

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

**O LUGAR DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM INVESTIGAÇÕES
SOBRE EDUCAÇÃO QUÍMICA NO BRASIL: REFAZENDO O
CAMINHO E APONTANDO ALTERNATIVAS**

JAMES ROGADO

Piracicaba - SP

2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**O LUGAR DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM INVESTIGAÇÕES
SOBRE EDUCAÇÃO QUÍMICA NO BRASIL: REFAZENDO O
CAMINHO E APONTANDO ALTERNATIVAS**

JAMES ROGADO

Orientadora: Profa. Dra. Célia Margutti do Amaral Gurgel

Tese apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Educação da UNIMEP como exigência parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação.

Piracicaba – SP

2007

Banca Examinadora

Profa. Dra. Célia Margutti do Amaral Gurgel - Presidente

Prof. Dr. José Luis de Paula Barros Silva

Profa. Dra. Maria Angélica Penatti Pipitone

Profa. Dra. Maria Guiomar Carneiro Tomazello

Profa. Dra. Yara Lygia Nogueira Sáes Cerri

DEDICO ESTE TRABALHO

Aos meus pais, Edemur e Iracema, fundamentais ao meu viver e à minha caminhada.

À minha irmã Ivana e meu cunhado Roberto que, assim como meus pais, se privaram da minha companhia em determinados momentos de reunião de família, passeios, festas, feriados etc. Mesmo chateados, compreenderam a minha ausência.

À minha amada sobrinha Mariana que veio alegrar nossas vidas.

Aos amados irmãos de fé da Igreja Metodista Betânia que com carinho e orações ajudaram-me a superar as "crises", o cansaço.

Ao reverendo Ms. Márcio Divino de Oliveira e Dr. Achile Mário Alesina Junior, amigos muito caros, que sempre me apoiaram, incentivando a jornada.

Aos meus amigos queridos, alunos, ex-alunos e orientandos - "filhos pedagógicos" e mantenedores de minhas esperanças, inspiração nos momentos de cansaço do desenvolvimento deste trabalho: Fabiano Amaral, Roberta Sfalcin, Carolina Maria, Leandro Tavares, Sérgio Sfalcin, Thiago Correa, João Erick, Claudia Avanzi, João Luiz, Adhemar Avilla, Luis Augusto, Diego Mariano, Marlene Silva, Deborah Larissa, Lizandra Benzabatti, Thiago Barrios, Vinícius Canale, Lucas Bernardino, Camila Vieira.

Em especial, aos queridos amigos, Roberto Pontes da Fonseca, Estela Marisa Vieira, Maria de Lourdes Santos, Joana D'Arc Bicudo da Silva, pelo mútuo aprendizado de vida, durante nossa convivência, no campo profissional e particular.

Deus os abençoe!

AGRADECIMENTOS

À professora Célia Margutti do Amaral Gurgel - orientadora, amiga, mãe pedagógica - paciente, aceitou o desafio dessa caminhada.

Às professoras Catarina Maria Vitti, Maria Guiomar Carneiro Tomazello e Yara Lygia Nogueira Sáes Cerri, educadoras e formadoras de educadores, fortes motivos de minha opção como educador.

Ao professor José Luis Silva e à professora Maria Angélica Pipitone, pela confiança e credibilidade em minha pessoa: solidariedade permanente, traduzida em gestos concretos.

À professora Marilena Rosalen, uma amiga com quem interagi e com quem participei de lutas que me trouxeram cada vez mais experiência e amadurecimento. Sem dúvida, uma docente no sentido profundo da palavra.

Ao professor Elias Boaventura, ser humano fantástico que, por bondade do Pai, tive oportunidade de conhecer e respeitar cada vez mais por sua coerência, intelectualidade e virtude cristã. Obrigado pelas contribuições.

Ao professor Pedro Faria dos Santos Filho que contribuiu imensamente em minha qualificação concordando, discordando, corrigindo, elogiando, assinalando possibilidades e limites desta pesquisa.

Ao Núcleo de Educação em Ciências e a todos que nele compreendem, respeitam, incentivam e desenvolvem o trabalho de ensino, pesquisa e extensão.

A todos os meus amigos e colegas de Academia que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

Deus os abençoe!

RESUMO

Esta tese tem como objetivo desenvolver uma investigação sobre os diferentes olhares que pesquisadores da área de Química detêm sobre a inserção da abordagem da História da Ciência no processo da Educação Química. O trabalho tem como fonte as produções catalogadas no banco de dados dos cinco Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências/ENPEC ocorridos no Brasil no período de 1997-2005. As indagações que norteiam a pesquisa são: Como se caracteriza a inserção da História da Ciência nos trabalhos brasileiros de pesquisa em Educação Química apresentados nos ENPEC? Em relação aos trabalhos brasileiros de pesquisa em Educação Química apresentados nos ENPEC que utilizam a História da Ciência quais as proposições para a Didática das Ciências? Quais as contribuições para uma educação científica e tecnológica complexa e crítica para a sociedade contemporânea? O Banco de Dados resultantes dos cinco Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências/ENPEC (1997-2005) se revelou em acervo significativo das produções atualmente existentes no Brasil sobre as pesquisas em Educação em Ciências, em especial a Educação Química, na medida que traduziu, no tempo e no espaço, as tendências temáticas predominantes dessas áreas bem como os fundamentos teórico-práticos que alicerçam seus diferentes objetivos. Tendo por premissa que a epistemologia da Ciência é de natureza histórica, a investigação procurou identificar, em um universo de 1877 trabalhos encaminhados aos ENPEC durante o período de 1997-2005, de diferentes áreas de saber, quais os que efetivamente traziam este enfoque investigativo, sobretudo, para a área de Educação Química. Apenas 10 (dez) contemplaram os objetivos da investigação e foram analisados. As categorias construídas para a análise final levaram em conta o valor intrínseco das pesquisas, a questão da mutabilidade e instabilidade do pensamento científico e a visão integrada e interdisciplinar das propostas. Em relação aos resultados, o critério contribuição para uma educação científica e tecnológica complexa e crítica para a sociedade contemporânea, em particular para a Didática das Ciências, se configurou em uma parcela pequena dos trabalhos analisados. A principal tendência da inserção da História da Ciência nos estudos foi como metodologia de ensino. As implicações que as produções analisadas apontam para a renovação da Didática das Ciências, em especial da Ciência Química, referem-se, sobretudo, à necessidade e importância da contextualização social do ensino de Química no âmbito dos conteúdos, metodologias, organização do processo de ensino-aprendizagem e métodos de avaliação. Para tanto, parece ser necessário que haja um repensar do trabalho docente com uma concepção de prática que traz os elementos de rompimento e superação necessários para a construção de uma epistemologia de Ciência e Tecnologia na dimensão da complexidade.

Palavras-Chave: Educação Química; História da Ciência; Didática das Ciências e Complexidade; Encontro Nacional de Estudos e Pesquisas em Educação em Ciências/ENPEC; Ensino-Aprendizagem de Química

ABSTRACT

This thesis aims to develop a research on the different looks that researchers in the field of Chemistry hold on the integration of the approach of the History of Science in the process of Chemical Education. The work is to source production catalogued in the database of the five Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências/ENPEC occurred in Brazil in the period of 1997-2005. The questions that guide the search are: How is characterized the insertion of the History of Science in the work of Brazilian research in Chemical Education presented in ENPEC? In relation to the work of Brazilian research in Chemical Education presented in ENPEC using the History of Science which propositions for Didactics of Sciences? What are the contributions to an education in science and technology complex and critical to contemporary society? The Database result of the five Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências/ENPEC (1997-2005) has proved significant in collection of production currently in Brazil on the search on Education in Science, in particular the Chemical Education, in the measure that resulted, in time and space, the trends prevailing themes of these areas as well as theoretical-practical that founded their different goals. With the premise that the epistemology of science is a historical, research looked, in a universe of 1877 1997-2005, in different areas of knowledge, which it actually brought this focus investigative, especially in the area of Chemical Education. Only 10 (ten) covered the objectives of the research and were analyzed. The categories built for the final analysis took into account the intrinsic value of research, the issue of mutability and instability of scientific thought and vision of integrated, interdisciplinary proposals. For results, the criterion contribution to an education in science and technology complex and critical to contemporary society, in particular for Didactics of Sciences, was set up in a small fraction of the work examined. The main trend of the integration of the History of Science in the studies was as methodology of teaching. The implication that the products reviewed point to the renovation of Didactics of Sciences, in particular of Science Chemistry, concern, particularly the need and importance of the social context of the teaching of chemistry in the context of the content, methodologies, organization of the teaching process - learning and evaluation methods. Therefore, it seems necessary that there be a rethink of the teaching work with a design of practice that brings the elements of disruption and overrun required for the construction of a epistemology of Science and Technology in the size of the complex.

Keywords: Education Chemistry; History of Science; Didactics of Sciences and Complexity; Encontro Nacional de Estudos e Pesquisas em Educação em Ciências/ENPEC; Teaching-Learning Chemistry.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

QUESTÕES, INDAGAÇÕES E INQUIETAÇÕES QUE MOTIVAM ESTA INVESTIGAÇÃO.....	p. 11
--	-------

CAPÍTULO 1

HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO ABORDAGEM NA EDUCAÇÃO QUÍMICA: CAMINHOS DO FAZER HISTÓRICO E DO FAZER PEDAGÓGICO.....	p. 23
--	-------

CAPÍTULO 2

INVESTIGAÇÕES EM EDUCAÇÃO QUÍMICA NO BRASIL SOB O ENFOQUE DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA (1997-2005): SELEÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS.....	p. 62
--	-------

2.1- O Banco de Dados dos Encontros Nacionais de Educação em Ciências/ENPEC no Brasil como fonte de pesquisa.....	p. 62
---	-------

2.2- Organização da pesquisa: levantamento, seleção e critério de escolha dos trabalhos, sistematização e análise de seus conteúdos.....	p. 63
--	-------

2.3- Áreas de Conhecimento Identificadas nos Trabalhos dos ENPEC (1997-2005)..	p. 72
--	-------

2.4- Temáticas Abordadas na Área de Educação Química.....	p. 73
---	-------

CAPÍTULO 3

A DIMENSÃO HISTÓRIA DA CIÊNCIA PRESENTE NAS INVESTIGAÇÕES EM EDUCAÇÃO QUÍMICA: DIALOGANDO COM OS RESULTADOS.....	p. 78
3.1- Características Gerais das Investigações.....	p. 78
3.2- As categorias e seus resultados.....	p. 81
EM CONCLUSÃO.....	p. 110
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	p. 120

LISTA DE TABELAS

1- TRABALHOS POR ÁREA DE CONHECIMENTO DE 1997-2005.....	p. 72
2- TEMÁTICAS NA ÁREA DE EDUCAÇÃO QUÍMICA.....	p. 74
3- RESUMOS DOS TRABALHOS EM EDUCAÇÃO QUÍMICA COM ABORDAGEM DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA.....	p. 79
4- CATEGORIA “VALOR INTRÍNSECO”	p. 82
5- CATEGORIA “MUTABILIDADE E INSTABILIDADE”	p. 91
6- CATEGORIA “VISÃO INTEGRADA E INTERDISCIPLINAR”	p. 101

INTRODUÇÃO

QUESTÕES, INDAGAÇÕES E INQUIETAÇÕES QUE MOTIVAM ESTA INVESTIGAÇÃO.

Esta tese tem como objetivo desenvolver uma investigação sobre os diferentes olhares que pesquisadores da área de Química detêm sobre a inserção da abordagem da História da Ciência no processo da Educação Química. O trabalho se desenvolve tendo como fonte as produções catalogadas no banco de dados dos cinco Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências/ENPEC ocorridos no Brasil no período de 1997-2005. Pretendemos, no processo do estudo, estar respondendo às seguintes indagações:

1- Como se caracteriza a inserção da História da Ciência nos trabalhos brasileiros de pesquisa em Educação Química apresentados nos Enpec?

2- Em relação aos trabalhos brasileiros de pesquisa em Educação Química apresentados nos Enpec e que utilizam a História da Ciência:

a) Quais as proposições para a Didática das Ciências?

b) Quais as contribuições para uma educação científica e tecnológica complexa e crítica para a sociedade contemporânea?

Considerando a relevância da dimensão histórica e social da construção das Ciências para a compreensão do papel do método científico e das referências paradigmáticas em suas proposições ao longo do tempo, este trabalho almeja

dialogar com os professores que como nós compartilham do processo de ensino de Química (seja em nível básico ou superior) e que são motivados cotidianamente por diferentes indagações sobre suas teorias e princípios.

Como professor de Química em cursos de licenciatura e ensinos fundamental e médio há muitos anos, venho apreendendo o quão complexo é buscarmos a superação dos limites que envolvem a melhoria do conhecimento nesta área de formação, sobretudo quando pensamos esta melhoria na perspectiva de um saber complexo e crítico sobre o fenômeno químico e sua interpretação e prática em sentido mais amplo. Em encontros regionais, nacionais e internacionais de Ensino de Química, nos últimos anos, temos refletido sobre os objetivos apresentados em mini-cursos, palestras, mesas-redondas, apresentações de trabalhos relacionados às orientações curriculares dos Parâmetros Nacionais em geral e de Química, em particular. Nesses espaços identificamos estudos sobre questões relacionadas a livros didáticos, pesquisas na área do conhecimento específico e do ensino de Ciências, projetos voltados para a formação de professores e outros, todos sempre revelando um esforço intenso na busca de mudanças substanciais na qualidade do ensino de Química e da formação docente. Contudo, em seus resultados efetivos, no que diz respeito à *práxis*, permanecemos ainda com a sensação de estarmos persistindo no imponderável.

Isto significa que, embora haja um esforço intenso na busca de mudanças nas atitudes dos docentes para o ensino em geral, inclusive a Química, os professores ainda estão sendo impelidos a atropelar as aulas e os conteúdos, amontoando os saberes na cabeça do aluno, dificultando sua participação no

entendimento mais plausível sobre o mundo em que está inserido. Parece que o que se pratica e o que se prega sobre a melhoria do ensino de Química estão percorrendo caminhos antagônicos.

É por conta dessas inquietações que se torna importante conhecermos estudos nacionais e internacionais recentes¹ cujos argumentos são consistentes sobre a necessidade de revisão dos pressupostos da Educação das Ciências da Natureza demonstrando os limites que a dimensão técnico-experimental tem imprimido na educação científica das diferentes áreas desse conhecimento.

Krasilchik (2000, p. 85-88) diz:

O reconhecimento como essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social da Ciência e a Tecnologia levou o ensino das Ciências em todos os níveis ao crescimento em importância. Inúmeros movimentos de transformação do ensino, tentativas e efeitos das reformas educacionais foram percebidos no ensino das Ciências. As mudanças no ensino de Ciências aconteceram em função de fatores políticos, econômicos e sociais que resultaram, por sua vez, em transformações das políticas educacionais (...) Embora o conceito de processo ensino-aprendizagem tenha importância na escola em geral, no ensino das disciplinas científicas tem consequências específicas em vários elementos curriculares. A solução de problemas é um dos seus componentes essenciais, porque várias fases das reformas propostas com nomes variados de “ciência posta em prática”, “método da redescoberta”, “método de projetos” trata-se de fazer questionamentos, encontrar alternativas de resposta, planejar e organizar experimentos que permitam optar por uma delas e daí produzir outros questionamentos. (...) Com essas premissas, as aulas práticas no ensino de Ciências servem a diferentes funções para diversas concepções do papel da escola e da forma de aprendizagem.

¹ ALMEIDA, 2004; ALONSO, DÍAZ, MAS, ROMERO, 2003; ALVES, 1999; BIZZO, 2002; BRASIL/SEMT, 2002; CACHAPUZ, GIL-PEREZ, CARVALHO, PRAIA, VILCHES, 2005; CARVALHO, 2004; CHASSOT, 1998; CHASSOT, 2001; CHASSOT, 2003; CHASSOT, 2004; CHASSOT, 2004; DELIZOICOV, ANGOTTI, 1990; DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002; DEVELAY, ASTOLFI, 1990; DOMINGUES, KOFF, MORAES, 1998; DRIVER, ASOKO, LEACH, MORTIMER, SCOTT, 1999; FOUREZ, 1995; GURGEL, 1995; GURGEL, 2001; HORGAN, 1998; KRASILCHIK, 2000; MALDANER, 2000; MARQUES, 2002; MENEZES, 2001; MORAES, MANCUSO, 2004; MORAES, 2003; MORIN, 2000; MORIN, 2001; MORTIMER, MACHADO, 2003; NARDI, 1998; NARDI; BASTOS; DINIZ; 2004; ROGADO, 2000; SANMARTÍ, 2002; SANTOS, 2005; SANTOS, SCHNETZLER, 1997; SCHNETZLER, ARAGÃO, 2000; TOMAZELLO, 2000; WEISSMANN, 1998.

Historicamente, sobre o ensino de Química em nosso país, sabe-se que o primeiro decreto oficial que se refere a ele remonta a 6 de julho de 1810, criando a cadeira de Química na Real Academia Militar. O objetivo da disciplina era evidenciar aos futuros militares os métodos para o conhecimento das minas, baseados nas obras de Lavoisier, Vanderquelin, Jouveroi, Lagrange e Chaptal. Obviamente, instaurava-se um ensino utilitário que, adiante, aproximar-se-ia da Medicina. Tal ensino manifestava-se também como livresco, teórico, ligado à Física ou à Mineralogia. (Chassot,1996 *apud* ROSA; TOSTA 2005). Criado o Instituto de Química no Rio de Janeiro, em 1918, também foi criado o curso de Química na Escola Politécnica de São Paulo, possibilitando a emergência da pesquisa na área. Porém, somente em 1934 o Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP será fundado com vistas a formar químicos melhor preparados. (Mathias, 1979 *apud* ROSA; TOSTA, 2005).

Ainda segundo Rosa e Tosta (2005), a disciplina Química passa a ser regularmente ministrada no ensino secundário brasileiro com a Reforma Francisco Campos (1931) que buscava a apropriação de conhecimentos específicos, despertando o interesse científico do educando por meio da relação entre a Química e o cotidiano. Com a LDB de 1971, o caráter do ensino de Química passa a ser acentuadamente técnico-científico. Atualmente, recomenda-se que a Química seja reconhecida nos alimentos e medicamentos, nas fibras têxteis e nos corantes, nos materiais de construção e nos papéis, nos combustíveis e nos lubrificantes, nas embalagens e nos recipientes. Isto é, remete-nos à vida das pessoas e à manutenção da própria vida. Certamente, as escolas de ensino médio planejam, concebem e vivenciam suas práticas

influenciadas pelos documentos oficiais, fazendo recontextualizações e oferecendo formas de resistência ou de aquiescência.

Nos últimos anos, a Educação Química tem se confrontado com questionamentos mais centrados nas questões epistemológicas, históricas e socioculturais no decorrer de seu processo didático-pedagógico. No entanto, ao professor de Ciências/Química, por vezes, esses passam despercebidos pelo fato de se configurarem em manifestações interpretadas como rotineiras, habituais, enfim, como parte do cotidiano escolar. Estamos falando, por exemplo, das costumeiras interpelações feitas pelos discentes tais como: “Professor, por que é que eu preciso aprender isso? Isso não tem nada a ver comigo...”; “Que aula chata... Vamos falar de alguma coisa que faça algum sentido...”; “Como a Química é ruim. Não sei pra que eu preciso decorar tanta coisa e nem sei pra que eu preciso aprender a mexer nesses vidrinhos no laboratório...”.

Estas interpelações evidenciam com clareza que o diálogo proposto entre o que se ensina em Ciência Química e o mundo contemporâneo e suas demandas não estão articulados, a ponto de incitarem inquietações e dúvidas.

Ribeiro (2006) chama atenção acerca do analfabetismo e alfabetismo científico (químico) neste país. No final dos anos 70, segundo a autora, a UNESCO recomendou que uma pessoa devesse ser considerada como alfabetizada funcional caso utilizasse a leitura e escrita para fazer frente às demandas de seu contexto social, usando essas habilidades para continuar aprendendo e se desenvolvendo ao longo da vida. Nesses quase trinta anos, o mundo vem se transformando vertiginosamente, influenciado pelas revoluções genômica, ecotecnológica e das telecomunicações e informática, o que tem

levado à modernização das sociedades, o desenvolvimento tecnológico e a ampliação da participação social e política. Nesse novo mundo não basta saber ler, escrever, contar e conhecer alguma coisa de Ciência. É preciso que o indivíduo saiba o que fazer com os saberes e suas habilidades, o que nos leva a uma outra questão: de que maneira os sistemas escolares têm respondido às exigências do mundo contemporâneo para que todos os indivíduos tenham oportunidades de continuar a se desenvolver pessoal e profissionalmente?

Nesse sentido, Chassot (2001) reitera que a Ciência é uma produção cultural. Assim, quando nos referimos à alfabetização científica, trazemos à baila o falar não apenas de Ciência, mas, também, de História e de Cultura, discutindo cidadania, tecnologias, linguagem, história, política, saberes populares, escolares e religiosos, questionando os preconceitos de gênero, de sexualidade e étnicos e as hierarquias de pessoas e saberes que geram os perversos mecanismos sociais de exclusão. Aqui, pois, é possível ponderarmos sobre a importância de uma formação docente nas áreas das chamadas Ciências da Natureza ou Experimentais (Química, Biologia, Física, dentre outras) com um forte tom humanista para que de fato os fenômenos naturais se compatibilizem com seus contextos reais, que são sociais, culturais e políticos.

A Educação em Ciência é hoje uma área que merece uma atenção especial por parte de educadores e professores por conta das exigências de uma cidadania que se deseja interveniente por parte dos alunos e, com a inerente, complexa e permanente formação dos professores. Os contributos para uma educação mais capaz de responder aos padrões socio-econômico-culturais que se perfilam para o aluno futuro cidadãos adulto são de natureza diversa. A

História da Ciência (HC) é uma delas, antecipando os obstáculos epistemológicos que poderão dificultar o processo de aprendizagem e, a partir daí, elaborar estratégias de ensino que possam contemplar os debates originais, proporcionando o maior número possível de alternativas aos alunos.

Outros argumentos a favor da HC são como o da existência de um certo paralelismo entre as idéias dos investigadores e as perspectivas dos alunos sobre determinados temas científicos, relacionando os mecanismos de evolução de uma situação histórica para a subsequente com as da passagem de um determinado estado psicogenético para o seguinte. A História da Ciência pode ajudar a desempenhar um papel na compreensão da lógica que os alunos utilizam para dar coerência aos seus modelos teóricos. Também, pode ainda contribuir para determinar quais serão os conceitos estruturantes – idéias-chave em torno das quais se pode desenvolver conhecimento científico – numa determinada área do conhecimento e, assim, contemplá-los em nível do ensino.

Marques, Praia e Guerra (2007) dizem:

A contribuição da História da Ciência para uma mais adequada consecução da Educação em Ciência, reflete-se, ao limite, no desenvolvimento de uma Cidadania crítica por parte dos alunos, ao permitir uma perspectiva mais integradora. Só aparentemente é que esta grande preocupação pode ser vista de uma forma desligada de uma outra, bem actual, que é a da Sustentabilidade. De facto, a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, a decorrer entre 2005 e 2014, surgiu pelo reconhecimento da necessidade, entre outras, de despertar o Ser Humano para a actual crise planetária. Esta é caracterizada por problemáticas ambientais, sociais, económicas e políticas, pelo que o entendimento de situações históricas do passado pode ser também um factor a considerar na conceptualização e no desenho de propostas de trabalho no contexto da Educação em Ciência.

Morin (2000) traduz o que podemos compreender por um conhecimento complexo sobre o mundo social e natural. Conforme explica o autor, o conhecimento moderno foi dividido em dois blocos, a cultura humanística e a

cultura científica. Estes dois blocos, que antes caminhavam juntos, foram separados no século XIX. No século XX, a separação foi agravada com a fragmentação dos saberes na busca da especialização do conhecimento científico. A “hiperespecialização”, segundo Morin, é um dos desafios para os problemas globais que temos nos deparado freqüentemente, porque descarta a complexidade do pensamento acarretando diversos danos ao ser humano, já que o faz perder a noção do todo. A realidade em que estamos inseridos é complexa e nela existem componentes que não podem ser descartados “como o econômico, o político, o sociológico, o psicológico, o afetivo, o mitológico”. (MORIN, 2000, p.14). Se separarmos esses componentes ou mesmo ignorarmos, atrofiaremos as possibilidades de compreensão e de reflexão, “eliminando as oportunidades de um julgamento corretivo ou de visão a longo prazo (...) É uma inteligência incapaz de reconhecer a complexidade dos fatos, porque se torna cega, inconsciente e irresponsável”. (Idem, p.15).

Portanto, o grande desafio da reforma do pensamento para a Educação, conforme Morin (2000), é a organização do saber dos indivíduos. Este desafio se subdivide em três desafios: primeiramente o desafio cultural que busca recuperar toda cultura de uma forma geral, seja ela das humanidades ou científica, recuperar o que está muito fragmentado e aproveitar o que ainda está relacionado; o desafio sociológico que busca relacionar e integrar a informação-conhecimento-pensamento-indivíduo-sociedade; o desafio cívico que reanima o sentimento de responsabilidade e o fortalecimento da solidariedade preservando o elo orgânico com a cidade e seus concidadãos, tão descartado pelo egoísmo dos dias atuais e responsável pela degradação do meio social e meio ambiente em que estamos inseridos.

Ainda no entender de Morin (2000) a cultura humanística, embora tenda a ser um conhecimento genérico, estimula a reflexão e favorece a integração pessoal dos conhecimentos, enquanto a cultura científica, apesar de acarretar admiráveis descobertas, não reflete sobre o caminho dos homens e o caminho da própria Ciência.

Nesse sentido é que nos parece plausível defendermos uma discussão didático-pedagógica sobre o ensino-aprendizagem da Ciência em uma perspectiva epistemológica e histórica mais complexa. Entendemos que esta dimensão pode oferecer a educadores e aprendizes a possibilidade de compreensão não somente da natureza da Ciência, mas, também, que as competências e ou habilidades formativas de quem assume a educação como ofício farão parte de um processo sociocultural, ético, histórico, político, econômico, mais amplo, despertando-os para uma reflexão crítica e problematizadora de seus papéis como profissionais e como cidadãos. (GURGEL, 2005).

Portanto, ao termos mais clareza sobre como se estabelecem historicamente as relações existentes entre Ciência/Tecnologia/Sociedade é possível reconhecermos que o conhecimento científico, produzido pelos homens, está associado aos interesses econômicos e políticos, se caracterizando pela não neutralidade. No entanto, como enfatiza Morin (2000), as mudanças de concepção, no âmbito educativo, não são de natureza programática, mas, sim, paradigmática. O mundo é um todo indissociável e, sob este aspecto, devemos propor uma abordagem inter/transdisciplinar para a construção do conhecimento, abandonando o reducionismo que tem pautado a investigação científica em todos

os campos dando lugar à criatividade e ao caos. Para tanto, é preciso reconhecer que vários conceitos compõem esta visão da complexidade, como auto-organização, mudança, evolução, realimentação, campo, cultura, ecologia, ambiente, caos, desordem, incerteza, ampliação da consciência, relação corporeamente, desconstrução, novas organizações, criatividade, lógicas não-convencionais, virtualidade, futuro, novas tecnologias.

A falta de articulação entre as Ciências Físicas, Biológicas e Humanas, de acordo com Morin (1990) é um sério problema havendo a necessidade de aproximá-las para o desenvolvimento de pontes de comunicação entre si na compreensão do todo. Sobre a questão da Ética na Ciência, o autor também faz uma reflexão sobre as descobertas científicas e de seus descobridores.

À primeira vista, a complexidade é um tecido *complexus* (o que é tecido em conjunto) de constituintes heterogêneos inseparavelmente associados: coloca o paradoxo do uno e do múltiplo. Na segunda abordagem, a complexidade é efetivamente o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem o nosso mundo fenomenal. Mas, então, a complexidade apresenta-se com os traços inquietantes da confusão, do inextricável, da desordem, da ambigüidade, da incerteza... Daí a necessidade, para o conhecimento, de pôr ordem nos fenômenos ao rejeitar a desordem, de afastar o incerto, isto é, de selecionar os elementos de ordem e de certeza, de retirar a ambigüidade, de clarificar, de distinguir, de hierarquizar... Mas, tais operações, necessárias à inteligibilidade, correm o risco de a tornar cega se eliminarem os outros caracteres do *complexus* (...) Efetivamente, como o indiquei, elas tornam-nos cegos. (MORIN, 1990, p. 17)

É este, pois, o ponto de partida desta tese. Ao adotarmos as produções científicas contidas no banco de dados dos cinco Encontros Nacionais de Pesquisas em Educação em Ciências/ENPEC (1997-2005) como fonte de memória das produções brasileiras sobre pesquisa no campo da Educação das Ciências, estamos reconhecendo que este acervo se constitui em significativo e pertinente documentário dos registros existentes sobre a caminhada das

produções e os respectivos olhares de seus autores, tanto nacionais como internacionais que participaram até então dos encontros no Brasil. São estudos que, em nossa compreensão se tornaram públicos e, portanto, disponíveis para uma análise sistemática, reflexão e diálogo entre os pares e outros interessados. São trabalhos científicos datados no tempo e no espaço que permitem dar a conhecer um conjunto de questionamentos e interpretações de seus autores sobre questões específicas das Ciências Químicas e História da Ciência permitindo maior visibilidade das concepções teórico-práticas no âmbito da pesquisa em Educação dos pesquisadores brasileiros.

Para apresentar o que estamos propondo, esta tese foi organizada nas seguintes partes:

- **Introdução: questões, indagações e inquietações que motivam esta investigação.** Buscamos nesse espaço explicitar o problema da investigação e seus objetivos, bem como as principais indagações e inquietações que justificam o desenvolvimento do estudo.
- **Capítulo 1: História da Ciência como abordagem na Educação Química: caminhos do fazer histórico e do fazer pedagógico.** O capítulo tem como objetivo trazer alguns dos principais fundamentos sobre a relevância da História da Ciência para a Educação Química, com revisão significativa de aspectos epistemológicos, históricos e socioculturais para a construção de uma concepção de Didática da Ciência crítica e complexa sobre os fenômenos químicos na contemporaneidade.

- **Capítulo 2: Investigações em Educação Química no Brasil sob o enfoque da História da Ciência (1997-2005): seleção e organização dos dados.** Neste capítulo apresentamos os procedimentos aplicados para o levantamento e seleção dos trabalhos voltados à Educação Química com ênfase na História da Ciência registrados pelo Banco de Dados dos cinco Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências-ENPEC (1997-2005). Também apresentamos os critérios adotados para a construção das categorias definidas como eixos norteadores da análise dos trabalhos.
- **Capítulo 3: A dimensão História da Ciência presente nas investigações em Educação Química.** O capítulo apresenta um mapeamento dos trabalhos selecionados para o estudo, acompanhado de análise e reflexão sobre a conceptualização, procedimento e contribuição dos autores em relação à dimensão histórica adotada nas pesquisas. Também, procura problematizar a tendência dos paradigmas implicados nas proposições da abordagem da História da Ciência e suas contribuições para Educação Química, em particular para o repensar da Didática das Ciências.
- **Em conclusão.** Procuramos refazer o caminho da pesquisa e apontar alternativas em relação à abordagem da História da Ciência no processo da Educação Química.

CAPÍTULO 1

HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO ABORDAGEM NA EDUCAÇÃO QUÍMICA: CAMINHOS DO FAZER HISTÓRICO E DO FAZER PEDAGÓGICO

Vimos na introdução desta tese que o foco de interesse do estudo está relacionado às investigações de pesquisas dos cinco ENPEC ocorridos no Brasil que tratam da inserção da abordagem da História da Ciência no processo da Educação das Ciências Químicas.

Neste capítulo pretendemos refletir sobre alguns indicadores apresentados pela literatura recente que trata do papel da Didática das Ciências aplicada ao processo de ensino-aprendizagem das Ciências Experimentais. Vamos procurar, especialmente, analisar em que termos esta questão vem se constituindo em obstáculo e ou avanço na compreensão do fenômeno químico e sua inter-relação com os problemas naturais e sociais da contemporaneidade. Ainda, o capítulo pretende apresentar a visão de alguns estudiosos que argumentam sobre a importância da inserção da abordagem da História da Ciência no ensino e sua contribuição para o processo de ensino-aprendizagem das Ciências da Natureza, em especial das Ciências Químicas. Pretendemos, com as considerações, trazer contribuições que nos parecem ser relevantes quando tratamos do fazer histórico e do fazer pedagógico na Educação das Ciências/Química.

Compreendemos que há, ainda hoje, forte tendência em se exercer uma prática educativa na área de conhecimento das Ciências Químicas, em particular em laboratórios. Ou seja, uma tendência em se enfatizar mais a aprendizagem de destrezas e técnicas de obtenção de dados e processamentos experimentais

e, menos, de estabelecer uma relação explícita entre a teoria e o que de fato se quer obter com a prática técnico-científica. (HODSON, 1994).

Embora nas práticas de laboratório a questão da metodologia científica seja importante, também é importante que as questões teóricas sejam enfatizadas para integrar os domínios conceituais e fenomenológicos e promover o desenvolvimento de uma visão da natureza da Ciência mais próxima ao fazer científico. Estaremos tomando como fio condutor deste estudo o suposto de que a História da Ciência pode contribuir e tornar possível articular com mais sustentação a teoria e prática do ensino das Ciências Químicas, na medida que esta abordagem implicar aportes teórico-epistemológicos sobre a Ciência e sua relação com a tecnologia e a sociedade sob a dimensão da complexidade, conforme Morin (1990).

Sob este aspecto a premissa é que, a História, enquanto área de conhecimento, é fundamento essencial para estudos contemporâneos que reconhecem que a natureza da epistemologia da Ciência e da Tecnologia é de natureza histórica. A construção da Ciência não é apenas um acumulado de pesquisas desenvolvidas e refutações de teorias, tampouco ela é uma construção apenas objetiva do conhecimento, estando longe de possuir interesses subjetivos de quem a constrói. Se entendemos que a Ciência não é um conhecimento pronto, acabado, a História pode, dependendo de sua concepção, apontar como o conhecimento científico foi utilizado. Segundo a literatura nos revela (HOBBSAWM, 1995), por vezes a História foi utilizada como arma ideológica com finalidades práticas para justificar ações do homem. Exemplo, as Grandes

Guerras Mundiais. Mas, como trazer este debate sob a perspectiva da complexidade?

Defendendo um ensino para a cidadania Díaz (2002) diz que a Ciência deve antes de tudo ser considerada um processo de construção social, um processo que está sujeito a interesses políticos, econômicos e sociais que têm grande influência sobre a organização das sociedades. Concordamos com Díaz (2002) quando argumenta que é bastante perigosa a concepção de algumas pessoas que enxergam a Ciência como uma verdade absoluta e neutra em relação a interesses, pois, estas pessoas acabam tendo uma idéia de que os cientistas escolhem livremente os seus temas de pesquisa e que assim não há empresas, governos ou órgãos de fomento patrocinando e dirigindo seu desenvolvimento investigativo.

Todo professor de Ciências/Química deve possuir um conhecimento sobre a História da Ciência que ensina, pois, pode auxiliar os alunos visualizarem os conhecimentos científicos como problemas que se originaram por vezes de alguma imposição arbitrária. Evitar-se-ia, assim, visões estáticas e dogmáticas que deformam a natureza do trabalho científico criando dificuldades e obstáculos epistemológicos, nos termos de Bachelard (1996).

Martins (1998) argumenta que a História da Ciência pode ser utilizada como um dispositivo didático útil porque:

(...) Através de episódios históricos o processo gradativo e lento de construção do conhecimento, permitirá que se tenha uma visão mais concreta da natureza real da ciência, seus métodos, suas limitações. Isso possibilitará a formação de um espírito crítico fazendo com que o conhecimento científico seja desmistificado sem, entretanto, ser destituído de valor. (MARTINS, 1998, p.18).

Pumfrey (1991) *apud* Martins (1998) afirma que em outros países do primeiro mundo, como a Inglaterra e o País de Gales, a História da Ciência faz parte do currículo nacional e em muitos casos atingiu os objetivos propostos.

(...) Através da História da Ciência são relatados os eventos históricos da maneira mais ampla possível, mostrando as hipóteses apresentadas pelos cientistas, as teorias alternativas, tudo dentro do contexto da época (...) Para uma aplicação da História da Ciência ao ensino é preciso que o professor e o historiador da Ciência trabalhem juntos, na parte histórica do conteúdo que será apresentado aos alunos (MARTINS, 1998, p.20).

Chalmers (1994) alerta para o fato de que, se quisermos compreender a Ciência e seus métodos devemos nos concentrar na própria Ciência e nos métodos que ela incorpora, mais do que nos cientistas e em sua natureza. Há a necessidade de esclarecimento das suas próprias bases epistemológicas, a discussão do que deve ser analisado e de como compreendê-lo ao buscar o que seja a Ciência, seu desenvolvimento, alcances e limites. Desta forma, o autor busca resgatar a positividade do trabalho científico, afirmando que isto seria conseguido por meio do método. Ele defende ainda que o guia do trabalho do cientista é historicamente fortuito, variável no decorrer do tempo. A Ciência é fabricada, isto é, construída, elaborada.

O autor afasta-se do racionalismo e empirismo clássicos e da escola falsificacionista². Afinal, para ele, o conhecimento, em constante transformação, seria composto de generalizações aplicáveis ao mundo físico. Como diz, há que

² A escola falsificacionista (Popper) argumenta que a teoria científica será sempre conjectural e provisória: não seria possível confirmar a veracidade de uma teoria pela simples constatação de que os resultados de uma previsão efetuada com base naquela teoria se verificaram, pois essa teoria apenas não teria sido (ainda) contrariada pelos fatos. O que a experiência e as observações do mundo real podem e devem tentar fazer é encontrar provas da falsidade daquela teoria. Este processo de confronto da teoria com as observações poderá provar a falsidade da teoria em análise, assim, eliminar-se-á a teoria que se provou falsa e uma outra teoria será procurada para explicar o fenômeno em análise.

se considerar os limites e a finalidade do conhecimento científico, pois, a ideologia de uma época envolve uma extensão da Ciência bem além de seus limites verdadeiros, já que os problemas sociais e políticos são construídos como se fossem científicos, obscurecendo as questões de fato relevantes. A Ciência por vezes alinha-se ao lado dos vitoriosos e por eles é subvencionada.

Regner (1996), por sua vez, examinando as análises filosóficas acerca do conhecimento científico realizadas por Herschel (1830) e Whewell (1840), ratifica o entendimento desses autores quanto ao fato do interesse da História das Ciências não estar apenas em retratar padrões de cientificidade de uma época ou na exposição histórica, evidenciando o sentido epistemológico conferido à História das Ciências, pois, a trajetória histórica desse saber confirma-se como fonte substantiva para a compreensão de sua natureza como processo e produto.

No entendimento de Burke (2002), a História refere-se ao estudo de sociedades humanas no plural, destacando as diferenças entre elas e as mudanças ocorridas em cada uma com o passar do tempo. Assim, a leitura da História se articula sobre uma vontade de transformar a sociedade humana, ciente de que a construção do fato histórico é relativamente objetiva, face aos processos de manipulação em todos os níveis de constituição do saber histórico. Nessa direção, Le Goff (1992) diz que a necessidade do historiador amalgamar relato e explicação, transforma a História para além de uma Ciência, tornando-a uma arte, um gênero literário. A História, nesse sentido, passa a ser assumida como uma Ciência que critica a realidade presente, amotinando-se ao cenário de opressão, impossibilitando a omissão aos acontecimentos presentes. Se História significa procurar, o que importa é perceber o tipo de relação que as sociedades

históricas mantiveram com o seu passado e o lugar que ocupa no seu presente. (LE GOFF, 1992).

Com o surgimento da Escola dos Annales, no começo do século XX, o culto aos heróis e aos representantes das elites poderosas se amplia valorizando o cotidiano, a arte, os afazeres do povo e a psicologia social. Isto faz emergir uma nova história (científica) que se preocupa com o método, com a análise crítica de causas e conseqüências, tempo e espaço. Parafrazeando Commager, citado por Le Goff (1992), a (re) construção histórica vai consistir no conjunto dos fatos, na sua organização para a geração de um padrão coerente e, finalmente, na interpretação dos fatos e do padrão.

No tocante à Educação das Ciências, o estudo histórico permite entender melhor uma época e as condições que a atividade científica pôde florescer em sua relação com a sociedade. A História da Ciência pode possibilitar compreender melhor o processo de desenvolvimento do conhecimento humano, seus limites e possibilidades, ampliando o entendimento da Ciência face à sucessão de eventos, descobertas, novos métodos e teorias e revoluções conceituais. (ICO, 2004).

A importância do enfoque histórico para uma compreensão mais completa da Ciência é quase unânime, permeando as diversas concepções de ensino e as considerações dos mais diversos autores, possibilitando aos estudantes a compreensão da Ciência como construção humana, aproximando-a de seu universo cognitivo, construindo historicamente o que conhece e, posteriormente, conhecendo cientificamente. (CASTRO; CARVALHO, 1992 *apud* MACHADO, 2005).

Matthews (1994) destaca que entre 1970 e 1980 a Association for Science Education, em seus informes, recomendava com insistência a incorporação de mais material histórico e filosófico no currículo de Ciências, pois, um dos problemas que se reconhecia era que os professores não estavam adequadamente preparados para ensinar Ciências em contexto.

Esses informes afirmavam que muitos professores atuavam e pensavam cientificamente como resultado de suas formações, mas, careciam de conhecimento sobre a natureza e objetivos básicos das Ciências. O mesmo autor destaca os Estados Unidos com esta preocupação, com nomes relevantes tais como Kuhn, Conant, Aikenhead, Holton, Cohen, dentre outros, reafirmando a importância da inserção de História e Filosofia da Ciência nos currículos de Ciências. Em relação à Química, Matthews (1994) diz que a História da Química nos Estados Unidos sempre foi mais marginal para seu ensino em comparação aos ensinamentos da Física e da Biologia, embora houvesse propostas para que a História da Química fosse incluída em seu currículo.

O autor traz uma posição importante sobre a inserção da História da Ciência no ensino das Ciências fazendo considerações relevantes sobre a tradição contextualista. Destaca que a História da Ciência melhora o ensino das Ciências na medida em que motiva o interesse dos alunos, humaniza os conteúdos, proporciona uma melhor compreensão dos conceitos científicos mostrando seu desenvolvimento e aperfeiçoamento, tem um valor intrínseco importante para a compreensão de certos episódios cruciais na História da Ciência como as revoluções científicas, demonstra que a Ciência é mutável e provisória e que, conseqüentemente, o conhecimento científico atual é susceptível

de ser transformado, combatendo assim a ideologia cientificista. Enfim, contribui para um conhecimento mais rico e profundo sobre o método científico, demonstrando os espaços de avanço que esta abordagem oferece para a discussão da natureza das Ciências.

Klein *apud* Matthews (1994) critica esta visão, afirmando que a única forma de abordagem da História em cursos de Ciências é de uma pseudohistória e ainda, que a exposição superficial da História da Ciência pode debilitar as convicções científicas necessárias para conseguir êxito na aprendizagem das Ciências. Kuhn (2001), nesse sentido, também lembra que a educação científica atual é totalmente dirigida pelos livros didáticos. Isto não anima os alunos de Ciências lerem os clássicos da História em seus respectivos campos de conhecimento, levando-os a resumirem os trabalhos escolares com base nesses textos e tornando a educação científica uma iniciação dogmática em uma tradição preestabelecida e conformista.

Matthews (1994) considera que as percepções de Klein e Kuhn são contornáveis para os cursos de Ciências. O importante é não deixar a História da Ciência fora deles. Destaca que o problema da interpretação da História da Ciência, antes de ser uma barreira ou impedimento para seu uso em sala de aula, pode ser uma oportunidade para introduzir os estudantes em aspectos significativos da História através de leitura de textos e interpretação dos fatos em relação aos complexos problemas de significação dos alunos e suas vidas cotidianas. Considera que não há evidências de que as aproximações entre História da Ciência e métodos pedagógicos vêm diminuindo o conhecimento

científico. Pode, ao contrário, ter diminuído a convicção de certos cientistas, mas, isso não é um mal.

Sobre esta questão Silva e Martins (2003) entendem que há muitas formas para usar a História da Ciência no ensino de Ciências, dependendo do objetivo pedagógico e nível de ensino.

Nesse tocante, a HC poderia equilibrar os aspectos puramente técnicos de uma aula com o estudo de aspectos sociais, humanos e culturais: informações sobre a vida dos cientistas - fiéis e fundamentadas -, a evolução de instituições, o ambiente cultural geral de uma época, as concepções alternativas do mesmo período, as controvérsias e dificuldades de aceitação das novas idéias. Essas possibilidades viriam a contribuir para a geração de uma nova visão da ciência e dos cientistas, motivando ao estudo. A HC poderia facilitar a compreensão de determinados temas, afinal, os resultados científicos atualmente aceitos são pouco intuitivos e óbvios, produto de alongada evolução e discussão: o ensino dessa evolução facilitaria a compreensão dos resultados finais de seu real significado. Também, a transição de doutrinas de senso comum para as doutrinas científicas atuais seria facilitada: o pensamento de senso comum muitas vezes é coincidente com concepções abandonadas ao longo da história – o professor conhecedor dessas concepções teria maior facilidade em compreender as dificuldades e resistências de seus alunos, fazendo a transição de concepções necessária. Ainda nessa perspectiva, o conhecimento da HC pode permitir o conhecimento de idéias, temas, problemas, argumentos, exemplos e aparelhos, esquecidos ou não, que podem ser bastante úteis na prática do ensino, sendo

fonte ímpar de aparelhos e experimentos simples e instrutivos, e mesmo de fácil improvisação. (MARTINS, 1990).

Ainda para este autor, também, há de se considerar a contribuição da HC para o conhecimento da natureza da pesquisa científica e sobre o que é Ciência. Esse olhar pode se constituir pela vivência direta do indivíduo com a pesquisa científica, contudo, o estudo da História da Ciência contribui para a ampliação dessa visão, permitindo uma percepção distanciada e crítica da atividade científica: não seria raro encontrar um cientista com uma visão ingênua e distorcida da própria natureza daquilo que ele mesmo faz.

Por outro lado, Silva e Martins (2003) chamam a atenção para a falta de entendimento dos professores que usam a História da Ciência para melhorar o ensino e que acaba por fazer distorções e simplificações, do tipo de “Whig”, expressão utilizada pelo historiador Herbert Butterfield que traduz uma visão de História linear e de evolução crescente porque busca no passado apenas aquilo que pode ser visto como diretamente relacionado ao presente.

Estes autores alertam também para a certeza que muitos professores têm de que qualquer pessoa pode gostar e entender sobre a Ciência ou de partes e aspectos da Ciência. Isso pode ser possível, afirmam, mas, não garante um entendimento ou um saber mais elaborado sobre a Ciência e não seria o caso de considerar os cientistas semi-deuses. Defendem que a construção do conhecimento científico exige entendimentos e argumentos complexos, com detalhes técnicos para não tornar a Ciência “água com açúcar” (para não

cientistas). A História da Ciência pode contribuir em sua abordagem externalista³, como afirmam, enfatizando influências dos fatores socioculturais sobre o desenvolvimento das teorias científicas, sem a análise de aspectos mais difíceis de serem compreendidos. Mas, “se o objetivo é ensinar Ciência através da História da Ciência, será impossível evitar detalhes técnicos”. (SILVA; MARTINS, 2003, p. 55).

Especificamente sobre a História da Ciência, evidenciam-se distintos entendimentos sobre sua natureza. Para um grupo de pensadores, a História da Ciência é mais uma das vertentes de atuação dos historiadores, como o estudo das religiões, das instituições políticas, dentre outros. O olhar para a Ciência seria uma das diversas formas de construção de modelos explicativos da realidade. Outro entendimento refere-se à utilização do passado como um instrumento de análise da transformação das teorias científicas sobre o mundo.

As polêmicas científicas, apesar de parecerem distantes de nosso dia-a-dia, podem marcar nosso viver. A superioridade de determinado pensar científico gera efeitos que atingem, direta ou indiretamente, a todos. (Barcelos, 2002). A primazia de um paradigma pode gerar efeitos enormes sobre nós. Caso entendimentos históricos e culturais, hoje considerados equívocos, permanecessem como verdades, teríamos uma vida bastante distinta dessa que conhecemos.

³ A abordagem internalista procura reconstruir a lógica da descoberta científica e da elaboração dos modelos de análise da realidade a partir da evolução do conhecimento expresso nas publicações científicas. A abordagem externalista, por sua vez, analisa o impacto do contexto sociocultural e do desenvolvimento histórico da sociedade sobre as idéias científicas.

Por exemplo, se o pensamento de Dionysius Lardner, em 1823, ganhasse corpo, viagens de trem em altas velocidades não seriam possíveis. Os passageiros, impedidos de respirar, morreriam de asfixia, e ainda, viajaríamos de charrete. Outro exemplo seria se Lord Kelvin, físico inglês, em 1900 provasse que os raios-X eram uma fraude, teríamos, certamente, menores possibilidades de tratar as fraturas. Mesmo recentemente, quando os biólogos James McGrath e Davor Solter, em artigo na "Science", em 1984, concluíram que a clonagem de mamíferos seria biologicamente impossível, certamente não chegaríamos à Dolly.

O que seria de nós, acometidos pela *influenza*, se de fato, a teoria dos germes de Louis Pasteur fosse uma ficção ridícula, como afirmava Pierre Pachtet, fisiologista em Toulouse em 1872? Também, este texto que estou digitando seria pouco produtivo se tivesse razão o presidente da IBM, Thomas Watson, em 1943, quando declarou que talvez no mundo houvesse mercado para apenas cinco computadores. Em 1977, Ken Olson, presidente e fundador da "Digital Equipment Corp.", declarou que não haveria nenhuma razão para que alguém quisesse ter um computador em casa.

A constituição da História da Ciência e da Tecnologia nos remete ao início do século XX, em 1912, quando o belga George Sarton definia a História da Ciência como o estudo interdisciplinar da Ciência e o seu impacto social, buscando a reconstrução teórica das descobertas realizadas pelos cientistas. Se comumente tem-se apresentado a trajetória do conhecimento como algo de contínuo avanço em direção às luzes, o curso da razão é demonstrado pelos

sucessos explicativos e práticos da Ciência, particularmente evidenciado pela previsão matemática. (BARCELOS, 2002)⁴.

O surgimento da Ciência Moderna, entre os séculos XVI e XVII, e a retomada dos clássicos, parece sugerir que somente a partir de então o reviver a antiga cultura greco-romana acontece. Entretanto, os medievais europeus já haviam estudado os clássicos muito anteriormente. Aliás, falamos em Renascimento referindo-nos à civilização europeia que se desenvolveu entre 1300 e 1650, revisitando deliberadamente a cultura clássica, fonte de inspiração e modelo de civilização, envolvendo progressos e incontáveis realizações no campo das artes, da literatura e das ciências, superando a herança clássica. O ideal humanista, valorizando o homem (Humanismo) e a natureza, contrapunha-se ao divino e ao sobrenatural, conceitos que haviam impregnado a cultura da Idade Média. Assim, esse período é marcado pela racionalidade, dignificação do ser humano, rigor científico, ideal humanista e reutilização das artes greco-romana. (MARTINS; IMBROISI, 2006).

Entre os séculos XVIII e XIX é que o debate vai gerar, segundo Alfonso-Goldfarb (1994), as regras do jogo em Ciência, ou seja, a constituição de sua epistemologia, muito próxima do perfil que hoje possui. Mas, será no século XIX

⁴ Importante destacar que conforme Hobsbawn (1995) a Matemática não é uma Ciência de fatos e sim, uma Ciência lógica. Por isso é aplicada na Química, permitindo uma lógica em suas práticas, gerando provas lógicas para suas descobertas. Ela (re)organizou a Química através dos cálculos e equações e os químicos passaram a padronizar e a encontrar teorias em suas descobertas e estudos, tornando-se fundamental na produção do conhecimento químico: as experiências adquirem novo sentido quando transcritas em linguagem matemática. Estamos certos que esta última afirmativa ainda é geradora de polêmica em parcela significativa da comunidade química, mas, conforme lembra Lins de Barros (2002), o discurso científico avançou a fronteira existente entre o saber produzido pelo homem a partir de uma racionalidade matemática e aquele que tem no mito e nas tradições sua fonte de inspiração: a ciência moderna não se satisfaz em buscar uma ordem do mundo observável, mas ampliou seu horizonte e procurou encontrar a gênese desse mundo.

que a área se consolida, gerando-lhe diferenciado e qualificado *status*, bem como a seus especialistas. Sua influência é quase ilimitada, permeando desde os currículos escolares ao desenvolvimento de nações, pois, afinal, o valor é atribuído apenas para o que é científico. Nesse sentido é que a característica de crônica interna da Ciência, ajudando seu ensino e desenvolvimento, evidenciando o certo (o que funcionou) e o errado (o que atrapalhou) no desenvolvimento da Ciência, será reforçada pela História da Ciência. Torna-se exemplo edificante da luta da Ciência (sabedoria) contra a religião e o misticismo (ignorância).

Importante lembrar que a civilização européia foi, basicamente, uma cultura cristã organizada pela Igreja (católica), uma cultura religiosa orientada pelas verdades bíblicas. Assim, toda teoria fora dessa realidade religiosa, deveria se cristianizar, afinal, os textos não eram possibilidade de conhecer, transformar e evoluir o conhecimento, mas o próprio conhecimento. (ALFONSO-GOLDFARB, 1994).

A Igreja, um dos guardiões da antiga visão da natureza e do mundo, vai fazendo entre os séculos XVI e XVII uma espécie de jogo duplo, às vezes freando, às vezes tolerando (ou até incentivando) alguns campos da ciência. (...) A ciência era, enfim, um projeto com futuro, e não havia grande necessidade de histórias para justificar sua existência. (ALFONSO-GOLDFARB, 1994, p.43-44).

O sucesso da Ciência, influenciando fortemente a sociedade, gerou a necessidade de criticá-la. A História da Ciência possibilitou conhecer profundamente sua constituição e desenvolvimento, sendo fundamental para a crítica e análise dos critérios da Ciência. Dessa forma, emerge a dimensão da História da Ciência, criticando o longo processo temporal vivido pela Ciência, entendendo problemas, saltos, lacunas e falhas por vezes esquecidas na improvável linearidade e continuidade da produção científica. A complexidade da

História da Ciência não a torna menos interessante. Ao contrário, a Ciência, enquanto conhecimento humano é dinâmico, avançando, retrocedendo, buscando variados caminhos para o conhecer. (ALFONSO-GOLDFARB, 1994).

Entendemos que a compreensão da natureza da Ciência está intimamente ligada ao marco epistemológico adotado, assim, é importante a precaução nessa adoção, pois há conseqüências relevantes para o ensino de Ciências. Há necessidade de confronto entre as diversas correntes da epistemologia da Ciência antes de apresentá-las adequadas. É preciso ampliar os horizontes da percepção, buscando fontes mais plurais. A importância da epistemologia, para a Didática das Ciências se centra, sobretudo, em que os estudantes atinjam um entendimento adequado sobre a natureza da Ciência no marco da educação científica. (ALONSO *et al.*, 2003).

Sem dúvida, não é e não deve ser uma busca simplista, pois as reflexões epistemológicas sugerem a complexidade da polêmica da natureza da Ciência quando a percebemos como filosófica, social e historicamente dialética. Desse modo, buscando explicar como as diferentes representações sociais e epistemológicas de Ciência e conhecimento científico estão envolvidas com as atitudes e crenças da Educação em Ciências escolar hoje, é preciso nos apoiar nas grandes questões históricas, epistemológicas e sociais sobre o método e a construção do conhecimento científico. Se remetermos o pensamento às percepções filosóficas, históricas, sociais do século XVII, certamente, despertará atenção a revolução cartesiana, ou seja, o não aceite à antiga forma do conhecimento, dependente da crença em instâncias extrínsecas a ele.

Para Descartes, o conhecimento poderia ser gerado por submissão a uma rigorosa análise crítica. Ele desenvolveu um itinerário para a reflexão que, de forma metódica, destruía o conhecimento ingênuo comum e indicava os critérios para a reconstrução da cognição. Começa com a percepção sensorial – os sentidos nos fornecem apenas uma visão provisória e confusa da verdade – e termina com a evidência matemática, pondo em dúvida tudo que tradicionalmente tinha validade. (MORENTE, 1930). Racionalistas convictos, Descartes e Spinoza acreditavam na razão como fonte de conhecimento e também, em idéias inatas ao homem. Essas idéias existiriam no homem independentemente de toda e qualquer experiência. Quanto mais clara fosse essa idéia, tanto mais certo era o fato dela corresponder a um dado da *realidade*. (BASTOS, 1987; GAARDER, 1995).

Nesse período da História era significativa a idéia de um saber universal desenvolvido linearmente a partir de princípios aceitos pela sua evidência racional – modelo das matemáticas –, com a concepção de um sujeito ativo que submete o real às suas próprias exigências, afirmando a existência do pensamento como primeiro princípio da filosofia, ponto de partida para a dedução do sistema do real. A necessidade de uma dúvida era condição necessária para a constituição do conhecimento verdadeiro. Assim, à Ciência contemplativa sucede uma Ciência ativa, orientada para a transformação do Homem e do mundo. Descartes e Bacon propõem dois caminhos diversos para a busca do conhecimento, o dedutivo e o indutivo e representam os dois pólos do esforço pelo conhecimento na idade moderna, o racional e o empírico.

Enquanto Descartes propunha a construção do conhecimento via Matemática, permitindo uma Ciência geral que tudo explica em termos de quantidade, Bacon era de dúvida: tudo era incerto até que fosse confirmado pelo raciocínio lógico a partir de proposições auto-evidentes, ao modo da Geometria. Propunha a construção do conhecimento por outro caminho, reivindicava uma Ciência baseada em experimentos organizados e cooperativos, com o registro sistemático dos resultados. Leis gerais poderiam ser estabelecidas somente quando os experimentos tivessem produzido dados suficientes e então, por raciocínio indutivo, se chegaria aos axiomas mais gerais de todos. Também estes teriam que ser postos à prova por novas experiências.

A Ciência como instituição social organizada é um fenômeno relativamente recente. Até à época de Galileu, Kepler e Descartes, era ainda caracterizada como fruto do trabalho isolado de cientistas que raramente trocavam informações entre si. Somente a partir da segunda metade do século XVII é que essa situação começou a se alterar: surgiram associações de cientistas em pequenos grupos de estudo e discussão que aos poucos deram origem às primeiras sociedades científicas em diferentes países da Europa e, começaram a surgir as revistas científicas. Contudo, a Ciência parece exibir-se, talvez, por seu nascimento em pecado, nas palavras de Alves (2005), viciada pelas mesmas obsessões inquisitoriais que ela denunciou nas organizações eclesiais. Se a Igreja é descrita como vilã ao avanço do conhecimento (científico), talvez seja importante ter claro que, por exemplo, contra Galileu, não falava apenas a Igreja, mas, também, a Ciência da época que se encontrava incorporada à Igreja: Igreja Católica apoiava a ciência, desde que não tentasse interpretar as Escrituras Sagradas e usasse hipóteses matemáticas dentro dos limites da compreensão

dos fenômenos. Hoje, ao contrário dos conhecimentos das Escrituras, a Ciência permite a qualquer pessoa a interpretação dos seus conhecimentos, desde que esta interpretação esteja dentro de parâmetros científicos. Claro, mesmo assim, não seria apropriado aos não iniciados a declaração da sua opinião em assuntos de ciência.

Certamente, quando algo novo surge, as resistências se fazem presentes, pois, o novo representa mudança, ruptura com o seguro, podendo ocupar o espaço preenchido por outra coisa. O confronto é inevitável. “É preciso destruir o mundo, a fim de que o homem possa manter-se; de outro modo, ele cairia na tragédia de tornar-se uma marionete muda, sem alma. (CARPEAUX, 1990, p. 15).

Uma lenta revolução, oriunda do paradoxo entre as velhas concepções da sociedade medieval e o projeto de sociedade européia dos séculos XVI e XVII, mudou completamente o cenário social: no campo econômico, nas artes, na produção do saber e no campo religioso. A ordem econômica em emergência, influenciada pela revolução comercial, viu prosperar uma nova classe de comerciantes e artesãos que buscava sustentação na sociedade em reforma, a burguesia. O campo das Artes fora influenciado pelo Renascimento, que coloca o homem e suas realizações como centro de exaltação. A Reforma, questionando a velha ordem católica e mais adaptada ao projeto da nascente sociedade burguesa, também fez parte do cenário de emergência da Ciência Moderna. Assim, a Ciência Moderna surge num contexto mais amplo de transformação social que alterou completamente a cultura européia, evidenciando uma nova forma de ver o mundo e de se relacionar com ele. Nesse contexto, a visão de universo-máquina é marcante, definindo duas características da Ciência Moderna:

a Matemática como linguagem para expressar idéias e elaborar modelos e a experimentação como forma de interrogar a natureza sobre o que desejamos saber e de confirmar idéias/modelos que construímos. (GUERRA; FREITAS; REIS; BRAGA, 1997, p.38).

Fourez (1995) *apud* Farias e Neves (2005, p.38-39) traduz bem este momento:

Pode-se considerar que há cerca de mil anos, e até aproximadamente o século XII, as pessoas, no ocidente, tinham uma visão do mundo fortemente ligada a sua existência nas aldeias autárquicas. Elas nasciam, viviam e morriam no mesmo ambiente humano. Para elas, os objetos não eram inanimados, pois faziam parte do universo humano no qual viviam. Um carvalho, por exemplo, não era apenas “um carvalho qualquer”, mas ligava-se sempre a uma história particular, à aldeia, a seus acontecimentos (...) Dessa perspectiva, era praticamente impossível falar de um objeto “puramente material”, uma vez que a Natureza e o mundo como um todo estavam humanizados. Em um mundo assim, era quase impossível imaginar o “olhar frio” de um observador científico. Esse olhar supõe com efeito uma certa distância, como se houvesse de um lado o observador e de outro, a Natureza que se vê... É desse modo que, do ponto de vista da História, a objetividade, longe de representar um olhar absoluto sobre o mundo, aparece como uma maneira particular de construí-lo. É a cultura dos comerciantes burgueses que institui a visão de mundo em um agregado, de objetos independentes dos observadores.

Os exemplos aqui abordados com ênfase à relevância da História da Ciência para a compreensão de sua natureza e origem, podem ser também transpostos para o entendimento sobre seu papel na vida do Homem contemporâneo. Assim, poderíamos retomar nossas reflexões sobre sua contribuição para a Educação das Ciências hoje.

Consideramos que um ponto de partida importante seria indagar como e que História da Ciência ensinar nos diferentes anos escolares. Proença (1990) afirma que o ensino da História, como área de conhecimento, requer do professor uma profunda reflexão sobre dois aspectos fundamentais: o estatuto epistemológico da História atual (conceito, objeto e metodologia de investigação)

e metodologia de ensino da disciplina História para que, na prática docente, possamos saber utilizar corretamente os meios e técnicas pedagógicas e didáticas de acordo com as novas contribuições das Ciências da Educação.

Na compreensão de Proença (1990) se a Didática é uma Ciência de aplicação, ela deve, no caso do ensino da História, procurar confluir, no processo de ensino-aprendizagem, dois procedimentos: o técnico e o humanístico, de modo integrado e global. Isso nos leva a pensar que, no início do século XX, a história científica positivista começou a sofrer os efeitos da ruptura epistemológica que, no decorrer do século, abalou os alicerces da Ciência. A objetividade do conhecimento passou a ser discutível mesmo nas chamadas Ciências Exatas porque se reconheceu o papel fundamental do sujeito social na produção da Ciência, pondo assim, em causa, os paradigmas positivistas da objetividade e causalidade. Tal condição permitiu que a abordagem da História, bem como das outras Ciências Humanas e Sociais, buscassem novos caminhos, alargando sua relação com outras áreas de saber. Portanto, nessa perspectiva de um saber mais integrado, é que hoje se sabe que a História não é um território isolado, embora constitua um saber próprio. Ela recorre a outros saberes e um professor deve saber mobilizar adequadamente conhecimentos de outros campos de conhecimento para a compreensão dos assuntos de sua especialidade.

Se um professor pretende, nas suas aulas, proceder a uma iniciação ao pensamento histórico, ou seja, levar os alunos a habituarem-se à forma de pensar que caracteriza a História, Proença (1990) chama a atenção para a questão das fontes históricas e suas formas de tratamento. Esta é uma questão que se põe

aos historiadores também, em nossos dias, porque o texto histórico pode se tornar uma montagem ficcional e perder seu caráter científico.

Hoje se faz História a partir de diversas fontes, levando os historiadores a colocarem novos problemas no tratamento dos dados. Esses problemas derivam tanto de fontes tradicionais como contemporâneas, tornando as operações de seleção quase infinitas. Ainda, conforme Proença (1990), além de saber tratar bem esses aspectos do ensino da História, ao professor compete assumir uma posição sobre a matéria que ensina e não perder de vista o aluno e nível de ensino a que se destina seu trabalho. Se o ensino tradicional da História limitava-se a uma sucessão de narrativa de datas, nomes e fatos que os alunos deviam memorizar, hoje, o professor deve, preferencialmente, ensiná-los a pensar. E isso poderá ocorrer, se o aluno for iniciado no método da pesquisa histórica, o que poderá contribuir para sua formação crítica e cívica⁵.

Portanto, sob este procedimento o aluno poderá desenvolver atitudes de interrogação e de pesquisa que o incitarão a ultrapassar as interpretações mágicas ou teológicas da História para passar a ser encarada como uma História em construção, na qual ele, aluno, pode se ver como parte integrante da humanidade que participa.

⁵ O ensino nessa perspectiva, partindo de situações-problema, gera mais sentido ao que se aprende, viabilizando a construção de conceitos, competências, atitudes e valores.

Sobre o fazer histórico e o fazer pedagógico, Schmidt (2001) é clara ao dizer que o maior desafio, na realidade, é a realização da transposição didática⁶ dos conteúdos e do procedimento histórico. Complementa a autora:

A transposição didática do fazer histórico pressupõe, entre outros procedimentos, que se trabalhe a compreensão e a explicação histórica. Podem ser priorizados alguns pontos da explicação histórica para serem transpostos para a sala de aula e comporem o que se denominaria a Educação Histórica. Destacam-se a problematização, o ensino e a construção de conceitos, a análise causal, o contexto temporal e o privilégio da exploração do documento histórico. É preciso, no entanto, estar atento à especificidade e à originalidade da própria explicação histórica. (SCHMIDT, 2001, p.59)

Segundo ainda Schmidt (2001) a problematização histórica, ao ser transposta para o ensino, possibilita que haja múltiplas formas de questionamentos e ainda indagações ao objeto de estudo em relação aos seus porquês.

Almeja-se que o papel do professor de Ciências, atualmente, seja o de mediador do conhecimento científico junto aos seus alunos. Nesse sentido, ele precisa conhecer a matéria a ser ensinada (conhecimentos socioculturais, epistemológicos, filosóficos, históricos, relações CTS/Ciência, Tecnologia e Sociedade, etc.) e saber questionar e romper com visões simplistas de senso comum sobre o que ensina. (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993). Para tanto, adquirir embasamento teórico sobre o processo ensino/aprendizagem de Ciências e conquistar formação necessária para integrar ensino e pesquisa, tornando-se um professor-pesquisador, é condição essencial. (ROGADO, 2000).

⁶ Designa o processo de transformação científica, didática e social que afeta os objetos de conhecimento até sua tradução no campo escolar. (Schmidt, 2001, p.58, *apud* INPR)

A discussão de certos aspectos históricos como origem e evolução dos conceitos científicos pode ser enriquecedora para Educação Química. Ela pode proporcionar, por meio da crítica dos problemas ocorridos durante a construção histórica do conhecimento, facilidades no apontamento das prováveis causas do pouco entendimento pelos estudantes dos conceitos, bem como melhorar a imagem da Ciência e desenvolver atitudes positivas junto aos alunos e aos professores em formação inicial e contínua.

Evitar-se-ia, dessa forma, conseqüências indesejáveis em relação à educação científica, como por exemplo, uma percepção utilitária da Ciência e Tecnologia e a neutralidade da construção da Ciência. A sociedade tecnológica que vivemos, atualmente, exige uma formação crítica possibilitando ao sujeito responsabilidade por decisões individuais ou coletivas. O ensino de Ciências é fundamental na formação cidadã, afinal, a partir da relação entre informação científica e contexto social dá-se o desenvolvimento da capacidade de participação e julgamento e, cidadania, é também participação nas decisões da sociedade. (SANTOS; SCHNETZLER, 1997).

Sob este aspecto é que o ajuste da qualidade do ensino de Ciências torna-se fundamental para que o indivíduo construa o conhecimento necessário para sua vida cidadã. Como diz Gurgel (2000, p. 2):

A Ciência é uma atividade humana, uma construção social, embora durante tanto tempo tenha sido transmitida, através dos textos escolares e meios de comunicação, com uma imagem de neutralidade, guiada pela busca da verdade. Esses aspectos nos indicam e explicitam porque o ensino de Ciências hoje, mais do que nunca, vem sendo alvo de atenção das propostas das políticas públicas educacionais.

Sobre o ensino de Ciências, no Brasil, importante lembrar que este surge como componente curricular obrigatório para todas as séries do ensino fundamental somente a partir da promulgação da Lei 5692/71. Apesar de existirem disciplinas de grande reconhecimento científico e *status social* devidamente estruturadas como Química, Física e Biologia no ensino de Ciências, elas não se mantiveram isoladas. (DOMINGUES; KOFF; MORAES, 1998). Contudo, houve a assunção da primazia da Biologia na definição dos conteúdos, pois esta, supostamente, daria mais respostas às questões práticas do mundo natural. Um olhar flagrantemente positivista, percebendo a Biologia como Ciência mais completa e complexa, superior na hierarquia das disciplinas científicas em relação à Química e à Física, seria a única forma de incorporação dos saberes das outras duas disciplinas científicas. Infelizmente, se o intento da criação da disciplina Ciências era integrar diversos campos científicos de referência, não se constituiu na destruição da idéia disciplinar, nem mesmo no enlevo de uma abordagem integrada do ensino científico. Sequer houve redundância na formação de um corpo de professores específicos. (MACEDO; LOPES, 2002).

O caso da disciplina Ciências é um exemplo bem evidente da estruturação de mecanismos de integração de currículos disciplinares, tentando integrar Biologia, Física, Química, Geologia, Astronomia, entre outras. As explicações para seu surgimento e consolidação vão além da história da consolidação dos campos de referência, questões estas que ultrapassam os campos do saber científico e do saber acadêmico, cruzando fins educacionais e sociais.

Pensando o futuro do ensino de Ciências, Villani e Cabral (2002) nos lembram que vivemos um momento preocupante com relação à educação científica, face à falta de perspectivas para a promoção da melhoria do sistema escolar. Grande parte das instituições de formação de professores tem, em geral, se apoiado no modelo da racionalidade técnica, modelo este que estabelece uma clara hierarquia entre o conhecimento científico básico e as derivações técnicas da prática profissional. Acontece então, que primeiro são ensinados os princípios científicos relevantes, depois a aplicação desses princípios e, por último, tem-se um '*practicum*' (momentos estruturados de prática pedagógica, estágios, aula expositiva, aula prática, etc), cujo objetivo é aplicar à prática cotidiana os princípios da ciência aplicada. (ZEICHNER, 1992).

O ensino de Química, por exemplo, exige hoje, mais do que nunca, a contextualização social de seus conteúdos, metodologias, organização do processo de ensino-aprendizagem e métodos de avaliação, renovando o trabalho docente. A aprendizagem em Química é um processo com assimetria de papéis no qual os estudantes são introduzidos na cultura química pelo professor. Assim, para se ensinar/aprender Química é necessário possibilitar a compreensão da natureza do conhecimento químico, seu processo de elaboração, bem como sua aplicação na sociedade, sob perspectivas científicas, humanas e sociais. E é a partir deste suposto que o papel do professor é mediar o conhecimento científico para os estudantes por meio do discurso em sala de aula, conhecendo os processos de ensino-aprendizagem e interpretando-os, estimulando a autonomia intelectual. Não se aceita mais um conhecimento enciclopédico, mas aquele que possibilita a interpretação e construção do conhecimento no seu processo

histórico, tornando o aprendiz um usuário altamente qualificado em relação ao que aprende.

A Química Moderna é produto das primeiras revoluções científicas. Se o estudo da natureza e a produção de novas substâncias são atividades oriundas, talvez, da Pré-História, somente a partir do século XVI a manipulação de substâncias – química prática – passou a ter sua importância reconhecida pelas universidades e, somente no século XVIII ela se torna uma Ciência moderna, seguindo os passos da Física, um século antes. Todavia, o reconhecimento da Química como uma Ciência Moderna levou vários séculos de transformação, com seu ponto culminante ao longo do século XVIII, período em que ocorreram transformações fundamentais nos processos de construção do conhecimento científico.

Foi Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) quem liderou um movimento científico e político de criação das bases para a Química Moderna.

Como uma ciência independente, com “personalidade própria”, ou seja, como algo que relembre seus moldes atuais, a Química inicia-se no século XVI. Muito embora, antes disso, mesmo em tempos pré-históricos, atividades de natureza química fossem realizadas, o caráter eminentemente prático, empírico, de tais atividades impediam, ou antes, não estimulavam a elaboração de teorias que pudessem explicar o comportamento químico das substâncias. (FARIAS; NEVES, 2005, p.37).

A comunidade dos químicos se ocupava, sobretudo, da manipulação de substâncias e fabricação de outras. A manipulação de substâncias, associada à medicina e à fabricação de metais (metalurgistas, arte metalúrgica) remonta à Antiguidade, contudo, algumas características da concepção de natureza cultivada por povos orientais influenciaram esse tipo de manipulação, originando a

alquimia medieval européia. Os chineses, por exemplo, imaginavam o universo como um grande organismo, repleto de simpatias/afinidades e antipatias, além de entenderem uma dualidade existente no cosmo, yin/yang. Assim, os alquimistas chineses entendiam a harmonia do universo a partir dessa complementaridade. Seu conhecimento difundiu-se e influenciou as concepções alquímicas de egípcios e árabes, estes últimos os grandes responsáveis pela disseminação desse conhecimento e, também, da filosofia grega na Europa. Esta, influenciada pela tradição judaico-cristã, estabeleceu a alquimia medieval européia. Essa alquimia era caracterizada por uma visão mágica da natureza, isto é, admitia a existência de um espírito nas substâncias e que os fenômenos eram produzidos por conta da ação desses espíritos.

A contribuição da medicina alquímica e de seu maior expoente, Theophrastus Bombastius von Hohenheim, o Paracelso, refere-se, principalmente, à influência no pensamento europeu dos séculos XVI e XVII. Aliás, alguns estudiosos consideram que o nascimento da Química Moderna iniciou-se com Paracelso, consolidando-se com Lavoisier no século XVIII. Nesse século, a forma tradicional da alquimia européia perde a importância por conta da ascensão dos novos métodos da Ciência Moderna, surgidos com a Física desde o século XVII.

Todavia, o surgimento da Química Moderna deve-se mais pela dissipação do caráter místico que envolvia a alquimia do que a criação de novos métodos de trabalho, como a experimentação, que já era utilizada há séculos pelos alquimistas. Este fato se dá por conta da nova sociedade e as novas formas de pensar o mundo que emergiam e assim o exigiam. Iniciava-se a Era das Luzes e com ela o Iluminismo. Evidencia-se, então, uma nova forma de pensar o mundo,

fundando uma nova razão: os iluministas criam uma nova forma de ver e pensar o mundo, distante da superstição da razão teológica medieval, construindo para uma nova cultura completamente livre de dogmas e autoritarismos intelectuais, base filosófica da sociedade burguesa em construção.

Os homens estão dispostos a sentir quão severas são as leis da investigação da verdade e quão limitado é o número de nossos meios. Tudo se reduz a passar dos sentidos à reflexão, e da reflexão aos sentidos; entrar e sair de si sem cessar. É o trabalho da abelha. Em vão preparou bem o terreno se não entra carregada de cera na colméia. Em vão amassou a cera, se não sabe formar os favos. (DIDEROT *apud* FARIAS; NEVES, 2005, p. 37).

Lavoisier e outros contemporâneos defendiam uma visão mecanicista da natureza, isto é, a natureza seria uma grande máquina formada por uma infinidade de corpos que se comportavam conforme a previsão das leis de Newton. Logo, as reações químicas também deveriam ser compreendidas a partir dessas leis. As práticas químicas embasadas em novas concepções ainda eram permeadas de referências à velha tradição alquímica. Era preciso romper, revolucionar.

Foi assim que Lavoisier, Bertholet, Fourcroy e de Morveau, iluministas, tomaram a frente para que uma nova ciência emergisse, sepultando as velhas concepções e decidindo pela reforma da nomenclatura. Os nomes das substâncias estavam ligados às concepções de seus criadores e repletos de misticismo. Em 1787, foi publicado o *Método de Nomenclatura Química*, criação de diferente estrutura de divulgação das pesquisas na área da Química por meio de revista científica, os *Anais de Química*, distribuída na França e na Inglaterra, enquadrando as investigações a serem publicadas dentro de linhas determinadas, o *Tratado Elementar de Química*, divulgando as bases da nova ciência, nova

nomenclatura e caminhos metodológicos para as investigações científicas. Essas publicações visavam preparar as novas gerações de Químicos para a continuidade do caminho traçado, evitando os percalços alquímicos.

Esse seria o início da História da Química para Lavoisier. Aplicando rigorosa metodologia em seu trabalho experimental, desenvolve, também, um novo método de investigação na Química, construindo explicações baseadas em fatos/dados quantitativos obtidos por meio de medidas precisas, relacionando grandezas e expressando-os em linguagem matemática. Dessa maneira, revolucionou a Química fazendo com que fosse reconhecida como uma Ciência Moderna.

Podemos estabelecer, como axioma incontestável, que em todas as operações da arte e da natureza nada é criado: existe uma quantidade igual de matéria antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos elementos permanecem precisamente as mesmas e nada acontece além de mudanças e modificações nas combinações desses elementos. (LAVOISIER *apud* GUERRA; FREITAS; REIS; BRAGA, 2000, p. 46).

Guerra e outros (2000) lembram que apesar de diferentes correntes atribuírem o título de fundador da Ciência Química Moderna a diferentes personalidades (Lavoisier, Boyle, Stahl), foi Jean-Baptiste Dumas, químico francês, que em 1836, ministrando um curso sobre a história da química, apresentou Lavoisier como o grande fundador dessa Ciência. Dumas o admirava por suas críticas aos conceitos metafísicos, apesar de não concordar com o mecanicismo lavoisieriano. Nesse sentido, reafirmou o papel fundador de Lavoisier na Química, dedicando-se ao trabalho de divulgação de sua obra. Porém, segundo Guerra; Freitas; Reis; Braga (2000, p. 50):

O fato de apontarmos Lavoisier e suas idéias como divisor de águas entre o velho e o novo deve-se ao seu trabalho de conclusão desse processo de transformação.

Lavoisier, pode-se dizer, arrumou a casa dessa Ciência ao enfatizar a nova metodologia de investigação, ao criar a nova nomenclatura e, finalmente, ao estabelecer um modelo mecanicista para a química.

Em fins do século XVIII, a importância de um grupo de conhecimentos produzidos sob o *novo método de investigação na química*, as Leis Ponderais, é inquestionável, a se destacar: A conservação dos pesos (1790), Lavoisier; A dos Equivalentes (1795), J. B. Richter (1762-1807), originando a Estequiometria; A das Proporções Definidas, J. L. Proust (1755-1826); A Ação Química das Massas (1777), C. Friedrich Wenzel (1740-1793). Essas leis são complementadas por Gay-Lussac, em 1808, em sua publicação. Outro aspecto importante a ser considerado é a construção do *modelo icônico* (atômico, molecular) que moveu fortemente a Química desde o século XIX.

(...) um modelo icônico deve ter algumas características: ser completo, isto é, representar todos os elementos estruturais e exibir todas as relações entre eles para que possa ser usado produtivamente pelo estudante. Além disso, o nível de detalhe e as relações, estruturas e ações das partes do modelo devem ser adequados ao nível de compreensão do estudante. O modelo deve ser claro a respeito do seu escopo e limitações para representar o sistema alvo e usar um vocabulário adequado aos estudantes. (BORGES, 2001).

Em 1802, é publicada a *Lei dos Volumes de Combinação* por J. L. Gay-Lussac (1787-1850). A proposta de modelo atômico de J. Dalton (1766-1844) foi publicada na obra *A New System of Chemical Philosophy* (1807), referindo-se à composição dos corpos e composição química, apresentando, também, a *Lei das Proporções Múltiplas* (Lei Ponderal). O confronto com o trabalho de Gay-Lussac evidenciava uma estranha aritmética relacionada ao modelo proposto por Dalton. A explicação de A. Avogadro (1776-1856) demonstrava um exemplo do caráter preditivo do modelo icônico: pesos na Tabela Periódica eram *pesos e equivalentes*. Adiante, A. Laurent (1807-1853), com base na hipótese de

Avogadro, definiu os conceitos de peso molecular e peso atômico – o conceito assim formulado é pouco a pouco admitido entre os químicos. O primeiro método para determinar pesos atômicos é sugerido, em 1811, por Gay-Lussac. Dumas, em 1827, o conseguiu por procedimento inverso. E em 1878, V. Meyer idealizou uma modificação à Tabela Periódica que leva seu nome e é aproximadamente o método usado ainda hoje para se ensinar nos cursos de graduação de Química. Em meados do século XIX, apareceram as fórmulas moleculares. C. H. Wichelhans (1842-1927) propõe o conceito de *valência* para designar a atomicidade. E. Frankland (1825-1899) o retoma e o fortalece desde as Leis Ponderais. A. Kekulé, em 1857, admite o modelo de tetravalência do carbono sugerido por W. H. Wollaston, para defender a existência das cadeias carbônicas propostas, em 1852, por F. Rochleder. Para sustentar a tetravalência do carbono, J. Loschmidt faz uso dos conceitos de dupla e tripla ligação. Adiante, Kekulé propõe a estrutura do benzeno, e A. Butherow introduz o conceito de *estrutura*. H. Kolbe se ocupa de dar-lhe uma nova práxis ao conceito de *síntese* para significar a *obtenção artificial* de compostos carbonados. A concepção de estrutura que Kolbe trabalha, permite, em 1859, prognosticar a existência de álcoois secundários e terciários desconhecidos na época e identificados, em 1862, por C. Friedel e, em 1864, por Butlerow. Em 1828, F. Wöhler sintetizou a amônia. Em, 1861, Butlerow produziu artificialmente uma mistura de açúcares. Em 1889, O. Loew sintetizou a maltose. Em 1879, Fahlberg e Remsen sintetizaram a sacarina (quinhentas vezes mais doce que a sacarose). Contudo, o ponto culminante foi em 1890 quando Fischer e Tafel sintetizaram os açúcares naturais. Em 1897, Fischer sintetizou a cafeína e a teobromina. Posteriormente, L. H. Baekeland produziu a baquelita.

Se toda Ciência conta com um estatuto epistemológico que lhe identifica e lhe distingue dentro do amplo e complexo campo do conhecimento da realidade, ou seja, por um lado, é aquela doutrina sobre os fundamentos do conhecer da ciência, e por outro, os modos ou perspectivas por meio das quais procede dito conhecer, **a trajetória histórica da Ciência Química aponta que a categoria epistemológica de modelo possibilita sustentar a Química como uma Ciência da Natureza, distinta da Física e da Biologia. A construção do modelo icônico-tecnológico como a representação do objeto de saber e de investigação dos químicos foi extremamente relevante para esta Ciência.** (BADILLO, 2004). (destaque nosso).

Apoiados em Badillo (2004) apontamos, em linhas gerais, o objeto de saber dos químicos através dos tempos, segundo o Estatuto Epistemológico da Química:

- a) **Empirista** (Francis BACON, 1608): a lógica indutiva; a busca e a descoberta da forma devem ser fundamentadas em um processo experimental e não em processos conceituais.
- b) **A física de Newton** como paradigma: o caráter matemático e instrumental da dinâmica newtoniana. Os conceitos da *nova ciência* a partir de Galileu são tecnológicos (instrumentais) – uso de instrumentos para relacionar *matematicamente* os fenômenos e a demonstração de hipóteses. Ressalta-se no período o fundamento mecanicista: a analogia do relógio, o problema da predição e da relação de proporcionalidade entre causa e efeito.
- c) **Positivista** (Auguste COMTE, 1830-1842): o conhecimento existe na natureza: a cientificação do pensamento e do estudo humano, visa a

obtenção de resultados claros, objetivos e completamente corretos. A história das ciências é uma sucessão linear de descobrimentos.

- d) **A Geometria Não-Euclidiana.** No século XIX, a crítica a Euclides se assume até às últimas conseqüências, culminando na proposta de geometrias alternativas (Bolyai, Lobachewski, Riemann), influenciando a ciência da época.
- e) **As mecânicas relativistas, quânticas e a formação de sistemas não lineares** (fins do século XIX e início do século XX) - a mecânica newtoniana não é suficiente.
- f) **O retorno à questão fundamental: O que é a Ciência da Natureza? Quais são suas características?**
- g) **M. SCHELER** (1926): um modelo mecânico para dar conta dos fenômenos da natureza surge em termos de explicações mecânico-formais. Isto é possível por conta de uma ordem *legal* que instaura o processo de conhecimento. A natureza existe como tal em virtude de que se há proposto um modelo para a mesma.
- h) **Norwood R. HANSON** (1958): a observação e a interpretação são indissociáveis e se manifestam no próprio ato de observar. Assim, o óbvio e o inconcebível para alguém podem não ser tão evidentes para outro.
- i) **A crítica à lógica indutivista** (POPPER, 1962).
- j) **A recuperação da história** (KUHN, 1972): sucessão e trocas paradigmáticas – remete à categoria de modelo deduzindo que as mudanças paradigmáticas surgem com mudança nos modelos científicos.
- k) **A história como reconstrução racional** (LAKATOS, 1983).

- l) Eduardo Alberto CASTRO (1992):** modelo científico é uma construção imaginária e, assim, arbitrário, de um conjunto de objetos ou processos para estudar sistematicamente seus comportamentos - se o referente empírico é necessariamente complexo, o modelo é incompleto.
- m) Jacopo TOMASI (1999):** todo modelo é por definição incompleto em relação ao seu referente empírico.
- n) Ilya PRIGOGINE (1999):** desenvolveu modelos matemáticos para sistemas em não-equilíbrio, demonstrando, em termos gerais, como essas estruturas dissipativas são criadas e mantidas - suas idéias têm aplicação também em estudos sobre a origem da vida e sua evolução, e sobre ecossistemas, em geral.
- o) G. DEL RE (2000):** os modelos podem ser de dois tipos - matemáticos e físicos -, sendo estes últimos ferramentas essenciais não somente para descrever, senão também para representar e compreender aquilo que não é diretamente acessível aos sentidos - os modelos são ferramentas da atividade científica.
- p) E.F. CALDIN (2002):** os modelos são analogias dos sistemas reais, reformulados de acordo com as evidências empíricas.
- q) H.L. KRETZENBACHER (2003):** os modelos científicos são as formulações que possibilitam *amarrar* teorias com observações empíricas, objetivando aplicar essas teorias a classes específicas de objetos ou de fenômenos.

Lombardi (1998) *apud* Badillo (2004), diz que todo modelo de um sistema se constrói selecionando e postulando aquelas interações que se consideram relevantes para delimitar aquela porção da natureza que se faz objeto de estudo e

investigação. Assim, modelo científico seria uma estrutura conceitual e metodológica de caráter hipotético-dedutivo. Os conceitos científicos adquirem seu significado específico no interior da estrutura conceitual e da lógica a que estão relacionados, conferindo significado holístico a dita estrutura.

Badillo (2004) esclarece que **o exame histórico-epistemológico do desenvolvimento das Ciências permite concluir que a construção de modelos ou modelização por parte das diferentes comunidades de especialistas tem sido uma necessidade preponderante.** (destaque nosso).

Há consenso em torno da idéia de que todo modelo é uma representação abstrata do conjunto de interações que conceitual e metodologicamente se delimitam como objeto de conhecimento.

A par dessas considerações, lembramos que uma educação científica não pode limitar-se à transmissão de conteúdos, sem que haja uma reflexão especulativa dos mesmos, sobre as diferentes formas de pensá-lo. Segundo Astolfi e Develay (1990), a abordagem histórica do conhecimento diz respeito à história das idéias, e nos esclarece as circunstâncias da produção de um saber. A pesquisa em didática tem explorado as representações conceituais nos diversos campos das ciências naturais pela integração dos dados psicológicos e epistemológicos, que buscam fundamentalmente explorar àquelas relativas ao desenvolvimento da inteligência, que compreendem os diversos níveis de formulação das idéias, com as contribuições da psicologia genética, bem como as implicações didáticas, no plano da pesquisa, visando à aquisição de mudança conceitual significativa. (AVANZI; ROGADO, 2006, p. 4).

Evidentemente não podemos empregar de maneira geral e indistinta a categoria de modelo científico. Para sua utilização em cada Ciência é necessário recorrer à História da Ciência. (Greca; Dos Santos, 1994 *apud* BADILLO, 2004). Mas, a que tipo de História nos referimos? Aquela que se caracteriza pela acumulação de descobrimentos? Ou a construção e reconstrução do

conhecimento, formulação, transformação e mudança de paradigmas, certamente, influenciadas pelo *efeito borboleta*⁷?

Essas considerações de natureza histórica é que nos fazem crer que as contribuições da História das Ciências para o ensino de Química sejam fundamentais para possibilitar aos alunos e seus docentes uma explicitação de como as aproximações histórico-epistemológicas e, certamente, seus fundamentos culturais, permitem uma compreensão mais profunda e complexa e de maneira conjunta e articulada dos campos inseridos em um quadro mais amplo sobre a Ciência e sua natureza.

Entendemos que muitos aspectos epistemológicos considerados superados na Química têm tido uma permanência ao longo dos séculos, claro que sob outras bases epistemológicas. Pelo processo histórico, observamos que as possíveis contribuições da religião, política, burguesia, filosofia natural, dentre outras extensões, interferem na formação do pensamento científico. Influências sobre as Ciências Naturais no que diz respeito à uniformidade e dogmatismo têm promovido empobrecimento desse saber e da própria trajetória humana, impedindo a capacidade de enxergar a multiculturalidade como uma riqueza.

⁷ **Efeito borboleta** é um termo que se refere às condições iniciais dentro da teoria do caos. Este efeito foi analisado pela primeira vez em 1963 por Edward Lorenz. Segundo a teoria apresentada, o bater de asas de uma simples borboleta poderia influenciar o curso natural das coisas e, assim, talvez provocar um tufão do outro lado do mundo (...) encontra aplicações em qualquer área das ciências: exatas (Engenharia, Física, etc), médicas (Medicina, Veterinária, etc), biológicas (biologia, zoologia, botânica, etc) ou humanas (Psicologia, Sociologia, etc), arte ou religião, etc, áreas convencionais e não convencionais. Assim, o Efeito Borboleta encontra também espaço em qualquer sistema natural, ou seja, em qualquer sistema que seja dinâmico, complexo e adaptativo. Existe um filme com o nome "*The Butterfly Effect*" (Efeito Borboleta) fazendo referência a esta teoria.

Nesse sentido, a História da Ciência realmente é um passo significativo para a aprendizagem e aceitação do convívio e trabalho na diversidade cultural.

Atualmente os documentos oficiais relacionados à formação de nossos licenciandos e bacharéis em Química evidenciam competências e habilidades necessárias ao desempenho profissional que precisam da contribuição da História da Ciência para seu desenvolvimento e aperfeiçoamento. Constatamos isso no Parecer 1303/2001, CNE/CES, Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (2001, p. 6-7):

(...) Ter uma visão crítica com relação ao papel social da Ciência e à sua natureza epistemológica, compreendendo o processo histórico-social de sua construção.

(...) Reconhecer a Química como construção humana e compreender os aspectos históricos de sua construção e suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (Química, 2000, p. 13) e os PCN+ (2002, p.92) também apontam para a necessidade da contribuição da História da Ciência para se obter os resultados buscados, reconhecendo o sentido histórico da Ciência e da Tecnologia e seu papel na vida humana em diferentes épocas na transformação do meio.

Todavia, a grande questão é, justamente, como promover o desenvolvimento dessas competências e habilidades. O documento Orientações Curriculares do Ensino Médio – Química (2004) diz que a Historiografia da Ciência é um dos instrumentos teóricos necessários para promover a qualificação dos professores.

(...) os conteúdos ensinados na escola constituem um novo saber, deslocado de sua origem. Um tratamento didático apropriado é a utilização da história e da

filosofia da ciência para contextualizar o problema, sua origem e as tentativas de solução que levaram à proposição de modelos teóricos, afim de que o aluno tenha noção de que houve um caminho percorrido para se chegar a esse saber. Há, então, uma contextualização, que é própria do processo do ensino na escola. (BRASIL, 2004, p. 50).

(...) ao mesmo tempo em que a ciência se opõe ao mito como explicação das coisas de ordem prática, na modernidade ela passou a desfrutar de uma crença quase divina, incluindo-se aqui a tecnologia. Isso pode levar a uma sociedade tecnocrática na qual são os parâmetros técnicos e científicos que definem as tomadas de decisões em prejuízo dos parâmetros humanos e sociais. Para se repensar esse cenário podem contribuir a introdução da História e a Filosofia da ciência, juntamente com o enfoque metodológico CTS (ciência, tecnologia e sociedade) e a alfabetização científica e tecnológica (ACE). (BRASIL, 2004, p. 62).

(...) A inserção de elementos de História e Filosofia da Ciência reveste-se de um papel essencial para que o aluno possa desenvolver uma visão abrangente da Química em uma perspectiva transdisciplinar, conforme tem destacado Chassot (2000) em sua proposta de alfabetização científica. (BRASIL, 2004, p. 125).

Ainda, segundo o que foi estabelecido nos PCN+ (BRASIL, 2002, p.87),

(...) a Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade.

(...) Historicamente, o conhecimento químico centrou-se em estudos de natureza empírica sobre as transformações químicas e as propriedades dos materiais e substâncias. Os modelos explicativos foram gradualmente se desenvolvendo conforme a concepção de cada época e, atualmente, o conhecimento científico em geral e o da Química em particular requerem o uso constante de modelos extremamente elaborados.

A situação atual de nosso ensino revela livros didáticos em geral que não se guiam pela Nova Historiografia da História das Ciências, apresentando histórias enciclopédicas, exaltando os “feitos dos heróis, grandes homens gênios”, repercutindo no trabalho didático em sala de aula. Além disso, conforme Avanzi e Rogado (2006), cursos de graduação que possuem em sua grade curricular disciplina específica de História ou Fundamentos da Ciência/Química vem

apresentando resultados tímidos e medíocres quanto à formação profissional do professor nesta área.

A nova Historiografia da Ciência poderá ser, de fato, um ponto de partida para se alcançar o perfil almejado para as habilidades e capacidades dos educandos do século XXI, conforme considera Porto (2006).

CAPÍTULO 2

INVESTIGAÇÕES EM EDUCAÇÃO QUÍMICA NO BRASIL SOB O ENFOQUE DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA (1997- 2005): SELEÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Neste capítulo apresentamos os procedimentos teórico-metodológicos aplicados para o levantamento e seleção dos trabalhos voltados à Educação Química com ênfase na abordagem da História da Ciência registrados pelo Banco de Dados dos cinco Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências-ENPEC (1997-2005). Também apresentamos uma justificativa sobre a opção do Banco de Dados dos Encontros Nacionais de Educação em Ciências/ENPEC no Brasil como fonte de pesquisa e os critérios adotados para a construção das categorias eixos da análise do estudo.

2.1- O Banco de Dados dos Encontros Nacionais de Educação em Ciências/ENPEC no Brasil como fonte de pesquisa

Em 1997, um movimento no Brasil foi iniciado buscando a promoção, divulgação e socialização das pesquisas em Educação em Ciências advindas de encontros, escolas de formação e publicações sobre pesquisa. Este movimento consolidou a Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências/ABRAPEC que por sua vez vem organizando encontros nacionais bianuais conhecidos como “Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em

Ciências/ENPEC”. Esses eventos têm priorizado a apresentação e discussão de trabalhos resultantes de pesquisas em Educação em Ciências das várias áreas de conhecimento que participam da ABRAPEC como Física, Biologia, Química, Geologia e áreas afins. Isto tem possibilitado obter um amplo espectro dos estudos recorrentes no Brasil além de reunir interessados em pesquisa em Educação em Ciências com diferentes experiências: educação básica, educação superior, estudantes de pós-graduação, formadores de professores, estudantes e pesquisadores em Educação em Ciências em áreas afins, e outros.

Também, os ENPEC vêm contribuindo para a atualização da formação dos pesquisadores participantes por meio de diversas conferências, mesas redondas, mini-cursos, sessões de comunicação oral e de painéis, permitindo identificar as ênfases dos trabalhos de pesquisa recentes, o tratamento de questões relacionadas à Educação em Ciências e à interação dos pesquisadores dessas áreas, compartilhando especialmente soluções para problemas comuns. (ABRAPEC, 2005).

Foi por reconhecer a relevância das investigações catalogadas no Banco de Dados sobre Educação em Ciências em geral, e Educação Química, em especial, dos cinco Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências realizados entre 1997-2005 que optamos por fazê-las fonte de nossa investigação, reconhecendo-as como memória documentada, datada no tempo e no espaço, cujo cunho historiográfico é extremamente importante sobre as produções no campo da Educação das Ciências de nosso país. A Memória Histórica, segundo Nora *apud* Chiareli (2007) não está distante do presente, isto é, ela não pertence somente ao passado. O elo de sua existência é com o atual,

com o presente. A Memória atravessa os sentidos coletivos e individuais. Ela cria sua existência: projeta-se, censura-se, transfere-se e coloca-se em atividades.

Sob este aspecto, portanto, foi que o Banco de Dados resultante dos cinco ENPEC (1997-2005) se revelou em acervo significativo das produções atualmente existentes no Brasil sobre as pesquisas em Educação em Ciências, em especial a **Educação Química**, e se materializou enquanto fonte documental desse processo, embora produções outras, também relevantes para área, se façam presentes em revistas científicas renomadas em nível nacional e internacional.

Finalmente, diríamos que este acervo não se traduziu apenas em fonte relevante para o objeto de estudo da pesquisa mas, permitiu, ampla visibilidade sobre o que se considera como problema e alternativa em Educação em Ciências/Química no Brasil, bem como quais são os fundamentos teórico-práticos que os diferentes estudos revelam como procedimento para a busca de resposta às inquietações, particularmente, em relação à História da Ciência.

2.2- Organização da pesquisa: levantamento, seleção e critério de escolha dos trabalhos, sistematização e análise de seus conteúdos

Os procedimentos para a organização da nossa investigação foram planejados e desenvolvidos observando as seguintes etapas:

- Levantamento e seleção de todos os trabalhos correspondentes ao período de 1997-2005 em Atas dos ENPEC (CD-ROM e livros de resumos).

- Identificação, seleção e classificação das áreas de conhecimento desses trabalhos através de leitura pormenorizada dos resumos apresentados e efetiva leitura dos textos completos quando havia limites para a compreensão desses resumos. Vale dizer que nesse ponto da investigação ainda não havia disponível todos os CD-ROM que possibilitavam a busca por meio de palavras-chave (área de conhecimento).

- Classificação e leitura dos trabalhos que tratavam da Educação Química por temáticas, com leitura de todos os trabalhos completos, em específico de História da Ciência. O procedimento foi confirmado, adiante, com o uso dos CD-ROM dos ENPEC, fazendo uso de palavras-chave (história; HC; história, química; história, ciência; história, ciências).

Os critérios para a organização dos itens indicados foram adaptados de estudos de Greca; Costa; Moreira (2002). Entendem os autores que os dados sintetizados dessa forma exprimem algumas classes de idéias e ou categorias, permitindo obter um cenário de interesses, características e tipo de pesquisa na área de Educação em Ciências/Educação em Química. Entendemos que esta forma de organização contribuiria também para responder às indagações de interesse do estudo apontadas na Introdução desta tese, ou seja:

1- Como se caracteriza a inserção da História da Ciência nos trabalhos brasileiros de pesquisa em Educação Química apresentados nos ENPEC?

2- Em relação aos trabalhos brasileiros de pesquisa em Educação Química apresentados nos ENPEC e que utilizam a História da Ciência:

a) Quais as proposições para a Didática das Ciências?

b) Quais as contribuições para uma educação científica e tecnológica complexa e crítica para a sociedade contemporânea?

Para análise dos trabalhos selecionados optamos pela não identificação das autorias no corpo do texto, já que nosso foco de interesse é especificamente a abordagem da História da Ciência no conteúdo dos estudos selecionados. Os trabalhos serão identificados pelas letras A, B, C, D, E, F, G, H, I, J. A identificação desses trabalhos encontra-se, em destaque, em referências bibliográficas

Destacamos ainda que, dos quatorze (14) trabalhos identificados no processo inicial de seleção, três referiam-se a investigações e objetos de estudos de outros países. Como nosso interesse era conhecer a produção sobre Pesquisa em Educação Química no **Brasil**, esses trabalhos foram descartados. Consequentemente, o universo advindo dos cinco ENPEC (1997-2005) se resumiu em onze (11) trabalhos. Considerando que um deles não atendia especificamente ao interesse da nossa pesquisa sobre a História da Ciência – tratava-se da investigação da história de uma disciplina em uma IES –, o universo se restringiu a 10 (dez) trabalhos para a análise final.

A sistematização e análise dos conteúdos dos documentos apoiaram-se em Atteslander (citado por Mayring, 2002), que designou a abordagem qualitativa como a maneira clássica para a análise de documentos, permitindo o debate intensivo e pessoal com o documento, suscitando interpretação mais completa. A construção e sistematização dos dados da investigação orientaram-se por um procedimento de natureza exploratória, seguidas de análise e

discussão apoiadas nas orientações qualitativas da pesquisa sugeridas por Lüdke e André (1986).

As técnicas de Análise de Conteúdo observaram as orientações de Bardin (1977) que diz que a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise de comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. A intenção da análise de conteúdo, segundo Bardin (1977) é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou eventualmente de recepção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não), a maioria dos procedimentos de análise organizada em redor de um processo de categorização. Segundo a autora, um conjunto de categorias boas deve possuir as seguintes qualidades: a exclusão mútua, a homogeneidade, a pertinência, a objetividade e a fidelidade e a produtividade.

A orientação para a análise dos trabalhos observou as seguintes indagações:

Para os problemas das pesquisas selecionadas:

- Qual a finalidade/objetivo da inserção da História da Ciência no trabalho?
- Como sua proposição se justifica?
- Quais os procedimentos teórico-metodológicos adotados nas proposições investigadas:
- Que procedimentos foram adotados no estudo em relação à História da Ciência?

Para as proposições indicativas de renovação da Didática das Ciências:

- Que contribuições podem ser observadas na conclusão dos trabalhos relativos à Didática das Ciências?

Para a elaboração do resumo analítico dos trabalhos selecionados optamos por um protocolo de investigação que permitisse acessar aspectos fundamentais dos trabalhos, respondendo mais adequadamente as indagações. Assim, o resumo de cada trabalho foi organizado a partir dos quesitos previstos nas orientações e descrições de Silva e Menezes (2001):

1. Objetivos da investigação: pesquisa exploratória, descritiva ou explicativa⁸

2. Procedimentos técnicos: pesquisa bibliográfica, documental, experimental, levantamento de dados, estudo de caso, *expost-facto*, pesquisa-ação ou participante⁹

⁸ **Pesquisa Exploratória:** visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso.

Pesquisa Descritiva: visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de Levantamento.

Pesquisa Explicativa: visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o “porquê” das coisas. Quando realizada nas ciências naturais, requer o uso do método experimental, e nas ciências sociais requer o uso do método observacional. Assume, em geral, as formas de Pesquisa Experimental e Pesquisa *Expost-facto*.

⁹ **Pesquisa Bibliográfica:** quando elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet.

Pesquisa Documental: quando elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico.

Pesquisa Experimental: quando se determina um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

3. Objetos das investigações/contextos de produção.

4. Abordagem do problema: pesquisa quantitativa ou qualitativa¹⁰.

5. Assuntos tratados e inserção da História da Ciência: como se insere; consistência do ponto de vista histórico.

Sobre a construção das categorias orientamo-nos segundo Matthews (1995) e Teixeira (2003) que enfatizam que a História da Ciência na Educação das Ciências deve ser contextualista¹¹. Nossa percepção para a análise dos trabalhos de Educação Química foi a mesma levando em conta diversos aspectos: ético, social, histórico, filosófico e tecnológico adotados nas diferentes abordagens investigativas. Construímos três categorias apoiados no enfoque da relevância da HC para a Educação das Ciências (MATTHEWS (1995) e STUART (2002)) reconhecendo que essas categorias seriam amplas e

Levantamento: quando a pesquisa envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer.

Estudo de caso: quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento

Pesquisa Expost-Facto: quando o “experimento” se realiza depois dos fatos.

Pesquisa-Ação: quando concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Pesquisa Participante: quando se desenvolve a partir da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas.

¹⁰ **Pesquisa Quantitativa:** considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.).

Pesquisa Qualitativa: considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

¹¹ O contextualismo é uma corrente do pragmatismo que acentua a mobilidade temporal dos eventos e os considera em estreita relação com os outros eventos que pertencem ao mesmo contexto. (ABBAGNANO, 2000, p. 200).

complexas para identificar, nos conteúdos manifestos dos trabalhos, suas implicações para as mudanças no âmbito da Didática das Ciências/Química concernentes aos fundamentos epistemológicos da práxis. Também, as categorias foram pensadas a partir de uma concepção de História da Ciência que, segundo Regner (1996), não apenas retrata padrões de cientificidade de uma época ou na exposição histórica, mas, evidencia o sentido epistemológico conferido à História das Ciências, pois que, a trajetória histórica desse saber confirma-se como fonte substantiva para a compreensão de sua natureza como processo e produto.

As categorias, portanto, ficaram assim definidas:

1- valor intrínseco conferido à abordagem da História da Ciência nos estudos de Educação Química;

2- mutabilidade e instabilidade do pensamento científico atual;

3- visão integrada e interdisciplinar de Ciência que a História da Ciência enseja nos trabalhos.

Quanto à motivação do interesse dos alunos, humanização dos conteúdos e uma melhor compreensão dos conceitos científicos demonstrando seu desenvolvimento e aperfeiçoamento, como sugerem Matthews (1995) e Teixeira (2003) para a inserção da HC no ensino das Ciências, entendemos que as três categorias selecionadas possibilitam inferir de suas análises essas qualificações.

Explicitamos a seguir o que compreendemos sobre os aspectos atribuídos às categorias.

- **VALOR INTRÍNSECO:** implica em compreender os episódios fundamentais relativos à inserção da História da Ciência na abordagem dos estudos em Educação Química. Na análise observamos a finalidade/objetivo da inserção da História da Ciência no trabalho, como a Histórica da Ciência é inserida na proposição de investigação, qual é a justificativa de sua proposição. A noção de valor não é a do valor instrumental, mas, o valor que uma coisa tem em si.
- **MUTABILIDADE E INSTABILIDADE DO PENSAMENTO CIENTÍFICO ATUAL:** significa que a Ciência é mutável e instável, ou seja, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que se opõem à ideologia cientificista e ao dogmatismo, frequentes nos textos científicos e nas aulas de Ciências. Na análise observamos como se caracteriza o procedimento metodológico da investigação em relação à abordagem da História da Ciência e quais procedimentos foram adotados nos estudos em relação à História da Ciência.
- **VISÃO INTEGRADA E INTERDISCIPLINAR:** procura investigar a compreensão mais complexa dos conceitos científicos, seu desenvolvimento/aperfeiçoamento a partir de uma visão integrada e interdisciplinar do desenvolvimento das Ciências. Na análise procuramos observar como isso se caracteriza nas investigações em Educação Química e suas interações disciplinares, em particular com a História da Ciência, e suas contribuições para a Didática das Ciências.

2.3- Áreas de Conhecimento Identificadas nos Trabalhos dos ENPEC (1997-2005)

A Tabela 1 traz o conjunto dos trabalhos, por **área de conhecimento**, dos cinco encontros realizados no Brasil no período de 1997-2005. Eles estão indicados por subcategorias correspondentes às diversas áreas extraídas dos próprios trabalhos, segundo sua afinidade. Foram apresentadas as seguintes subcategorias: Astronomia (As); Biologia (Bi); Ciências (Ci); Ciências da Saúde (CS); Educação Ambiental (EA); Física (Fi); Geociências (Ge); Matemática (Ma); **Química (Qui)**; Políticas (Po); Psicologia (Ps); Informática (In); Orientação Sexual (OS).

Tabela 1. Trabalhos por área de conhecimento de 1997-2005

ÁREA	I ENPEC 1997		II ENPEC 1999		III ENPEC 2001		IV ENPEC 2003		V ENPEC 2005	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
As	06	3,0	02	1,0	03	1,5	06	1,0	14	1,5
Bi	20	11,0	14	10,5	32	17,5	77	14,5	156	18,0
Ci	57	34,0	60	47,0	67	37,0	189	36,0	261	30,0
CS	00	0,0	04	2,75	03	1,5	26	5,0	35	4,0
EA	03	1,5	03	2,25	06	3,5	29	5,5	55	6,5
Fi	54	33,0	32	25,0	38	21,0	105	20,0	159	18,5
Ge	01	0,5	01	0,75	1	0,5	01	0,2	05	0,5
Ma	06	3,0	01	0,75	12	6,5	16	3,0	29	3,5

Qui	17	10,0	13	10,0	20	11,0	63	12,0	101	11,5
Pó	02	1,0	00	0,0	00	0,0	00	0,0	00	0,0
Os	04	2,0	00	0,0	00	0,0	00	0,0	00	0,0
In	02	1,0	00	0,0	00	0,0	15	2,8	46	5,5
OS	00	0,0	00	0,0	00	0,0	00	0,0	06	0,5

Observamos na Tabela 1 um aumento nominal no número de trabalhos apresentados na área de Educação Química de 1997 a 2005 (17, 13, 20, 63, 101), porém, tal acréscimo se expressa de maneira geral por quase todas as áreas, reforçando o amadurecimento e fortalecimento dos ENPEC. **A manutenção em termos percentuais da participação da área de Educação Química nos eventos de 1997 a 2005 foi em torno de 11%.**

2.4- Temáticas Abordadas na Área de Educação Química

Apoiados em Greca; Costa; Moreira (2002) identificamos as seguintes subcategorias correspondentes às temáticas extraídas dos próprios trabalhos:

Ensino – Laboratório (Lab); Modelos (Mod); Metodologias Didáticas (MeD) Novas Tecnologias (NoT); Resolução de Problemas (ReP); Aspectos Verbais (AsV); Textos Científicos (TeC);

Aprendizagem – Concepções Discentes (CD);

Currículo - Conhecimento e Cultura (CoC); Análise Curricular (AnC); Educação Ambiental (EdA); Educação Continuada (EdC); **História da Ciência (HiCiência)**; Inclusão Social (InS); Interdisciplinaridade (Int);

Avaliação - Compreensão e conhecimento conceitual e outros

Formação Docente – Estudos sobre a Formação de Professores (EFP); Saberes Docentes (SD);

Pesquisa – Metodologia de Pesquisa (MeP); Estado da Arte (EsA).

A Tabela 2 apresenta as temáticas identificadas nos trabalhos da Área de Educação Química. Nela podemos observar a presença da **História da Ciência** como um dos objetos de interesse temático.

Tabela 2. Temáticas na Área de Educação Química

TEMÁTICA	I ENPEC		II ENPEC		III ENPEC		IV ENPEC		V ENPEC	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Ensino	09	56,0	07	54	09	41,0	24	37,0	37	37,0
Lab	00	00,0	00	00,0	02	9,0	10	15,5	07	7,0
Mod	01	6,0	00	00,0	00	00,0	01	1,5	03	3,0
MeD	04	24,0	05	41	02	9,0	05	7,75	12	12,0
NoT	01	6,0	01	6,5	00	00,0	02	3,0	09	9,0
ReP	01	6,0	00	00,0	00	00,0	01	1,5	01	1,0
AV	00	00,0	00	00,0	00	00,0	00	00,0	01	1,0
TeC	02	12,0	01	6,5	05	23,0	05	7,75	05	5,0

Aprendizagem	02	12,0	03	20	00	00,0	09	14,0	16	16,0
CoD	02	12,0	03	20	00	00,0	09	14,0	16	16,0
Currículo	01	6,0	02	13	03	13,5	18	27,5	25	25,0
CoC	00	00,0	01	6,5	00	00,0	02	3,0	01	1,0
AnC	00	00,0	00	00,0	01	4,5	00	00,0	01	1,0
EdA	00	00,0	00	00,0	00	00,0	02	3,0	03	3,0
EdC	00	00,0	00	00,0	00	00,0	05	7,75	04	4,0
HiCiência	01	6,0	01	6,5	02	9,0	03	4,5	07	7,0
InS	00	00,0	00	00,0	00	00,0	01	1,5	02	2,0
Int	00	00,0	00	00,0	00	00,0	05	7,75	07	7,0
Avaliação	01	6,0	00	00,0	00	00,0	00	00,0	00	00,0
Formação Docente	03	20,0	02	13	09	41,0	14	21,5	20	20,0
EFP	02	12,0	01	6,5	07	32,0	12	18,5	19	19,0
SaD	01	8,0	01	6,5	02	9,0	02	3,0	01	1,0
Pesquisa	00	00,0	00	00,0	01	4,5	00	00,0	02	2,0
MeP	00	00,0	00	00,0	01	4,5	00	00,0	01	1,0
EsA	00	00,0	00	00,0	00	00,0	00	00,0	01	1,0

Podemos observar na Tabela 2 que no I ENPEC os temas vinculados ao Ensino, Formação de Professores e Aprendizagem foram os mais pesquisados. **Apenas um (1) trabalho tratou sobre História da Ciência.** No II ENPEC os temas vinculados ao Ensino, Formação de Professores e Aprendizagem foram os mais pesquisados. **Apenas um (1) tratou sobre História da Ciência.** No III

ENPEC os temas mais pesquisados estiveram vinculados ao Ensino e Formação de Professores. Neste encontro foram apresentados **dois (2) trabalhos sobre História da Ciência**. No IV ENPEC os temas mais pesquisados estiveram vinculados ao Ensino, Currículo, Formação de Professores e Aprendizagem. Sobre **História da Ciência foram apresentados três (3)**. No V ENPEC, como indica a Tabela, os temas vinculados ao Ensino, Currículo, Formação de Professores e Aprendizagem foram os mais pesquisados. **Sete (7) estudos sobre História da Ciência foram apresentados nesse encontro.**

É possível reconhecermos que a pesquisa em Educação em Ciências vem crescendo nacionalmente. O aumento no número de trabalhos submetidos a cada ENPEC é prova disso. Em relação à produção na área de Educação Química, observamos no conjunto dos trabalhos registrados, uma tendência de manutenção do volume de trabalhos apresentados durante os I, II e III Encontros, um crescimento significativo no IV Encontro, mantendo essa tendência no V Encontro. Quanto à participação da área de Educação Química podemos verificar um índice de produção que se mantém entre 10 e 12,5% face ao total dos trabalhos apresentados.

A temática de pesquisa das produções em Educação Química concentram-se especialmente no Ensino, particularmente em Metodologias Didáticas. Outros sub-temas como Laboratório, Novas Tecnologias e Análise de Textos Científicos também aparecem com destaque. O sub-tema História da Ciência aparece com uma frequência oscilante entre 4,5 e 9,0% geralmente inserido na temática Currículo.

Importante destacar que foi mais recentemente (IV ENPEC) que a temática sobre a História da Ciência emergiu com mais vigor, especialmente por conta da participação de grupos de estudo e pesquisa do exterior junto ao ENPEC. No caso do V ENPEC, a participação de pesquisadores colombianos contribuiu decisivamente para o índice elevado de trabalhos em História da Ciência (9%).

No Capítulo 3 procuramos analisar e discutir as tendências dos trabalhos apresentados no que diz respeito ao lugar da História da Ciência em trabalhos na área de Educação Química.

CAPÍTULO 3

A DIMENSÃO HISTÓRIA DA CIÊNCIA NAS INVESTIGAÇÕES EM EDUCAÇÃO QUÍMICA: DIALOGANDO COM OS RESULTADOS

Frente à indagação que motiva este trabalho, qual seja em que termos a História da Ciência está inserida nas proposições investigadas nos cinco ENPEC e quais são suas implicações para a renovação da Didática das Ciências (quando se considera a relevância de uma educação científica e tecnológica complexa e crítica para a sociedade contemporânea), neste capítulo vamos analisar e interpretar os trabalhos selecionados que tratam da História da Ciência na Educação Química, conforme evidenciado na Tabela 2 (Temáticas na Área de Educação Química, Cap. 2).

3.1- Características Gerais das Investigações

Podemos observar na Tabela 3 que a maior parte das investigações configura-se como pesquisas exploratórias, seguidas de pesquisas explicativas e pesquisa descritiva. Os objetos de interesse dos estudos, em maioria, voltam-se à investigação da aplicação da História da Ciência como método/metodologia do ensino em Química visando identificar e analisar as bases epistemológicas de conceitos/modelos, motivar a dinâmica de aula descrevendo fatos históricos, despertar interesses interdisciplinares com outros saberes das Ciências Humanas. Também se evidencia como método analítico para investigar a abordagem da História da Ciência em conteúdos de livros didáticos e

reconhecendo a História da Ciência como fonte de pesquisa e seu potencial heurístico.

Tabela 3. Resumos dos trabalhos em Educação Química com abordagem de História da Ciência

TRABALHO	RESUMO
A	Pesquisa exploratória que visa descobrir diversas conceituações/debates sobre conservações ocorridos historicamente, servindo como critério epistemológico para questionar o sistema educacional permeado pelo ensino tradicional e apontar novas perspectivas didático-pedagógicas. Pesquisa-ação, estruturada sob a idéia de temáticas e conceitos unificadores, com o apoio de contribuições da história da ciência e das concepções alternativas em grupos de estudo com professores em formação inicial e em serviço (Física e Química). Abordagem qualitativa. A dinâmica de trabalho adotada aponta para avanços no ensino/aprendizagem nas práticas pedagógicas docentes. Inserção histórica consistente de concepções e princípios de conservação, exploradas a partir do exemplo das <i>combustões</i> , debatendo concepções alternativas.
B	Pesquisa descritiva que utiliza a História da Química para auxiliar/melhorar o ensino da Tabela Periódica em turmas da 8ª série do Ensino Fundamental. Pesquisa Experimental na qual se utilizou a metodologia tradicional em duas turmas de estudantes da 8ª série do Ensino Fundamental de uma escola da rede privada e, nas outras duas, a contextualização histórica da Tabela Periódica como ferramenta na mediação do processo de ensino e aprendizagem. Abordagem quali-quantitativa. Aponta que o uso da História da Ciência torna o aprendizado mais dinâmico, agradável, interativo e interessante em relação àquele em que a TP é ensinada por meio de livros didáticos e aulas expositivas. A inserção da HC é como método, em conjunto com atividades diferenciadas no ensino da TP.
C	Pesquisa exploratória que investiga como diferentes autores de livros didáticos utilizam ou apropriam a noção clássica de valência, verificando em que medida se deu um possível distanciamento do conceito de valência em relação aos livros didáticos do Ensino Médio de Química. Investigação documental-bibliográfica com base nas relações históricas de precedência do conceito sobre outros da Química em que se analisam dez livros didáticos, de acordo com treze temas. Abordagem qualitativa: História das Ciências e sua aproximação com o ensino de Ciências. As mesmas categorias ontológicas historicamente constituídas para o conceito de valência foram encontradas nas obras. Além disso, tais livros exibem rigorosas regularidades quanto à ordem e seqüenciação. A seqüenciação de conteúdos e o conceito de valência são os temas tratados, assim, a HC insere-se como método para verificar as categorias ontológicas ¹² historicamente constituídas.
D	Pesquisa exploratória que busca esclarecer facilidades e dificuldades na utilização da História da Ciência no Ensino de Química para despertar o interesse discente pela aprendizagem, levando o estudante à construção de novos conhecimentos. Investigação bibliográfica marcada por pertinente revisão bibliográfica de abordagem qualitativa. Sugerem-se maneiras de

¹² O fundamento em que se assenta toda uma determinada linha de pensamento. (RUY, 2001).

	inserção da HC, bem como problemas enfrentados para tal e maneiras possíveis de superação. Discutem-se apontamentos sobre a História da Química no Ensino de Química.
E	Pesquisa exploratória dirigida aos professores que objetiva aproximar o estudo com a prática pedagógica de Ciências da Natureza na escola de Ensino Médio - a Química com a História, Filosofia e Ensino de Ciências. Investigação bibliográfica relativa ao Ensino de Química em abordagem qualitativa. Conclui que o trato pela História, Filosofia e Sociologia da Ciência poderia resultar em benefícios para o ensino da Química no qual a história insere-se como método.
F	Pesquisa exploratória que descreve, historicamente, o Modelo de Rutherford e a biografia de seu propositos. Investigação bibliográfica sobre o Modelo de Rutherford de abordagem qualitativa. Os autores pretenderam abordar as dificuldades relacionadas ao modelo de átomo e a reflexão epistemológica acompanhada do conhecimento histórico – HC para compreender melhor os conceitos/modelos -, mas o relato histórico da descoberta e o enobrecimento do vulto histórico são mais fortemente evidenciados.
G	Pesquisa exploratória que utiliza a História da Ciência com o intuito de influenciar positivamente os alunos em relação à Ciência, elucidando as características peculiares da ciência. Investigação bibliográfica acerca da balança e do uso da HC em abordagem qualitativa, sugerindo o uso da HC para motivar, humanizar. Consistente, a História da Ciência surge como meio para esclarecimento maior da natureza da Ciência.
H	Pesquisa explicativa que visa avaliar a potencialidade heurística ¹³ das pesquisas diferentes áreas das Ciências (Química, Física e Biologia), bem como as conseqüências da utilização da história da ciência em seu ensino. Investigação bibliográfico-documental que analisa documentos de conferências sobre ensino de Ciências e utilização da HC no ensino. Abordagem qualitativa. A existência de acentuada dominância de trabalhos na área de Física indicaria um paradigma para as outras áreas, contudo o potencial heurístico dessa área pode não ser tão propício e expandir-se para a Química e Biologia, devido a diferenças em sua abrangência e atualidade. São discutidos conceitos de abrangência e atualidade, potencial heurístico e implicações para utilização da história da ciência no ensino das diferentes áreas das Ciências.
I	Pesquisa exploratória investiga as imagens geradas pelos livros didáticos de Química sobre o conceito de substância. Investigação documental-bibliográfica de livros didáticos de química com orientações qualitativas de pesquisa e de técnicas de análise de conteúdo. Resultados apontam à ausência da difusão das questões históricas/epistemológicas/sociais nos materiais didáticos, contribuindo à construção de imagens distorcidas do conceito de substância. Investigando esse conceito, busca verificar se e como a HC se insere nos livros didáticos.
J	Pesquisa exploratória que mostra como um livro texto de Química do Ensino Médio apresenta a história e o desenvolvimento do conceito de números quânticos, situando-os num contexto relacionado ao uso da História e Filosofia da Ciência no ensino de Química. Investigação documental-bibliográfica de livro didático de Química do Ensino Médio em abordagem

¹³ A potencialidade heurística é uma característica dos seres humanos, cujo ponto de vista pode ser descrito como a arte de descobrir e inventar ou resolver problemas mediante a criatividade e o pensamento lateral ou pensamento divergente. Para a História trata do estudo das suas fontes. Para a pedagogia é o procedimento no qual o educando é induzido a encontrar as soluções dos problemas por si próprio, ou seja, é guiado na descoberta da verdade que se lhes quer apreendida: o conhecimento assim obtido teria melhor fixação na memória. A potencialidade heurística de um conceito não se encontra no conceito "em si", mas nas apropriações feitas por esses mesmos campos e /ou sujeitos. (MONTEIRO; ANHORN, 2007).

	qualitativa, dentro do enfoque didático do livro. Verificou-se a existência de lacunas históricas e conceituais e pouca evidência de contribuições motivadoras/humanizadoras. A investigação histórica dos números quânticos evidencia-se com consistência no tratamento da HC.
--	---

3.2- As categorias e seus resultados

Para analisar e refletir sobre os resultados revelados pelos dados da investigação, organizamos as tabelas 4, 5 e 6 que vão sintetizar as categorias nas suas relações com cada trabalho selecionado. Na seqüência, discutiremos cada uma delas.

Dados da Categoria *Valor Intrínseco*

Conforme evidencia a Tabela 4, a valorização essencial inerente e peculiar da maioria dos trabalhos (sete) atribui à História da Ciência a função de método/metodologia, especialmente visando a motivação do alunado e humanização do saber científico, bem como elucidação da natureza desse conhecimento, possibilitando a construção de novos conhecimentos.

Tabela 4. Categoria “Valor Intrínseco”

Compreender episódios fundamentais relativos à inserção da História da Ciência na abordagem do estudo em Educação Química.

OBJETIVO ANALÍTICO	A	B	C	D	E
Finalidade/objetivo da inserção da História da Ciência no trabalho.	Inserção histórica de concepções e princípios sobre conservações ocorridos historicamente, desde o pensamento grego aos nossos dias, para que possam servir como critério epistemológico para questionar o sistema educacional com fortes traços característicos do "ensino tradicional", e apontar novas perspectivas didático-pedagógicas.	Utilizar a história da química como método para ensinar TP em turmas da 8ª série do ensino fundamental.	Examinar a forma como a noção clássica de valência é apropriada pelo currículo do ensino médio de Química	Esclarecer alguns pontos favoráveis, e também as dificuldades, da utilização da História da Ciência no Ensino de Ciências, em especial no Ensino de Química.	Aproximação da química com a história, filosofia e ensino de ciências na prática pedagógica.
Como a HC é inserida na proposição de investigação.	Concepções como a de <i>flogisto</i> , <i>calórico</i> , <i>vis viva</i> e princípios de conservação como a da <i>massa</i> , da <i>energia</i> e <i>massa-energia</i> foram exploradas a partir do <i>exemplo das combustões</i> .	Contemplar o contexto histórico da tabela periódica como ferramenta na mediação do processo de ensino e aprendizagem.	Método para verificar as categorias ontológicas historicamente constituídas (conceito de valência), e sua aproximação com o ensino de ciências.	Discute-se facilidades e dificuldades na utilização da história da ciência no ensino de química para despertar o interesse discente pela aprendizagem, maneiras de inserção da HC, problemas enfrentados para tal e caminhos possíveis para superação.	A HC insere-se como método, paralelo ao desenvolvimento da ciência, evidenciando sua necessidade na guarda de princípios para que não se tornem um sistema de preceitos.
Justificativa de sua proposição.	Formação inicial e continuada de professores, com o apoio em contribuições da <i>história da ciência</i> e das <i>concepções alternativas</i> , incitando o debate de concepções alternativas e melhor compreensão da Ciência.	Confrontar a metodologia tradicional com a contextualização histórica, para melhorar o ensino da tabela periódica, tornando o aprendizado mais dinâmico, agradável, interativo e interessante.	As relações históricas de precedência são em geral negligenciadas nos livros didáticos, além de preconizar a solução de problemas matemáticos em detrimento ao estímulo ao entendimento conceitual.	A grande atenção sobre a inserção da História da Ciência no Ensino de Física e Química no Ensino Médio.	O trato pela história, filosofia e sociologia da ciência poderia resultar em benefícios para o ensino da química.

Compreender episódios fundamentais relativos à inserção da História da Ciência na abordagem do estudo em Educação Química.

OBJETIVO ANALÍTICO	F	G	H	I	J
Finalidade/objetivo da inserção da História da Ciência no trabalho.	Abordar as dificuldades relacionadas ao modelo de átomo.	Utilização da História da Ciência para “elucidar as características peculiares da ciência”.	Definir os conceitos de abrangência e atualidade das pesquisas em ensino de Ciências apresentadas em congressos internacionais.	Investigar o conceito de substância pelo viés histórico,	Investigar como o livro “Química, Realidade e Contexto”, volume um, de Antônio Lembo apresenta a história e o desenvolvimento do conceito dos números quânticos situando-os num contexto relacionado ao uso da história e filosofia da ciência no ensino de química.
Como a HC é inserida na proposição de investigação.	Relato histórico da descoberta e o enobrecimento do vulto histórico são bastante evidenciados.	Discussão do papel sofisticado e revolucionário da balança na História da Ciência.	Avaliação das conseqüências da utilização da história da ciência no ensino das diferentes áreas das ciências - química, física e biologia.	Parâmetro para verificação de <i>como</i> a o conceito de substância se insere nos livros didáticos:	Parâmetro para verificação de <i>como</i> a o conceito se insere no livro didáticos.
Justificativa de sua proposição.	A utilização da História da Química deve servir de apoio aos conteúdos abordados: nada é considerado imutável, irrefutável ou dogmático na Ciência - é tarefa do professor de Química promover e fundamentar as contextualizações da Ciência com seus estudantes.	História da ciência como meio de influenciar positivamente os alunos em relação à ciência, elucidando as características peculiares da ciência, motivando e humanizando: a história da ciência surge como meio para esclarecimento maior da natureza da ciência.	Verificação da potencialidade heurística das diferentes áreas de pesquisa e suas implicações para utilização da história da ciência no ensino.	A ausência da difusão das questões históricas, epistemológicas e sociais pode contribuir à construção de imagens distorcidas do conceito científico.	O livro escolhido para esse levantamento é bastante utilizado pelos estudantes de Ensino Médio no estado de São Paulo, tanto na rede oficial de ensino como na escola particular (Secretaria de Estado da Educação, 2005). Assim, é pertinente a verificação de lacunas históricas e/ou conceituais e de contribuições motivadoras e/ou humanizadoras para o ensino.

O exemplo em (A) é bastante representativo:

Observações como as realizadas por Boyle⁵, relativas ao aumento do peso de um metal em virtude do aquecimento, e as reflexões posteriores, resultaram na concepção: *matéria de fogo*. Para Boyle, o fogo, tal qual outras substâncias como a água e o sal, continha moléculas e, conseqüentemente, quando reagia com um metal, aumentava o peso do conjunto, fator que o induziu a considerá-lo uma substância. Sobre isto, em seu diário de laboratório, consta:

“De onde então pode surgir o aumento do peso dos metais observados por nós e que foram submetidos ao efeito da chama pura, se não é de algumas partículas ponderáveis da chama! O número destas partículas de fogo deveria ser muito grande para poder pesá-las na balança”. (...) A questão que permanece é se realmente algo vem sendo unificado na Física e Ciências Naturais em geral dos currículos escolares. A riqueza que se constitui o desenvolvimento dos conhecimentos (leis, princípios e idéias de conservação), historicamente, nas Ciências Naturais, como as atenções voltadas a algo que se conserva, normalmente não faz parte dos estudos/planejamentos dos professores. Por exemplo, passa-lhes despercebido que os alunos em geral *ignoram que, nas interações, enquanto um “ganha”, outro deverá “perder” energia equivalente*. Raramente o estudante era (ou ainda é) levado a uma reflexão mais profunda sobre a origem da explicação que lhe havia sido dada sobre a evolução teórica que a precedeu e sobre as deficiências que continuavam a apresentar, mesmo após o ensino do tópico em questão.

Dois trabalhos valorizam a HC na perspectiva de comparação e verificação da existência de lacunas históricas e conceituais e deformação conceitual.

Exemplo em (J):

Assumindo a perspectiva conteudista como algo dado à regra de elaboração do livro didático, e tendo-se que este objeto constitui uma extensa influência como critério de seleção e organização do currículo em diferentes segmentos do ensino, pretende-se, no presente trabalho, elaborar uma leitura a respeito da forma que diferentes autores do ensino médio de Química utilizam ou apropriam um conteúdo; especificamente sobre a noção clássica de valência. Pretende-se verificar em que medida se deu um possível distanciamento do conceito de valência em relação aos livros didáticos de química do ensino médio, tendo-se como referência às edições mais atuais, e utilizando-se como viés metodológico a formalização de relações históricas de precedência desse conceito sobre outros componentes curriculares da Química. Pretende-se utilizar como referência a linha teórica de autores que sustentam a aproximação do ensino das ciências com a história das ciências.

Um trabalho se destaca neste aspecto na proposta de análise do modelo icônico-tecnológico e o vulto histórico a ele relacionado (trabalho C).

Vimos no Capítulo 1 que todo professor de Ciências/Química deve possuir um conhecimento sobre a História da Ciência que ensina, pois, pode permitir aos alunos visualizar os conhecimentos científicos como problemas que se originaram por vezes de alguma imposição arbitrária. Isto também pode impedir, de certo modo, visões estáticas e dogmáticas que deformam a natureza do trabalho científico criando dificuldades e obstáculos epistemológicos. Vimos também, com Martins (1998), que a História da Ciência pode ser utilizada como um dispositivo didático útil porque através de episódios históricos o processo gradativo e lento de construção do conhecimento permite que se tenha uma visão mais concreta da natureza real da Ciência, seus métodos, suas limitações, contribuindo para que o conhecimento científico seja desmistificado sem, entretanto, ser destituído de valor. (MARTINS, 1998).

Essas considerações sugerem que ampliemos um pouco mais nossas reflexões sobre o que os trabalhos querem expressar. Entendemos que estamos frente a uma concepção de História da Ciência no contexto das abordagens de Educação Química que em termos gerais está sendo utilizada como metodologia, apoio para gerar novas indagações em relação à prática da Educação Química, possibilitando (ou não) novas práticas de educação química. Isso significa que as diferentes concepções de pesquisa nos fazem questionar que História da Ciência, em termos da prática docente, está fundamentando efetivamente a construção do conhecimento e, simultaneamente, contribuindo para a concepção didático-pedagógica.

Argumentamos que, qualquer que seja a posição do investigador/professor, seja aqueles que ensinam ou se preparam para ensinar História da Ciência na

Educação Química, não podem ficar alheios à necessidade de proceder a uma profunda reflexão sobre dois aspectos fundamentais: o estatuto epistemológico da Ciência Química e da História atual (conceito, objeto e metodologia da investigação) e metodologia de ensino da disciplina Química para que, na prática, possam aliar a correção científica no domínio do processo de ensino dos conhecimentos à correta utilização de meios e técnicas pedagógicas e didáticas (de acordo com as novas contribuições das Ciências da Educação).

Esse seria, pois, o objetivo da Didática como procedimento de ensino da Ciência. Logo, estamos levando em conta que no ato educativo convergem duas componentes científicas: a História e a Ciência que a transmite. No caso, estamos tratando da Ciência Química. Isso exige do professor uma preparação não somente no seu campo específico, mas, também de outros componentes da área das Ciências da Educação, desde a Sociologia à Filosofia.

Proença (1990) diz que a Didática é fundamentalmente uma Ciência de aplicação. Frente à realidade escolar concreta, o professor, ao ter que ensinar um determinado conteúdo apóia-se em métodos e técnicas que julga eficazes para atingir os seus objetivos. Nesse sentido pode se confrontar com duas formas de abordagem: uma abordagem técnica, encarando o processo ensino-aprendizagem como uma ação intencional e sistemática, apoiado em objetivos educacionais definidos, com conteúdos programáticos, estratégias de ensino e sistema de avaliação determinados, ou fazer uma abordagem humanística em que a Didática se ocupa fundamentalmente da dimensão humana no processo de ensino-aprendizagem, preocupando-se com a aquisição de determinadas atitudes pelos alunos. Defendemos que no processo de ensino-aprendizagem devem

confluir as duas abordagens, a técnica e a humanística, de modo integrado e global. Sob este aspecto retomamos Alonso *et al.* (2003) que afirmam ser preciso ampliar os horizontes da percepção dos alunos e professores buscando fontes mais plurais. A importância da epistemologia, para a Didática das Ciências, se centra, sobretudo, a um entendimento adequado sobre a natureza da Ciência no marco da educação científica contemporânea em sua interação com o processo histórico mais amplo. Diaz (2002) enfatiza que uma das conseqüências de um ensino não voltado para a cidadania é a causa da impotência dos homens e mulheres de hoje para pensar e entender os problemas do mundo. A Ciência deve antes de tudo ser considerada um processo de construção social, um processo que está sujeito a interesse políticos, econômicos e sociais que tem grande influência sobre a organização das sociedades.

Em outras palavras, estamos entendendo que na função de docente, qualquer professor não poder ter em conta apenas a natureza epistemológica da disciplina que leciona, porque a relação educativa também depende e é determinada por outros fatores, sejam os inerentes ao processo educativo, como os aspectos mais amplos da sociedade em geral. Na realidade, educação e sociedade são duas realidades interdependentes. Em relação à formação individual dos sujeitos, isto é, do cidadão, a ação educativa e do conhecimento da sociedade são fundamentais para seu futuro.

A ação educativa deve prepará-lo para viver em sociedade, dotando-o de uma visão crítica da sociedade em que vive, contribuindo para uma percepção de seus modelos políticos, econômicos, culturais, dentre outros. Esta é uma perspectiva do processo dinâmico da educação. Portanto, podemos concluir que

a concretização de um determinado conceito de educação depende da ação educativa de quem ensina sobre quem aprende.

Aqui nos apoiamos em Vygotsky (1989) quando trata da mediação pedagógica do professor como uma mediação social. O autor aborda esta questão em seus estudos associada ao que denomina de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Esta Zona de Desenvolvimento Proximal é entendida como a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. Em outras palavras, a ZDP define aquelas atividades que ainda não amadureceram, isto é, que o indivíduo ainda não as desempenha sem a ajuda (orientação) de alguém, mas, que estão em processo de maturação. Pois bem, é na ZDP que os alunos podem desencadear um novo processo de construção, modificação, enriquecimento e diversificação dos esquemas de conhecimento definidos anteriormente pela aprendizagem escolar.

Levando em conta os argumentos que apresentamos anteriormente sobre a prática educativa voltada para uma cidadania crítica com apoio da História da Ciência na Educação Química, torna-se fundamental que o professor, através da interação entre os conhecimentos trazidos pelos alunos e o conhecimento científico que vai ensinar, consiga criar uma intervenção de modo adequado para que os alunos comparem, questionem e então modifiquem seus esquemas de conhecimento e seus significados. Almeja-se, desse modo, que eles se tornem mais independentes nas suas atuações perante novas situações e tarefas,

sobretudo de natureza social, e que estão relacionadas aos seus contextos e as relações existentes em suas vidas cotidianas.

É assim, portanto, que reconhecemos o modo como o saber histórico e o saber pedagógico se entrecruzam. Entretanto, face às expectativas de uma didática crítica e complexa para a Educação Química sob a abordagem da História da Ciência, como estamos procurando discutir nesta tese, resta indagar como ensinar História. Certamente, não estamos pretendendo apresentar uma receita/modelo de ensino, mas, trazer aspectos de uma abordagem que é considerada pouco enriquecedora para a formação do futuro cidadão acima mencionado.

Concordamos com Proença (1990) que o ensino tradicional de História que conhecemos sempre se limitou a uma sucessão narrativa de datas, nomes e fatos que o aluno tinha que memorizar. O que hoje se requer é que esse ensino permita ao aluno pensar. Tal posição nos conduz a uma concepção de ensino da História (no caso História da Ciência), mesmo como metodologia de ensino ou método analítico, compreensível, conceitual, levando o aluno a utilizar o método de pesquisa histórica como cultura histórica operacional, desenvolvendo atitudes de interrogação e de pesquisa que o incitam a ultrapassar as interpretações teológicas ou mágicas da História da Ciência. Neste tipo de ensino o aluno é convidado a um contato concreto e ativo com a noção de fonte histórica, confrontando com os diversos vestígios do passado e não apenas com os fatos históricos do momento.

Entendemos que o procedimento atitudinal, conforme propõe Zabala (1998), pode contribuir para que o aluno construa seu espírito crítico, analisando

fontes e interpretando sob diferentes formas o que está conhecendo. Esta é a condição dele aprender, ainda, a relatividade e a multiplicidade do saber. Ou seja, a dimensão política e social que afeta o processo ensino-aprendizagem das Ciências Experimentais.

Não temos a pretensão de esgotar o assunto aqui tratado sobre os valores intrínsecos dos trabalhos analisados. Almejamos, sim, chamar a atenção para novas abordagens que envolvem a História da Ciência na Educação Química, e que certamente serão tratadas por aqueles que possam se interessar ou a ensinar, ou a se preparar para vir a ensinar, História da Ciência na Educação Química.

Dados da Categoria *Mutabilidade e Instabilidade*

Indissociáveis dos dados apontados na Tabela 4, os resultados sobre os procedimentos teórico-metodológicos das investigações (Tabela 5) indicam que as pesquisas recorreram principalmente à análise qualitativa e uma única investigação apresentou abordagem quali-quantitativa. Os procedimentos se apoiaram, sobretudo, em estudos documentais-bibliográficos (oito), pesquisa-ação (uma) e em pesquisa experimental comparativa (uma).

A tabela 5, em geral, indica que os trabalhos tendem a demonstrar explícita ou implicitamente que o caminho para a explicação dos problemas das pesquisas persegue um esclarecimento do pensamento científico como algo sujeito a transformações tendo a História da Ciência ora como contexto para a compreensão epistemológica de conceitos/modelos, ora valorizando o

Tabela 5. Categoria “Mutabilidade e Instabilidade”

A Ciência é mutável e instável e o pensamento científico atual está sujeito a transformações que se opõem à ideologia científicista e ao dogmatismo.

OBJETIVO ANALÍTICO	A	B	C	D	E
<p>Como se caracteriza o procedimento metodológico da investigação.</p>	<p>Abordagem qualitativa, pesquisa-ação, estruturada sob a idéia de temáticas e conceitos unificadores, com o apoio de contribuições da História da Ciência e das concepções alternativas em grupos de estudo com professores em formação inicial e em serviço (Física e Química).</p>	<p>Abordagem quantitativa, Pesquisa Experimental na qual se utilizou a metodologia tradicional em duas turmas de estudantes da 8ª série do Ensino Fundamental de uma escola da rede privada e, nas outras duas, a contextualização histórica da Tabela Periódica como ferramenta na mediação do processo de ensino e aprendizagem.</p>	<p>Abordagem qualitativa, investigação documental-bibliográfica com base nas relações históricas de precedência do conceito sobre outros da Química: História das Ciências e sua aproximação com o ensino de Ciências/Química.</p>	<p>Abordagem qualitativa, investigação documental-bibliográfica que busca esclarecer facilidades e dificuldades na utilização da História da Ciência no Ensino de Química.</p>	<p>Investigação bibliográfica relativa ao Ensino de Química, abordagem qualitativa: dirigida aos professores objetiva aproximar a Química com a História, Filosofia e Ensino de Ciências.</p>
<p>Procedimentos que foram adotados no estudo em relação à História da Ciência.</p>	<p>Contexto para a compreensão epistemológica de conceitos/modelos.</p>	<p>Contexto para a compreensão epistemológica de conceitos/modelos.</p>	<p>Contexto para a compreensão epistemológica de conceitos/modelos.</p>	<p>Relação História, Filosofia e Sociologia da Ciência como relações importantes na Educação Química.</p>	<p>Relação História, Filosofia e Sociologia da Ciência como relações importantes na Educação Química.</p>

A Ciência é mutável e instável e o pensamento científico atual está sujeito a transformações que se opõem à ideologia científicista e ao dogmatismo.

OBJETIVO ANALÍTICO	F	G	H	I	J
<p>Como se caracteriza o procedimento metodológico da investigação.</p>	<p>Investigação documental-bibliográfica de abordagem qualitativa: como a HC auxilia na compreensão de conceitos e modelos.</p>	<p>Investigação documental-bibliográfica acerca da balança e do uso da HC em abordagem qualitativa, sugerindo o uso da HC para motivar, humanizar.</p>	<p>Abordagem qualitativa, investigação bibliográfico-documental que analisa documentos de conferências sobre ensino de Ciências e utilização da HC no ensino: acentuada dominância de trabalhos na área de Física - discutidos conceitos de abrangência e atualidade, potencial heurístico e implicações para utilização da história da ciência no ensino das diferentes áreas das Ciências.</p>	<p>Investigação documental-bibliográfica de livros didáticos de Química com orientações qualitativas de pesquisa e de técnicas de análise de conteúdo: verifica se e como a HC se insere nos livros didáticos.</p>	<p>Investigação documental-bibliográfica de livro didático de Química do Ensino Médio em abordagem qualitativa, dentro do enfoque didático do livro: uso da História e Filosofia da Ciência no ensino de Química.</p>
<p>Procedimentos que foram adotados no estudo em relação à História da Ciência.</p>	<p>Valorização do relato/memória histórica.</p>	<p>Valorização do relato/memória histórica e do contexto para a compreensão epistemológica de conceitos.</p>	<p>Relação História, Filosofia e Sociologia da Ciência como relações importantes na Educação Química.</p>	<p>Contexto para a compreensão epistemológica de conceitos/modelos.</p>	<p>Contexto para a compreensão epistemológica de conceitos/modelos.</p>

relato/memória histórica, ora apresentando a relação História, Filosofia e Sociologia da Ciência como relações importantes na Educação Química.

Exemplos extraídos dos trabalhos (B) e (I), respectivamente, evidenciam a História da Ciência como contexto para a compreensão epistemológica:

(...) As turmas A e B foram denominadas amostra 1. Nestas turmas foi utilizado o ensino tradicional de transmissão. As turmas C e D, foram chamadas de amostra 2. Esta última será contemplada pela história da ciência como instrumento para o ensino da tabela periódica, envolvendo alunos da 8ª série do Ensino Fundamental (...) Na amostra 1 as aulas foram expositivas, utilizando o método tradicional de ensino e na amostra 2 as aulas utilizaram o contexto histórico da tabela periódica como ferramenta na mediação do processo de ensino aprendizagem.

No primeiro momento, aplicou-se um pré-teste nas turmas envolvidas, objetivando conhecer as idéias prévias que os alunos possuíam a respeito da tabela periódica.

(...) Na amostra 1, o professor utilizou em suas atividades didáticas uma metodologia tradicional, baseado apenas no livro didático e em aulas expositivas. Diferentemente, na amostra 2, foi trabalhado inicialmente um texto relatando toda a história da organização e classificação dos elementos químicos. Em seguida, utilizou-se de um jogo, denominado "Construindo sua tabela periódica", composto de cartões ilustrados, contendo informações de propriedades macroscópicas como (massa, densidade, ponto de ebulição, fusão, reações com oxigênio e com o hidrogênio), sem o uso da nomenclatura do elemento. (...) Neste jogo, esperou-se que os alunos, a partir dos dados de cada cartão, organizassem os elementos químicos, segundo critérios propostos por eles, sem a preocupação com o modelo atual da tabela periódica. (...) Cada grupo recebeu um kit (...) para a confecção de sua própria tabela periódica. Tiveram aproximadamente noventa minutos para concluir o trabalho e logo após apresentar os resultados para o grande grupo.

Em outro momento, no laboratório de informática (...) e sob orientação dos professores que química e informática, acessaram a tabela interativa para aprofundar seus conhecimentos em relação aos elementos químicos pré escolhidos, nos seguintes aspectos: descoberta, ocorrência, classificação, símbolo químico, número atômico, propriedades físicas, propriedades químicas, usos e aplicações, configurações eletrônicas, segurança em laboratório.

Logo após, foi feita a socialização dos diversos saberes em sala de aula. Neste momento, o professor a partir das discussões dos alunos sistematizou o conteúdo. Finalizando as atividades didáticas foi aplicado um pós-teste nas duas amostras participantes da pesquisa.

Procedemos à apreciação dos textos/livros a partir de uma proposta de roteiro de análise de livros por nós elaborado. A verificação fundamental referiu-se à introdução histórico-problematizadora do conceito de substância. A (re)construção histórica da evolução do conceito de substância foi ancorada em literatura especializada em História da Ciência (Química).

O próximo exemplo, extraído do trabalho (D), evidencia relações importantes na Educação Química da História, Filosofia e Sociologia da Ciência:

(...) a História da Ciência pode proporcionar, ao mesmo tempo, um debate científico que salienta como determinado fato foi desenvolvido e estudado no decorrer dos séculos, como também gerar um debate do ponto de vista da Filosofia, mostrando como o homem concebe idéias, conhece e interage com seu meio, formula hipóteses, investiga, experimenta, sugere mecanismos, cria metodologias e as coloca em discussão. (...) O ensino de Química deve ir mais além. Ele deve promover uma discussão entre o professor e os seus alunos trazendo questões a sala de aula que resultem em conflitos cognitivos. É através desses conflitos que haverá a possibilidade de uma mudança no perfil conceitual do aluno.

Em adição a esse fato, a Química deve ter o poder de articulação entre os conhecimentos científicos adquiridos e incorporados no decorrer de sua história ao cotidiano do aluno, da escola, enfim, do contexto social ali vigente. Através disso os alunos terão a chance de perceber que a Química não é uma disciplina isolada das demais. Ela também pode ser entendida através de um contexto social, educacional e ambiental. (...) O primeiro desafio se refere à eficácia da abordagem contextual. Baseado num estudo realizado em cerca de 40 países que tinha como objetivo investigar o estado da difusão do recurso para a História da Ciência. Uma das conclusões dessa investigação foi que em *“aulas centradas apenas na história, filosofia e sociologia da ciência podem confundir os estudantes e se converterem em mais uma aula de estudos sociais com um disfarce de aula de ciências”* (...) os pesquisadores também concluem que para haja a ampliação da alfabetização em ciências através de uma abordagem contextual a formação dos professores parece ser um importante recurso para atingir os objetivos.

A opção procedimental demonstra, nesse sentido, tendência à oposição ao cientificismo e dogmatismo que, em nossa percepção, indica que a questão epistemológica estava no centro das buscas de respostas aos porquês dos estudos. A percepção dogmática e cientificista sobre a Ciência considera a Ciência como algo objetivo, neutro e a-histórico, portanto, permanente e definitivo em sua evolução social. Esta é uma visão do pensamento positivista sobre a Ciência. A visão contemporânea mais complexa e crítica sobre a Ciência defende que o que o cientista observa e investiga é uma construção da realidade de acordo com sua formação, seus valores sociais e suas referências teóricas. Estudar e investigar, sob uma perspectiva histórica, filosófica, social, cultural, ética, os fenômenos e fatos científicos, é facilitar uma compreensão epistêmica e não a falseabilidade do conhecimento científico. (GURGEL, 2001).

Para o atual momento histórico, a relevância em levar essa nova visão para a Educação das Ciências Químicas ou ainda a Educação das Ciências em geral, está na possibilidade de estudantes e professores tomarem consciência do impacto social que a Ciência e a Tecnologia geram na vida dos homens e em suas próprias vidas. Também, contribui para uma maior sensibilização para se compreender a natureza sócio-política da prática tecnológica e científica, as crises que ocorrem no meio ambiente e, ainda, como a industrialização e a exploração dos recursos naturais se relacionam com as ações sócio-políticas.

O método científico indutivista, muito aplicado pelos professores de Ciências, supõe selecionar uma hipótese, realizar observações, acumular dados, comprovar as hipóteses, descartar ou aceitar a hipótese. “Esta idéia não abandona o ideal aristotélico que afirma que a verdade é objetiva porque está explícita no objeto.” (CARVALHO, 1988, p.79.).

Chalmers (1994) destaca em seus estudos, quanto Thomas Kuhn, Lakatos e Feyrabend deram atenção a este processo e procuraram compreender melhor as justificativas da caracterização da Ciência e seu método, particularmente da Física. Mas, foi a meta de se obter generalizações teóricas da Ciência, a partir de generalizações científicas aplicáveis a todo mundo que proporcionou, sobretudo em Kuhn, um desafio em questionar o empirismo lógico e a teoria hipotético-dedutiva de Popper, gerando uma nova compreensão do movimento histórico da dinâmica da Ciência.

Kuhn, em 1962, afirmou que toda Ciência seria adequadamente apreendida a partir de uma dimensão histórica, porque toda construção teórica e seu paradigma de referência é uma decisão coletiva de uma comunidade

científica que, em dados momentos históricos, pela força política, social e ideológica rompe com tradições científicas dominantes e criam uma nova tradição de pesquisa. Nesse momento, diz Kuhn, o paradigma da ciência normal fica ameaçado cedendo lugar a uma crise da comunidade, que por sua vez ousará novas argumentações ou especulações até que o novo paradigma vai consolidando uma nova visão de mundo, o que leva muitos anos para ser aceito por toda comunidade.

Como afirma Gurgel (2001), se a Ciência é uma das formas de conhecimento produzido pelo Homem no decorrer de sua História, como seus conhecimentos de senso comum, teológico, filosófico, estético, dentre outros, o método científico deve ser compreendido mais amplamente, como um conjunto de concepções sobre o homem, a natureza, regras de ação, de procedimentos e do próprio conhecimento humano. Ou seja, o método científico deve ser compreendido não somente em seus limites técnicos, mas, nas suas diversidades culturais, porque ele é o reflexo das diferentes necessidades humanas.

Por esta razão e considerando que os estudos analisados nesta tese se configuram em investigações no campo das Ciências Humanas, faz-se necessário refletirmos um pouco mais sobre a importância do método na construção da pesquisa no campo da Educação, particularmente sob a abordagem da História da Ciência em Educação Química.

Inicialmente é importante destacar que o conceito de Método comporta múltiplas compreensões. Se tomarmos um dicionário especializado, como Ferreira (1977), identificamos que o termo vem de *methodos*, significando caminho pelo qual se chega a determinado resultado, rumo, direção, fim.

Como diz Gurgel (2007), o método assinala um percurso escolhido entre outros possíveis. Em segundo lugar, todo pesquisador assume um método, mas, nem sempre tem consciência de todos seus aspectos e o que pode ocorrer durante seu caminhar. Nesse sentido, o método não significa um caminho qualquer, mas, um caminho que permite interpretar as questões propostas em um estudo. No caso da pesquisa em Educação, como as que se apresentam nesta tese, não podemos nos esquecer que as questões a serem discutidas são sempre sociais e que a metodologia adotada vem a ser o ato de estudar as possibilidades explicativas dos diferentes métodos. Através da opção por uma metodologia de pesquisa podemos identificar como os pesquisadores de uma investigação buscaram seus fundamentos, quais os autores consultados, se eles são expressivos para a área de saber. Isto, porque foram eles que semearam terrenos para construirmos nossos próprios referenciais teóricos e nossos métodos.

Na análise da categoria “mutabilidade e instabilidade” da Ciência buscamos identificar se os procedimentos teórico-metodológicos dos trabalhos possibilitavam compreender se os pesquisadores levavam os sujeitos envolvidos nas pesquisas à percepção de que a Ciência é mutável e instável e que o pensamento científico atual está sujeito a transformações e porque isso ocorria.

Procuramos, então, questionar em que termos as diferentes abordagens teórico-metodológicas identificadas haviam utilizado a abordagem da História da Ciência, tanto através dos recursos da pesquisa-ação como da pesquisa documental-bibliográfica. Embora os trabalhos demonstrassem que o caminho para a explicação dos problemas das pesquisas perseguia um aprofundamento do pensamento científico visando uma compreensão histórica e epistemológica de

conceitos/modelos, inclusive se articulando com outros saberes como Filosofia e Sociologia da Ciência, eles não possibilitaram uma resposta mais rigorosa sobre qual teria sido a discussão e reflexão sobre a instabilidade e mutabilidade da Ciência Química e seu conhecimento científico entre os sujeitos participantes.

Os fundamentos teórico-metodológicos empregados permeiam o entendimento de seus pesquisadores e outros sujeitos participantes do processo. A eles compete reconhecer suas adequações e pertinências no âmbito de suas proposições investigativas. As possibilidades de construção de uma pesquisa dependem das *fontes* e essas são também, por vezes, riscos para um entendimento que vá além das aparências. É preciso pensar no método como caminho que atinge as entranhas dos interesses em jogo de uma investigação, no processo de produção do conhecimento, na mediação dos conceitos, na interpretação de um determinado tema social. (GURGEL, 2007).

Nesse sentido, adotamos uma concepção de método para a análise não como um conjunto de técnicas (embora envolva técnicas, pois, essas estão sintonizadas com aquilo que se pretende investigar) mas, como um procedimento cuja relação pesquisador-objeto são estreitas e, por conta disso, no decorrer da investigação muitas situações que emergem no processo esperam que o pesquisador, e somente ele, saiba como proceder. Como diz Oliveira (2001, p. 22), “o método existe para ajudar a construir uma representação adequada das questões a serem estudadas”.

Refletir as questões temáticas e procedimentais dos trabalhos somente na perspectiva das Ciências Químicas sob a abordagem das Ciências Humanas, em nossa percepção não é suficiente. É necessário indagar qual concepção de

História e de Ciência que perpassa esta discussão para que haja mudanças de atitudes frente às questões mais amplas da relação Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Dados da Categoria *Visão Integrada e Interdisciplinar*

Observamos na Tabela 6 que todas as pesquisas trataram especialmente do desenvolvimento dos conceitos científicos, segundo sua peculiaridade, em concepções de alunos, professores, produção de textos didáticos e contextualização histórica de temas na área do saber químico. A característica predominante nesse tratamento foi a contextualização histórica relacionando ora Química e História; Química, História e Filosofia; e Química, História, Filosofia e Sociologia da Ciência, na busca da compreensão do fenômeno químico.

Apesar de todos os trabalhos valorizarem em suas considerações a interdisciplinaridade, poucos evidenciaram esse tratamento no desenvolvimento das investigações sobre as Ciências. Por exemplo, o trecho de (A) evidencia esse tratamento:

(...) esse trabalho teve (e tem) como uma de suas metas indicar uma alternativa para que seja minimizada a fragmentação dos conhecimentos escolares de Ciências em geral, de Física e Química em particular. Por isso tem sido desenvolvido com professores, o que nos permite, entre outras, afirmar que a dinâmica de trabalho adotada, a estruturação de atividades nas quais se estabelecem relações entre os vários conceitos, aponta para avanços no ensino/aprendizagem em suas práticas pedagógicas.

A nosso ver, uma das evidências da validade do trabalho junto aos professores está em se perceber que o desenvolvimento de atividades como estas se constituiu, para eles, como um problema a ser resolvido. Tanto é que reconheceram a necessidade de continuar os encontros para que possam reorganizar a forma de ministrar suas aulas: admitiram a necessidade de trabalhar os conceitos físicos via *temas*, o que possibilitaria aos seus alunos uma visão mais ampla (mais geral) da abordagem conceitual e, com o apoio da história da ciência, particularmente aquela que evidencia os conflitos na transição e superação de

modelos (...) Contribuirão também para fortalecer a sua universalidade, sem deixar de apontar as suas limitações, assim como é/pode ser feito na discussão dos problemas ambientais e de comportamento indivíduo/grupo frente às aplicações tecnológicas.

(...) Uma possibilidade efetiva em favor de estudos multidisciplinares através de *temas* como o aqui proposto é a realização de seminários envolvendo alunos e docentes das disciplinas afins; outra é a coincidência de horários - fora da grade normal ou com a destinação de uma aula comum, dentre outras duas específicas, para as disciplinas de Ciências no ensino médio - de modo a ser viabilizado um espaço plural, pautado pelas diferenças e semelhanças entre a Física, a Química e a Biologia, não só para estudos/planejamentos coletivos dos professores, mas também para debates/discussões e avanços com e entre os alunos.

Esta categoria, pela sua relevância, merece uma reflexão analítica mais profunda. E, nesse sentido, nos apoiamos na concepção de inter/transdisciplinaridade de Morin (2000) que se traduz em uma abordagem que abandona o reducionismo que tem pautado a investigação científica em todos os campos e muda a concepção, no âmbito educativo, de paradigma, reconhecendo que a realidade em que estamos inseridos é complexa e nela existem componentes que não podem ser descartados como o econômico, o político, o sociológico, o psicológico, o afetivo, o mitológico.

Ao separarmos esses componentes ou mesmo ignorarmos, diz Morin (2000), atrofiamos as possibilidades de compreensão e de reflexão, eliminando as oportunidades de um julgamento corretivo ou de visão em longo prazo. Emerge uma inteligência incapaz de reconhecer a complexidade dos fatos, que se torna “cega, inconsciente e irresponsável”. (Morin, 2000, p.15). Nesse ambiente a mente perde a capacidade de relacionar os saberes e, o saber estreito vai se tornando verdade na sociedade.

Tabela 6. Categoria “Visão Integrada e Interdisciplinar”

Compreensão dos conceitos científicos, seu desenvolvimento/aperfeiçoamento, permitindo uma visão integrada e interdisciplinar do desenvolvimento das Ciências.

OBJETIVO ANALÍTICO	A	B	C	D	E
Como se caracteriza a investigação em Educação Química e suas interações disciplinares.	Novas perspectivas didático-pedagógicas - idéia de temáticas e conceitos unificadores - com o apoio de contribuições da história da ciência e das concepções alternativas em grupos de estudo com professores em formação inicial e em serviço (Física e Química).	Contextualização histórica da Tabela Periódica como ferramenta na mediação do processo de ensino e aprendizagem.	História das Ciências e sua aproximação com o ensino de Ciências: mesmas categorias ontológicas para o conceito de valência, historicamente constituídas, foram encontradas nas obras.	Sugere maneiras de inserção da HC, bem como problemas enfrentados para tal e maneiras possíveis de superação.	Aproximar o estudo com a prática pedagógica de Ciências da Natureza na escola de Ensino Médio.
Contribuições podem ser observadas na conclusão dos trabalhos relativos à Didática das Ciências.	Aponta para avanços no ensino e na aprendizagem nas práticas pedagógicas docentes.	O uso da História da Ciência tornaria o aprendizado mais dinâmico, agradável, interativo e interessante.	Livros exibem rigorosas regularidades quanto à ordem e seqüenciação.	Despertar do interesse discente pela aprendizagem em Química.	O trato pela História, Filosofia e Sociologia da Ciência poderia resultar em benefícios para o ensino da Química.

Compreensão dos conceitos científicos, seu desenvolvimento/aperfeiçoamento, permitindo uma visão integrada e interdisciplinar do desenvolvimento das Ciências.

OBJETIVO ANALÍTICO	F	G	H	I	J
Como se caracteriza a investigação em Educação Química e suas interações disciplinares.	Evidencia-se o relato histórico da descoberta e o enobrecimento do vulto histórico.	História da Ciência influenciando positivamente os alunos em relação à Ciência e elucidando as características peculiares da ciência.	Análise de documentos de conferências sobre ensino de Ciências e utilização da HC no ensino.	Investigação documental-bibliográfica de livros didáticos de química.	Mostra como um livro texto de Química do Ensino Médio apresenta a história e o desenvolvimento do conceito de números quânticos, situando-os num contexto relacionado ao uso da História e Filosofia da Ciência no ensino de Química.
Contribuições podem ser observadas na conclusão dos trabalhos relativos à Didática das Ciências.	HC, acompanhada reflexão epistemológica como meio de superação das dificuldades relacionadas à compreensão dos conceitos/modelos.	Sugere o uso da HC para motivar, humanizar e esclarecer a natureza da Ciência.	Acentuada dominância de trabalhos na área de Física: não promissora para utilização do potencial heurístico no ensino das diferentes áreas das Ciências.	A ausência da difusão das questões históricas/epistemológicas/sociais nos materiais didáticos, contribuindo à construção de imagens distorcidas do conceito de substância.	Verificou-se a existência de lacunas históricas e conceituais e pouca evidência de contribuições motivadoras e/ou humanizadoras.

Entendemos que a falta de articulação entre as Ciências Físicas, Biológicas e Humanas gera um sério problema no conhecimento sobre o mundo planetário, havendo a necessidade de aproximá-las para o desenvolvimento de pontes de comunicação entre si, na compreensão do todo, como argumenta Morin. O ensino sobre Ciência necessita oferecer ao aprendiz um conhecimento científico complexo, abandonando o paradigma de educação baseada na simplicidade e na unicausalidade dos acontecimentos.

Para a construção de um pensamento científico torna-se precedente distinguir, analisar e dialogar com o que está sendo analisado, considerando o objeto de análise em todas as suas dimensões conjuntamente: dimensão física, biológica, cultural, sociológica e histórica. Além disso, outra condição para se construir um pensamento complexo é reformular a maneira de pensar a realidade, levando em conta a relação e conjunção entre os fenômenos e a distinção destes, sem separá-los da multicausalidade dos acontecimentos. Ainda, e principalmente, integrar o sujeito que analisa e constrói seu pensamento com o objeto analisado.

Para Morin (1999) o pensamento complexo faz com que os modelos educacionais sejam redimensionados e a Ciência, dentro dos espaços educativos, seja compreendida e tratada de modo sistêmico. O fato dos trabalhos analisados para esta tese terem buscado um diálogo entre as Ciências Químicas com a História da Ciência e ainda com História e Filosofia; e História, Filosofia e Sociologia da Ciência, não permite afirmar que a visão inter/transdisciplinar foi garantida na dimensão da complexidade que o autor sugere.

A inter/transdisciplinaridade, para atingir um nível de complexidade como o autor recomenda, deve procurar entre as áreas de saber envolvidas no processo

de construção e produção do conhecimento uma abertura em seu espectro de tal forma que torne possível reconstruir o todo planetário em níveis cada vez mais amplos. Por exemplo, a História da Ciência aplicada à abordagem da Educação Química, para alargar seu campo de ação significativamente, teria que buscar no interior das próprias Ciências Sociais (Economia, Política, Geografia, Antropologia, Linguística, Psicologia e outras) uma interlocução com vários fatores determinantes nos estudos explicativos sobre as Ciências Químicas.

Dialogar com as Ciências da Natureza como Biologia, Física, Astronomia e outros, também seria bem vindo. É importante que o investigador/professor reconheça que não é uma interação quantitativa ou justaposta entre as várias Ciências que estão compondo o diálogo em um estudo que vai garantir o entendimento complexo do fato ou fenômeno em foco. As dimensões do conhecer, perceber e refletir dos sujeitos frente aos fatos e fenômenos podem estar delimitados, de acordo com Morin (2000), em uma das seguintes categorias: visão de contexto, visão global, visão multidimensional e visão complexa.

Uma **visão de contexto** é uma compreensão em que os sujeitos têm informações e dados situados no tempo e espaço para indicar a capacidade de entendimento do fato, porém, estão limitados a informações/conhecimentos genéricos e superficiais em relação ao fenômeno. A **visão global** vai um pouco além, porque representa o conjunto das partes interligadas que constituem o todo, de maneira inseparável, interdependente, interativo, conseqüentemente, tecido junto. Não avança em relação a uma interpretação do processo. A **visão multidimensional** amplia mais a percepção global indicando que o sujeito que analisa e interpreta compreende que o ser humano é biológico, afetivo, racional e

que a sociedade também é multidimensional (histórica, religiosa, econômica e sociológica) e está inter-relacionada. Porém, é na **visão complexa** que os elementos presentes e constituintes da realidade são destacados em sua plenitude indicando o que compõe o todo sem isolar um acontecimento do outro em níveis locais e universais. Há uma união entre unidade e multiplicidade e conjunção entre o pensamento para a construção de um conhecimento complexo que indaga e questiona os porquês. Os sujeitos detêm um conhecimento que os possibilita propor mudanças e apresentar alternativas sobre o que conhece.

Tais categorias propostas por Morin (2000) deixam claro que o conhecimento pode estar em diferentes níveis de explicitação gerando, portanto, diferentes níveis de percepção e criticidade sobre o que se busca conhecer.

Apresentamos um exemplo extraído da obra de Bernal (1978) no campo da História da Ciência Química que demonstra quão complexo é o pensar inter/transdisciplinar.

Conforme descreve o autor, a segunda fase da Revolução Científica (1540-1650) obteve grandes conquistas, incluindo os trabalhos de Galileu, Harvey (1628). É neste período também que o telescópio e o microscópio são inventados e começam a ser usados nas pesquisas. Em relação à tecnologia, este século foi de progresso constante, como por exemplo, o aperfeiçoamento da construção naval pela experiência e pela navegação. Nesse período, a produção de ferro teve grande crescimento culminando na utilização dos altos-fornos. A produção de ferro exigia grande quantidade de carvão vegetal. Este, por sua vez, estava se esgotando, agravando assim a crise florestal que afetou a Holanda e a Inglaterra no fim do século XVI. Uma opção foi o uso do carvão mineral, mais barato que a

lenha. Essa mudança de combustível evitou que as civilizações se deslocassem à procura de lenha e fez com que centros industriais e, conseqüentemente, os centros da civilização se deslocassem para perto das zonas carboníferas, dando à Grã-Bretanha predomínio industrial. (BERNAL, 1978).

O exemplo indica, brevemente, o cenário em que se configuraram as mudanças sobre o uso dos combustíveis no período da chamada 2ª Revolução Industrial mostrando o ferro na sua evolução política, econômica e sociocultural. Podemos observar que a temática sobre a História do Ferro, para quem se dispõe a uma análise complexa, transige fundamentos abrangentes não apenas no campo da Ciência Química, mas, da Geografia, Política, Economia, Sociologia, Antropologia, dentre outros saberes. Sobretudo no campo da História da Ciência, a Antropologia traz muitas contribuições para a interpretação de determinados fenômenos históricos.

Este exemplo contribui muito para pensarmos também em situações sobre a História das Ciências Químicas contemporâneas envolvidas em investigações mais recentes do século XX e XXI, envolvendo a Biologia, Física, Matemática, Ética, Política, Economia, Sociologia, Antropologia, Geografia, dentre outros como o caso do Projeto Genoma, a Dupla Hélice e, no Brasil, os Biocombustíveis.

Todos esses fatos históricos, de grande investimento científico e tecnológico, para serem abordados em Educação Química sob a dimensão da História da Ciência e da visão da complexidade, vão exigir de quem os analisa e discute uma abrangência compreensiva do processo de desenvolvimento de suas teorias e técnicas. **Portanto, a inter/transdisciplinaridade é uma visão de**

mundo de quem pesquisa e ou ensina algo. Não é uma receita de bolo.

(destaque nosso)

A História da Ciência, nesse início de século XXI, deve buscar nas fontes historiográficas as raridades de determinados conceitos que possam contribuir com maior precisão para os saberes científicos e tecnológicos da atualidade. Como diz Burke (2002), a História refere-se ao estudo de sociedades humanas no plural, destacando as diferenças entre elas e as mudanças ocorridas em cada uma com o passar do tempo. Assim, a leitura da História se articula sobre uma vontade de transformá-la, ciente de que a construção do fato histórico é relativamente objetiva, face aos processos de manipulação em todos os níveis de constituição do saber histórico.

Desse modo, somos levados a concluir que a inter/transdisciplinaridade pode gerar um novo corpo de conhecimento sobre os conceitos e modelos sobre a Ciência e a Tecnologia e formar homens capazes de situar-se, com pleno conhecimento de causa, dos seus lugares seja no globo ou em regiões que os circundam e os pressionam.

Quando consideramos a relevância de uma educação científica e tecnológica complexa e crítica para a sociedade contemporânea, a investigação demonstrou que uma parcela muito pequena dos trabalhos apresentados evidencia o tratamento da História da Ciência sob uma perspectiva que de fato dá um salto de qualidade em seus propósitos, conforme procuramos argumentar na análise das três categorias do estudo.

Apenas um trabalho evidenciou a aproximação dessa discussão à realidade e ao cotidiano docente, desenvolvendo-se no interior de um grupo de estudos formado por docentes universitários, docentes da educação básica e estudantes de graduação (Licenciatura). De maneira geral, as pesquisas parecem permanecer desfocadas de uma concepção de prática docente que traz os elementos de rompimento e superação necessários para a construção de uma concepção epistemológica de Ciência e Tecnologia na dimensão da complexidade.

Apesar da limitação para mudanças significativas na Didática das Ciências e do desfoque mencionados, encerramos este capítulo sintetizando os resultados dos trabalhos analisados e suas principais tendências relacionadas às questões norteadoras desta tese, ou seja, características da abordagem da História da Ciência na Educação Química e suas possíveis contribuições para a Didática das Ciências.

Principais constatações:

- Avanço no ensino-aprendizagem e nas práticas pedagógicas com o apoio da História da Ciência e das concepções alternativas na formação inicial e continuada de professores;
- Desenvolvimento de um aprendizado mais dinâmico, agradável, interativo, interessante, motivador, humanizado;
- O **não** tratamento da disciplina Química como mera tradução da Ciência Química;

- Inserção da História da Ciência no ensino como possível caminho de superação do paradigma tradicional com geração de imagens distorcidas de conceitos científicos por meio de abordagens ahistóricas e aproblemadoras;
- Melhor compreensão de conceitos e modelos científicos;
- Utilização da História da Ciência no ensino das diferentes áreas da Ciência como articulação de saberes.

Quanto à motivação do interesse dos alunos, humanização dos conteúdos e uma melhor compreensão dos conceitos científicos demonstrando seu desenvolvimento e aperfeiçoamento, como sugerem Matthews (1995) e Teixeira (2003) para a inserção da HC no ensino das Ciências, os resultados das categorias selecionadas sugerem uma possibilidade de avanço nessas direções.

EM CONCLUSÃO...

A pesquisa em Educação em Ciências está crescendo muito no Brasil. O total de trabalhos submetidos ao V ENPEC é prova disso. Da mesma forma, a produção nacional relativa à Educação Química vem crescendo e se destacando na última década. Um forte motivo, certamente, é a importância da Ciência e da Tecnologia no desenvolvimento dos países na contemporaneidade, tornando necessário garantir a alfabetização científica/química dos indivíduos.

Ao longo dos últimos 20-30 anos, as pesquisas em Educação Química evidenciaram que o fracasso escolar não poderia mais ser atribuído à incapacidade do estudante, mas, sobretudo, à deficiência no ensino de Química.

Segundo, Schnetzler (2002), o incremento na produção de conhecimento da área ocorreu nos últimos 20 anos, especialmente, nas seguintes temáticas de investigação: Identificação de Concepções Alternativas dos Estudantes; Proposição de Modelos de Ensino que levem em consideração tais Concepções Alternativas; Resolução de Problemas; Ensino Experimental; Análise de Materiais Didáticos; Relações CTS em Processos de Ensino-Aprendizagem; Linguagem e Comunicação em Sala de Aula; Modelos e Analogias; Concepções Epistemológicas dos Professores; Propostas/Modelos de Formação Docente; Questões Curriculares e de Avaliação; Novas Tecnologias de Comunicação. Ainda segundo a autora, a partir dos anos noventa, novas temáticas vão emergir em questões de pesquisa buscando ampliar o contexto cultural dos estudantes; investigar o papel da linguagem na construção do conhecimento; formar o professor-pesquisador; melhorar a formação dos formadores; investigar a

constituição da epistemologia da prática docente. Há de se notar que o volume de publicações acompanha essas tendências.

Outro aspecto relevante, que nos desperta interesse é que, apesar do crescente volume de publicações na área de Educação Química, ainda há número reduzido de trabalhos sobre História e Epistemologia da Química. Também, ao que se refere aos trabalhos investigados para esta tese, há que se destacar a concentração das pesquisas geográfica e institucionalmente: as universidades estaduais e federais, localizadas nas regiões Sul e Sudeste, são responsáveis pela maior parte da produção.

Hoje, conforme lembra Duschl (1997), compreendemos a investigação científica não somente como processos de comprovação do conhecimento, mas, também como processos geradores de conhecimento. Há uma lógica que pode aplicar-se ao descobrimento científico graças, também, às contribuições do conhecimento da História da Ciência.

Quanto às caracterizações relativas à natureza da Ciência, há duas faces: **o que sabemos** – a Ciência como um processo de justificação do conhecimento e, **o como sabemos** – a Ciência como um processo de descobrimento do conhecimento. Desta forma, há possibilidade (e necessidade) de se explorar a natureza da Ciência e a indagação científica nas aulas de Ciências, permitindo aos professores aplicar novos modelos de ensino das Ciências e melhorar as condições da aprendizagem em suas aulas.

Há muito que se explorar. Segundo Chassot (1998), ainda não nos despimos das posturas eurocêntricas, brancas, cristãs, machistas. Ainda

privilegiamos uma Ciência asséptica e imaculada em detrimento da preciosa contaminação pela realidade. Sequer fazemos a (re) leitura da Ciência como latino-americanos que somos. Para trazer, ver, sentir a Ciência mais próxima de nós é preciso despir-nos do cientificismo, descrer desse conhecimento confiável, autêntico e seguro que viria a resolver todos os problemas humanos éticos, técnicos e existenciais.

Como Alfonso-Goldfarb (1994) e Chassot (1998), não cremos que a História da Ciência seja a soma ou a justaposição da História e da Ciência, nem o somatório da História da Biologia, da Física, da Geografia, da Química.

A História da Ciência desenvolveu-se sim, no interior da Ciência, aproximando-se mais da Filosofia. É preciso observar a História da Filosofia, a História da Educação, a História das Religiões, a História das Artes, a História das Magias, a História dos/das que não costumam ser autores, mas, atores da História. O processo histórico de transformação, mudanças e constituição da História da Ciência possibilita a construção de uma imagem atraente dessa linha de investigação.

A produção em Educação Química no Brasil, segundo o Banco de Dados dos ENPEC (1997-2005), evidencia um lugar de pouco destaque para a História da Ciência. Embora os resultados das pesquisas aqui analisadas possam estimular e gerar novas contribuições à Didática das Ciências com o uso da História da Ciência no Ensino de Química (não nos referimos ao trabalho do historiador em construir o fato histórico a partir de suas fontes primárias ou não), mesmo como metodologia, ainda se faz necessário um fôlego maior nesse

sentido. Os trabalhos apresentados como objeto do estudo desta tese são sintomáticos e revelam ainda os limites do que estamos argumentando.

No entanto, sob o ponto de vista epistêmico e ontológico, uma orientação plausível para que a abordagem da História da Ciência seja de fato relevante para o ensino da Química, além das proposições de Matthews (1995) temos em Batista (2007) outros indicadores:

- Conhecer a evolução das idéias, dos problemas e de suas soluções na ciência para conhecer um processo de construção interdisciplinar de explicações;
- Entender o objetivo da Ciência: essencialmente entender a capacidade de resolver problemas e de identificá-los, de criar inovações e ainda de entender quais são os domínios e os objetos de estudo de cada ciência;
- Aprender que uma concepção teórica está inserida em um contexto epistêmico e histórico e sujeita a tradições de pesquisa;
- Conhecer uma ciência é conhecer os caminhos metodológicos adotados na pesquisa daquela área.

Em relação ao debate e estágio atual dessas contribuições da História e Filosofia da Ciência (HFC), Batista (2007) enfatiza que ainda persistem discrepâncias. Duas vertentes podem ser delimitadas: aquela que considera que reconstruções históricas com *cuidados epistemológicos*, histórico-filosóficas, são contribuições finalizadas e merecedoras de aceite na área de Educação em Ciências, e outra, que entende que tais reconstruções necessitam de adequações/transformações para atingirem o *status* de abordagens pedagógicas.

Nesse sentido, Lombardi (1997) reitera que a HFC podem contribuir positivamente ao desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes, introduzindo-os no árduo problema da interpretação de textos e fatos. Quanto aos docentes, a autora argumenta que é legítimo que possuam seu próprio relato histórico – interpretação do passado –, desde que não o converta em algo definitivo e indiscutível, afinal, é dever do professor manifestar o caráter construtivo da história, assim como sua própria posição epistemológica. Adotando-se tais cuidados, a História da Ciência deixa ser para o estudante um conteúdo a mais – uma mera narração de acontecimentos –, convertendo-se em um poderoso estímulo para a reflexão. Finalmente, os argumentos favoráveis à perspectiva histórica no ensino de Ciências são tão numerosos e variados que justificam sua valorização e adoção como enfoque.

As implicações que as produções analisadas apontam é para um repensar da Didática das Ciências, em especial da Ciência Química, considerando a premência de uma educação científica e tecnológica complexa e crítica para a sociedade contemporânea. Ela se referem, sobretudo, à necessidade e importância da contextualização social do ensino de Química no âmbito dos conteúdos, metodologias, organização do processo de ensino-aprendizagem e métodos de avaliação. Para tanto, é necessário que haja uma renovação do trabalho docente.

Entendemos que isto pode proporcionar uma visão crítica sobre o papel social da Ciência/Química e o processo histórico-social de sua construção, contextualização social e histórica dos conhecimentos, reconhecimento do sentido histórico da Ciência e da Tecnologia e da capacidade humana de transformar o

meio em diferentes épocas, enfim, entendimento do conhecimento científico/químico como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade.

Todavia, é preciso cautela. Não podemos confundir o Ensino de Ciências com o Ensino da História da Ciência. Da mesma forma que não podemos confundir a pesquisa nessas áreas. Elaborar reconstruções históricas, estudos de HFC, discussões histórico-filosóficas, é necessário, mas não suficiente para contribuir na área de Educação Científica. (BATISTA, 2007).

Faz-se necessário ampliar estudos sobre a questão, considerando-se suas implicações para a compreensão macro dimensional da Química e seu processo educativo. São poucos os estudos no Brasil nesse sentido. Essa linha investigativa ainda está para ser explorada, senão (re) descoberta. Ainda mais. Além da necessidade de ampliação de estudos sobre esta questão, por ausência de mecanismos que disseminem esse conhecimento à Escola, a renovação do trabalho docente permanece como falácia.

As Diretrizes Curriculares para os cursos de Licenciatura em Química apontam para a formação de um docente em Química possuidor de conhecimento sólido e abrangente na área de atuação e capacidade crítica para analisar de maneira conveniente os seus próprios conhecimentos e assimilar os novos conhecimentos científicos e/ou educacionais, identificando e buscando fontes de informações relevantes que possibilitem a contínua atualização técnica, científica, humanística e pedagógica.

Espera-se desse modo uma avaliação crítica dos aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade. Enfim, um profissional que compreenda os fundamentos, a natureza e as principais pesquisas de ensino de Química, incorporando, na sua prática, resultados da pesquisa educacional em ensino de Química, visando solucionar os problemas relacionados ao ensino/aprendizagem.

A contextualização do conhecimento químico e sua valorização enquanto produção cultural humana ainda é pouco difundida. O ensino de Química tem sido relegado ao ensino médio, sob um entendimento de que sua importância seria meramente propedêutica: preparar os estudantes para (o acesso) à universidade.

O efeito maior dessa percepção é evidente: as pessoas, quando solicitadas a falarem a respeito da Ciência Química, fazem alusão a produtos que se obtêm em laboratórios como medicamentos, fertilizantes, plásticos sintéticos, explosivos, ou seja, tudo que provém da indústria química. Ou ainda, referem-se ao âmbito do artificial, poluído, contaminado: poluição química. Confundem alimento sem aditivos químicos prejudiciais à saúde com alimento *sem química*. Enfim, o resultado é uma população *quimicamente analfabeta*. (SARRÍA; SCOTTO, 1998).

Apropriar-se da cultura elaborada é apropriar-se também do conhecimento científico, já que este é uma parte constitutiva dessa cultura. A formação científica das crianças e dos jovens deve contribuir para a formação de futuros cidadãos que sejam responsáveis pelos seus atos, tanto individuais como coletivos. (FUMAGALLI, 1998).

Longe de enfraquecer o significado das Ciências, seu entendimento por meio de um ensino bem estruturado em relação à cognição humana, didáticas das ciências, linguagem contemporânea, realidade escolar, contribuiria para a ampliação da compreensão e visão de mundo de docentes e discentes. (BATISTA, 2007). Se o modelo de formação de professores acaba por deixar os estudantes de cursos de Graduação apenas com informações insuficientes em detrimento das necessidades formativas dos futuros professores, não mais se pode aceitar o ensino fragmentado no qual as disciplinas e professores se desconhecem entre si, já que as ações dependem da ação participativa de todo o corpo docente. (ROGADO, 2004).

As Reconstruções Filosóficas e a Pesquisa em Educação em Ciências e Matemática, necessitam de alguns cuidados para produção e aplicação segundo Batista (2007, p. 270):

- Desenvolvimento e aplicação dos referenciais históricos e filosóficos no ensino de ciências, tendo, na sua essência, a pertinência e a necessidade desses referenciais.
- Identificação de “fios condutores” dos raciocínios como um elemento na estrutura didática que favorece a cognoscibilidade dos conteúdos e justifica racionalmente a coordenação didática: integração relacional e cognitiva.
- Estabelecimento de um processo interdisciplinar, no qual o objetivo norteador é o ensino e a aprendizagem das ciências, buscando uma reconciliação integrativa.
- Desenvolvimento de programas de pesquisa que produzam instrumentos (materiais didáticos, para-didáticos, propostas didático-pedagógicas e processos de avaliação) para a implementação da proposta.

Como Chassot (1998) e Tomazello; Gurgel; Cerri; Vitti; Rogado (2006) entendemos que um dos caminhos facilitadores para o avanço do processo em questão, é o trabalho coletivo e as parcerias colaborativas entre professores e estudantes universitários, juntamente com os professores das Escolas Básicas. Esta relação torna possível a proposta de inovações didático-pedagógicas no

âmbito do ensino-aprendizagem das Ciências da Natureza. Integrando diferentes atores, percorrendo juntos a história da construção do conhecimento, diferentes contribuições como da História, Filosofia, Cultura Religiosa, Ética, Educação Artística, Biologia, Física, Geografia, Matemática, Química, Sociologia, Política, Economia, e outras, podem gerar importantes ampliações em cada tema de estudo, conectadas à visão da complexidade defendida por Morin (2000).

A integração das diferentes áreas do conhecimento, possibilitando a interação entre os indivíduos, favorece o crescimento e respeito mútuo entre todos os atores, gerando novos olhares e permitindo focar tanto as questões práticas e reais da escola quanto os aspectos teóricos. Uma das conseqüências relaciona-se à (re) descoberta de variadas formas de trabalho em equipe, o que pode resultar em maior integração entre os colegas e, certamente, entre as diferentes áreas do saber representadas pela diversidade de disciplinas escolares que, a seu tempo, iniciam o diálogo.

Conforme lembra Moraes (1998), esse caminho, inserido na abordagem proposta pela HFC, implicaria em aprender a aprender, traduzindo a capacidade de refletir, analisar e tomar consciência do que sabe, dispor-se a mudar os próprios conceitos, buscar novas informações, substituir velhas "verdades" por teorias transitórias, adquirir novos conhecimentos resultantes da rápida evolução da Ciência e da Tecnologia e de suas influências sobre o desenvolvimento da humanidade. Assim, formar o educador para a cidadania global é desenvolver a compreensão de que o indivíduo é parte de um todo, um microcosmo dentro de um macrocosmo, parte integrante de uma comunidade, sociedade, nação e planeta.

Essa integração vem se firmando na inspiração de uma cultura de reflexão crítica coletiva sobre a prática escolar, constituindo-se como parte da formação docente em seu desenvolvimento profissional e autônomo, e espaço de reflexão aos formadores no planejamento do ensinar a ensinar para o aprender a ensinar.

O desafio maior, ainda, é o estabelecimento de um processo interdisciplinar para o ensino e a aprendizagem das Ciências, buscando uma reconciliação integrativa, criando espaços de negociação, respeito e crescimento mútuo. Isto possibilitaria um desenvolvimento mais adequado ao indivíduo quanto à cidadania – impregnada de respeito e dignidade –, e permeado pelo conhecimento técnico-científico, formando pessoas autônomas, criativas e críticas, sintonizadas às situações reais. O desafio é contínuo, renovando-se à cada situação. Os trabalhos analisados para esta tese são um sinal desta busca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ABRAPEC. **Aos pesquisadores em Educação em Ciências**. Disponível em: <www.fc.unesp.br/abrapec> Acesso em: 15/12/2005.

ABRAPEC. **V ENPEC**. Disponível em: <www.fc.unesp.br/abrapec/venpec/index.php?Evento> Acesso em: 15/12/2005.

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria. **O que é História da Ciência**. 1 ed. Coleção Primeiros Passos, 286. São Paulo: Brasiliense, 1994.

ALMEIDA, Maria José P. M. **Discursos da Ciência e da Escola: ideologia e leituras possíveis**. Campinas-SP: Mercado das Letras, 2004.

ALONSO, Angel Vázquez; DÍAZ, José Antonio Acevedo; MAS, Maria Antonia Manassero; ROMERO, Pilar Acevedo. **Cuatro Paradigmas Básicos sobre la Naturaleza de la Ciencia**. Disponível em: <www.campus-oei.org/salactsi/acevedo20.htm> Acesso em: 15/08/2003.

ALVES, Rubem. **Entre a Ciência e a Sapiência: o dilema da educação**. 3 ed. São Paulo: Loyola, 1999.

_____. **Filosofia da Ciência: introdução ao jogo e as suas regras**. 10 ed. São Paulo: Loyola, 2005.

AVANZI, Claudia de Jesus Aguiar; ROGADO, James. **A História das Ciências, seus Fundamentos Epistemológicos e Didático–Pedagógicos na Formação de Futuros Professores de Química**. Anais do 46º Congresso Brasileiro de Química. Salvador: ABQ, 2006.

BACHELARD, Gaston. **A Formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BADILLO, Rómulo Gallego. Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 3(3), 2004. Disponível em:

<www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen3/Numero3/ART4_VOL3_N3.pdf>

Acesso em: 13/04/2006.

BARCELOS, Eduardo Dorneles. História ou Ciência? AEB/MCT. **Revista Ciência Online**, março/maio de 2002. Disponível em:

<http://ctjovem.mct.gov.br/index.php?action=/content/view&cod_objeto=9185>

Acesso em: 11/11/2005.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Trad. de Reto, L.A. e Pinheiro, A., Lisboa: Edições 70, 1977.

BASTOS, Fernando. **Panorama das Idéias Estéticas do Ocidente**. Brasília: EDUnB, 1987.

BATISTA, Irinéia de Lourdes. Reconstruções Histórico-Filosóficas e a Pesquisa em Educação Científica e Matemática. In: NARDI, Roberto (org). **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.

BERNAL, John Desmond. **Ciência na História**. Lisboa/PT: Livros Horizonte, 1978.

BIZZO, Nélio. **Ciências: Fácil ou Difícil?** 2 ed. São Paulo: Ática, 2002.

BORGES, A. Tarciso. **Um Estudo de Modelos Mentais**. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol2/n3/borges.htm>> Acesso em 15/04/2006.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio: Orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**.

Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB), Departamento de Políticas de Ensino Médio. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2004.

_____. CNE/CES. Parecer 1303/2001, Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química, 2001, p. 6-7.

BURKE, Peter. **A Escrita da História**. São Paulo: UNESP, 1992.

CACHAPUZ, António F.; GIL-Perez, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa; PRAIA, João; VILCHES, Amparo (orgs.). **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARPEAUX, Otto Maria. Teatro e estado do barroco. **Estudos Avançados**. 4(10), 1990. Disponível em: < www.scielo.br/pdf/ea/v4n10/v4n10a02.pdf > Acesso em: 18/07/2006.

CARVALHO, Maria Cecília de (org.). **Construindo o Saber: técnicas de metodologia científica**. Campinas: Papirus, 1988.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa; GIL-PEREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 1993.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa (org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CHALMERS, Alan. **A Fabricação da Ciência**. São Paulo: UNESP, 1994.

CHASSOT, Attico. **Para que(m) é útil o ensino?** 2 ed. Canoas-RS: Ulbra, 2004.

_____. **Educação conSciência**. Santa Cruz do Sul-RS: EDUNISC, 2003.

_____. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação.** 2 ed. Ijuí-RS: UNIJUÍ, 2001.

_____. **A Ciência é Masculina? É Sim Senhora.** São Leopoldo-RS: Unisinos, 2004.

CHASSOT, Attico; OLIVEIRA, Renato José (orgs.). **Ciência, Ética e Cultura na Educação.** São Leopoldo-RS: UNISINOS, 1998.

CHIARELI, Clarice P. **A Escola Complementar de Piracicaba segundo o jornal local Gazeta (1897-1911): uma análise dos noticiários cotidianos à luz dos discursos da 1ª. República.** Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Metodista de Piracicaba, 2007

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologias do Ensino de Ciências.** São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, 2002.

DEVELAY, Michel; ASTOLFI, Jean-Pierre. **A Didática das Ciências.** 7 ed. Campinas-SP: Papirus, 1990.

DÍAZ, Maria Jesús Martin. ¿Enseñanza de las Ciencias. Para qué? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** v.1, n.2, 2002. Disponível em: <www.saum.vigo.es> Acesso em 10/07/2007.

DOMINGUES, José Luis; KOFF, Elionora Deheing; MORAES, Itamar José. Anotações de Leitura dos Parâmetros Nacionais do Currículo de Ciências. In: BARRETO, Elba Siqueira de Sá (org). **Os currículos do ensino fundamental para as escolas brasileiras.** Campinas-SP: Autores Associados; São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 1998.

DRIVER, Rosalind; ASOKO, Hilary; LEACH, John; MORTIMER, Eduardo Fleury; SCOTT, Philip. Construindo o conhecimento científico na sala de aula. **Revista Química Nova na Escola,** n.9, p.31-40, 1999.

DUSCHL, Richard A. **Renovar la Ensenanza de las Ciencias: importancia de las teorías y su desarrollo**. Madrid-Espanha: Nancea, 1997.

FARIAS, Robson Fernandes de; NEVES, Luiz Seixas das. **Naturam matrem: da natureza física e química da matéria**. Campinas-SP: Átomo, 2005.

FARIAS, Robson Fernandes de. **Para Gostar de Ler a História da Química III**. Campinas-SP: Átomo, 2005.

FERREIRA, Aurélio B. **Pequeno Dicionário da Língua Portuguesa**, 1977.

FOUREZ, Gerard. **A Construção das Ciências**. São Paulo: Editora da UNESP, 1995.

FUMAGALLI, Laura. O Ensino de Ciências naturais no nível fundamental de educação formal: argumentos a seu favor. In: WEISSMANN, H. **Didática das Ciências naturais: Contribuições e Reflexões**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

GAARDER, Jostein. **O Mundo de Sofia**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

GRECA, Ileana Maria; COSTA, Sayonara S. Cabral da; MOREIRA, Marco Antonio. Análise Descritiva e Crítica dos Trabalhos de Pesquisa Submetidos ao III ENPEC. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2(1), p. 73-82, 2002.

GUERRA, Andréia; FREITAS, Jairo; REIS, José Cláudio; BRAGA, Marco. **Galileu e o Nascimento da Ciência Moderna**. São Paulo: Atual, 1997.

GUERRA, Andréia; REIS, José Cláudio; FREITAS, Jairo; BRAGA, Marco. **Lavoisier e a Ciência no Iluminismo**. São Paulo: Atual, 2000.

GURGEL, Célia M. do A. . **Em Busca da Melhoria da Qualidade do Ensino de Ciências e Matemática: Ações e Revelações...** Tese de Doutorado, FE/UNICAMP, 1995.

_____. A dimensão social das ciências da

natureza na percepção de professores do ensino médio: desafios para um ensino na perspectiva da diversidade cultural. **Atas Do VI Congresso Internacional Sobre Investigación En La Didáctica De Las Ciencias, Barcelona, 2001**, v. 2, p. 29-32.

_____. **Interpretar e dar significado aos fatos: o processo histórico e sócio-cultural como procedimento teórico-metodológico nas investigações CTS.** (Trabalho encaminhado ao VI ENPEC. Florianópolis/SC, 2007).

HOBBSAWN, Eric. **Era dos Extremos: o breve século XX – 1914-1991.** São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

HODSON, David. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, 12(3):299-31, 1994.

HORGAN, John. **O Fim da Ciência: uma discussão sobre os limites do conhecimento científico.** São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

INSTITUTO CIÊNCIA ONLINE/ICO. **História da Ciência.** Disponível em: <www.cienciaonline.org/2004/janeiro/areas/historia/index.html> Acesso em: 17/01/2006.

KRASILCHIK, Miriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**. 14(1), 2000. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf> Acesso em: 26/12/2006.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas.** São Paulo: Perspectiva, 2001.

LE GOFF, Jacque. **História e Memória.** Campinas-SP: Editora da Unicamp, 1992.

LINS DE BARROS, Henrique. Apropriação social da ciência na idade da tecnologia. **INCI**, v.27, n.2, p.76-79, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000200007&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 19/10/2007.

LOMBARDI, Olímpia I. La Pertinência de La Historia em La Enseñanza de Ciencias: Argumentos y contraargumentos. **Enseñanza de Las Ciencias**, 15(3), p. 343-349, 1997.

LÜDKE, Hermengarda Alves; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MACEDO, Elisabeth; LOPES, Alice Casimiro. A Estabilidade do Currículo Disciplinar: o Caso das Ciências. In: **Disciplinas e Integração Curricular: História e Políticas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

MACHADO, Jorge. **A História da Ciência Como Instrumento de Educação Científica**. CED/UFPA, 2005. Disponível em: <www.ufpa.br/eduquim> Acesso em: 17/01/2006.

MALDANER, Otavio Aloísio. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química – Professor/Pesquisador**. Ijuí-RS: Unijuí, 2000.

MARQUES, Mario Osório. **Educação nas Ciências: interlocução e complementaridade**. Ijuí-RS: Editora UNIJUÍ, 2002.

MARQUES, Luís; PRAIA, João; GUERRA, Cecília. **A História da Geologia na Educação Científica**. CD-ROM. Aveiro-PT: Universidade de Aveiro, 2007.

MARTINS, Simone R.; IMBROISI, Margaret H. **Renascimento**. Disponível em: <www.historiadaarte.com.br/renascimento.html> Acesso em: 05/04/2006.

MARTINS, Roberto de Andrade. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, 9, p. 3-5, 1990. Disponível em: <<http://ghtc.ifi.unicamp.br/pdf/ram-42.pdf>> Acesso em: 01/09/2007.

MARTINS, Roberto de Andrade. A História da Ciência e o Ensino de Biologia. **Jornal Semestral do Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino e Ciência da Faculdade de Educação da Unicamp**, 5, p.18-21, 1998.

MATTHEWS, Michel R. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science**. London: Routledge, 1994.

_____. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Cadernos Catarinense de Ensino de Física**, 12, 3, p. 164-214, 1995.

MAYRING, Phillip. **Introdução à Pesquisa Social Qualitativa – Uma introdução para pensar qualitativamente**. 5 ed. Weinheim: Beltz, 2002.

MENEZES, Luís Carlos de. **Formação Continuada de Professores de Ciências no Contexto Ibero-americano**. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2001.

MONTEIRO, Ana Maria Ferreira da Costa; ANHORN, Carmen Teresa Gabriel. **Ensino de História: currículo, culturas e linguagens**. In: XXIV Simpósio Nacional de História, ANPUH/UNISINOS. São Leopoldo – RS, 2007.

MORAES, Maria Cândida. **Novas Tendências para o Uso das Tecnologias da Informação na Educação**, 1998. Disponível em: <www.miniweb.com.br/Atualidade/Jornal/Cantinho_pro/Artigos_DOC/maria_candida.doc> Consultado em: 15/10/2002.

MORAES, Roque; MANCUSO, Ronaldo (orgs.). **Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí-RS: UNIJUÍ, 2004.

MORAES, Roque (org.). **Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. 2 ed. Porto Alegre-RS: EDPUCRS, 2003.

MORENTE, Manuel Garcia. **Fundamentos da Filosofia e Lições Preliminares**. São Paulo: Mestre Jou, 1930.

MORIN, Edgar. **A Cabeça Bem-Feita**. Rio de Janeiro-RJ: Bertrand Brasil, 2000.

_____. **Ciência com Consciência**. 4 ed. Rio de Janeiro-RJ: Bertrand Brasil, 2000.

_____. **Saberes Globais e Saberes Locais: O Olhar Transdisciplinar**. Rio de Janeiro-RJ: Garamond, 2000.

_____. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. 1 ed. São Paulo/Brasília: Cortez/UNESCO, 1999.

_____. **Introdução ao Pensamento Complexo**. 2 ed. Lisboa-Portugal: Instituto Piaget, 1990.

MORIN, Edgar; LE MOIGNE, Jean-Louis. **A Inteligência da Complexidade**. 2 ed. São Paulo: Peirópolis, 2000.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química para o Ensino Médio – Assessoria Pedagógica**. São Paulo: Scipione, 2003.

NARDI, Roberto (org.). **Questões Atuais no Ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras, 1998.

NARDI, Roberto; BASTOS, Fernando; DINIZ, Renato Eugênio da Silva. (orgs.) **Pesquisas em Ensino de Ciências**. 5 ed. São Paulo: Escrituras, 2004.

OLIVEIRA, Paulo de Salles (org.). Caminhos de construção da Pesquisa em ciências humanas. **Metodologia das Ciências Humanas**. São Paulo: Unesp, 2001.

POINCARÉ, Henri. **O valor da ciência**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000.

PORTO, Paulo Alves. **A Nova Historiografia da Ciência e o Ensino de Química**. Notas de Mesa Redonda. XIII Encontro Nacional de Ensino de Química. Campinas: UNICAMP, 2006.

PROENÇA, Maria Cândida. **Ensinar/Aprender História – questões de didática aplicada**. Lisboa/PT: Livros Horizonte, 1990.

REGNER, Anna Carolina Krebs Pereira. O Sentido Epistemológico da História das Ciências no Século XIX Inglês – uma Viagem Inversa. **Episteme**, 1(1), Porto Alegre: UFRGS, 1996. Disponível em:
<www.ilea.ufrgs.br/episteme/v1n1/n1res3.html> Consultado em: 15/10/2002.

RIBEIRO, Vera Masagão. **Analfabetismo e Alfabetismo Funcional no Brasil**. Disponível em: <www.reescrevendoaeducacao.com.br/pages.php?recid=28> Consultado em: 15/05/2006.

ROGADO, James. **Quantidade de Matéria e Mol – Concepções de Ensino e Aprendizagem**. Dissertação de Mestrado, PPGE/FE/UNIMEP, 2000.

_____. **Contribuições à Formação Docente e Discente em Atividades de Prática de Ensino em Ciências Naturais e Química Junto à Escola Pública no Município de Piracicaba**. In: XII Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino - ENDIPE, Curitiba: PUCPR, 2004.

ROSA, Maria Inês Petrucci; TOSTA, Andréa Helena. O lugar da Química na escola - movimentos constitutivos da disciplina no cotidiano escolar. **Ciência & Educação**, Faculdade de Ciências - UNESP, v. 11, n. 2, 2005.

RUY, José Carlos. O operário faz a coisa e a coisa faz o operário. **Princípios**, 43, 2001. Disponível em: <www.vermelho.org.br/museu/principios/anteriores.asp?edicao=43&cod_not=689> Acesso em: 25/02/2007.

SANMARTÍ, Neus. **Didáctica de las Ciencias em la Educación Secundaria Obligatoria**. Madrid-Espanha: Síntesis, 2002.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Um Discurso Sobre as Ciências**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2005.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Unijuí, 1997.

SARRÍA, Elsa H. Gómez de; SCOTTO, Ana Labadie de. Alimentos: uma questão de química e de cozinha. IN: WEISSMANN, Hilda. **Didática das Ciências naturais: Contribuições e Reflexões**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SCHMIDT, M. Auxiliadora. A formação do professor de História e o cotidiano da sala de aula. In: BITTENCOURT, Circe (org.). **O saber histórico na sala de aula**. São Paulo: Contexto, 2001.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco; ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro de (orgs.). **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas-SP: R. Vieira Gráfica e Editora, 2000.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. A Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas. **Química Nova**, 25(1). São Paulo, 2002.

SILVA, Cibelle Celestino; MARTINS, Roberto de Andrade. **A história da ciência ajudando a desvendar algumas dificuldades conceituais no ensino de produto vetorial**. Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, CD-ROM, Águas de Lindóia/SP, 2003.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3 ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

STUDART, Nelson. **A História no Ensino de Física (La Historia en la Enseñanza de Física: Su Contribución)**. Curso Boliviano Sobre Enseñanza de la Física. La Paz, Bolivia, 2002. Disponível em: <www.fiumsa.edu.bo/cursos/presentaciones/studart> Acesso em: 14/02/2007.

TEIXEIRA, Elder Sales. **A Influência de uma Abordagem Contextual nas Concepções sobre a Natureza da Ciência: um Estudo de Caso com Estudantes de Física da UEFS**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, UFBA, 2003.

TOMAZELLO, Maria Guiomar Carneiro (org.). **A Experimentação na Aprendizagem de Conceitos Físicos Sob a Perspectiva Histórico-Social**. Piracicaba: UNIMEP/CAPES/PROIN, 2000.

TOMAZELLO, Maria Guiomar Carneiro; GURGEL, Célia Margutti do Amaral; CERRI, Yara Lygia Nogueira Sáes; VITTI, Catarina Maria; ROGADO, James. Núcleos de formação compartilhada universidade-escola de educação básica de nível médio: articulando formação inicial e continuada de professores. **Atas da 4ª Mostra Acadêmica**, v. 1. p. 1-5. Piracicaba, 2006.

VILLANI, Alberto; CABRAL, Tânia Cristina Baptista. Ensino de Ciências e Educação Matemática, Qual o Futuro? **Educação**. Disponível em: <www.educacaoonline.pro.br/ensino_de_ciencias.asp?f_id_artigo=384> Publicado no site em 24/02/2002. Acesso em: 20/08/2005.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WEISSMANN, Hilda (org.). **Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões**. Porto Alegre-RS: ArtMed, 1998.

ZABALA, Antoni. **Os enfoques didáticos**. In: COLL, C. *et al.* **O construtivismo em sala de aula**. 5 ed. São Paulo: Ática, 1998.

ZEICHNER, Kenneth M. Novos caminhos para o practicum: uma perspectiva para os anos 90. IN: Nóvoa, A. (coord.) **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992.

Trabalhos Selecionados para Análise e Investigação

A- AUTH, Milton A.; ANGOTTI, José André P. Conceitos unificadores e a busca dos universais: a temática das combustões. **Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Valinhos-SP: ABRAPEC, 1999.

B- CONSTANTINO, Ellen Suzi C. L.; DIAS, Micheline C. L.; LEÃO, Marcelo B. C. A Construção Histórica da Tabela Periódica Como Proposta de Aprendizagem. **Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Atibaia-SP: ABRAPEC, 2001.

C- ARAUJO NETO, Waldmir Nascimento de; SANTOS, Joana Mara. História da Química e sua Apropriação pelo Currículo Escrito - A Noção de Valência nos Livros Didáticos de Química. **Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Atibaia-SP: ABRAPEC, 2001.

D- MARQUES, Deividi Marcio; CALUZI, João José. História da Ciência no Ensino de Química: Algumas Considerações. **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru-SP: ABRAPEC, 2005.

E- SIMÃO, Nelson Ávila; QUEIROZ, Francisco Assis de. Momentos de Aproximação da Química com a História, Filosofia e Ensino de Ciências. **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru-SP: ABRAPEC, 2003.

F- MARQUES, Deividi Marcio; CALUZI, João José. Ensino de Química e História da Ciência: O Modelo Atômico de Rutherford. **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru-SP: ABRAPEC, 2003.

G- MIZIARA, Ana Cristina; CALUZI, João José. Um Instrumento Revolucionário no Ensino de Química. **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru-SP: ABRAPEC, 2003.

H- BIZZO, Nélio Marco Vincenzo. Pesquisas em ensino de biologia, física e química : considerações sobre seu valor heurístico relativo e implicações para a história da ciência. **Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. Águas de Lindóia-SP: CNPq/UFRGS, 1997.

I- TAVARES, Leandro H. W.; ROGADO, James. A História das Ciências e os seus Fundamentos Históricos, Epistemológicos e Culturais no Livro Didático de Química: O Conceito de Substância. **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru-SP: ABRAPEC, 2005.

J- CIRINO, Marcelo Maia; SOUZA, Aguinaldo Robinson de. O Livro-Texto de Química No Ensino Médio e a Visão Histórica do Conceito de Números Quânticos. **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru-SP: ABRAPEC, 2005.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)