apenas nos aspectos fenomenológicos.

Na exemplificação dos modelos que permeiam o ensino de Química, foram citados, além dos modelos concretos, normalmente empregados para auxiliar a compreensão dos aspectos micro, modelos teóricos que envolvem a compreensão de que o conhecimento químico é permeado por modelos e os simbólicos que representam a forma da linguagem na química.

As vantagens da utilização de modelos indicam a importância que é conferida a essa categoria pelos licenciandos investigados. Apontamos, porém, como relevantes as limitações sinalizadas no emprego de uma abordagem que adote modelos no ensino de Química, uma vez que nos apontam elementos para que possamos propor estratégias diferenciadas no decorrer do processo formativo ao abordar os modelos, ao mesmo tempo que revelam a importância de proporcionarmos uma formação inicial que contemple a realidade e necessidades inerentes ao contexto de trabalho desses futuros professores.

4.2 OS ELEMENTOS RELACIONADOS AO CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO MOBILIZADOS PELOS LICENCIANDOS NA ELABORAÇÃO DE ATIVIDADES PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Os elementos relacionados ao conhecimento pedagógico do conteúdo, articulados no plano de atividade elaborado pelos licenciandos, foram analisados partindo das seqüências didáticas propostas, visto que, nessa parte dos planos de atividades, tornam-se explícitas as atividades que os licenciando adotaram para subsidiar a aprendizagem do conteúdo químico.

Para facilitar a organização e discussão dos dados referentes a essa questão de estudo, adotamos critérios de análise, conforme indicamos na metodologia, que, como veremos nas discussões a seguir, contemplam as propostas dos licenciandos. Os critérios estabelecidos representam diferenciadas estratégias didáticas que poderiam ser adotadas pelos licenciandos para o planejamento de atividades envolvendo o uso de modelos e que nos sinalizariam como os elementos referentes ao conhecimento pedagógico do conteúdo são mobilizados pelos licenciandos investigados.

Inicialmente, retomamos os critérios estabelecidos para facilitar a leitura e, posteriormente, apresentaremos a análise dos planos 1 e 2 para cada licenciando, a fim de que possamos visualizar como os diferentes critérios de análise aparecem nas seqüências propostas.

Critérios de análise para a segunda questão de estudo:

Critério 1 (C1): Identificar perguntas, problemas ou atividades que levem o aluno do ensino fundamental ou médio a questionar e reconhecer suas idéias prévias.

Critério 2 (C2): Selecionar experimentos, problemas ou projetos que permitam ao aluno do ensino fundamental ou médio explorar as idéias centrais.

Critério 3 (C3): Construir explicações, analogias ou metáforas que facilitem a compreensão de conceitos abstratos.

Critério 4 (C4): Propiciar situações didáticas para que o aluno possa elaborar e expressar modelos relacionados ao conceito químico em estudo, reconhecendo as vantagens e limitações dos modelos elaborados.

Critério 5 (C5): Promover discussões de modo a aproximar os modelos elaborados pelos alunos do modelo científico.

O plano 1, proposto pelo *Licenciando 1* (Quadro 36), contempla 3 dos critérios de análise referentes ao CPC. Em relação ao C1, o licenciando propõe um questionário para que as idéias prévias sejam explicitadas e reestruturadas a partir de uma pesquisa realizada pelos alunos (C2). O professor, contudo, não deixa explícita a articulação entre as idéias prévias dos alunos e as demais atividades propostas, nem propõe discussões com os elementos oriundos da pesquisa realizada pelos alunos. A construção e socialização de modelos (C4) aparecem expressas, embora não sejam discutidas as vantagens e limitações dos modelos elaborados pelos alunos.

PLANO 1 – L1	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Levantamento, por meio de um questionário, do conhecimento prévio dos alunos sobre o tema abordado.	C1: O professor propõe uma atividade para que sejam explicitadas as idéias prévias dos alunos.
2- Os alunos irão, em pequenos grupos, irão pesquisar sobre o tema abordado de modo a reestruturarem seus conhecimentos e construir seus modelos.	C2: Os alunos realizam pesquisa de modo a se aprofundarem no assunto em estudo. C4: Os alunos irão construir modelos.
3- Os alunos irão expressar seus modelos com a utilização de materiais alternativos.	C4: Os alunos socializam seus modelos com a utilização de materiais do cotidiano.
PLANO 2 – L1	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Levantamento, por meio de um questionário, do conhecimento prévio dos alunos sobre o tema abordado.	C1: O professor propõe uma atividade para que sejam explicitadas as idéias prévias dos alunos.
2- O professor irá analisar os questionários de modo a auxiliar a reelaboração dos conhecimentos dos alunos.	C1: O professor analisa as idéias prévias dos alunos subsidiando a reestruturação dessas.
3- Os alunos irão realizar uma pesquisa em diferentes fontes de modo individual.	C2: Os alunos realizam pesquisa de modo a se aprofundarem no assunto em estudo.
4- Os alunos irão se organizar, em pequenos grupos, e o professor irá propor atividades para que haja reelaboração dos modelos construídos (visitas, experimentos, construção de modelos com materiais alternativos).	C5: O professor propõe atividades para a reelaboração dos modelos.

Quadro 36 – Seqüências didáticas propostas por L1.

Já no plano 2, esse licenciando revela um detalhamento em relação às idéias prévias dos alunos, quando propõe uma análise dessas. Essa ação pode contribuir para a proposição de novas atividades. Nesse sentido, Talanquer (2004) ressalta a importância de que os professores se familiarizem tanto com os resultados das investigações sobre as idéias prévias dos alunos referentes à disciplina que ensinam quanto com os padrões de pensamento subjacentes a essas

idéias prévias. As pesquisas, propostas por L1, a serem realizadas pelos alunos para o aprofundamento das questões não têm a intervenção do professor de modo a esclarecer algumas questões que podem ser levantadas pelos alunos. Observa-se, também, que as atividades relacionadas à construção de modelos (C4), as quais haviam sido indicadas no plano inicial, não são explicitadas, embora ele sugira a reestruturação dos modelos elaborados pelos alunos de modo a aproximá-los dos propostos na ciência (C5). Esse fato sugere que o plano reestruturado está mais adequado ao trabalho com modelos, pois a negociação entre modelos é essencial nesse tipo de abordagem para os alunos poderem compreender que há um modelo estabelecido, mais adequado para representar o fenômeno em estudo, e perceberem as vantagens e limitações dos modelos elaborados por eles. Essas idéias corroboram com as de Pozo Municio e Gómez Crespo (1998), segundo os quais, sem uma reflexão e discussão dos modelos científicos e dos elaborados pelos alunos, há o risco de esses alunos considerarem todos os modelos válidos, inclusive aqueles inerentes ao senso comum.

No quadro 37, podemos visualizar aspectos dos planos elaborados pelo *Licenciando 2* e perceber que apenas 2 critérios foram mobilizados na seqüência proposta no plano 1: quando o professor apresenta explicações acerca do assunto em estudo (C3) para que os alunos construam seus modelos (C4), sem que haja a socialização desses modelos, e que sejam avaliadas as vantagens e limitações desses.

PLANO 1 – L2	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- O professor irá discutir, com os alunos, oxidação e redução, demonstrando um modelo de pilha.	C3: O professor constrói explicações para que os alunos compreendam o assunto abordado.
2- Depois de discutir os conceitos com os alunos, sugere que eles apresentem seu modelo. Atividade pode ser feita em grupo (avaliação).	C4: Os alunos apresentam seus modelos sobre o assunto em estudo.
PLANO 2 – L2	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1-Discutir com os alunos assuntos do cotidiano auxiliando a explicitação de suas idéias prévias sobre os fenômenos eletroquímicos, indagando sobre o que acontece em cada fenômeno.	C1: Os alunos irão explicitar suas idéias prévias sobre o tema em estudo a partir de questionamentos de fenômenos do cotidiano.
2- Os alunos se dividirão, em pequenos grupos, e analisarão o tema para construir diferentes modelos sobre os fenômenos em estudo mediados pelo professor.	C4: Os alunos irão construir modelos com a mediação do professor.
3- Os alunos irão apresentar os modelos construídos e avaliarão junto ao professor o modelo mais apropriado para o tema em estudo.	C4: Os alunos irão apresentar os modelos construídos. C5: O professor e os alunos avaliarão o modelo mais adequado para representar o fenômeno em estudo.

Quadro 37 – Seqüências didáticas propostas por L2.

Após as discussões com a pesquisadora e os outros licenciandos investigados, L2 propõe o plano 2 em que 3 critérios foram articulados, quando sugeriu que os alunos iriam explicitar as idéias prévias em relação a um fenômeno químico apresentado pelo professor, por meio de questionamentos (C1); a construção de modelos (C4) prevista na etapa posterior, com a mediação do professor e durante a avaliação do modelo mais adequado para representar o fenômeno (C5). Apesar de o professor não deixar explícito que haverá a negociação entre os modelos elaborados pelos alunos e o modelo aceito cientificamente, durante a avaliação do modelo mais adequado (C5), esse aspecto poderá ser considerado. Assim como L1, o plano 2, proposto por L2, é mais apropriado ao trabalho com modelos, por propor uma reflexão dos modelos elaborados pelos alunos, o que pode conduzi-los a um modelo mais adequado.

A seqüência exposta pelo *Licenciando 3* (Quadro 38) para abordar o tema utilizando modelos contempla 3 critérios (C1, C4 e C5). Inicialmente, é proposto um resgate das idéias prévias dos alunos (C1) a partir da construção de diferentes recursos que podem ser considerados como modelos elaborados pelos alunos (C4), embora este não tenha ficado explícito na proposta de L3. A socialização e discussão das vantagens e limitações dos modelos elaborados ainda inerentes ao C4 são indicadas em seguida. O momento previsto para apresentação do modelo científico (C5) também é considerado por L3, porém não há um detalhamento de como buscará a aproximação com os modelos elaborados pelos alunos.

PLANO 1 – L3	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Explicitação das idéias prévias dos alunos: construção de maquetes, desenhos ou uso de massa de modelar com palitos que representem o átomo e sua estrutura; questionamentos feitos pelo professor.	C1: O professor propõe uma atividade para que os alunos possam expressar suas idéias sobre o conteúdo estudado. C4: Construção de modelos pelos alunos, apresentada de forma implícita na seqüência.
2- Debate em pequenos grupos sobre os modelos propostos e depois socialização com o grande grupo com registro no quadro, dos diversos modelos alternativos, avaliando as vantagens e limitações.	C4: Os alunos socializam os modelos elaborados e são avaliadas suas limitações e vantagens.
3- Apresentação dos modelos científicos e discussão para auxiliar a reestruturação dos modelos iniciais.	C5: O professor apresenta o modelo científico.
PLANO 2 – L3	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Explicitação das idéias prévias dos alunos: construção de modelos acerca do átomo e sua estrutura com o uso de massa de modelar e/ou desenhos a partir de questionamentos feitos pelo professor.	C1: O professor propõe uma atividade para que os alunos possam expressar suas idéias sobre o conteúdo estudado. Critério 4: Construção de modelos pelos alunos, apresentada de forma implícita na seqüência.
2- Debate em pequenos grupos sobre os modelos propostos e depois socialização com o grande grupo, com registro no quadro, dos diversos modelos alternativos, avaliando as vantagens e limitações.	C4: Os alunos, em pequenos grupos, irão discutir os modelos construídos avaliando as suas limitações e vantagens.
3- Apresentação dos modelos científicos e discussão para auxiliar a reestruturação dos modelos iniciais. Para a reestruturação dos modelos iniciais, o professor irá apontar <i>falhas</i> .	C5: O professor apresenta o modelo científico indicando as limitações dos modelos elaborados.

Quadro 38 – Seqüências didáticas propostas por L3.

O plano 2, elaborado por L3, indica uma seqüência semelhante à proposta inicialmente, salvo a última etapa em que propõe que o professor irá apontar *falhas* nos modelos elaborados pelos alunos como forma de auxiliar a reestruturação desses modelos. Isso torna esse plano mais apropriado, visto que não se trata de desprezar os modelos construídos pelos alunos durante as atividades, tampouco de aceitar todos os modelos elaborados, mas de promover uma aproximação entre os modelos dos alunos e os modelos científicos.

O *Licenciando 4* apresenta, no plano 1 (Quadro 39), atividades que envolvem o uso de modelos contemplando 3 critérios (C1, C4 e C5). As duas primeiras etapas propostas na seqüência estão relacionadas ao resgate das idéias prévias dos alunos e, posteriormente, questionamento do professor de modo a avaliar as limitações das conclusões dos alunos (C1). Apesar de L4 não deixar explícita a construção de modelos por parte dos alunos, no momento em que propõe formas de construção para a tabela periódica, os alunos farão uso de modelos e essa atividade inicial pode ter sido considerada pelo licenciando como relacionada também à

construção de modelos. Por essa razão, consideramos que o critério 4 estaria sendo mobilizado de modo implícito. A apresentação do modelo científico (critério 5) é indicada pelo licenciando, porém não é descrito como se fará uma aproximação com os modelos que foram elaborados pelos alunos.

PLANO 1 – L4	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Os alunos farão propostas de como foi construída a tabela periódica fornecendo explicações.	C1: Os alunos explicitam suas idéias relacionadas ao conteúdo, porém não é indicada a atividade didática a ser empregada. C4: Construção de modelos pelos alunos, apresentada de forma implícita na seqüência.
2- Questionamentos feitos pelo professor de modo a avaliar as limitações das conclusões dos alunos.	C1: Os alunos explicitam suas idéias relacionadas ao conteúdo, porém não é indicada a atividade didática a ser empregada. São avaliadas as limitações das idéias dos alunos.
3-Apresentação do modelo científico por meio da evolução histórica.	C5: O professor apresenta o processo de construção do modelo científico.
PLANO 2 – L4	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Para grupos de três alunos, o professor entregará uma folha de papel em branco e cartões contendo alguns elementos e será solicitado que os estudantes façam um modelo de como organizariam esses elementos.	C4: Os alunos, em pequenos grupos, constroem modelo sobre o assunto em estudo.
2- Apresentação dos modelos.	C4: Os alunos socializam os modelos elaborados.
3- O professor irá negociar os modelos com os alunos, apresentando o modelo científico.	C5: O professor apresenta o modelo científico por meio de negociação com os modelos dos alunos.

Quadro 39 – Seqüências didáticas propostas por L4.

No plano 2 (Quadro 39) L4 explicita, com mais detalhes, o processo de construção de modelos (C4), não percebemos, entretanto, nesse plano, um momento de discussão prévia com o professor ou aproximação com o assunto em estudo a partir de diferentes fontes como sugerem as propostas discutidas por Pozo Municio e Gómez Crespo (1998), e Justi e Gilbert (2002b) no item 1.4. A ausência dessas discussões na proposta de L4 pode levar a uma construção de modelos partindo das idéias prévias dos alunos, sem que haja uma consistência teórica. Esse licenciando também propõe que os modelos sejam socializados, contudo não são previstas atividades que propiciem discussões sobre as vantagens e limitações dos modelos elaborados, o que poderia auxiliar a negociação desses modelos com o modelo científico (C5). Apesar desses aspectos, o plano 2 é mais adequado por tratar a elaboração de modelos de forma mais detalhada.

No quadro 40, apresentamos as atividades propostas pelo *Licenciando 5*. Essas atividades mobilizam os critérios 3 e 4 para a abordagem de um fenômeno químico utilizando modelos. As duas primeiras etapas sugeridas por L5, nas quais o professor realiza um experimento e discute aspectos do fenômeno em estudo, relacionam-se com o C3, propondo uma discussão para que, em seguida, os alunos se envolvam na construção de modelos (C4). Diferencia-se, assim, nesse momento, do proposto por L3 e L4, que não sugeriram uma aproximação dos alunos com o assunto em estudo para a posterior elaboração dos modelos. Na construção de modelos, L5, entretanto, não propõe discussões para que sejam avaliadas as limitações e vantagens desses modelos nem a apresentação do modelo científico. Este fato pode indicar que algumas questões inerentes ao modelo científico estejam permeando as discussões iniciais conduzidas pelo professor.

PLANO 1 – L5	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Realização de um experimento, por parte do professor, para discutir o comportamento dos gases.	C3: O professor realiza experimentos para discutir o conteúdo abordado.
2- Fazer a relação do modelo do gás ideal quando se aproxima do gás real.	C3: O professor discute aspectos dos fenômenos em estudo.
3- Propor que os alunos construam, a partir desse experimento, um modelo de moléculas gasosas em um recipiente fechado e explicar como ocorre o movimento das moléculas.	C4: É proposta aos alunos a elaboração de modelos.
PLANO 2 – L5	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Realização de experimentos, em pequenos grupos, relacionados com o comportamento dos gases, utilizando um recipiente fechado.	C3: Os alunos realizarão experimentos em pequenos grupos.
2- Discussão com os alunos acerca dos estados de agregação da matéria, questionando o que está acontecendo em cada recipiente.	C3: O professor discute aspectos dos fenômenos em estudo a partir da realização do experimento.
3- Propor que os alunos construam um modelo que explique o comportamento do gás no recipiente fechado.	C4: Os alunos irão construir modelos que expliquem o fenômeno em estudo.

Quadro 40 – Seqüências didáticas propostas por L5.

O plano 2, elaborado por L5, apresenta uma seqüência semelhante à do plano 1. Na etapa 2, entretanto, o licenciando propõe que se levantem questionamentos para os alunos como subsídios para a etapa posterior, em que os aprendizes constroem modelos (C4). A socialização e as discussões relacionadas às vantagens e limitações dos modelos elaborados pelos alunos não são

contempladas na seqüência sugerida, como também não é contemplado o critério 5 referente à articulação entre os modelos dos alunos e o científico.

A seqüência proposta pelo *Licenciando 6* (Quadro 41) contempla 3 critérios de análise (C1, C3 e C4). Em um momento inicial, L6 sugere o resgate das idéias prévias dos alunos a partir da apresentação de produtos do cotidiano (C1), porém não indica uma articulação dessas idéias com as demais atividades propostas no decorrer da seqüência. De modo semelhante a L5, propõe uma discussão relacionada ao assunto abordado (C3) e, em seguida, sugere que os alunos construam e socializem modelos, porém não há uma discussão relacionada às vantagens e limitações dos modelos elaborados.

PLANO 1 – L6	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Apresentar produtos do cotidiano e indagar aos alunos sobre a relação com os hidrocarbonetos.	C1: O professor identifica as idéias prévias dos alunos a partir da apresentação de produtos do cotidiano.
2- Fazer uma explanação da origem do petróleo e todos os derivados estabelecendo a relação com os hidrocarbonetos de modo a levar os alunos a construírem seus modelos sobre os hidrocarbonetos.	C3: O professor discute questões sobre o conteúdo em estudo por meio de uma exposição. C4: Construção de modelos por parte dos alunos.
3- Debate para a socialização dos modelos e do conhecimento construído.	C4: Os alunos, por meio de um debate, socializam os modelos construídos.
PLANO 2 – L6	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1-Dividir a turma em pequenos grupos, mostrando objetos do cotidiano, indagando sobre a relação deles com os hidrocarbonetos.	C1: O professor divide a turma em pequenos grupos e com a utilização de materiais do cotidiano busca identificar as idéias iniciais sobre o conteúdo em estudo.
2- Apresentação em transparências da estrutura e geometria de hidrocarbonetos, apontando a presença dessa classe de compostos no petróleo e nos seus derivados.	C3: O professor discute o conteúdo em estudo por meio de uma exposição com a utilização de transparências.
3- Elaboração de modelos pelos alunos com a utilização de bolinhas de isopor e palitos a partir da apresentação da estrutura de alguns compostos em transparências.	C4: Os alunos constroem modelos utilizando materiais concretos.

Quadro 41 – Seqüências didáticas propostas por L6.

No plano 2, L6 propõe que, no resgate das idéias iniciais, os alunos estejam organizados em grupo, mas ainda não sugere articulações das idéias iniciais dos alunos com outras atividades durante a aula. A utilização de materiais concretos na construção de modelos (C4) proposto por L6 é uma questão que favorece a apresentação desses modelos o que consideramos como um avanço em relação ao plano 1. Esse licenciando não prevê, contudo, discussões relacionadas às vantagens e limitações desses modelos, nem relativas à negociação entre os modelos elaborados pelos alunos e o modelo científico.

As sugestões indicadas pelo *Licenciando 7*, para a seqüência didática do plano 1, são expostas no quadro 42, em que foram mobilizados 3 dos critérios estabelecidos para análise (C1, C4 e C5). Esse licenciando propõe a explicitação das idéias prévias dos alunos (C1) sobre dois sistemas apresentados a partir de indagações realizadas pelo professor, para que os alunos construam modelos (C4) relacionados aos sistemas observados, porém não explicita a socialização desses modelos. O critério 5 permeia a última atividade proposta, em que L7 ressalta o modelo do livro, o que pode indicar a dependência do licenciando quanto ao livro didático em relação ao conhecimento químico, o que nos aponta a importância de um aprofundamento do conhecimento da matéria durante o processo formativo. Essa constatação corrobora as afirmações de Grossman, Wilson e Shulman (2005), para os quais limitações nesse tipo de conhecimento limitam a maneira como os professores trabalham e criticam os livros didáticos utilizados. Ainda em relação à C5, é sugerida a negociação entre os modelos de modo a chegar a uma representação mais adequada para os sistemas em estudo. Isso pode indicar que, nesse processo de negociação, as vantagens e limitações dos modelos elaborados pelos alunos são discutidas.

PLANO 1 – L7	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Indagar acerca das idéias prévias de sistemas homogêneos e heterogêneos.	C1: O professor faz indagações sobre as idéias prévias dos alunos.
2- Pedir aos alunos que construam um modelo para sistema homogêneo (água e sal) e outro para sistema heterogêneo (água e óleo).	C4: Os alunos irão construir modelos a partir da apresentação de dois sistemas.
3- Apresentação do modelo do professor (do livro) de modo a chegar a uma forma adequada de representação, diferenciando os dois tipos de sistemas.	C5: O professor apresenta o modelo (livro) de modo a chegar a uma representação mais adequada, destacando diferenças entre os dois sistemas que foram representados.
PLANO 2 – L7	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Em pequenos grupos, os alunos receberão alguns sistemas (água e sal; água e óleo) para que construam modelos.	C4: Os alunos, em pequenos grupos, irão construir modelos sobre os sistemas apresentados.
2- Socialização dos modelos elaborados com o grande grupo.	C4: Os alunos socializarão os modelos elaborados.
3- Apresentação do modelo do professor e do modelo didático científico.	C5: O professor apresentará os modelos didático e científico.
4- Discussão para que seja apontado que modelo se aproxima mais do científico.	C5: O professor conduzirá o processo de negociação entre os modelos elaborados e o científico.
5- Apresentação do conceito aos alunos para que eles possam diferenciar os dois tipos de sistemas.	C5: O professor apresentará o conceito para permitir que os alunos diferenciem os dois sistemas.

Quadro 42 – Seqüências didáticas propostas por L7.

No plano 2, L7 sugere a construção de modelos a partir da apresentação de dois sistemas, seguida da socialização dos modelos elaborados (C4). Não prevê, porém, discussões relativas às vantagens e limitações desses modelos. A apresentação dos modelos didático e científico (C5) é indicada, o que difere do plano 1 em que ressaltava a apresentação apenas do modelo do livro. A negociação entre os modelos do aluno e o científico é prevista na seqüência de atividades. Apesar de L7 não considerar, no plano 2, o resgate das idéias prévias dos alunos (C1), consideramos que esse plano mobiliza mais atividades didáticas que colaboram para a construção de modelos (C4 e C5).

O *Licenciando 8*, na seqüência de atividades sugeridas para o plano 1 (Quadro 43), contemplou 4 dos critérios de análise (C1, C2, C4 e C5). O resgate das idéias prévias dos alunos (C1) foi sugerido a partir da apresentação de materiais presentes no cotidiano, porém a atividade proposta não permite que as idéias se relacionem com o objetivo do professor (ionização dos ácidos). Em relação a C2, foi recomendado que os alunos identificassem características relacionadas às situações apresentadas, não sendo sugeridas, entretanto, discussões com o professor ou fontes de consulta para que houvesse um aprofundamento no assunto em estudo. A construção de modelos (C4) não aparece de forma explícita, porém é sugerida a socialização dos modelos e, posteriormente, apresentação do modelo científico pelo professor. As discussões relacionadas com as vantagens e limitações dos modelos elaborados pelos alunos e o processo de negociação entre os modelos dos alunos e o científico não são apontadas por L8.

PLANO 1 – L8	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Os alunos irão saborear alimentos de caráter ácido de modo a explicitarem as idéias acerca desses alimentos a partir de questionamentos do professor, observando que o íon é responsável pela característica ácida do alimento.	C1: O professor, com materiais do cotidiano, propõe uma atividade para explicitar as idéias dos alunos sobre o conteúdo estudado (os recursos utilizados não permitem que se observem as características desejadas).
2- Em pequenos grupos, os alunos deverão identificar as características de cada ácido presente nos alimentos ou em situações do cotidiano apresentados pelo professor.	C2: Os alunos, em pequenos grupos, irão identificar as idéias centrais sobre o assunto em estudo.
3- Apresentação dos modelos elaborados ao grande grupo sendo registrada no quadro a ionização dos ácidos em solução aquosa para cada situação, anteriormente, apresentada.	C4: Os alunos socializam os modelos elaborados. C5: O professor apresenta o modelo científico.
4- Será solicitado que os alunos preparem alimentos em conserva (baseado no livro didático de Lembo).	
PLANO 2 – L8	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Aplicação no cotidiano de algumas frutas.	C1: O professor apresenta a aplicação de alguns materiais no cotidiano.
2- Serão levantadas algumas questões para que os alunos explicitem suas idéias prévias sobre o assunto abordado.	C1: O professor, com materiais do cotidiano, propõe uma atividade para explicitar as idéias dos alunos sobre o conteúdo estudado (os recursos utilizados não permitem que se observem as características desejadas).
3- Os alunos, em pequenos grupos, construirão modelos sobre os ácidos estudados.	C4: Os alunos irão construir modelos sobre o assunto abordado.
4- Os alunos irão apresentar os modelos por meio de um debate.	C4: Os alunos irão socializar os modelos construídos.
5- O professor, durante o debate, irá apresentar o modelo científico (conceito de Arrhenius).	C5: O professor apresenta o modelo científico.
6- Introdução de novos modelos (preparação de conservas).	

Quadro 43 – Seqüências didáticas propostas por L8.

Em relação ao plano 2, L8 não apresenta aspectos na seqüência relacionados ao critério 2 em que os alunos identificariam características do assunto em estudo. Aponta, porém, a etapa inerente ao trabalho com modelos (C4) de maneira mais detalhada, sugerindo um momento para a construção de modelos e a posterior socialização desses. A proposta de apresentação do modelo científico é também indicada por L8, porém não são indicadas discussões relativas às vantagens e limitações dos modelos elaborados pelos alunos e o processo de negociação entre os modelos dos alunos e o científico.

Apesar de L8 indicar de forma mais detalhada a seqüência de construção de modelos no plano 2, observamos limitações nessa atividade, visto que o modelo científico que o professor deseja abordar não está relacionado com os modelos que os alunos irão elaborar. Como indicado

no quadro 43, o licenciando propõe que os alunos saboreiem diferentes frutas para identificar o sabor ácido, porém tem como objetivo a construção de modelos relacionados ao conceito de Arrhenius. Uma questão interessante nas propostas de L8 é, contudo, a proposição de uma atividade (6ª etapa da seqüência) em que os alunos poderiam aplicar o modelo construído em outras situações (preparação de conservas).

A seqüência didática proposta no quadro 44 nos permite visualizar as sugestões do *Licenciando 9* para abordar um conteúdo químico utilizando modelos. As atividades relativas ao plano 1 estão relacionadas com 3 dos critérios de análise (C3, C4 e C5), porém L9 não mencionou se as atividades seriam realizadas pelo professor ou pelos alunos. Inicialmente, L9 propõe a apresentação de um fenômeno químico, seguida de uma análise de questões inerentes a esse fenômeno (C3). A construção de modelos (C4) é indicada como etapa seguinte na seqüência de atividades, porém não é prevista a socialização desses nem são sugeridas discussões que envolvam as limitações e vantagens dos modelos construídos pelos alunos. A apresentação do modelo científico (C5) é salientada por L9, mas não é indicada a negociação entre os modelos dos alunos e o modelo científico.

PLANO 1 – L9	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Apresentação da água no três estados físicos.	C3: Apresentação de um fenômeno químico a ser analisado.
2- Realizar a análise dos arranjos moleculares nos três estados.	C3: Construção de explicações sobre o conteúdo abordado.
3- Construir modelos desses arranjos moleculares para cada estado físico, adotando as moléculas da água como bolinhas.	C4: Construção de modelos sobre o conteúdo abordado.
4- Apresentar, posteriormente, o modelo científico.	C5: Apresentação do modelo científico.
PLANO 2 – L9	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Em pequenos grupos, os alunos realizarão atividades de modo a obter a água nos três estados físicos.	C2: Os alunos, em pequenos grupos, realizam um experimento para explorar o assunto em estudo.
2- Construir um modelo, por meio de desenhos, do arranjo molecular dos estados físicos, utilizando bolinhas para representar as moléculas da água.	C4: Os alunos, em pequenos grupos, constroem modelos a partir da realização de um experimento.
3- Os modelos serão socializados com o grande grupo.	C4: Socialização dos modelos elaborados.
4- O professor irá apresentar o modelo proposto pela ciência, relacionando energia (temperatura) com os estados físicos e identificando qual a influência da energia nos estados físicos.	C5: O professor apresenta o modelo científico, discutindo os conceitos relacionados ao conteúdo abordado.

Quadro 44 – Seqüências didáticas propostas por L9.

O plano 2 apresentado por L9 esclarece se professor ou aluno vão realizar as atividades propostas, detalhando a seqüência sugerida. Em um primeiro momento, os alunos realizam um experimento de modo a explorar mais o assunto em estudo (C2) para que construam modelos (C4) e socialize-os. Ratificamos as considerações de Silva e Zanon (2000), para os quais as atividades experimentais devem ser caracterizadas como processos interativos, em que a ajuda do professor é fundamental para subsidiar a construção de novas explicações por parte dos alunos em relação às questões. L9, entretanto, não prevê momentos para que haja discussões nessa direção. O modelo científico é apresentado (C5) sem serem sugeridas atividades que levem a uma negociação entre os modelos dos alunos e o científico.

A seqüência reformulada por L9 enfatiza, assim, a construção de modelos e prevê discussões na apresentação do modelo científico, o que não foi destacado no plano 1.

A seqüência didática proposta pelo *Licenciando 10* pode ser observada no quadro 45. Nessa seqüência, L10 mobilizou elementos referentes ao CPC presentes em 3 dos critérios que foram estabelecidos para análise. O resgate das idéias prévias dos alunos (C1) foi indicado por meio de uma situação apresentada e de questionamentos por parte do professor. A partir desse resgate, é sugerido que os alunos construam modelos (C4) e socializem-nos. Em seguida, o professor apresenta o modelo científico (C5) e avalia junto aos alunos as vantagens e limitações dos modelos elaborados (C4) para assim, poder ajudar os alunos a reconstruírem os modelos iniciais dos alunos.

PLANO 1 – L10	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Análise de misturas homogêneas e heterogêneas por parte dos alunos, por meio de questionamentos feitos pelo professor. Os alunos irão explicitar suas idéias prévias e criar modelos explicativos.	C1: Os alunos irão explicitar suas idéias prévias sobre o conteúdo estudado, a partir de situações e questionamentos apresentados pelo professor. C4: Os alunos criam modelos explicativos para o fenômeno em estudo.
2- Discussão em grupo para explicar o comportamento do sistema.	C4: Socialização dos modelos elaborados
3- No quadro-negro, exemplificar e explicar as diversas reações que ocorrem com estas misturas.	C5: O professor apresenta o modelo científico.
4- Avaliar, junto aos alunos, as vantagens e limitações dos modelos apresentados.	C4: Avaliação das vantagens e limitações dos modelos elaborados.
5- Fazer a reconstrução do modelo com os alunos.	C5: O professor auxilia a reconstrução dos modelos elaborados, inicialmente, pelos alunos.
PLANO 2 – L10	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Análise das misturas por parte dos alunos como meio de explicitarem suas idéias sobre o conteúdo	C1: Os alunos irão explicitar suas idéias prévias sobre o conteúdo estudado, a partir de situações e questionamentos apresentados pelo professor.
2- Discussão em grupo para explicar o comportamento do sistema.	C1: Os alunos irão explicitar suas idéias prévias sobre o conteúdo estudado, a partir de situações e questionamentos apresentados pelo professor.
3- Elaboração de modelos por parte dos alunos para explicar as interações das substâncias nas soluções escolhidas.	C4: Os alunos criam modelos explicativos para o fenômeno em estudo.
4- Introdução do modelo científico por parte do professor.	C5: O professor apresenta o modelo científico.
5- Processo de negociação entre o modelo construído pelo aluno e pela ciência.	C5: O professor conduz o processo de negociação entre o modelo científico e o modelo elaborado pelos alunos.

Quadro 45 – Seqüências didáticas propostas por L10.

O plano 2 apresentado por L10 indica uma seqüência menos detalhada que a exposta inicialmente (plano 1). Em relação à C4, uma atividade apenas foi sugerida (construção de modelos explicativos) e a socialização e discussões referentes às vantagens e limitações dos modelos elaborados pelos alunos não foram explicitadas na seqüência sugerida. Entretanto, a negociação entre os modelos elaborados pelos os alunos e o científico (C5) é indicada por L10.

O *Licenciando 11* propõe uma seqüência didática (Quadro 46) que mobiliza atividades presentes em 4 critérios estabelecidos para análise (C1, C2, C4 e C5). Uma questão a ser ressaltada é que L11 utiliza a palavra conceito ao invés de modelo. Ao retomarmos as respostas de L11 em relação aos modelos (Quadro 38), podemos observar que essa categoria não é indicada como uma forma de representação, mas como algo que pode auxiliar na compreensão sem que

haja a distinção entre o modelo científico e o conhecimento científico. Por meio de um debate, L11 sugere que as idéias dos alunos sejam explicitadas (C1). Em seguida, propõe a realização de experimentos e discussões entre professor e alunos sobre as questões observadas (C2) para que sejam elaborados conceitos (modelos) sobre o assunto (C4). Não indica, porém, um momento para a socialização nem para discussões das vantagens e limitações dos conceitos (modelos) construídos. Na última etapa da seqüência proposta, L11 sugere a apresentação dos conceitos (modelos) científicos, relacionando-os com os conceitos (modelos) construídos pelos alunos.

PLANO 1 – L11	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Debate para que sejam explicitadas as idéias dos estudantes em relação ao conteúdo.	C1: Os alunos explicitam suas idéias prévias por meio de um debate.
2- Em dupla, realização de experiências sobre o tema: mistura de soluções (água e açúcar; água e areia).	C2: Os alunos realizam experimentos.
3- Discussão entre os alunos sobre o que foi observado nas misturas realizadas com a intervenção do professor para a construção do conceito sobre o assunto.	C4: Os alunos constroem o conceito sobre o assunto (conceitos = modelos) com a intervenção do professor.
4- O professor relaciona-o com o conceito científico. Dessa forma, o aluno forma o próprio modelo de aprendizagem tomando como base o conceito científico por intermédio do professor.	C5: O professor relaciona os conceitos construídos pelos alunos com o conceito científico.
PLANO 2 – L11	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Por meio de um debate, os alunos irão explicitar suas idéias sobre os tipos de soluções.	C1: Os alunos explicitam suas idéias prévias por meio de um debate.
2- Em duplas, os alunos realizam experiências sobre o conteúdo estudado; mistura de soluções (água e areia; água e açúcar).	C2: Os alunos realizam experimentos.
3- As duplas discutem sobre o que foi observado.	C2: Os alunos discutem as questões observadas no experimento.
4- Debate no grande grupo, com o apoio do professor, para que os alunos formem seus próprios conceitos. Os alunos formam o seu próprio modelo do fenômeno, mas sempre tomando como base o conceito científico e tendo como intermediário o professor.	C4: Por meio de um debate, os alunos constroem seus conceitos. C5: O professor relaciona os conceitos construídos pelos alunos com o conceito científico.

Quadro 46 – Seqüências didáticas propostas por L11.

No plano 2, L11 ainda utiliza a categoria conceitos na formulação da seqüência de atividades, ao invés de utilizar a categoria modelos. A realização do experimento (C2) passa a ser mais limitada, visto que os alunos realizam e discutem a atividade sem a intervenção do professor

e como já discutimos anteriormente, esse tipo de atividade por si só tem limitações na aprendizagem em Química. A construção de modelos (C4) é indicada por meio de um debate e, posteriormente, relaciona os modelos construídos pelos alunos com os modelos científicos. A seqüência proposta no plano 2, apesar de semelhante à apresentada inicialmente, não prevê a intervenção do professor nas discussões oriundas da atividade experimental, tornando a seqüência mais limitada nessa direção.

No quadro 47, podemos visualizar a seqüência de atividades sugeridas pelo *Licenciando 12* para a abordagem de um conteúdo químico utilizando modelos em que foram contemplados, no plano 1, 2 critérios de análise (C2 e C5). Em um primeiro momento, L12 sugere uma discussão inicial para que os alunos realizem experimentos e construam modelos (C4). A construção de modelos é apresentada como uma forma de procedimento (passos a serem seguidos) a ser proposto pelos alunos para o assunto em estudo (separação de misturas) e não como uma forma de construir uma representação que busque descrever, explicar um determinado fenômeno químico. Em seguida, sugere a aceitação dos modelos socializados pelos alunos, porém indica que o professor apresente questões inerentes ao modelo científico comparando-o com os modelos construídos pelos alunos (C5).

PLANO 1 – L12	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Discussão inicial para que os alunos realizem a separação de algumas misturas.	C2: O professor apresenta uma discussão inicial e os alunos realizam um experimento de modo a explorar suas idéias sobre o assunto em estudo. C4: Os alunos constroem modelos a partir da realização de experimentos.
2- Aceitar os modelos propostos pelos alunos para a realização das separações.	C5: O professor aceita os modelos elaborados pelos alunos.
3- Apresentação das teorias com métodos práticos de separação de misturas comparando-os com os modelos dos alunos.	C5: O professor apresenta o conteúdo comparando-o com os modelos elaborados pelos alunos.
PLANO 2 – L12	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Separar as misturas em bancadas para que cada grupo realize a separação das misturas.	C2: Os alunos realizam experimentos para explorar as idéias relacionadas com o assunto em estudo.
2- Os alunos irão propor seus modelos sobre como separar as misturas com os materiais existentes.	C4: Os alunos constroem modelos a partir da realização de experimentos.
3- Discussão em grupo e apresentação dos modelos.	C4: Discussão em grupo dos modelos elaborados.
4- O professor explica cientificamente o processo de separação.	C5: O professor explica cientificamente o conteúdo abordado.

Quadro 47 – Seqüências didáticas propostas por L12.

No plano 2, o professor não realiza uma discussão anterior à atividade experimental, em seguida, é sugerida a construção de modelos e sua posterior socialização (C4), contudo L12 não indica se serão feitas discussões referentes às vantagens e limitações dos modelos construídos. O C5 é mobilizado quando L12 propõe que o professor dê uma explicação científica sobre o assunto em estudo, mas não é descrita a articulação dessa apresentação com os modelos elaborados pelos alunos.

Na seqüência proposta para o plano 2, L12 não prevê a discussão anterior ao experimento, o que consideramos uma limitação em relação ao plano inicial, visto que defendemos que atividade experimental deve ser caracterizada por um processo interativo entre professores e alunos. Em relação à construção de modelos, entretanto, o licenciando explicita um momento para que os modelos elaborados pelos alunos sejam socializados por meio de um debate em grupo. A apresentação do modelo científico (C5) que, inicialmente, era prevista como aceitação dos modelos dos alunos, seguida de uma atividade de comparação com os modelos dos alunos, é apresentada no plano 2 como uma explicação científica do conteúdo sem que haja uma retomada dos modelos elaborados pelos alunos.

O *Licenciando 13*, na seqüência sugerida para o plano 1 (Quadro 48), propõe atividades que contemplam 3 dos critérios (C2, C4 e C5) por nós estabelecidos para análise dessa questão de estudo. Inicialmente, é sugerido que os alunos realizem experimentos e, posteriormente, que o professor levante algumas questões (C2) para os alunos se envolverem na construção de modelos (C4). Não é descrito um momento para a socialização dos modelos construídos e para a discussão relacionada às vantagens e limitações desses modelos. O licenciando finaliza sua proposta sugerindo uma apresentação de questões relacionadas ao conteúdo estudado (C5) sem que haja uma articulação entre elas e os modelos construídos pelos alunos.

PLANO 1 – L13	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Em grupo de três alunos, serão realizados experimentos para observar a passagem da corrente elétrica em alguns sistemas.	C2: Os alunos realizam experimentos.
2- A partir do que foi observado, são levantadas algumas questões pelo professor (relacionadas com a condução ou não de eletricidade) para que os alunos construam modelos que expliquem os fatos.	C2: A partir dos experimentos realizados, os alunos discutem com o professor para explorar as idéias relacionadas com o assunto em estudo. C4: Os alunos, em pequenos grupos, constroem modelos a partir da realização de um experimento.
3- O professor introduz algumas questões, relacionadas ao conteúdo ligações químicas, que vão além da condução ou não de eletricidade.	C5: Apresentação de questões relacionadas ao conteúdo estudado.
PLANO 2 – L13	
Seqüência didática proposta	Elementos do CPC mobilizados
1- Em grupo de três alunos, serão realizados experimentos para observar a passagem da corrente elétrica em alguns sistemas.	C2: Os alunos realizam experimentos sobre o assunto em estudo.
2- Discussão em grupo para a construção do modelo, seguida de confrontação de cada modelo, observando as vantagens e limitações, de modo a iniciar a construção da idéia de ligação química como compartilhamento de elétrons e que a passagem de corrente elétrica necessita de partículas livres com cargas negativas ou positivas.	C4: Discussão em grupo para a construção de modelos a partir da realização de um experimento. Discussão dos modelos elaborados, confrontando-os. São analisadas as vantagens e limitações referentes aos modelos apresentados. C5: Apresentação de questões relacionadas ao conteúdo estudado.
3- Apresentação de questões referentes às ligações químicas por parte do professor.	C5: Apresentação de questões relacionadas ao conteúdo estudado.

Quadro 48 – Seqüências didáticas propostas por L13.

Na proposta do plano 2, L13 não propõe um momento de discussão com o professor depois da realização do experimento (C2) como exposto no plano inicial. Apresenta, contudo, com mais detalhes a etapa relacionada à C4, sugerindo a construção de modelos, confrontação dos modelos construídos e discussão das vantagens e limitações desses modelos. No que diz respeito à C5, L13 apenas indica que serão apresentadas questões referentes ao assunto em estudo, sem que sejam levados em consideração os modelos elaborados pelos alunos, embora, na etapa relativa à construção de modelos, isso tenha sido explorado de modo mais significativo que no plano 1.

Os critérios estabelecidos nas seqüências sugeridas no plano 2 pelo grupo de licenciandos investigados podem ser observados na tabela 17. A presença desses critérios nos fornece indícios dos elementos relacionados ao conhecimento pedagógico do conteúdo que foram mais mobilizados pelo grupo ao elaborarem uma seqüência de atividades utilizando modelos. O critério 4 que envolveria as atividades relacionadas à construção, socialização e discussão dos modelos esteve presente em todas as propostas dos licenciandos, embora, como observamos nas

discussões individuais, tenha havido uma diversidade na forma como as atividades referentes a cada critério deveriam se propostas ou articuladas com as demais atividades.

Tabela 17 – Critérios citados pelos licenciandos em relação à segunda questão de estudo no plano 2

Critérios	Licenciandos	Total (%)
1	L1, L2, L3, L6, L8, L9 e L11	7 (53,85)
2	L1, L9, L11, L12 e L13	5 (38,46)
3	L5 e L6	2 (15,39)
4	L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9, L10, L11, L12 e L13.	13 (100)
5	L1, L2, L3, L4, L7, L8, L9, L10, L11, L12 e L13	11 (84,62)

Em relação ao critério 5, 11 licenciandos sugeriram a apresentação do modelo científico como uma parte da seqüência didática, o que é importante no trabalho com modelos para que os alunos compreendam que nem todo modelo construído é válido para o que se pretende representar. Durante essa apresentação, contudo, é importante que se busque uma articulação com os modelos que os alunos elaboraram.

O resgate das idéias prévias referente ao critério 1, o que consideramos como um ponto importante no processo de ensino-aprendizagem – desde que haja uma articulação dessas idéias com as demais atividades propostas pelo professor – permeou 7 seqüências propostas pelos licenciandos de forma explícita, embora alguns, como L4 tenham considerado implicitamente esse aspecto em seu planejamento. Já os critérios 2 e 3, que envolvem uma aproximação maior dos alunos com o tema em estudo, foram pouco contemplados na elaboração dos planos. Isso pode conduzir à elaboração de modelos que não apresentem uma consistência teórica adequada.

4.3 AS CONTRIBUIÇÕES E ENTRAVES DURANTE A FORMAÇÃO INICIAL DOS LICENCIANDOS PARA A UTILIZAÇÃO DE MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA

Como indicamos na metodologia, duas subcategorias subsidiaram a análise para respondermos esta questão de estudo: as contribuições e obstáculos na compreensão dos modelos científicos e didáticos e na construção da habilidade de planejar atividades que envolvam modelos. A seguir apresentaremos os resultados para cada subcategoria.

4.3.1 Compreensão dos modelos científicos e didáticos durante a formação inicial.

Na tabela 18, podemos observar se as discussões relativas aos modelos estiveram presentes na formação inicial, a partir das respostas indicadas pelos licenciandos investigados aos questionários e à entrevista. A relação dos modelos na construção do conhecimento científico esteve presente nas discussões de disciplinas anteriores à Prática de Ensino de Química de acordo com as respostas de 3 licenciandos (L4, L7 e L13). Essas discussões permearam as disciplinas de Química Geral e Instrumentalização para o Ensino da Química. De acordo com esses licenciandos, entretanto, durante a entrevista, não foi detalhado como tinham sido conduzidas essas discussões.

Tabela 18 – Discussões relacionadas aos modelos na formação inicial.

Discussões na Formação Inicial	Nº de respostas	
	Sim	Não
Modelos e o conhecimento científico	3 (23,07%)	10 (76,92 %)
Modelos e o ensino de Química	-	13 (100%)
Uso de modelos no ensino de Química	-	13 (100%)

As discussões relacionadas aos modelos no ensino de Química em disciplinas anteriores à Prática de Ensino de Química não foram indicadas pelos licenciandos investigados. Esse é um

fato que limita a utilização de atividades que envolvam o uso de modelos na Educação Básica, visto ser importante, segundo discute Gilbert, J., (2004), que, durante a formação de professores, haja uma compreensão do que é um modelo e das entidades a partir das quais os modelos são construídos, bem como a natureza das relações de causa-efeito operando neles.

4.3.2 Habilidade de planejar atividades que envolvam o uso de modelos

Planos de atividades pelos licenciandos e entrevistas

No quadro 49, podemos visualizar como os elementos do plano de atividades (Apêndice F) foram apresentados pelos licenciandos conforme o foco de análise que indicamos na metodologia. Os objetivos propostos por 9 licenciandos não indicaram atividades que os alunos iriam realizar voltadas à construção de modelos, o que pode dificultar o planejamento dos demais elementos que formam o plano de atividades.

Os conteúdos de ensino indicados pelos licenciandos permitiam que os alunos construíssem modelos relativos aos fenômenos químico em estudo, embora 4 licenciandos tenham selecionado conteúdos que extrapolem o tempo destinado à quantidade de aulas sugeridas (L1, L3, L4, L12) e 4 licenciandos tenham indicado o conteúdo de uma maneira geral sem especificar que questões seriam abordadas durante a aula (L5, L10, L11 e L13). Esses fatos podem levar a uma falta de articulação entre os elementos constituintes do plano de atividades.

Licenciandos	ELEMENTOS				
	Objetivos	Conteúdos	Estratégias	Recursos	Avaliação
L1	Não define	Permite a construção de modelos.	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Formativa
L2	Não define	Permite a construção de modelos	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Não descreve
L3	Não define	Permite a construção de modelos	Seqüência estruturada para construção de modelos	Não descritos	Final
L4	Não define	Permite a construção de modelos	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Final
L5	Define	Permite a construção de modelos	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Não descreve
L6	Não define	Permite a construção de modelos	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Final
L7	Define	Permite a construção de modelos	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Final
L8	Não define	Permite a construção de modelos	Seqüência geral para construção de modelos	Descritos	Final
L9	Define	Permite a construção de modelos	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Final
L10	Define	Permite a construção de modelos	Seqüência estruturada para construção de modelos	Não descritos	Formativa
L11	Não define	Permite a construção de modelos	Seqüência geral para construção de modelos	Descritos	Não descreve
L12	Não define	Permite a construção de modelos	Seqüência geral para construção de modelos	Descritos	Final
L13	Não define	Permite a construção de modelos	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Não descreve

Quadro 49 – Análise dos elementos do plano de atividades 1 dos licenciandos investigados.

Consideramos as estratégias didáticas apresentadas por 2 licenciandos (L3 e L10) como seqüências estruturadas, visto que indicaram a construção e a socialização de modelos, propuseram discussões sobre as vantagens e limitações desses e sinalizaram o processo de negociação entre os modelos elaborados pelos alunos e os modelos científicos. Essas etapas não foram, contudo, terem sido expostas com detalhes. As seqüências estruturadas de uma maneira

geral não foram indicadas por 11 licenciandos, os quais não contemplaram em suas propostas as etapas anteriormente citadas para a abordagem de um conteúdo químico envolvendo modelos.

Os recursos que seriam utilizados durante a aula foram descritos apenas por 3 licenciandos (L8, L11 e L12) no plano de atividades 1. Esse é um fato que nos preocupa, visto que é importante o professor fazer uma previsão dos materiais que serão utilizados na abordagem do conteúdo.

Em relação às estratégias avaliativas adotadas, 2 licenciandos (L1 e L10) sugerem atividades que consideramos relacionadas à concepção de uma avaliação formativa (ZABALA, 1998), visto que propiciam momentos avaliativos no decorrer da seqüência sugerida. Sete (7) licenciandos (L2, L3, L4, L6, L7, L8, L9 e L12), porém, indicaram atividades desse tipo no final da seqüência proposta, e 3 (L5, L11 e L13) não apontaram as estratégias avaliativas.

No plano 2, todos licenciandos direcionaram o objetivo da aula para a construção de modelos pelos alunos como podemos observar no quadro 50. A relação entre os conteúdos de ensino selecionados e o tempo para abordá-los foi revista por 2 licenciandos (L4 e L11).

Licenciandos	ELEMENTOS				
	Objetivos	Conteúdos	Estratégias	Recursos	Avaliação
L1	Define	Permite a construção de modelos.	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Final
L2	Define	Permite a construção de modelos.	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Não descreve
L3	Define	Permite a construção de modelos.	Seqüência estruturada para construção de modelos	Descritos	Final
L4	Define	Permite a construção de modelos.	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Final
L5	Define	Permite a construção de modelos.	Seqüência geral para construção de modelos	Descritos	Final
L6	Define	Permite a construção de modelos.	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Final
L7	Define	Permite a construção de modelos.	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Final
L8	Define	Permite a construção de modelos.	Seqüência geral para construção de modelos	Descritos	Final
L9	Define	Permite a construção de modelos.	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Final
L10	Define	Permite a construção de modelos.	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Formativa
L11	Define	Permite a construção de modelos.	Seqüência geral para construção de modelos	Descritos	Final
L12	Define	Permite a construção de modelos.	Seqüência geral para construção de modelos	Descritos	Final
L13	Define	Permite a construção de modelos.	Seqüência geral para construção de modelos	Não descritos	Não descreve

Quadro 50 – Análise dos elementos do plano de atividades 2 dos licenciandos investigados

As seqüências apresentadas neste plano não apresentaram muitas modificações. Para 12 dos licenciandos investigados, essas seqüências, apesar de algumas reformulações como já discutimos na segunda questão de estudo, não apresentam de forma explícita as etapas relacionadas diretamente à utilização de modelos. O licenciando L10 que tinha sugerido em seu plano inicial o que indicamos como uma seqüência estruturada, no plano 2 não explicitou todas

as atividades pertinentes ao uso de modelos que estabelecemos, apresentando uma seqüência geral para o uso de modelos.

Os recursos de ensino foram descritos por 2 (L3 e L5) dos 10 licenciandos que não haviam indicado esses recursos no plano 1. As estratégias avaliativas no sentido de propiciar uma avaliação formativa só foi indicada por 1 licenciando (L10). L5 e L11, entretanto, que no plano 1 não tinham expressados momentos avaliativos, no plano 2, indicam estratégias pertinentes a uma avaliação final. Outro fator a considerar são as propostas avaliativas de L1 que, inicialmente, estavam relacionadas a todo o processo, mas que, após as reformulações, passa a contemplar apenas o final da seqüência proposta.

A partir da análise dos quadros 49 e 50, pudemos observar algumas dificuldades e/ou avanços dos licenciandos no planejamento de atividades que envolvessem o uso de modelos no ensino de Química. A definição dos objetivos que, no plano inicial, não estava direcionada a atividades de construção de modelos foi indicada no plano 2 por todos os licenciandos nesse sentido. Os conteúdos de ensino que foram mobilizados permitem a construção de modelos, embora seja necessária uma adequação do tempo à quantidade de conteúdos selecionados e até uma especificação de que conteúdos dentro de um tema devem ser abordados no decorrer da aula. As seqüências didáticas, por não indicarem com detalhes como o licenciando concebe a vivência da aula, são apresentadas de uma maneira geral, limitando a análise dos elementos relativos ao CPC. A descrição dos recursos a serem mobilizados pelo professor não foi indicada por grande parte dos licenciandos (9) restringindo uma organização prévia do que será necessário para a aula. Estratégias relacionadas à avaliação formativa, que entendemos como importante à construção de modelos por levar em consideração todo o processo de ensino-aprendizagem, também não foi contemplada pela maioria dos licenciandos no plano 2 (12 licenciandos).

Nas entrevistas, apenas o licenciando 1 revelou não ter tido dificuldades na elaboração do plano que envolvesse a utilização de modelos. Os demais licenciandos expressaram dificuldades relativas à parte didática de construção de um plano de atividades ou à elaboração de um plano direcionado à construção de modelos. O licenciando 8 declarou que, durante o processo formativo, a construção de modelos não havia sido uma questão considerada. Isso nos remete às considerações feitas por Pereira (2000) segundo o qual, a formação inicial de professores apresenta limitações na aproximação do futuro professor com as situações profissionais. Esse fato é influenciado pelo formato destinado à formação inicial em que as disciplinas pedagógicas são

ministradas no final do curso e desarticuladas das disciplinas relativas aos conteúdos específicos (MALDANER, 2000). Isso dificulta a construção de habilidades relacionadas ao planejamento de atividades, nos ensinamentos fundamental e médio de Química que envolvam o uso de modelos. A seguir, nos depoimentos de L8, L5 e L9, estão evidentes as limitações de propostas direcionadas ao planejamento de atividades durante a formação inicial relacionadas ao uso de modelos.

Licenciando 8 (Entrevista)

Em tese, sim. A maior dificuldade é porque devido a gente não trabalhar, não ter uma boa base. Tem uma disciplina de Didática, porém ela não trabalha, trabalha muito solto o conteúdo, muitas vezes não dá tempo, é uma atividade aqui, outra atividade ali, não trabalha plano de aula [...]

Licenciando 9 (Entrevista)

Eu nunca vi um professor trabalhar como modelos, então nunca falou pra gente. Se não fosse as aulas antes com certeza não tinha saído nada não. A dificuldade foi justamente isso, que a gente viu, comentou, mas pouca coisa, né? A gente não consegue absorver tudo em poucas aulas [...] Mas, se não fosse aquelas aulas, não sei não. A dificuldade foi bastante em relação a isso porque a gente não tá acostumado a vê ou trabalhar com modelos.

Licenciando 6 (Entrevista)

A dificuldade em criar modelos a partir do plano para passar para os alunos. A partir das discussões em sala de aula é que começou a dá uma clareada. Falta mais embasamento nesta parte de modelos, ai ficaria um pouco mais fácil de fazer.

A partir das considerações dos licenciandos, podemos inferir a importância de discussões acerca dos modelos durante a formação inicial. Essas discussões, entretanto, não devem ser pontuais, mas permear o processo formativo, constituindo uma contribuição à profissionalidade (RAMALHO; NÚÑEZ; GAUTHIER, 2003) desses futuros docentes, visto que consideramos a compreensão da categoria modelos e sua utilização nas aulas de Química como saberes que, atrelados a outros, formam a base de conhecimento do professor para o ensino.

A partir da análise e discussão referentes à terceira questão de estudo sinalizamos alguns aspectos relacionados ao processo formativo dos licenciandos investigados que podem favorecer ou obstacularizar a utilização de modelos no ensino de Química. Essas questões se referem ao

saber relativo à compreensão dos modelos científicos e didáticos, enquanto categorias que permeiam a construção do conhecimento científico e escolar, respectivamente, e dizem respeito também ao saber referente à habilidade em planejar atividades para o ensino de Química que envolva o uso de modelos.

No tocante ao saber referente às categorias mencionadas, podemos apontar como obstáculo, durante o processo formativo, as limitações das discussões que envolvem a natureza do conhecimento químico na ciência e no âmbito da Educação Básica, contemplando aspectos relativos ao processo de construção desse conhecimento e como os modelos estão presentes nessa construção. As discussões iniciais realizadas na disciplina Prática de Ensino foram produtivas na medida em que apontaram elementos iniciais para a compreensão das categorias conhecimento científico e modelos científicos e didáticos. É importante, contudo, que essas discussões possam permear diferentes disciplinas no decorrer do processo formativo.

O planejamento de atividades de ensino constituiu um aspecto relevante em nossa pesquisa, visto que, por meio desse, buscamos sinalizar os elementos relacionados ao conhecimento pedagógico do conteúdo que estavam sendo mobilizados pelos licenciandos, revelando assim os saberes que os futuros professores articulam ao elaborarem atividades de ensino que envolvam o uso de modelos.

A partir dos resultados anteriormente expostos, observamos que os licenciandos investigados apresentaram dificuldades em elaborar um plano de atividades que contemplasse a utilização de modelos. Consideramos esse fato como um obstáculo proveniente do processo formativo, visto que observamos dificuldades na estruturação didática do plano, isto é, na explicitação dos elementos que constituíam o plano de atividades. Isso indica a limitada familiarização dos licenciandos com a elaboração de planos no decorrer do processo formativo.

As reflexões e discussões feitas de modo a subsidiar a reformulação dos planos de atividades elaborados pelos licenciandos não levaram a mudanças significativas na estrutura dos planos elaborados inicialmente, embora tenham favorecido a reformulações nas seqüências didáticas propostas pelos licenciandos, as quais foram discutidas no item 4.3.1. Essa questão ratifica a importância de que os futuros professores possam, no decorrer de sua formação inicial, planejar atividades de ensino relacionadas ao uso de modelos, incorporando, dessa forma, o planejamento às suas práticas docentes.

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preocupação com a profissionalização docente é uma questão que tem sido evidenciada no cenário educacional. A busca por um repertório de saberes que caracterizem e legitimem a docência enquanto profissão permeia os debates, constituindo um dos subsídios ao exercício dessa profissão e contemplando a dimensão da profissionalidade.

Refletir sobre a docência no ensino de Química nos sinaliza um conjunto de saberes que contemplam aqueles relativos ao exercício do magistério no sentido mais amplo e aqueles que revelam as singularidades da disciplina. Nesse sentido, a natureza do conhecimento químico e dos modelos relacionados a esse conhecimento, bem como a forma como o professor conduz, junto aos alunos, a mediação entre o conhecimento e modelos da ciência aos seus alunos constituem elementos importantes a serem incorporados ao repertório de saberes.

Nesta pesquisa procuramos – norteados pela tese de que a habilidade de planejar atividades que envolvam o uso de modelos para os alunos do ensino fundamental e médio deva ser subsidiada por um processo formativo que contempla reflexões acerca da natureza do conhecimento científico, dos diferentes tipos de modelos e da elaboração de atividades que contemplem essas questões – sinalizar questões que podem subsidiar as agências formadoras a fim de levá-las a propor processos formativos que contemplem os elementos aqui explicitados de modo a contribuir com o processo de construção de saberes que fundamentem o exercício profissional dos docentes de Química.

A partir da primeira questão de estudo, relacionada às representações dos licenciandos em Química sobre o conhecimento científico, modelos científicos e didáticos, aspectos pertinentes emergiram. Para o conhecimento científico, a presença de um método científico no processo de construção da ciência é um aspecto indicado por todos os licenciandos investigados, embora tenhamos observado uma falta de consistência a respeito de como se dá esse processo, fato que relevou a pouca aproximação dos futuros professores com o processo de produção do conhecimento na ciência. De forma mais discreta, porém, outras questões interessantes permearam as representações dos licenciandos a respeito do conhecimento científico como, por exemplo, a dimensão social e o papel da comunidade científica na validação desse conhecimento; e o experimento como forma de comprovação do conhecimento científico e a ênfase dos modelos no processo de construção do conhecimento científico, essa ênfase é para nós é um ponto fundamental.

Os modelos científicos foram apontados pela maioria dos licenciandos como uma forma de representação cuja finalidade seria a explicação, a compreensão e a interpretação dos fenômenos. Aspectos pertinentes relativos a isso foram sinalizados como o seu caráter provisório e o fato de ser uma forma simplificada de representação. Isso evidencia o papel dos modelos como uma tentativa de representar determinados aspectos da realidade e, por não ser possível tomar todos os seus aspectos, não pode ser apresentado como um dogma, uma verdade imutável. Apesar de os licenciandos declararem que há uma relação entre o conhecimento científico e os modelos científicos, ao serem apresentadas situações envolvendo o conhecimento químico para que eles reconhecessem os modelos relacionados com o conhecimento científico, houve limitações. Esse fato revelou que, apesar de incorporarem ao discurso questões relativas aos modelos, há um distanciamento quanto às situações em que podem ser reconhecidos.

Uma diferenciação entre os modelos abordados nos ensinamentos fundamental e médio de Química e os modelos científicos foi indicada pela maioria dos licenciandos, embora não tenha sido destacado que as diferenças estão norteadas pelas singularidades inerentes aos contextos científico e escolar. Foi evidenciado o papel dos modelos didáticos como uma ferramenta que contribui para a aprendizagem dos alunos e, ainda que tenham sido exemplificados no ensino de Química, é necessário que os modelos didáticos sejam elaborados e discutidos no processo formativo para que estratégias diversificadas possam ser mobilizadas nas aulas de Química.

Outros aspectos relevantes são as limitações apontadas pelos licenciandos para uma abordagem que contemple os modelos. A identificação desses limites contribui para que se pense sobre as condições de ensino nas escolas e ratifica a idéia de que a busca pela profissionalização docente envolve tanto o corpo de saberes relativos à sua dimensão interna (profissionalidade) quanto os aspectos referentes à dimensão externa (profissionalismo). Nesse sentido, a limitação do tempo é um fator destacado como um dos entraves para vivenciar uma abordagem que propicie a construção de modelos, como também a dificuldade em se trabalhar com uma abordagem diferente da habitual.

Frente aos aspectos ressaltados no tocante à primeira questão de estudo, fica evidenciada a necessidade de discussões, ao longo do processo formativo, relacionadas às categorias aqui salientadas. Apesar de não termos pretendido, durante nossa investigação, propor um processo de formação de professores, percebemos que as reflexões promovidas durante a disciplina Prática de Ensino foram incorporadas ao discurso dos licenciandos de modo, muitas vezes superficial. Essa

nossa constatação pode, então, contribuir para o redirecionamento dos cursos de licenciatura na medida em que funciona como um alerta e indica que muitas questões relativas ao ensino devem ser discutidas desde o início dos cursos, não apenas, de forma pontual, em uma disciplina.

A segunda questão de estudo com a qual buscamos evidenciar os elementos relacionados ao conhecimento pedagógico do conteúdo que são mobilizados pelos licenciandos em Química na elaboração de atividades, que envolvem a utilização de modelos, para os ensinos fundamental e médio sinaliza-nos a mobilização de diferentes elementos referentes aos CPC, mesmo que de maneira superficial.

As seqüências elaboradas pelos licenciandos mobilizaram, de modo diferenciado, principalmente elementos do CPC relativos aos modelos, no que concerne ao processo de construção por parte dos alunos e negociação dos modelos elaborados pelos alunos e os modelos científicos. O processo que envolveu a reelaboração dos planos inicialmente propostos proporcionou o detalhamento de alguns aspectos no plano reformulado. Isso aponta a necessidade de que os futuros professores devem, durante a sua formação, elaborar atividades didáticas mediados por seus formadores, o que infelizmente, ainda, é uma prática limitada no espaço formativo.

Faz-se necessário propiciar aos licenciandos oportunidades para que esses possam aprimorar o CPC. Isso envolve estratégias didáticas que permitam adequar o conhecimento químico de modo que esse possa ser ensinado da melhor forma aos alunos dos ensinos fundamental e médio. Consideramos que o CPC é desenvolvido ao longo da trajetória profissional docente, porém é necessário que a formação inicial proporcione ferramentas que auxiliem o aprimoramento de um repertório de atividades que instrumentalizem os professores nessa direção.

Os fatores que favorecem ou inviabilizam a construção de saberes durante a formação inicial de professores de Química, relacionados ao uso de modelos na elaboração de atividades para o ensino de Química como componente do CPC, foram destacados na terceira questão de estudo desta investigação. Os resultados revelam limitações nas discussões referentes às categorias envolvidas ao longo do processo formativo que ficaram praticamente restritas à disciplina em que a investigação foi realizada. Essa constatação ratifica as considerações que temos tecido no sentido de que são importantes reflexões, discussões e atividades que busquem a

construção de saberes relativos ao conhecimento científico e aos modelos científicos e que isso não fique restrito a uma disciplina, mas que permeiem o processo formativo.

Outro aspecto evidenciado na terceira questão de estudo diz respeito ao planejamento de atividades que envolvem o uso de modelos. Nesse sentido, uma dificuldade ressaltada vincula-se à própria construção de um plano de ensino, pois, ao longo da formação inicial, aspectos teóricos pertinentes a esse tipo de atividade são salientados sem que os licenciandos elaborem e discutam planos nas disciplinas. Outra dificuldade refere-se a planejar atividades envolvendo modelos sem que haja um conhecimento consistente sobre a natureza desses, fato que limita as propostas de atividades que contemplem esse tipo de abordagem.

Os resultados indicados nesta pesquisa apontam para a necessidade de proporcionar um processo formativo que propicie a construção de saberes relativos à natureza do conhecimento científico e dos modelos científicos e didáticos por meio de uma reflexão e discussão que seja transversal durante a formação inicial, ou seja, que os alunos sejam envolvidos, ao longo dessa formação, no planejamento de atividades de ensino, permitindo-lhes a construção de elementos que sirvam de base ao CPC ao longo da trajetória profissional.

É imprescindível que se busque a profissionalização dos professores e a dimensão contemplada nesta investigação, no sentido de promover a construção de um saber que diferencia o Químico de um Professor de Química – O Conhecimento Pedagógico do Conteúdo – indica ser necessário um processo formativo que supere uma tradição em que os conteúdos pedagógicos e específicos são desarticulados da realidade profissional docente.

Como sugestão, a partir dos resultados desta pesquisa, apontamos a necessidade de que diferentes disciplinas, ao longo da formação inicial, possam ser contempladas com conteúdos que mobilizem discussões vinculadas à natureza do conhecimento químico tanto no contexto científico quanto no contexto escolar, o que ressaltaria as categorias que estamos discutindo ao longo deste trabalho. Nessa direção, as Práticas de Ensino que permeiam o processo de formação inicial poderiam incorporar esses aspectos e, desse modo, permitir uma aproximação entre o conhecimento químico e o ensino de Química nos níveis fundamental e médio, proporcionando aos futuros professores a construção de elementos referentes ao CPC.

Outra questão pertinente é que novas investigações se debruçam sobre esta temática revelando saberes importantes ao professor de Química de modo a propiciar contribuições para

que possamos pensar em processos formativos iniciais mais relacionados ao ingresso do professor em sua realidade profissional.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teacher's conceptions of nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, London, v. 22, n.7, p. 665-701, 2000.

ACEVEDO DIAS, J. A. et al. Mitos da didática das ciencias acerca dos motivos para incluir a natureza da ciencia no ensino de ciencias. **Ciência e Educação**, Bauru, v.11, n. 1, p. 1-15, 2005.

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER. 2 ed. **O método nas ciências naturais e sociais**: pesquisa quantitativa e qualitativa. Pioneira: São Paulo, 2001. 203p.

ARÉVALO MORA, X.; ORTEGA HERNANDEZ, A.; DOMÍNGUEZ DANACHE, R. E. Os modelos en la construcción e evaluación de los conocimientos em fisicoquímica. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, número extra, p. 1-6, 2005.

BARKE, H. D; ENGIDA, T. Structural Chemistry and spatial ability different cultures. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, Ionnina, v. 2, n.3, p. 227-239, 2001.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977. 225 p.

BENSAUDE-VICENT, B.; STENGERS, I. **História da Química**. Lisboa: Instituto Piaget, 1992. 402p.

BOLIVAR, A. **El conocimiento de la enseñanza**. Epistemologia de la investigaci3n curricular. Granada: Force, Universidad de Granada, 1995.

BORGES, A. T. Um estudo de modelos mentais. **Investiga3n em Ensino de Ci3ncias**, Porto Alegre, v.3, n.2, p. 1-19, 1997.

BORGES, C. Saberes docentes: diferentes tipologias e classifica3es de um campo de pesquisa. **Educa3n & Sociedade**, Campinas, v. 22, n. 74, 2001.

BORGES, M. C. F. **O professor da educação básica de 5ª a 8ª série e seus saberes profissionais**. 2002. 226f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2002.

BORGES, M. R. B. et al. Repensando a natureza da ciência. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 4., 2003, Bauru, **Atas ...** Bauru: ABRAPEC, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9.394/96**. Brasília, 1999a.

_____. Ministério da Educação – MEC, Secretária de Educação Média e Tecnológica - Semtec. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999b.

_____. Ministério da Educação. **Parecer CNE / CP nº 9/2001**. Disponível: em <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2003.

_____. Ministério da Educação – MEC, Secretária de Educação Média e Tecnológica – Semtec. **PCN+**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

CARTER, K. Teachers' knowledge and learning to teach. In: HOUSTON, W. Robert (Ed.) **Handbook of research on teacher education**. New York: Macmillan, 1990. p. 291-310.

CARVALHO, A. M. P. ; GIL-PEREZ, D. **Formação de professores de Ciências**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 1998. 120 p.

CARVALHO, N. B.; JUSTI, R. S. Dificuldades dos alunos na construção de modelos mentais de ligação metálica baseados na analogia do “mar de elétrons”. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005.

CASTRO, E. A. El empleo de modelos en la enseñanza de la química. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 10, n. 1, p. 73-79, 1992.

CHAMIZO, J.A. El curriculum oculto en la enseñanza de la química. **Educación Química**, México, v. 12, n. 4, p. 194-198, 2001.

CHASSOT, A. **Educação conSciência**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003. 244 p.

CHEVELLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sábio al saber enseñado.** Buenos Aires: Aique, 1991. 196 p.

CHRISPINO, A. Cenários em Educação Química: Instrumentos necessários. **Educación Química**, Mexico, v. 11, n. 1, p. 137-143, 2000.

CLARKE, D.; HOLLINGSWORTH, H. Elaborating a model of teacher professional growth. **Teaching and teacher education**, [S. l.], v. 18, p. 947-967, 2002.

CLEMENT, J. Model based learning as a key research area for science education. **Internacional Journal Science Education.**, London, v. 22, n. 9, p. 1041-1053, 1989.

COLL, R. K.; FRANCE, B.; TAYLOR, I. The role of models and analogies in science education: implications from research. **International Journal Science Education**, London, v. 27, n. 2, p. 183-198, 2005.

CONCARI, S. B. Teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 85-94, 2001.

CORRADI, D. P.; ROSA, M. I. P. Estágio supervisionado: cultura(s) e processos de identificação num currículo de licenciatura em química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005.

DE JONG, O. La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 14, n. 3, p. 279-288, 1996.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, Pennsylvania, v. 75, n.6, p. 649-672, 1991.

DUSSEL, I. La formación de docentes para la educación secundaria en América Latina: perspectivas comparadas. In: Braslavsky, C., Dussel, I. y P. Scaliter (Orgs.), **Los formadores de jóvenes en América Latina.** Desafíos, Experiencias y Propuestas, Oficina Internacional de Educación y Administración Nacional de Educación Pública del Uruguay, Ginebra, 2001, p. 10-23.

EICHINGER, D. C.; ABELL, S. K.; DAGHER, Z. R. Developing a graduate level science education course on the nature of science. **Science and Education**, Netherlands, v. 6, p. 417-429, 1997.

FERNÁNDEZ MONTORO, I. et al. El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia. **Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 3, 2003. Disponível em: < <http://www.saum.uvigo.es/reec/>>. Acesso em: 25 fev. 2005.

FIORENTINI, D.; SOUZA, A. J.; MELO, G.F. Saberes docentes: Um desafio para acadêmicos e práticos In: GERALDI, C. (Org). **Cartografias do trabalho docente**: Professor(a)-pesquisador(a). Campinas: Mercado das Letras, ALB, 2001. p. 307-335.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 165 p.

FURIÓ, C.; FURIÓ, C. Dificultades conceptuales e epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. **Educación Química**. México, v. 11, n. 3, p. 300-308, 2000.

GALAGOVSKY, L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 19, n. 2, p. 231-242, 2001.

GARAY GARAY, F. R.; GALLEGO BADILLO, R.; PÉREZ MIRANDA, R. El modelo de periodicidad química en la formación inicial de profesores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005.

GARRITZ, A.; TRINIDADE-VELASCO, R. El conocimiento pedagógico del contenido. **Educación Química**, México, v. 15, n. 2, 2004.

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

GIERE, R. N. Un nuevo marco para enseñar o razonamiento científico. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, número extra, p. 63-70, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 171 p.

GILBERT, S. W. Model building and a definition of science. **Journal of Research in Science Teaching**., Maryland ,v. 28, n. 1, p 73-79, 1991.

GILBERT, J. K. Models and Modelling: routes to more authentic science education. **Internacional Journal of Science and Mathematics Education**, Netherlands, v. 2, p. 115-130, 2004.

GIL PÉREZ et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125- 153, 2001.

GIORDAN, A.; DE VECCHI, G. **As origens do saber**: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 222 p.

GRECA, I. M. Discutindo aspectos metodológicos da pesquisa em ensino de ciências: algumas questões para refletir. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.2, n. 1, p. 73-82, 2002.

GRECA, I. M.; SANTOS, F. M. T. Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em Ciências: o caso da Física e da Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 1-15, 2005.

GROSSMAN, P. L.; WILSON, S. M.; SHULMAN, L. S. Profesores de sustancia: el conocimiento de la material para la enseñanza. **Revista de curriculum y formación de profesorado**, Granada, v. 9, n. 2, p. 1-25, 2005.

GROSSLIGHT, L.; JAY, E.; SMITH, C. L. Understanding models and their use in science: conceptions of middle and high school students and experts. **Journal of Research in Science Teaching**, Maryland, v. 28, n. 9, p. 799-822, 1991.

HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.4, n.3, p. 1-17, 1999.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Secondary student's mental models of atoms and molecules: implications for teaching chemistry. **Science Education**, Pennsylvania, v. 80, n. 5, p. 509-534, 1996.

_____. Learning about atoms, molecules and chemical bonds: a case study of multiple-model use in grade 11 Chemistry. **Science Education**, Pennsylvania, v. 84, p. 352-381, 2000a.

_____. A typology of school science models. **Internacional Journal Science Education**, London, v. 22, n 9, p. 1011-1026, 2000b.

HARRISON, A. G. How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? **Research in Science Education**, Netherlands, n. 31, p. 401-435, 2001.

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. **International Journal of Science Education**, London, v.14, p. 541-562, 1992.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. São Paulo: Cortez, 2000. 119 p.

IRANZO GARCIA, I. **Formación del profesorado para el cambio: desarrollo profesional en cursos de formación y en proyectos de asesoramiento en centros**. 2002. 904f. Tese (Doutorado em Educação) – Universitat Rovira I Virgili, Tarragona, 2002.

ISLAS, S. M.; PESA, M. A. Futuros docentes y futuros investigadores se expresan sobre el modelado em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 319-328, 2001.

_____. ¿Qué ideas tienen los profesores de física de nivel medio respecto al modelado? **Ciência e Educação**, Bauru, v. 8, n. 1, p. 13-26, 2002

_____. ¿Qué rol asignan los profesores de física de nível médio a los modelos científicos e a las actividades de modelado? **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, número extra p. 57-66, 2003.

JUSTI, R. S.; RUAS, R. M. Aprendizagem de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 5, p. 24-27, 1997.

JUSTI, R. S. Proposição de um modelo para análise do desenvolvimento do conhecimento de professores de Ciências sobre modelos. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003.

_____. La enseñanza de ciencias basada em la elaboración de modelos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.24, p. 173-184, 2006.

JUSTI, R. S. e GILBERT, J. K. History and Philosophy of science through model: the case of chemical kinetics. **Science and Education**, Netherlands, v. 8, p. 283-307, 1999.

_____. History and philosophy of science through models: some challenges in the case “of atom”. **Internacional Journal Science Education**, London, v. 22, n. 9, 993-1009, 2000.

_____. A natureza dos modelos na visão de professores de ciências. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 2001, Atibaia. **Atas...** Atibaia: ABRAPEC, 2001.

_____. Science teacher’s knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. **Internacional Journal Science Education**, London, v. 24, n. 12, p. 1273-1292, 2002a.

_____. Modelling, teacher’s views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **Internacional Journal Science Education**, London, v. 24, n.4, p. 369-387, 2002b.

KAPRAS, S. et al. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. **Investigação no Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 1-17, 1997.

KRASILCHIK, M. Reformas Realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n.1, p. 85-93, 2000.

_____. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1987. 80 p.

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**, Maryland, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

LIMA, A. A. ; NÚÑEZ, I. B. As analogias no ensino de química: uma investigação dos saberes na formação inicial de professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 12., 2004a, Curitiba. **Atas...** Curitiba: PUC, 2004a.

_____. Aprendizagem por modelos utilizando modelos e analogias. In: NÚÑEZ, I. B. e RAMALHO, B. L. (Orgs.). **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004b, p. 245-264.

_____. O que pensa um grupo de licenciandos sobre o uso de modelos e analogias no ensino de química? In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL DO NORTE E NORDESTE, 17., 2005, Belém. **Atas...** Belém: UFPA, 2005.

LIMA, A. A.; NÚÑEZ, I. B. e SOARES, W. C. Os saberes docentes relativos aos modelos da ciência como ferramenta do conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso de futuros licenciados em química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005.

LIMA, A. A. Obstáculos à compreensão do modelo de ligação iônica: uma investigação junto a professores do ensino médio de química e em livros didáticos de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 13., 2006, Recife. **Atas...** Recife: UFPE, 2006.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano.** Rio de Janeiro: UERJ, 1999. 236 p.

MALDANER, O. A. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: Professores/Pesquisadores.** Ijuí: Unijuí, 2000. 419 p.

MARCELO GARCIA, C. Como conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didactico del contenido. In: MONTERO, L. e VEZ, J. **Las didácticas específicas en la formación del profesorado.** Santiago: Tórculo, 1993, p. 151-186.

MARCELO GARCIA, C. **Formação de Professores: para uma mudança educativa.** Porto: Porto, 1999. 230 p.

MARSULO, M. A. G. e SILVA, R. M. G. Os métodos científicos como possibilidade de construção de conhecimentos no ensino de ciências. **Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, 2005. Disponível em: <www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART3_Vol4_N3.pdf>. Acesso em: 13 out. 2006.

MAYER, R.E. Models for understanding. **Review of Educational Research**, Washington, v. 59, n. 1, p. 43-64, 1989.

MELLADO JIMENÉZ, V. Cambio didático del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 21, n. 3, p. 343-358, 2003.

MELLADO JIMÉNEZ, V.; BLANCO NIETO, L. J. ; RUIZ MACIAS, C. **Aprender a ensinar ciencias experimentales en la formación inicial del profesorado**. Estudios de caso sobre la enseñanza de la energía. Facultad de Educación. Universidad de Extremadura, 1999. p.139.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. S. Construção de modelos de ligação iônica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005.

MINERVA GUEVARA, S.; RICARDO VALDEZ, S. Los modelos en la enseñanza de la Química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y a su aprendizaje. **Educación Química**, México, v. 15, n. 3, p. 243-247, 2004.

MOREIRA, M. A. Modelos Mentais. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.1, n.3, p. 1-36, 1996.

MONTEIRO, A. M. F. C. Professores: entre saberes e práticas. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 22, n. 74, p.121-142, 2001.

MORAES, R. “O que é essa coisa chamada ciência?” Idéias sobre ciências de professores de matemática, física, química e biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: Concepções de estudantes sobre Reações Químicas. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 2, p. 23-26, 1995.

NEVES, L. S. et al. O conhecimento pedagógico do conteúdo: lei e tabela periódica. uma reflexão para a formação do licenciado em química. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 2001, Atibaia. **Atas...** Atibaia: ABRAPEC, 2001.

NOTT, M; WELLINGTON, J. Eliciting, interpreting and developing teacher's understandings of nature of science. **Science and Education**, Netherlands, v. 7, p. 579-594, 1998.

NUNES, C. M. F. Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 22, n.74, p.27-42, 2001.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. A pesquisa-ação como estratégia de formação continuada de professores: uma perspectiva de atenção à heterogeneidade. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL DA AFIRSE, 10., 2001, Natal. **Atas...** Natal: UFRN, 2001.

_____. Estudo da determinação das necessidades de professores: O caso do novo ensino médio no Brasil – elemento norteador do processo formativo. **Revista Iberoamericana de Educación**, 2002. Disponível em: <http://www.campus_oei.org>. Acesso em: 16 fev. 2005.

_____. **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004. 300p.

NÚÑEZ, I. B.; NEVES, L. S.; RAMALHO, B. L. Uma reflexão ao estudo da mecânica quântica: o caso do princípio da incerteza. **Revista Iberoamericana de Educación**, 2003. Disponível em: <http://www.campus_oei.org>. Acesso em: 5 nov. 2005.

OLIVA, J. M.; et al. J. Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 21, n. 3, p. 429-444, 2003.

OLIVA, J. M. El papel del razonamiento analógico en la construcción histórica de la noción de fuerza gravitatoria y del modelo del sistema solar. **Revista Eureka sobre Enseñanza e Divulgación de las Ciencias**, v. 1, n. 1, p.31-44, 2004. Disponível em: <http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_1/Analogias_Construcci%F3n_%20hist%F3rica_I_parte.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2004.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer**: projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses. Recife: Edições Bagaço, 2003. 174p.

PARDAL, L. A. Que Professor para a Educação Secundária? In: TAVARES, J.; BRZEZINSKI (Orgs.). **Conhecimento Profissional de Professores**. Brasília e Fortaleza: Plano Editora e Editora Demócrito Rocha, 2001, p.83-112.

PEREIRA, J.E.D. **Formação de professores**: pesquisa, representações e poder. Belo Horizonte: Autêntica, 2000. 167 p.

PEREIRA, J. C. R. **Análise de dados qualitativos**: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais. 3 ed. São Paulo: EDUSP, 2001. 156 p.

PETRUCCI, D.; DIBAR URE, M. C. Imagen de la ciencia en alumnos universitarios: una revisión y resultados. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 19, n. 2, p. 217-229, 2001.

PIMENTA, S. G e ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no Ensino Superior**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2005. 282 p.

PÓRLAN ARIZA, R.; RIVERO GARCIA, A. e MARTIN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, I: Teoría, métodos e instrumentos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 15, n. 2, p. 155-171, 1997.

PÓRLAN ARIZA, R.; RIVERO GARCIA, A. **El conocimiento de los profesores**. Sevilla: Díada, 1998. 94 p.

POZO MUNICIO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. **Aprender y enseñar ciencias**. Madrid: Ediciones Morata S. L., 1998. 331 p.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PERÉZ, D. A hipóteses e a experiência científica em educação em ciência: contribuições para uma reorientação epistemológica. **Ciência e Educação**. Bauru, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

RAMALHO, B. L. et al. Um estudo das necessidades formativas de professores de física, química e biologia sob as exigências do "novo ensino médio". In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 4., 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003.

RAMALHO, B. L.; NÚÑEZ, I. B. ; GAUTHIER, C. **Formar o professor, profissionalizar o ensino – perspectivas e desafios**. Porto Alegre: Sulina, 2003. 208 p.

_____. Quando o desafio é mobilizar o pensamento pedagógico do professor/ a: uma experiência centrada na formação continuada. In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 23., 2000, Caxambu. **Anais eletrônicos...** Caxambu: ANPED, 2000. Disponível em: <<http://www.anped.org.br>>. Acesso em: 20 out. 2004.

RICARDO VALDEZ, S. ; MINERVA GUEVARA, S. Los modelos en la enseñanza de la Química: algunas de las dificultades asociadas a sua enseñanza y a su aprendizaje. **Educación Química**, México, v. 15, n.3, p. 243-247, 2004

RODRÍGUEZ, G. P.; LEÓN, I. N. **Metodología de la investigación pedagógica y psicológica**. Primeira parte. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1983. 116 p.

ROS, A. C. La enseñanza de la química en el inicio del nuevo siglo: una perspectiva desde España. **Educación Química**, México, v. 12, n. 1, p. 7-17, 2001.

ROSA, M. I. P. Currículo, imaginário e formação de professores : uma experiência no estágio da licenciatura em química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005.

SANTOS, B. F.; SANTOS, L. N. Formação continuada de professores de química: qual modelo, qual formação? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005.

SANTOS, W. L.; SCHNETZLER, R. P. Função Social: O que significa o ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 4, p. 28-34, 1996.

SCHNETZLER, R. P. O professor de ciências: problemas e tendências de sua formação. In: SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.). **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: Unimep, 2000. p.12-41.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**. Cambridge, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

_____. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational researcher**: Washington, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.). **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: Unimep, 2000, p. 120-153.

SILVA, M. M. **Concepciones sobre la enseñanza de la resta: um estudio en el âmbito de la formación permanente del profesorado**. 2003. Tese (Doutorado). Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra, 2003

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. S. ; FERREIRA, P. F. M. . Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thompson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, Brasil, v. 11, n. 1, p. 1-25, 2006.

TALANQUER, V. Formación Docente: que conocimiento distingue a los Buenos maestros de química. **Educación Química**, México, v. 15, n.1, 2004.

TARDIF M.; GAUTHIER, C. O professor como “ator racional”: que racionalidade, que saber, que julgamento? In: PERRENOUD, P. et al (Org.). **Formando Professores Profissionais: Quais estratégias? Quais competências?**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 177-201.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 2.ed., Petrópolis: Vozes, 2002. 325 p.

THOMAS, M. F. Concepciones de futuros profesores del primero ciclo de primaria sobre la naturaleza de la ciencia: contribuciones de la formación inicial. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 14, n. 3, p. 315-322, 1996.

TOMASI, J. Models and modeling in theoretical chemistry. **Journal of Molecular Structure (Theochem)**, Netherlands, n. 179, p.273-292, 1998.

TREAGUST, D. F.; MAMIALA, T. L. Student’s understanding of the role of scientific models in learning science. **Internacional Journal of Science Education**, London, v. 24, n. 4, p. 357-368, 2002.

TRIVIÑOS, A. N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. 1.ed. São Paulo: Atlas, 1987. 175 p.

VAN DRIEL, J. H. Developing Science Teacher’s Pedagogical Content Knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, Maryland, v. 35, n. 6, p. 673-695, 1998.

VAN DRIEL, J. H. ; VERLOOP, N. Teacher’s knowdlege of models and modelling in science. **Internacional Journal Science Education**, London, v. 21, n. 11, p. 1141-1153, 1999.

VAN DRIEL, J. H.; VERLOOP, N. Experienced teacher’s knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education. **Internacional Journal Science Education**, London, v. 24, n. 12, p. 1255-1272, 2002.

VEAL, W. R.; MAKINSTER, J. G. Pedagogical content knowledge taxonomies. **Electronic Journal of Science Education**, v. 3, n.4, 1999. Disponível em <<http://wolfweb.unr.edu/homepage/crowther/ejse/vealmak.html>>. Acesso em: 20 out. 2004.

VEAL, W. R. The evolution of Pedagogical Content Knowledge in prospective secondary chemistry teachers. **Proceedings of the Annual meeting of the National Association of Resarch in Science Teaching, San Diego, Ca.**, p. 1-47, 1998. Disponível em: <<http://www.educ.sfu.ca/narstsite/conference/98conference/veal.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2005.

VILLAR ANGULO, L. M. **El profesor como profesional**: formación y desarrollo personal. Universidad, Granada.1990.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224 p.

ZAMUDIO FRANCO, J. I. El conocimiento profesional del profesor de ciencias sociales. **Teoria e Didáctica de las Ciencias Sociales**, Mérida, n. 8, p. 87-104, 2003.

i- Que período do Curso de Licenciatura em Química você está cursando?

j- Que disciplinas está cursando neste semestre? _____

l- Pretende, ao terminar o curso, exercer a profissão de professor?

() sim () não

Por quê? _____

m- Já lecionou? () sim () não

Em caso de ter lecionado ou estar lecionando, em qual (is) níveis de ensino você já atuou / atua?

() fundamental () médio

() _____

- Assinale as disciplinas que já lecionou/leciona e o tempo de ensino em cada uma:

() Química _____ ano (s) () Física _____ ano (s)

() Matemática _____ ano (s) () Biologia _____ ano (s)

() _____

n- Teve experiência como bolsista? () sim () não

-Em caso de ter respondido sim, diga em que área(s)

Tempo como bolsista _____

APÊNDICE B**QUESTIONÁRIO 02**

Nome: _____

1- O conhecimento científico em química é construído a partir da contribuição de diversos cientistas ao longo dos últimos séculos. Cite cinco palavras que, na sua opinião, caracterizam o conhecimento científico.

1- _____ 2- _____

3- _____ 4- _____

5- _____

2- O conhecimento científico (produzido pela ciência) tem relação com outros tipos de conhecimentos, como, por exemplo, o conhecimento do senso comum. Que diferenças você poderia destacar entre estes dois tipos de conhecimento levando em consideração:

a- A forma como são produzidos: _____

b- O tipo de conhecimento produzido: _____

3- Cite características comuns ao conhecimento científico e ao conhecimento do senso comum. Argumente a sua resposta.

8- Um professor de química do ensino médio afirma aos seus alunos que o elétron tem um caráter dual, ou seja, como partícula e onda. Diante desta afirmação, um dos seus alunos faz a seguinte pergunta:

-Professor, então, na realidade o elétron é uma onda ou uma partícula?
Como você responderia esta pergunta ao aluno?

9- O que é um modelo na ciência? Utilize algum exemplo para explicar a sua resposta.

10- Como se relacionam os modelos da ciência e o conhecimento científico? Argumente a sua resposta.

11- Na sua opinião, quais são as finalidades dos cientistas ao elaborarem modelos na ciência?

12- Durante o curso de Licenciatura em Química, houve alguma discussão da relação dos modelos utilizados pelos cientistas e a construção do conhecimento científico em Química?

() sim () não

Em caso afirmativo, indique, na tabela abaixo, em que disciplinas e as discussões que foram feitas:

Relação dos modelos e analogias utilizados pelos cientistas e a construção do conhecimento científico em química	
Disciplina	Questão(ões) discutida (s)

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO 03

Nome: _____

Por favor, leia o texto a seguir:

Benzeno ou triacetileno?

O benzeno foi preparado e caracterizado, em 1831, por Mitscherlich e durante alguns anos muitas reflexões foram feitas em relação à sua estrutura.

Para Berthelot, o benzeno (ou como chama benzino) seria o triacetileno. Já para os partidários da atomicidade, como Kekule, a representação do benzeno seria diferente.

Durante anos, Kekule pensou como seria a estrutura deste composto para que as quatro valências do carbono fossem satisfeitas. Inicialmente, em 1865, Kekule submete à sociedade Francesa de Química uma primeira idéia da estrutura dos compostos aromáticos: um “núcleo” de seis átomos de carbono formando uma cadeia fechada, com cadeias laterais permitindo a formação de derivados. A figura incluía as ligações simples e duplas e marcava com um ponto as valências não saturadas. Numa segunda memória, Kekule apresentou um hexágono, sem apresentar as ligações. Por fim, num terceiro artigo, publicado em 1866, propôs uma representação espacial com a forma de um hexágono, em que as ligações simples e duplas se alternavam. A partir de tal representação, pôde prever-se uma multiplicidade de derivados.

Tomando a palavra em 1890, numa cerimônia em sua honra, Kekule conta que devia a sua carreira a duas visões: uma, em 1854, onde um autocarro londrino ter-lhe-ia revelado, sob a forma de uma dança de átomos, a ligação carbono-carbono; e outra em 1861-1862, diante de uma lareira em Gand, que ter-lhe-ia revelado a estrutura cíclica do benzeno sob a forma de uma serpente mordendo a sua cauda (Wotiz, Rudotsy, 1987).

Texto adaptado de: BENSUADE-VICENT, B. e STENGERS, I. História da Química. Lisboa: Instituto Piaget, 1992.

A partir das considerações anteriores, responda as perguntas abaixo:

1- No texto, você pode identificar modelos científicos? Explique:

2- Na sua opinião, quais são as finalidades dos cientistas ao elaborarem modelos na ciência?

APÊNDICE D**QUESTIONÁRIO 04**

Nome: _____

1- Ao longo da história das ciências naturais, vários modelos têm sido propostos para o átomo por diferentes cientistas, como John Dalton, Ernest Rutherford, Niels Bohr, entre outros. Na sua opinião, existem diferenças entre o conteúdo do conhecimento científico apresentado por estes cientistas e o conteúdo estudado pelos alunos nas aulas de Química nos ensinos fundamental e médio? Explique:

2- No 1º ano do ensino médio de Química, da maioria das escolas, são estudados, entre outros, os conteúdos apresentados na tabela abaixo. Gostaríamos de que você indicasse, nesta tabela, o (s) conteúdo (s) em que se utiliza (m) modelos e exemplificasse, citando alguns desses modelos.

Conteúdo	Utiliza modelos	Exemplos
Tabela Periódica	()	
Ligações Químicas	()	
Reações Químicas	()	
Funções Inorgânicas	()	
Estudo dos Gases	()	

3- Na sua opinião, como o uso de modelos pode contribuir com a construção do conhecimento químico pelos alunos nos ensinos fundamental e médio?

4- Como o professor deve utilizar modelos nas aulas de Química nos ensinos fundamental e médio? Explique utilizando exemplo (s):

5- Durante o Curso de Licenciatura em Química houve alguma discussão:

a- Do papel dos modelos na construção do conhecimento químico nos ensinos fundamental e médio?

() sim () não

Em caso afirmativo, indique, na tabela abaixo, em que disciplinas e as discussões que foram feitas:

O papel dos modelos e analogias na construção do conhecimento químico nos ensinos fundamental e médio	
Disciplina	Questão(ões) discutida (s)

b- De como utilizar modelos nas aulas de Química nos ensinos fundamental e médio?

sim não

Em caso afirmativo, explique utilizando exemplos.

APÊNDICE E – RELAÇÃO DOS MODELOS COM O CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Licenciando	Baixa solubilidade do AgCl em água	Ligação iônica e covalente	Comportamento dual do elétron
L1	Não utiliza o modelo de ligação iônica	Não explica em termos de modelos	Não explica em termos de modelos
L2	Utiliza o modelo de ligação iônica	Não explica em termos de modelos	Não explica em termos de modelos
L3	Utiliza o modelo de ligação iônica	Explica em termos de modelos	Não explica em termos de modelos
L4	Não utiliza o modelo de ligação iônica	Explica em termos de modelos	Não explica em termos de modelos
L5	Utiliza o modelo de ligação iônica	Não explica em termos de modelos	Não explica em termos de modelos
L6	Não utiliza o modelo de ligação iônica	Não explica em termos de modelos	Não explica em termos de modelos
L7	Não utiliza o modelo de ligação iônica	Não explica em termos de modelos	Não explica em termos de modelos
L8	Não respondeu	Não respondeu	Não respondeu
L9	Utiliza o modelo de ligação iônica	Explica em termos de modelos	Não explica em termos de modelos
L10	Não utiliza o modelo de ligação iônica	Não respondeu	Não respondeu
L11	Não utiliza o modelo de ligação iônica	Não explica em termos de modelos	Não explica em termos de modelos
L12	Utiliza o modelo de ligação iônica	Não explica em termos de modelos	Não explica em termos de modelos
L13	Utiliza o modelo de ligação iônica	Não explica em termos de modelos	Explica em termo de modelos.

Quadro - Como os licenciandos relacionam o modelo científico com o conhecimento científico Q2(5), Q2(6), Q2(7) e Q2(8).

APÊNDICE F – PLANOS DE ATIVIDADES ELABORADOS PELOS LICENCIANDOS

LICENCIANDO 1 – PLANO 1	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Tem por finalidade facilitar a interação entre alunos e professor; - Compreender que uma reação de saponificação é representada pela hidrólise alcalina de óleo ou de uma gordura e que a estrutura do sabão formado apresenta uma extremidade polar e uma apolar. - Uma pesquisa bibliográfica e a Internet para auxiliar no entendimento do tema em questão. - Apresentação de modelos.
Conteúdos	Reação de saponificação; características do sabão quanto à polaridade; sabões moles, aplicações comerciais e sabões insolúveis; detergentes e redução superficial da água em lagos.
Estratégias de ensino	<ol style="list-style-type: none"> 1- Levantamento, por meio de um questionário, do conhecimento prévio dos alunos. 2- Os alunos irão, em pequenos grupos, pesquisar sobre o tema abordado de modo a reestruturar seus conhecimentos e construir seus modelos. 3- Os alunos irão expressar seus modelos com a utilização de materiais alternativos.
Recursos de ensino	Não foi explicitado.
Procedimentos avaliativos	Análise dos questionários aplicados; observação da participação dos alunos em sala de aula e análise dos modelos criados pelos alunos.

LICENCIANDO 1 – PLANO 2	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Construir um modelo que explique uma forma de produzir o sabão – Reação de saponificação e a sua função Química nas atividades do cotidiano.
Conteúdos	Reação de saponificação; características do sabão quanto à polaridade; sabões moles, aplicações comerciais e sabões insolúveis; detergentes e redução superficial da água em lagos.
Estratégias de ensino	<ol style="list-style-type: none"> 1- Levantamento, por meio de um questionário, do conhecimento prévio dos alunos. 2- O professor irá analisar os questionários de modo a auxiliar a reelaboração dos conhecimentos dos alunos 3- Os alunos irão realizar uma pesquisa em diferentes fontes de modo individual. 4- Os alunos irão se organizar em pequenos grupos, e o professor irá propor atividades para que haja reelaboração dos modelos construídos (visitas, experimentos, construção de modelos com materiais alternativos).
Recursos de ensino	Não foi explicitado.
Procedimentos avaliativos	Apresentação oral dos modelos construídos pelos alunos; realização de uma prova individual e fabricação de um sabão.

LICENCIANDO 2 – PLANO 1	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Compreender o conceito de oxidação e redução, e classificar como agente oxidante e redutor; identificar os processos através de um modelo.
Conteúdos	Oxidação, redução, agente oxidante e redutor.
Estratégias de ensino	O professor irá discutir com os alunos sobre oxidação, redução, demonstrando um modelo de pilha.
Recursos de ensino	Não foi explicitado.
Procedimentos avaliativos	Depois de discutir os conceitos com os alunos, sugerir que eles apresentem seu modelo, atividade pode ser feita em grupo.

LICENCIANDO 2 – PLANO 2	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Construir modelos a partir da compreensão de transferência de elétrons em uma reação de oxi-redução.
Conteúdos	Transferência de elétrons; conceito de oxidação e redução.
Estratégias de ensino	1- Discutir com os alunos assuntos do cotidiano auxiliando a explicitação de suas idéias prévias sobre os fenômenos eletroquímicos, indagando sobre o que acontece em cada fenômeno.
Recursos de ensino	Não foi explicitado.
Procedimentos avaliativos	Os alunos se dividirão em pequenos grupos e analisarão o tema para construir diferentes modelos sobre os fenômenos em estudo mediados pelo professor. Os alunos irão apresentar os modelos construídos e avaliarão, junto com o professor, o modelo mais apropriado para o tema em estudo.

LICENCIANDO 3 – PLANO 1	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Quase todas as propriedades químicas podem ser explicadas em termos das propriedades dos átomos, de forma que este é o ponto central no desenvolvimento e entendimento da química. Os tópicos tratados fornecem as bases para o entendimento de como os elementos se combinam para formar os compostos.
Conteúdos	<ul style="list-style-type: none"> -Matéria e energia. - Constituição elementar da matéria. - Átomos e elementos químicos. -Átomos e íons. - A eletrosfera. -A distribuição dos elétrons nos átomos.
Estratégias de ensino	<p>1- Explicitação das idéias prévias dos alunos: construção de maquetes, desenhos ou uso de massa de modelar com palitos que representem o átomo e sua estrutura; questionamentos feitos pelo professor.</p> <p>2- Debate em pequenos grupos sobre os modelos propostos e depois socialização com o grande grupo com registro no quadro dos diversos modelos alternativos, avaliando as vantagens e limitações.</p> <p>3- Apresentação dos modelos científicos e discussão para auxiliar a reestruturação dos modelos iniciais.</p>
Recursos de ensino	Livro: Martha Reis – Química Integral – Volume único – FTD/1993
Procedimentos avaliativos	Participação em aula; interesse e motivação, como foram capazes de formular situações novas e como resolveram os problemas acerca dessas situações; exercícios, testes e provas, elaboração de texto sobre os modelos na aprendizagem.

LICENCIANDO 3 – PLANO 2	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Construção de modelos, pelos alunos, para explicar como os elementos se combinam para formar os compostos baseados nas propriedades dos átomos.
Conteúdos	-Matéria e energia. - Constituição elementar da matéria. - Átomos e elementos químicos. -Átomos e íons. - A eletrosfera. -A distribuição dos elétrons nos átomos.
Estratégias de ensino	1- Explicitação das idéias prévias dos alunos: construção de modelos acerca do átomo e sua estrutura com o uso de massa de modelar e/ou desenhos do átomo e sua estrutura a partir de questionamentos feitos pelo professor. 2- Debate em pequenos grupos sobre os modelos propostos e depois socialização com o grande grupo com registro no quadro dos diversos modelos alternativos, avaliando as vantagens e limitações. 3- Apresentação dos modelos científicos e discussão para auxiliar a reestruturação dos modelos iniciais. Para a reestruturação dos modelos iniciais, o professor irá apontar “falhas”.
Recursos de ensino	Quadro negro e giz / quadro branco e pincel atômico, isopor, massa de modelar.
Procedimentos avaliativos	Participação em aula; interesse e motivação, como foram capazes de formular situações novas e como resolveram os problemas acerca dessas situações; exercícios, testes e provas, elaboração de texto sobre os modelos na aprendizagem.

LICENCIANDO 4 – PLANO 1	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	-Estudar a estrutura geral da tabela periódica. -Compreender a organização da tabela periódica através do reconhecimento das principais propriedades periódicas.
Conteúdos	-Conceito de família ou grupo. - Conceito de período. - Características gerais da tabela periódica. - Metais, semimetais e não-metais. - O estado físico na tabela periódica. - Os elementos artificiais. - Configurações eletrônicas de valência. - O tamanho do átomo. - Energia de ionização. - Afinidade eletrônica.
Estratégias de ensino	- Os alunos farão propostas de como foi construída a tabela periódica, fornecendo explicações. - Questionamentos por parte do professor de modo a avaliar as limitações das conclusões dos alunos. - Apresentação do modelo científico por meio da evolução histórica.
Recursos de ensino	Só explicita as referências.
Procedimentos avaliativos	Construção dos princípios gerais de famílias e períodos. Montagem interativa da tabela periódica, utilizando os elementos químicos mais conhecidos pelos alunos. Avaliação escrita de forma contextualizada.

LICENCIANDO 4 – PLANO 2	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Construir seu próprio modelo sobre a tabela periódica
Conteúdos	-Conceito de família ou grupo. -Conceito de período. - Características gerais da tabela periódica. - Metais, semimetais e não-metais.
Estratégias de ensino	1- Para grupos de três alunos, o professor entregará uma folha de papel em branco e cartões contendo alguns elementos e será solicitado que os estudantes façam um modelo de como organizariam esses elementos. 2- Apresentação dos modelos. 3- O professor irá negociar os modelos com os alunos, apresentando o modelo científico.
Recursos de ensino	Só explicita as referências
Procedimentos avaliativos	Os alunos farão exercícios de identificação e reconhecimento de famílias, períodos e se é metal, semi-metal ou não-metal de alguns elementos sorteados pelo professor.

LICENCIANDO 5 – PLANO 1	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Construir um modelo para explicar o comportamento de um gás em um recipiente fechado
Conteúdos	Gases
Estratégias de ensino	1- Realização de um experimento, por parte do professor, para discutir o comportamento dos gases. 2- Fazer a relação do modelo do gás ideal quando se aproxima do gás real. 3- Propor que os alunos construam, a partir desse experimento, um modelo de moléculas gasosas em um recipiente fechado e explicar como ocorre o movimento das moléculas.
Recursos de ensino	Não descreveu
Procedimentos avaliativos	Não descreveu

LICENCIANDO 5 – PLANO 2	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Construir um modelo para explicar o comportamento dos gases em um recipiente fechado.
Conteúdos	Gases
Estratégias de ensino	1- Realização de experimentos, em pequenos grupos, relacionados com o comportamento dos gases, utilizando um recipiente fechado. 2- Discussão com os alunos acerca dos estados de agregação da matéria, questionando o que está acontecendo em cada recipiente. 3- Propor que os alunos construam um modelo que expliquem o comportamento do gás no recipiente fechado.
Recursos de ensino	Becker, tampa de vidro, gás cloro.
Procedimentos avaliativos	Prova escrita sobre um gás com moléculas tetraatômicas em um recipiente fechado.

LICENCIANDO 6 – PLANO 1	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Conhecer os nomes mais simples, deduzir suas fórmulas e conhecer as principais características dos hidrocarbonetos.
Conteúdos	-Hidrocarbonetos alifáticos: alcanos ou parafinas, alquinos ou alcinos, alcadienos ou dieno. -Hidrocarbonetos cíclicos: cicloalcanos, ciclano, cicloparafinas, cicloalquenos, cicloalcenos ou ciclenos, aromáticos. - Fontes dos hidrocarbonetos: petróleo.
Estratégias de ensino	1- Apresentar produtos do cotidiano e indagar aos alunos sobre a relação com os hidrocarbonetos. 2- Fazer uma explanação da origem do petróleo e todos os derivados fazendo a relação com os hidrocarbonetos de modo a levar os alunos a construirmos seus modelos sobre os hidrocarbonetos. 3- Debate para a socialização dos modelos e do conhecimento construído.
Recursos de ensino	Não descreveu
Procedimentos avaliativos	Um debate em sala de aula sobre o assunto em que os alunos irão demonstrar seus conhecimentos e modelos criados por eles sobre o assunto.

LICENCIANDO 6 – PLANO 2	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Conhecer os nomes mais simples, dedução de fórmulas, características e presença de hidrocarbonetos em produtos e construção de um modelo sobre o assunto.
Conteúdos	- Hidrocarbonetos alifáticos; - Fontes dos hidrocarbonetos.
Estratégias de ensino	1-Dividir a turma em pequenos grupos, mostrando objetos do cotidiano, indagando sobre a relação deles com os hidrocarbonetos. 2- Apresentação em transparências da estrutura e geometria de hidrocarbonetos, apontando a presença dessa classe de compostos no petróleo e nos seus derivados. 3- Elaboração de modelos pelos alunos com a utilização de bolinhas de isopor e palitos a partir da apresentação da estrutura de alguns compostos em transparências.
Recursos de ensino	Não descreveu.
Procedimentos avaliativos	Apresentação dos modelos pelos grupos e discussão no grande grupo, vendo o desempenho de cada em relação ao assunto.

LICENCIANDO 7 – PLANO 1	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Fazer com que os alunos construam modelos para representar sistemas homogêneos e heterogêneos.
Conteúdos	Fase, sistema homogêneo e sistema heterogêneo.
Estratégias de ensino	1- Indagar acerca das idéias prévias de sistemas homogêneos e heterogêneos. 2- Pedir aos alunos que construam um modelo para sistema homogêneo (água e sal) e outro para sistema heterogêneo (água e óleo). 3- Apresentação do modelo do professor (do livro) de modo a chegar a uma forma adequada de representação, diferenciando os dois tipos de sistemas.
Recursos de ensino	Não descreveu.
Procedimentos avaliativos	Será solicitado que os alunos construam novos modelos a partir de exemplos de alguns sistemas.

LICENCIANDO 7 – PLANO 2	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Que os alunos construam modelos para explicar e representar sistemas homogêneos e heterogêneos.
Conteúdos	Fase, sistemas homogêneos, sistemas heterogêneos.
Estratégias de ensino	1- Em pequenos grupos, os alunos receberão alguns sistemas (água e sal; água e óleo) para que construam modelos. 2- Socialização dos modelos elaborados com o grande grupo. 3- Apresentação do modelo do professor e do modelo didático científico. 4- Discussão para que seja apontado qual o modelo que se aproxima mais do científico. 5- Apresentação do conceito aos alunos para que eles possam diferenciar os dois tipos de sistemas.
Recursos de ensino	Não descreveu.
Procedimentos avaliativos	Solicitar que os alunos construam modelos de outros sistemas.

LICENCIANDO 8 – PLANO 1	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Distinguir os principais ácidos, bem como sua aplicação e características, compreendendo que os ácidos sofrem ionização na presença de solução aquosa, como também, na presença de um indicador, ocorre mudança de coloração.
Conteúdos	Principais ácidos e suas características: ácido clorídrico, ácido cianídrico, ácido sulfídrico e ácido acético.
Estratégias de ensino	1- Os alunos irão saborear alimentos de caráter ácido de modo a explicitar as idéias acerca desses alimentos a partir de questionamentos do professor, observando que o íon é responsável pela característica ácida do alimento. 2- Em pequenos grupos, os alunos deverão identificar as características de cada ácido presente nos alimentos ou situações do cotidiano apresentados pelo professor. 3- Apresentação dos modelos elaborados ao grande grupo sendo registrada no quadro a ionização dos ácidos em solução aquosa para cada situação, anteriormente, apresentada. 4- Será solicitado que os alunos preparem alimentos em conserva (baseado no livro didático de Lembo).
Recursos de ensino	Alimentos de caráter ácido.
Procedimentos avaliativos	De acordo com o desempenho de cada grupo na sua exposição, bem como a participação no debate e assimilação do novo conhecimento.

LICENCIANDO 8 – PLANO 2	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Construir um modelo para explicar as características organolépticas dos ácidos.
Conteúdos	Ácido cítrico e ácido acético.
Estratégias de ensino	1- Aplicação no cotidiano de algumas frutas. 2- Serão levantadas algumas questões para que os alunos explicitem suas idéias prévias sobre o assunto abordado. 3- Os alunos, em pequenos grupos, construirão modelos sobre os ácidos estudados. 4- Os alunos irão apresentar os modelos por meio de um debate. 5- O professor, durante o debate, irá apresentar o modelo científico (conceito de Arrhenius). 6- Introdução de novos modelos (preparação de conservas).
Recursos de ensino	Frutas, vinagre.
Procedimentos avaliativos	De acordo com o desempenho de cada grupo na sua exposição, bem como a participação no debate e assimilação do novo conhecimento.

LICENCIANDO 9 – PLANO 1	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Construir um modelo de arranjo molecular para cada estado físico da água.
Conteúdos	Estados físicos da matéria
Estratégias de ensino	1- Apresentação da água nos três estados físicos. 2- Realizar a análise dos arranjos moleculares nos três estados. 3- Construir modelos desses arranjos moleculares para cada estado físico, adotando as moléculas da água como bolinhas. 4- Apresentar, posteriormente, o modelo científico.
Recursos de ensino	Não descreveu.
Procedimentos avaliativos	Fundamentação teórica do modelo e pelo grau de semelhanças com o modelo proposto pela ciência. A nota será baseada na semelhança proposta entre o modelo proposto e o modelo da ciência.

LICENCIANDO 9 – PLANO 2	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Construir um modelo de arranjo molecular para cada estado físico da água.
Conteúdos	Estados físicos da matéria
Estratégias de ensino	1- Em pequenos grupos, os alunos realizarão atividades de modo a obter a água nos três estados físicos. 2- Construir um modelo, por meio de desenhos, do arranjo molecular dos estados físicos, utilizando bolinhas para representar as moléculas da água. 3- Os modelos serão socializados com o grande grupo. 4- O professor irá apresentar o modelo proposto pela ciência, relacionando energia (temperatura) com os estados físicos e qual a influência da energia nos estados físicos.
Recursos de ensino	Não descreveu
Procedimentos avaliativos	Por meio da comparação entre os modelos propostos pelos alunos, também levando em conta a semelhança com o modelo proposto pela ciência.

LICENCIANDO 10 – PLANO 1	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Construir um modelo para explicar o processo de soluções.
Conteúdos	Soluções
Estratégias de ensino	1- Análise de misturas homogêneas e heterogêneas por parte dos alunos, por meio de questionamentos feitos pelo professor. Os alunos irão explicitar suas idéias prévias e criar modelos explicativos. 2- Discussão em grupo para explicar o comportamento do sistema. 3- No quadro-negro, exemplificar e explicar as diversas reações que ocorrem com estas misturas. 4- Avaliar junto aos alunos as vantagens e limitações dos modelos apresentados. 5- Fazer a reconstrução do modelo com o aluno.
Recursos de ensino	Não explicitados
Procedimentos avaliativos	Trabalho em sala de aula por meio de exercícios e após a apresentação de dúvidas será feito um trabalho diferente.

LICENCIANDO 10 – PLANO 2	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Construir um modelo para explicar as soluções.
Conteúdos	Soluções
Estratégias de ensino	1- Análise das misturas por parte dos alunos como meio de explicitarem suas idéias sobre o conteúdo 2- Discussão em grupo para explicar o comportamento do sistema. 3- Elaboração de modelos por parte dos alunos para explicar as interações das substâncias nas soluções escolhidas. 4- Introdução do modelo científico por parte do professor. 5- Processo de negociação entre o modelo construído pelo aluno e o construído pela ciência.
Recursos de ensino	Não explicitados
Procedimentos avaliativos	Trabalho feito em sala de aula em que o aluno irá explicitar o que entendeu e, assim, o professor poderá analisar as dificuldades dos alunos quanto ao conteúdo.

LICENCIANDO 11 – PLANO 1	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Levar o aluno a compreender o estudo das soluções proporcionando aos alunos terem suas próprias conclusões com relação ao assunto estudado.
Conteúdos	Estudo das soluções.
Estratégias de ensino	1- Debate para que sejam explicitadas as idéias dos estudantes em relação ao conteúdo. 2- Em dupla, realização de experiências sobre o tema: mistura de soluções (água e açúcar; água e areia). 3- Discussão entre os alunos sobre o que foi observado nas misturas realizadas com a intervenção do professor para a construção do conceito sobre o assunto. 4- O professor relaciona com o conceito científico. Dessa forma, o aluno forma o próprio modelo de aprendizagem tomando como base o conceito científico por intermédio do professor.
Recursos de ensino	Experiência: copo, areia, açúcar e água.
Procedimentos avaliativos	Não foi descrito.

LICENCIANDO 11 – PLANO 2	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Construir um modelo com relação ao estudo das soluções.
Conteúdos	Misturas homogêneas e heterogêneas.
Estratégias de ensino	1- Por meio de um debate, os alunos irão explicitar suas idéias sobre os tipos de soluções. 2- Em duplas, os alunos realizam experiências sobre o conteúdo estudado; mistura de soluções (água e areia; água e açúcar). 3- As duplas discutem sobre o que foi observado. 4- Debate no grande grupo com o apoio do professor para que os alunos formem seus próprios conceitos. Os alunos formam o seu próprio modelo do fenômeno, mas sempre tomando como base o conceito científico e tendo como intermediário o professor.
Recursos de ensino	Experiência: copo, areia, açúcar e água.
Procedimentos avaliativos	As avaliações serão cobradas em forma de relatório das experiências e em forma de provas escritas.

LICENCIANDO 12 – PLANO 1	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Promover a separação de substâncias sólidas e sólidas / líquidas.
Conteúdos	A matéria que retiramos da natureza geralmente são misturas, sendo importante conhecer os componentes dessa mistura em função das propriedades físicas. Exemplos a serem estudados: filtração (café); decantação (água e barro); solubilidade ou dissolução (areia e sal); catação e peneiração.
Estratégias de ensino	1- Discussão inicial para que os alunos realizem a separação de algumas misturas. 2- Aceitar os modelos propostos pelos alunos para a realização das separações. 3- Apresentação das teorias com métodos práticos de separação de misturas comparando com os modelos dos alunos.
Recursos de ensino	Filtros de papel ou coador de café; kitassato, funil de Büchner; trompa de vácuo etc (para filtração); depósito de vidro (com água e barro: decantação); peneira, entre outros.
Procedimentos avaliativos	Estimular o aluno a manter um esquema para efetuar qualquer tipo de separação de mistura e apresentar na aula seguinte, sendo necessária uma avaliação teórica para complementar o assunto.

LICENCIANDO 12 – PLANO 2	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Construir um modelo acerca do processo de separação de misturas.
Conteúdos	Filtração, decantação; solubilidade (dissolução); catação e peneiração.
Estratégias de ensino	1- Separar as misturas em bancadas para que cada grupo realize a separação das misturas. 2- Os alunos irão propor seus modelos sobre como separar as misturas com os materiais existentes. 3- Discussão em grupo e apresentação dos modelos. 4- O professor explica cientificamente o processo de separação.
Recursos de ensino	Filtros de papel ou coador de café; kitassato, funil de Büchner; trompa de vácuo etc (para filtração); depósito de vidro (com água e barro: decantação); peneira, quadro negro, giz, livro didático, etc.
Procedimentos avaliativos	Fazer exercícios teóricos com o assunto, salientando a inclusão das discussões dos modelos dos alunos com o método ensinado pelo professor e, posteriormente, realizar a avaliação.

LICENCIANDO 13 – PLANO 1	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Compreender a natureza das ligações químicas iônicas, covalentes e metálicas; conhecer os tipos de elementos (metálicos e não-metálicos) e prever o tipo de ligação formada entre eles.
Conteúdos	Ligações químicas.
Estratégias de ensino	1- Em grupo de três alunos, serão realizados experimentos para observar a passagem da corrente elétrica em alguns sistemas. 2- A partir do que foi observado, são levantadas algumas questões pelo professor (relacionadas com a condução ou não de eletricidade) para que os alunos construam modelos que expliquem os fatos. 3- O professor introduz algumas questões relacionadas com o conteúdo “ligações químicas” que vão além da condução ou não de eletricidade.
Recursos de ensino	Não foi descrito.
Procedimentos avaliativos	Não foi descrito.

LICENCIANDO 13 – PLANO 2	
Elementos do plano de atividades	Plano proposto
Objetivos	Compreender a natureza das ligações químicas iônicas, covalentes e metálicas; conhecer os tipos de elementos (metálicos e não-metálicos) e prever o tipo de ligação formada entre eles.
Conteúdos	Ligações químicas
Estratégias de ensino	1- Em grupo de três alunos, serão realizados experimentos para observar a passagem da corrente elétrica em alguns sistemas. 2- Discussão em grupo para a construção do modelo, seguida confrontação de cada modelo, observando as vantagens e limitações, de modo a iniciar a idéia de ligação química como compartilhamento de elétrons e que a passagem de corrente elétrica necessita de partículas livres com cargas negativas ou positivas. 3- Apresentação de questões referentes às ligações químicas por parte do professor.
Recursos de ensino	Não foi descrito.
Procedimentos avaliativos	Não foi descrito.

APÊNDICE G – INSTRUMENTOS UTILIZADOS NO ESTUDO DE FAMILIARIZAÇÃO NA UFRPE**Caracterização dos licenciandos****Questionário 01- Caracterização dos licenciandos**

Nome: _____

a- Idade: _____ b- Sexo _____

c- Escola (s) em que estudou o ensino médio

d- Ano de conclusão do ensino médio _____

e- Foi (é) aluno (a) do curso técnico de química?
() sim () não

f- Em caso, de ter concluído outro curso de graduação, cite qual:

g- Você trabalha? () sim () não
Em caso de ter respondido sim:
-Tipo de atividade _____
-Turno que trabalha: () manhã () tarde () noite

Obs: _____

h- Por que você escolheu o curso de licenciatura em química?

i- Que período do curso de licenciatura em química você está cursando? _____

j- Que disciplinas está cursando neste semestre? _____

l- Pretende, ao terminar o curso, exercer a profissão de professor?

() sim () não

Por quê? _____

m- Já lecionou? () sim () não

Em caso de ter lecionado ou estar lecionando:

-Em qual (is) níveis de ensino você já atuou / atua?

() fundamental () médio

() _____

- Assinale as disciplinas que já lecionou/leciona e o tempo de ensino em cada uma:

() química _____ ano (s) () física _____ ano (s)

() matemática _____ ano (s) () biologia _____ ano (s)

() _____

n- Teve experiência como bolsista : () sim () não

-Em caso de ter respondido sim:

Área(s) _____

Tempo como bolsista _____

Plano de Questionário 2- Questões relacionadas ao uso de modelos e analogias na ciência

Questões a serem investigadas	Questões a serem levantadas
Características do conhecimento científico.	1, 2 e 3
Construção do conhecimento científico.	4
Relação entre o conhecimento científico e os modelos.	5, 6, 7, 8
O objetivo dos modelos na ciência	9
Compreensão da categoria analogia	10
Analogias e construção do conhecimento científico.	11 e 12
A vivência deste tema durante a formação inicial	13



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
DISCIPLINA METODOLOGIA DO ENSINO DE QUÍMICA

Nome: _____

1- O conhecimento científico em química é construído a partir da contribuição de diversos cientistas ao longo dos últimos séculos. Cite cinco palavras que, na sua opinião, caracteriza o conhecimento científico.

1- _____ 2- _____

3- _____ 4- _____

5- _____

2- O conhecimento científico (produzido pela ciência) tem relação com outros tipos de conhecimentos, como por exemplo, o conhecimento do senso comum. Que diferenças você poderia destacar entre estes dois tipos de conhecimento levando em consideração:

a- A forma como são produzidos: _____

b- O tipo de conhecimento produzido: _____

3- Cite características comuns ao conhecimento científico e ao conhecimento do senso comum. Argumente a sua resposta.

4- Na sua opinião, como os cientistas, em geral, procedem para chegar ao conhecimento científico nas ciências naturais?

5- A ligação iônica ocorre entre um metal e um não metal, e o composto resultante é mantido pela atração existente entre os íons formados. Uma das características observadas, na maioria desses compostos, como por exemplo o cloreto de sódio, é a solubilidade em água à temperatura ambiente (25°C).

Como você poderia explicar o fato do cloreto de prata (AgCl), composto formado por um metal e um não metal, ser insolúvel em água?

6- Um professor de química do ensino médio afirma aos seus alunos que o elétron tem um caráter dual, ou seja, como partícula e onda. Diante desta afirmação, um dos seus alunos faz a seguinte pergunta:

-Professor, então na realidade o elétron é uma onda ou uma partícula?

Como você responderia esta pergunta ao aluno?

7- O que é um modelo na ciência? Utilize algum exemplo para explicar a sua resposta.

8- Como se relacionam os modelos da ciência e o conhecimento científico? Argumente a sua resposta.

9- Na sua opinião, quais são as finalidades dos cientistas ao elaborarem modelos na ciência?

10- O que é uma analogia? Utilize algum exemplo para explicar a sua resposta.

11- O uso de analogias é importante na construção do conhecimento produzido pela ciência. Como você poderia comentar esta afirmação?

12- Que exemplos você poderia citar de analogias utilizadas na construção do conhecimento científico pelos cientistas em química?

13- Durante o curso de licenciatura em química houve alguma discussão da relação dos modelos e analogias utilizados pelos cientistas e a construção do conhecimento científico em química?

() sim () não

Em caso afirmativo, indique, na tabela abaixo, em que disciplinas e as discussões que foram feitas:

Relação dos modelos e analogias utilizados pelos cientistas e a construção do conhecimento científico em química	
Disciplina	Questão(ões) discutida (s)

Plano de questionário 3 e Questionário 3

Plano de Questionário 2 – Questões relacionadas ao uso de modelos e analogias na ciência tendo como subsídio um texto.

Questões a serem investigadas	Questões a serem levantadas
Identificação de modelos científicos	1- No texto, você pode identificar modelos científicos? Explique:
Identificação de analogias	2- Que analogias foram utilizadas por Kekule para a construção do conhecimento científico em química?
Como as analogias contribuem para a construção do conhecimento	3- Na sua opinião, de que forma as analogias utilizadas por Kekule contribuíram para a construção do conhecimento científico?
O porquê da elaboração de modelos na ciência	4- Na sua opinião, quais são as finalidades dos cientistas ao elaborarem modelos na ciência?



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
DISCIPLINA METODOLOGIA DO ENSINO DE QUÍMICA

Nome: _____

Por favor, leia o texto a seguir:

Benzeno ou triacetileno?

O benzeno foi preparado e caracterizado, em 1831, por Mitscherlich e durante alguns anos muitas reflexões foram feitas em relação à sua estrutura.

Para Berthelot, o benzeno (ou como chama benzino) seria o triacetileno. Já para os partidários da atomicidade, como Kekule, a representação do benzeno seria diferente.

Durante anos, Kekule pensou como seria a estrutura deste composto para que as quatro valências do carbono fossem satisfeitas. Inicialmente, em 1865, Kekule submete à sociedade Francesa de Química uma primeira idéia da estrutura dos compostos aromáticos: um “núcleo” de seis átomos de carbono formando uma cadeia fechada, com cadeias laterais permitindo a formação de derivados. A figura incluía as ligações simples e duplas e marcava com um ponto as valências não saturadas. Numa segunda memória, Kekule apresentou um hexágono, sem apresentar as ligações. Por fim, num terceiro artigo, publicado em 1866, propôs uma representação espacial com a forma de um hexágono, em que as ligações simples e duplas se alternavam. A partir de tal representação, pôde prever-se uma multiplicidade de derivados.

Tomando a palavra em 1890, numa cerimônia em sua honra, Kekule conta que devia a sua carreira a duas visões: uma, em 1854, onde um autocarro londrino ter-lhe-ia revelado, sob a forma de uma dança de átomos, a ligação carbono-carbono; e outra em 1861-1862, diante de uma lareira em Gand, que ter-lhe-ia revelado a estrutura cíclica do benzeno sob a forma de uma serpente mordendo a sua cauda (Wotiz, Rudotsy, 1987).

Texto adaptado de: BENSUADE-VICENT, B. e STENGERS, I. História da Química. Lisboa: Instituto Piaget, 1992.

A partir das considerações anteriores, responda as perguntas abaixo:

1- No texto, você pode identificar modelos científicos? Explique:

2- Que analogias foram utilizadas por Kekule para a construção do conhecimento científico em química?

3- Na sua opinião, de que forma as analogias utilizadas por Kekule contribuíram para a construção do conhecimento científico?

4- Na sua opinião, quais são as finalidades dos cientistas ao elaborarem modelos na ciência?

Plano de questionário 4 e Questionário 4

Plano de Questionário 4 - Questões relacionadas ao uso de modelos e analogias em química no ensino médio

Questões a serem investigadas	Questões a serem levantadas
Relação entre o ensino de química, no ensino médio, e o conhecimento científico.	1
Modelos utilizados no ensino de química	2
A importância da utilização dos modelos em química no ensino médio.	3
Critérios para a utilização de modelos no ensino de química	4
As analogias no ensino de química e sua relação com as metáforas e os modelos.	5
A utilização de analogia em química no ensino médio	6, 7
O planejamento das analogias em química no ensino de química.	8
A vivência deste tema durante a formação inicial	9



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
DISCIPLINA METODOLOGIA DO ENSINO DE QUÍMICA

Nome: _____

1- Ao longo da história das ciências naturais, vários modelos têm sido propostos para o átomo por diferentes cientistas como, John Dalton, Ernest Rutherford, Niels Bohr entre outros. Em sua opinião, existem diferenças entre o conteúdo do conhecimento científico apresentado por estes cientistas e o conteúdo estudado pelos alunos nas aulas de química no ensino médio? Explique:

2- No 1º ano do ensino médio de química, da maioria das escolas, são estudados, entre outros, os conteúdos apresentados na tabela abaixo. Gostaríamos que você indicasse nesta tabela, o (s) conteúdo (s) onde se utiliza (m) modelos e exemplificasse, citando alguns desses modelos.

Conteúdo	Utiliza modelos	Exemplos
Tabela periódica	()	
Ligações químicas	()	
Reações químicas	()	
Funções inorgânicas	()	
Estudo dos gases	()	

3- Na sua opinião, como o uso de modelos pode contribuir com a construção do conhecimento químico pelos alunos no ensino médio?

4- Como o professor deve utilizar modelos nas aulas de química no ensino médio? Explique utilizando exemplo (s):

5- Estabeleça semelhanças e diferenças entre as analogias e os modelos, e entre as analogias e as metáforas que podem ser utilizados nas aulas de química no ensino médio.

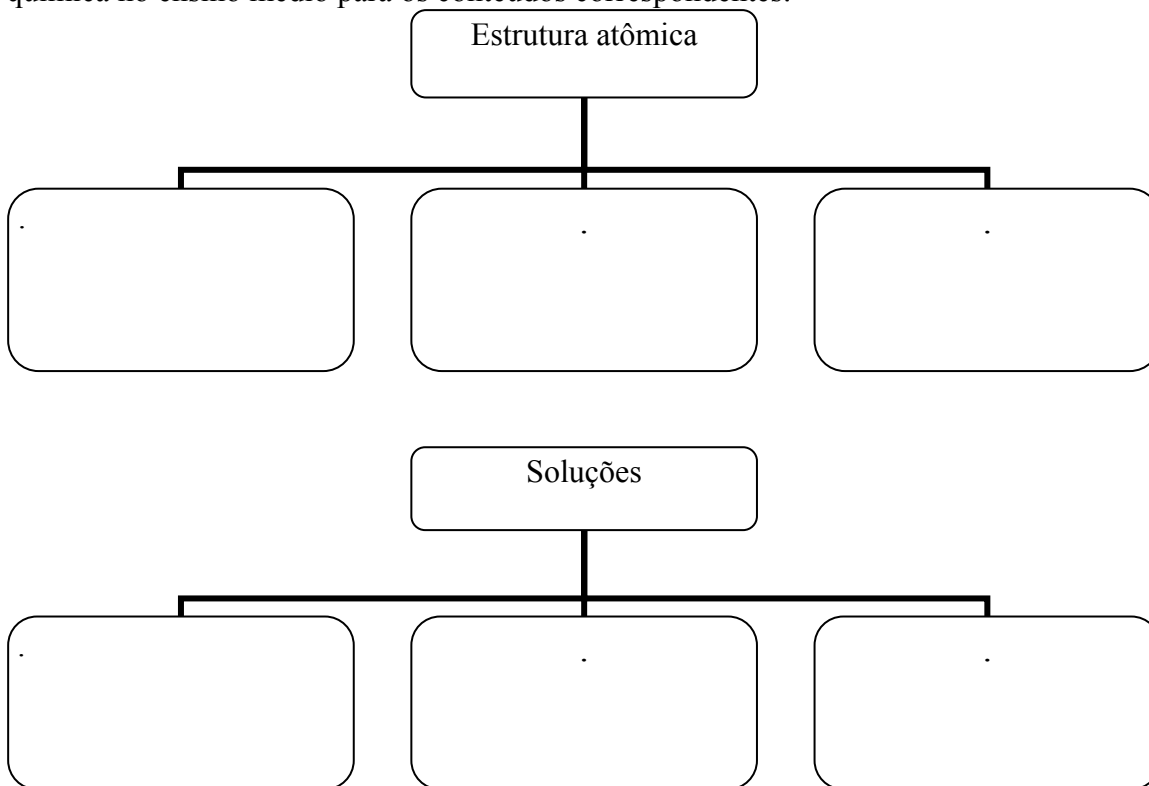
Analogias e modelos que podem ser utilizados nas aulas de química no ensino médio.	
Semelhanças	Diferenças

Analogias e metáforas que podem ser utilizadas nas aulas de química no ensino médio.	
Semelhanças	Diferenças

6- No uso de analogias em química no ensino médio, para a aprendizagem dos alunos, que vantagens e desvantagens você poderia citar?

Uso de analogias em química para a aprendizagem dos alunos no ensino médio	
Vantagens	Desvantagens

7- Escreva em cada quadro a seguir exemplos de analogias que podem ser empregadas em química no ensino médio para os conteúdos correspondentes:





8- Ao ensinar isomeria ótica em uma turma no ensino médio, um professor observou que os alunos não estavam compreendendo o fato de dois compostos de mesma fórmula e que são imagens especulares um do outro tratarem-se de compostos diferentes. Então, o professor decidiu utilizar, de modo improvisado, algumas analogias, para explicar o conceito de isomeria.

a- Que comentários você poderia fazer sobre o uso de analogias pelo professor, de maneira improvisada, nas aulas de química no ensino médio?

b- Que analogias você poderia citar em relação ao assunto abordado por este professor?

9- Durante o curso de licenciatura em química houve alguma discussão sobre:

a- O papel dos modelos e analogias na construção do conhecimento químico no ensino de médio?

() sim () não

Em caso afirmativo, indique, na tabela abaixo, em que disciplinas e as discussões que foram feitas:

O papel dos modelos e analogias na construção do conhecimento químico no ensino de médio	
Disciplina	Questão(ões) discutida (s)

b- Como utilizar modelos e analogias nas aulas de química no ensino médio?

() sim () não

Em caso afirmativo, explique utilizando exemplos.

ANEXO A – DISCIPLINAS DO NÚCLEO COMUM E PROFISSIONAL DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UFRN

NÚCLEO COMUM
Química Fundamental I
História da Química
Álgebra Linear Básica I
Cálculo Diferencial e Integral I
Língua Inglesa IX
Química Fundamental II
Química Experimental
Cálculo Diferencial e Integral II
Química Analítica Qualitativa
Algoritmo e Programação de Computadores
Química Inorgânica I
Química Analítica Quantitativa
Estatística Aplicada à Química
Estatística Aplicada à Química
Introdução à Mecânica
Introdução ao Eletromagnetismo
Química Inorgânica II
Química Inorgânica Experimental I
Química Orgânica I
Análise Instrumental I
Ondas e Ótica
Termodinâmica Química e Equilíbrio
Mineralogia Aplicada
Química Orgânica II
Química Orgânica Experimental
Métodos Espectroscópicos
Análise Funcional Orgânica
Cinética Química
Físico-Química Experimental
Biorgânica
Educação Ambiental

NÚCLEO PROFISSIONAL QUÍMICA (LICENCIATURA)
Fundamentos Sócio-Filosóficos da Educação
Fundamentos da Psicologia da Educação
Organização da Educação Brasileira
Didática
Instrumentação para o Ensino de Química
Estágios Supervisionados

ANEXO B

ESTRUTURA CURRICULAR DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UFRN

LICENCIATURA EM QUÍMICA - DIURNO

PRIMEIRO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
QUI0600	Química Fundamental I	06	-
DGE0210	Educação Ambiental	04	-
MAT0319	Álgebra Linear Básica I	04	-
MAT0345	Cálculo Diferencial e Integral I	06	-
LET0029	Língua Inglesa IX	04	-
SEGUNDO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
QUI0601	Química Fundamental II	06	QUI0600
QUI0602	Química Experimental	03	QUI0600/QUI0601
QUI0603	Química Analítica Qualitativa	06	QUI0600
MAT0346	Cálculo Diferencial e Integral II	06	MAT0345
DIM0320	Algoritmo e Programação de Computadores	04	-
TERCEIRO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
QUI0611	Química Inorgânica I	04	QUI0601
QUI0604	Química Analítica Quantitativa	06	QUI0603
EST0242	Estatística Aplicada à Química	04	MAT0346
FIS0601	Introdução à Mecânica	06	-
QUI0620	Química Orgânica I	04	QUI0601
QUARTO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
QUI0612	Química Inorgânica II	04	QUI0611
QUI0613	Química Inorgânica Experimental I	02	QUI0611/QUI0612
QUI0621	Química Orgânica II	04	QUI0620
QUI0622	Química Orgânica Experimental	04	QUI0620/QUI0621
FIS0603	Introdução ao Eletromagnetismo	04	FIS0601/MAT0346
QUINTO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
QUI0630	Termodinâmica Química e Equilíbrio	06	FIS0603-QUI0601
QUI0300	História da Química	04	-
QUI0605	Análise Instrumental I	06	QUI0604
FIS0604	Ondas e Ótica	04	FIS0603/MAT0346

EDU0680	Fundamentos Sócio-Filosóficos da Educação	04	-
EDU0901	Estágio Supervisionado I	-	QUARTO NÍVEL
SEXTO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
QUI0607	Métodos Espectroscópicos	04	QUI0605-QUI0621
EDU0681	Fundamentos da Psicologia da Educação	04	-
QUI0631	Cinética Química	04	QUI0630
QUI0632	Físico-Química Experimental	04	QUI0630/QUI0631
EDU0682	Organização da Educação Brasileira	04	-
EDU0902	Estágio Supervisionado II	-	EDU0901
SÉTIMO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
GEO0043	Mineralogia Aplicada	06	QUI0612-QUI0613
QUI0624	Análise Funcional Orgânica	06	QUI0621-QUI0622
QUI0646	Instrumentação para o Ensino de Química	04	QUI0632-EDU0681
EDU0683	Didática	04	-
EDU0903	Estágio Supervisionado III	-	EDU0902
-	Complementar	-	-
OITAVO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
QUI0623	Biorgânica	03	QUI0621
EDU0904	Estágio Supervisionado IV	-	EDU0903
QUI0999	Atividades Acadêmico-Científico-Culturais	-	-
-	Complementar	-	-
-	Complementar	-	-
PRIMEIRO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
QUI0600	Química Fundamental I	06	-
QUI0300	História da Química	04	-
MAT0319	Álgebra Linear Básica I	04	-
LET0029	Língua Inglesa IX	04	-
SEGUNDO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
QUI0601	Química Fundamental II	06	QUI0600
QUI0602	Química Experimental	03	QUI0600/QUI0601
MAT0345	Cálculo Diferencial e Integral I	06	-
DIM0320	Algoritmo e Programação de Computadores	04	-
TERCEIRO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito

QUI0611	Química Inorgânica I	04	QUI0601
QUI0603	Química Analítica Qualitativa	06	QUI0600
MAT0346	Cálculo Diferencial e Integral II	06	MATO345
DGE0210	Educação Ambiental	04	-
QUARTO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
QUI0604	Química Analítica Quantitativa	06	QUI0603
QUI0612	Química Inorgânica II	04	QUI0611
QUI0613	Química Inorgânica Experimental I	02	QUI0611/QUI0612
FIS0601	Introdução à Mecânica	06	-
QUINTO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
EST0242	Estatística Aplicada à Química	04	MAT0346
GEO0043	Mineralogia Aplicada	06	QUI0612-QUI0613
QUI0620	Química Orgânica I	04	QUI0601
FIS0603	Introdução ao Eletromagnetismo	04	FIS0601/MAT0346
SEXTO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
QUI0605	Análise Instrumental I	06	QUI0604
QUI0621	Química Orgânica II	04	QUI0620
QUI0622	Química Orgânica Experimental	04	QUI0620/QUI0621
FIS0604	Ondas e Ótica	04	FIS0603/MAT0346
SÉTIMO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
QUI0630	Termodinâmica Química e Equilíbrio	06	FIS0603-QUI0601
QUI0623	Biorgânica	03	QUI0621
QUI0607	Métodos Espectroscópicos	04	QUI0605-QUI0621
EDU0680	Fundamentos Sócio-Filosóficos da Educação	04	-
EDU0901	Estágio Supervisionado I	-	QUINTO NÍVEL
OITAVO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
EDU0681	Fundamentos da Psicologia da Educação	04	-
QUI0631	Cinética Química	04	QUI0630
QUI0632	Físico-Química Experimental	04	QUI0630/QUI0631
EDU0682	Organização da Educação Brasileira	04	-
EDU0902	Estágio Supervisionado III	-	EDU0901
NONO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
QUI0624	Análise Funcional Orgânica	06	QUI0621-QUI0622

QUI0646	Instrumentação para o Ensino de Química	04	QUI0632-EDU0681
EDU0683	Didática	04	-
EDU0903	Estágio Supervisionado III	-	EDU0902
-	Complementar	-	-
DÉCIMO NÍVEL			
Código	Disciplina/Atividades	CR	Pré-requisito/Có-Requisito
EDU0904	Estágio Supervisionado IV	-	EDU0903
QUI0999	Atividades Acadêmico-Científico-Culturais	-	-
-	Complementar	-	-
-	Complementar	-	-