

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PRPPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS – PPGEC

HEMERSON HENRIQUE FERREIRA DO NASCIMENTO

**ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS E HISTÓRIOGRÁFICOS DA DERRUBADA DA
TEORIA DO FLOGÍSTICO: O USO DA METODOLOGIA DE ESTUDOS DE CASO
HISTÓRICOS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

Recife – PE
2014

HEMERSON HENRIQUE FERREIRA DO NASCIMENTO

**ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS E HISTÓRIOGRÁFICOS DA DERRUBADA DA
TEORIA DO FLOGÍSTICO: O USO DA METODOLOGIA DE ESTUDOS DE CASO
HISTÓRICOS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências (PPGEC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências.

Área de concentração: Formação de professores

Orientadora: Dra. Angela Fernandes Campos
Coorientadora: Dra. Maria Angela Vasconcelos de Almeida

Recife – PE
2014

Ficha catalográfica

N244a Nascimento, Hemerson Henrique Ferreira do
Aspectos epistemológicos e historiográficos da derrubada da
teoria do flogístico: o uso da metodologia de estudos de caso
históricos na formação inicial de professores de química / Hemerson
Henrique Ferreira do Nascimento. – Recife, 2014.
253 f. : il.

Orientadora: Angela Fernandes Campos.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Educação, Recife,
2014.

Inclui referências, anexo(s) e apêndice(s).

1. Abordagem contextual 2. Epistemologia do docente 3. Teoria
do Flogístico I. Campos, Angela Fernandes, orientadora II. Título

CDD 507

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PRPPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS – PPGEC

HEMERSON HENRIQUE FERREIRA DO NASCIMENTO

**ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS E HISTÓRIOGRÁFICOS DA DERRUBADA DA
TEORIA DO FLOGÍSTICO: O USO DA METODOLOGIA DE ESTUDOS DE CASO
HISTÓRICOS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências.

Aprovada em: 28 / 08 / 2014.

BANCA EXAMINADORA

Dra. Angela Fernandes Campos (Orientadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dra. Maria Angela Vasconcelos de Almeida (Coorientadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dr. Sérgio Ricardo Vieira Ramos
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Dra. Suely Alves da Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Recife, 28 de agosto de 2014.

Aos meus professores, pois compreendo os
seus esforços e preocupações nesta tarefa
árdua que é formar e fazê-lo com alegria.

AGRADECIMENTOS

Antes dos meus agradecimentos às muitas pessoas maravilhosas que, seja lá como, participaram da construção deste trabalho, meus agradecimentos a Deus que é força e alento para aqueles que creem. O marinheiro sempre vai precisar de vento bom que o conduza e de uma âncora que o mantenha firme em mares revoltos; não há rota que se cumpra sem fé de que assim seja.

Obrigado a minha família pelo apoio permanente, pela compreensão irrestrita (mesmo quando pedir isso foi exigir demais), pelo amor incondicional, com as brigas e pedidos de desculpas e, principalmente, obrigado por acreditarem em mim sempre e independentemente de eu mesmo acreditar, temendo que os esforços para atingir os objetivos não levassem a nada. Obrigado, especialmente, a minha avó, Maria de Lourdes, a maior incentivadora dos meus planos, e a Lorranny que é prima, irmã e braço direito.

Não foi sem pensar que eu dediquei este trabalho aos meus professores e, da mesma forma, pelo apreço e respeito que lhes tenho, como profissionais e pessoas, talvez seja este o agradecimento mais sincero que deixo aqui. Professores foram – e continuarão a ser – meus grandes exemplos, encorajadores, conselheiros e amigos; eles me ensinaram sobre a alegria do magistério e como fazê-lo com competência e orgulho. Eu continuarei aprendendo. Meu carinho à professora Marília Gabriela, pela importante influência sobre as minhas escolhas; ao professor Euzébio Simões, que será, sempre, o meu orientador e um grande amigo; aos queridos Luciano Almeida e Ricardo Lima, por terem me aberto os olhos; e à bela dupla de orientadoras que me acolheu com um desafio, Angela Campos e Angela Almeida (conseguimos!).

Ainda, a minha gratidão aos professores que participaram dessa etapa de um modo especial: Edenia Amaral, Helaine Sivini e Heloísa Bastos, que são brilhantes e ensinaram-me lições para além da sala de aula; Ana Maria Carneiro Leão e Carmen Farias, por me fazerem “pensar fora da caixa”; Analice Lima e Suely Alves, pelo bom humor e carinho ao ensinar; e às encantadoras Mônica Lins e Anna Paula de Avelar, que são exemplos de simpatia e competência.

Mais, obrigado aos amigos, todos eles, por diferentes razões. A Val e Carina, duas verdadeiras irmãs, por todos os momentos bons e “menos bons” que dividimos; a Candida (Candy), que é amiga de todas as horas e um doce; à turma do mestrado,

pelos almoços, conversas, risadas e pelo conhecimento compartilhado; à galera da Licenciatura em Química que cursou História da Química comigo na UAST e aceitou participar desta pesquisa – cada momento de aprendizagem com vocês valeu muito, companheiros; e aos bons amigos, pelos conselhos, abraços (foram muitos) e tudo o mais, obrigado meus amores: Gustavo e Alexsandra (os hermenêuticos), Emanuelle, João Tenório, Bruno, Camila, Syara, Tarciana, Edgleisom, Carlos, Genilson e Bruna (meus Gleeks), Flávia, Juliana, Stella, Cícero e Geane. Sou muito feliz por ter vocês!

Por fim, agradeço ao CNPq, pelo incentivo à pesquisa; ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências (PPGEC), pela oportunidade; e à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) –, nas figuras da Magnífica Reitora Maria José de Sena e do vice-reitor Prof. Marcelo Brito Carneiro Leão –, por ter sido para mim, mais uma vez, como um lar.

*Science without its history is like a man without a memory.
A ciência sem história é como um homem sem memória.*

(Colin Archibald Russell, 1984)

RESUMO

Neste trabalho, procuramos investigar de que maneira a adoção de uma abordagem contextual – o estudo de episódios históricos – na formação inicial de professores de Química contribui para a construção da chamada “*epistemologia do docente*”. Assim, utilizamo-nos da derrubada da *Teoria do Flogístico*, caso que envolve a controversa descoberta do oxigênio e a eclosão da “Revolução Química”, para abordar aspectos epistemológicos e historiográficos, como diferentes perspectivas de desenvolvimento do conhecimento científico e possíveis interpretações da narrativa histórica, a fim de fornecer aos licenciandos, professores em formação, ferramentas necessárias para uma avaliação crítica de suas concepções e práticas pedagógicas (princípio da ação reflexiva). Antes do processo interventivo, realizamos um levantamento bibliográfico em quatro periódicos da área de Ensino de Química (*Química Nova*, *Química Nova na Escola*, *Revista Educación Química* e *Revista Virtual de Química*) para identificar tendências de aproximação entre esta e a História e a Filosofia da Ciência (HFC), do que se verificou uma ausência de propostas práticas para a inclusão desta dimensão histórico-filosófica nos currículos de Química nos diferentes níveis de ensino. Após o levantamento, teve lugar uma proposta de intervenção dividida em três etapas: aulas preparatórias, com leituras e debates acerca da epistemologia e da historiografia da Ciência e sua importância para a formação inicial de professores; estudo do episódio da derrubada da Teoria do Flogístico, evidenciando os aspectos estudados na etapa anterior; e realização de seminários pelos licenciandos seguindo o modelo do estudo do caso histórico, também utilizando elementos da HFC. Todas as atividades foram realizadas na disciplina *História da Química*, oferecida no curso de *Licenciatura em Química* da *Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)*, campus de Serra Talhada. A coleta dos dados foi feita através da aplicação de dois questionários em caráter de pré e pós-teste, no início e no final da disciplina; através da realização de uma entrevista semiestruturada com 02 (dois) dos 14 (catorze) licenciandos; a partir dos trabalhos elaborados e apresentados pelos estudantes; e das anotações feitas pelo pesquisador (revisadas por comparação com registros em vídeo). Em virtude do tempo e do envolvimento demandados, a pesquisa é classificada como etnográfica. O *corpus* constituído pelos dados, essencialmente registros escritos, foi analisado de acordo com a *Análise Textual Discursiva (ATD)* de Moraes e Galiuzzi (2011). A partir da análise dos resultados, concluímos que a adoção de abordagens contextuais, tais como o estudo de episódios da história da Ciência, nos cursos de licenciatura, pode dar sentido à epistemologia do docente que os professores precisam desenvolver na graduação e levar ao exercício do magistério, como assinalam Becker (2005) e Pais (2008), desde que articulem os aspectos epistemológicos e historiográficos de forma devida. Propostas práticas para inclusão da HFC no Ensino das Ciências, como esta que apresentamos aqui, tem se mostrado pouco frequentes na literatura, apesar das suas potencialidades para a concretização das diretrizes curriculares oficiais do país, um argumento que, mesmo isoladamente, justificaria a sua relevância.

Keywords: abordagem contextual; epistemologia do docente; Teoria do Flogístico.

ABSTRACT

In this thesis, we shall investigate how adopting a contextual approach – the detailed study of historical episodes – in initial Chemistry teachers training contributes to build a "teacher epistemology". For that purpose we used the overthrow of the "Phlogiston Theory", an episode which includes the disputed "discovery" of oxygen and sparked the "Chemical Revolution", to deal with epistemological and historiographical aspects such as multiple perspectives about the development of scientific knowledge and possible interpretations of the historical account, in order to provide future teachers with the necessary tools for a critical evaluation of their conceptions and pedagogical practices (principle of reflective action). Before the intervention process, we carried a bibliographical survey out in four journals on Chemistry Teaching (Química Nova, Química Nova na Escola, Revista Educação Química e Revista Virtual de Química) to identify trends in approach between that field and the History and Philosophy of Science (HPS), from which we have found a lack of practical proposals for inclusion of this historical-philosophical dimension into curricula of Chemistry at different levels of education. After the survey, we have put in place a proposal of intervention divided into three stages: preparatory classes, with a number of readings and debates about epistemology and historiography of Science and their importance for initial teachers training; the study on the overthrow of the Phlogiston Theory episode, distinguishing the aspects we had studied in the previous step; and seminars performed by the undergraduates following the model of the historical case study, also using elements of HPS. All activities were carried out in the chair of "History of Chemistry", offered by the *Preservice Chemistry Teachers Education Course*, in *Universidade Federal Rural de Pernambuco* (UFRPE), Serra Talhada campus. Data collection was done through the application of two questionnaires as pre and post-test at the beginning and at the end of the course; by conducting a semi-structured interview with 02 (two) out of the 14 (fourteen) undergraduates; from works elaborated and presented by the students; and from the notes taken by the researcher (and reviewed by comparison with video recordings). Because of the time spent and the engagement, research is classified as ethnographic. The data set, most of them written records, was analyzed according to the *Textual Discourse Analysis* (TDA), by Moraes and Galiazzi (2011). Based on the analysis of the results, we could conclude that adopting contextual approaches, such as the study of episodes of history of science in undergraduate teacher training, can give meaning to the teachers epistemology wich future teachers need to develop still in undergraduate studies and implement in the practice of teaching, as pointed out by Becker (2005) and Pais (2008), and since the epistemological and historiographical aspects are properly articulated. Practical proposals for inclusion of HPS in Science Teaching, like this one presented here, not often has appeared in literature, despite their potential for achieving the official curriculum policies established here in Brazil, an argument that, by itself, justify the relevance of this research.

Keywords: contextual approach; teacher epistemology; Phlogisthon Theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de sucessão dos paradigmas kuhnianos	85
Figura 2: Processo de Análise Textual Discursiva (ATD)	128
Figura 3: Excerto de um fichamento sobre as contribuições de Bachelard para o EC (o papel da historização na superação de obstáculos epistemológicos)	153
Figura 4: Exercício sobre a epistemologia de Kuhn	154
Figura 5: Linha histórica recontando o episódio histórico em estudo (culminância da 2ª etapa)	155
Figura 6: Apresentação do seminário 4 sobre a pilha de Volta	157

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição dos artigos por ano de publicação entre 2002 e 2012	132
Gráfico 2: Distribuição dos trabalhos quanto ao conteúdo pedagógico	134
Gráfico 3: Distribuição dos trabalhos quanto ao conteúdo histórico-filosófico	137

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Periódicos selecionados, ISSN, estrato e área	111
Tabela 2: Quantitativo de artigos analisados por volume e número de cada periódico	113
Tabela 3: Instrumentos para levantamento de concepções sobre a natureza da ciência (CNC)	114
Tabela 4: Sinais utilizados na transcrição de conversações	117
Tabela 5: Categorias indicativas dos conteúdos pedagógicos	126
Tabela 6: Categorias indicativas dos conteúdos histórico-filosóficos	127
Tabela 7: Categorias para ATD	129

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Síntese dos aspectos de algumas teorias globalistas de fundamentação bachelardiana	82
Quadro 2: Comparativo entre a antiga e a nova historiografia da ciência	91
Quadro 3: Perfil dos sujeitos da pesquisa	106
Quadro 4: Etapas da proposta didática para a intervenção	120
Quadro 5: Textos indicados na proposta didática para leitura prévia durante a intervenção	121
Quadro 6: Respostas ao questionário VNOS-C	141
Quadro 7: Respostas ao questionário QLCEH.....	148

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAAS – American Association for Advancement Science
ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas
AED – Abordagem de Ensino por Descoberta
AMC – Aprendizagem por Mudança Conceitual
ATD – Análise Textual Discursiva
BNCC – British National Curriculum Council
CEEC – Comissão de Especialistas em Ensino de Ciências
Cefet – Centro Federal de Educação Tecnológica
CES – Câmara Nacional de Educação Superior
CESIMA – Centro Simão Mathias
CIE – Cientificista
CNC – Concepções sobre a Natureza da Ciência
CNE – Conselho Nacional de Educação
CON – Construtivista
CTPPI – Centro de Treinamento e Pesquisa em Pequena Irrigação
CTSA – Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
EC – Ensino das Ciências
ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
ENEQ – Encontro Nacional de Ensino de Química
EQ – Ensino de Química
FFCL – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras
HC – História da Ciência
HEM – Habilitação Específica de Magistério
HFC – História e Filosofia da Ciência
IES – Instituição de Ensino Superior
Ifet – Instituto Federal de Educação Científica
INS – Insuficiente
INV – Inválida
LDB – Lei de Diretrizes e Bases
LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LIUSP – Licenciatura da USP

MPEG – Moving Picture Experts Group
NFC – Nova Filosofia da Ciência
NHC – Nova Historiografia da Ciência
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PLON Curriculum Materials
PPGECNM – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática
PPGECT – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica
PSE – Pseudoconstrutivista
PUC-SP – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
QLCEH – Questionário para Levantamento de Concepções Epistemológicas e Historiográficas
QN – Química Nova
QNEsc – Química Nova na Escola
REQ – Revista Educacón Química
RES – Resistente
RVq – Revista Virtual de Química
SBQ – Sociedade Brasileira de Química
SCC – Science Council of Canada
UAST – Unidade Acadêmica de Serra Talhada
UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana
UEPB – Universidade Estadual da Paraíba
UFBA – Universidades Federal da Bahia
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
VNOS-A – Views of Nature of Science – Form A
VNOS-B – Views of Nature of Science – Form B
VNOS-C – Views of Nature of Science – Form C

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
------------------	----

CAPÍTULO I

1. Fundamentação teórica	21
1.1. Breve histórico da formação de professores no Brasil	21
1.1.1. A formação de professores nas décadas de 70, 80 e 90	29
1.1.2. Ensino das Ciências: a formação do professor de Química em foco ..	40
1.2. História e Filosofia da Ciência no Ensino das Ciências	50
1.2.1. Vantagens e desvantagens das abordagens contextuais	59
1.2.2. Obstáculos à adoção da HFC nos cursos de graduação	66
1.3. Aspectos da Nova Filosofia e da Nova Historiografia da Ciência	76
1.3.1. A Nova Filosofia da Ciência	76
1.3.2. A Nova Historiografia da Ciência	86
1.4. Sobre o caso em exame: a derrubada da teoria do flogístico	93
1.4.1. Uma controvérsia, várias possibilidades	94

CAPÍTULO II

2. Desenho metodológico	102
2.1. Caracterização da pesquisa	102
2.2. O <i>locus</i> investigado	104
2.3. Perfil dos sujeitos da pesquisa	105
2.4. Coleta de dados: ferramentas e procedimentos	107
2.4.1. Pesquisa bibliográfica: composição do <i>corpus</i>	109
2.4.2. Levantamento de concepções dos licenciandos	114
2.4.3. Processo interventivo: o trabalho com um estudo de caso histórico .	118
2.5. Análise dos dados	125
2.5.1. Análise de tendências	126

2.5.2. Análise Textual Discursiva	127
---	-----

CAPÍTULO III

3. Resultados e discussão	131
3.1. Análise de tendências	131
3.2. Análise das respostas aos questionários VNOS-C	140
3.3. Análise das respostas aos questionários QLCEH	147
3.4. Análise dos materiais produzidos na intervenção e das notas de campo ..	152
3.5. Análise das respostas à entrevista semiestruturada	160

CAPÍTULO IV

4. Considerações	166
------------------------	-----

REFERÊNCIAS	170
--------------------------	-----

APÊNDICE A	187
-------------------------	-----

APÊNDICE B	188
-------------------------	-----

APÊNDICE C	189
-------------------------	-----

APÊNDICE D	191
-------------------------	-----

APÊNDICE E	193
-------------------------	-----

APÊNDICE F	194
-------------------------	-----

APÊNDICE G	205
-------------------------	-----

APÊNDICE H	211
-------------------------	-----

APÊNDICE I	245
-------------------------	-----

ANEXO A	247
----------------------	-----

ANEXO B	249
----------------------	-----

ANEXO C	250
----------------------	-----

ANEXO D	252
----------------------	-----

INTRODUÇÃO

Estudos e esforços especializados, muitos de origem inglesa ou americana e, não raramente, de origem portuguesa, apontam que a tendência de incorporação da História e da Filosofia da Ciência (HFC) ao Ensino das Ciências (EC) data de, pelo menos, meio século atrás e tem crescido de forma realmente espantosa nas últimas décadas (BIZZO, 1992; OKI, 2006; CARNEIRO, 2011). Conforme destacam Martins, A. (2007) e Prestes e Caldeira (2009), a HFC tem se desenvolvido não apenas como fecunda área de pesquisa, mas também, e principalmente, como ferramenta didática eficiente – o que se evidencia no grande número de publicações especializadas em Ensino das Ciências, dentre as quais estão: *Science & Education*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Ciência & Educação*, *Educación Química* e *Química Nova na Escola*.

De fato, a relação entre a História e a Filosofia da Ciência e o Ensino das Ciências se tornou tão íntima que aquela dimensão passou a integrar, já há algum tempo, propostas interdisciplinares e de alfabetização científica de forma mais ou menos incisiva, como pontuam Chassot (2000) e Cachapuz et al (2011), fazendo-se presente sempre que se discutem as relações entre ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, CTSA, referida como elemento integrador dos quatro pilares, bem como representativo da realidade sócio-cultural.

A percepção das dimensões que a HFC alcança como elemento facilitador, integrador e formativo no processo de ensino e aprendizagem tornou necessária a oficialização da contextualização histórico-social dos conteúdos científicos nos documentos que orientam a educação básica no Brasil (BRASIL, 2000; 2001; 2002; 2006). Da mesma forma, procedimentos e normas desta natureza também foram estabelecidos para o Ensino Superior no país, a exemplo das Diretrizes Curriculares para os Cursos de Química (BRASIL, 2001).

Por tais motivos, alguns poucos de uma lista considerável, fica evidente que o componente histórico merece ocupar um lugar com algum destaque no currículo das disciplinas científicas. Entretanto, a História da Ciência é um estudo metacientífico de razoável complexidade, tendo seus alicerces estabelecidos na epistemologia e na historiografia da Ciência (MARTINS, R., 2000a; MARTINS, L., 2005; BALDINATO e PORTO, 2008a), bases que, mesmo isoladamente, exigem grande profundidade de

conhecimento. Além disso, some-se a esta equação, a necessidade de domínio do conteúdo específico para os casos da História da Física, da Química, da Biologia e da Matemática por parte de quem se disponha a apropriar-se desse conhecimento.

Este todo complexo exige que profissionais habilitados sejam formados para explorar todas as potencialidades que o viés histórico-filosófico oferece ao campo da educação; profissionais com conhecimento amplo, e, capazes de articular os níveis epistemológico, historiográfico, didático e específico de cada Ciência em favor de um entendimento holístico do conhecimento e do fazer científico.

Para tanto, o professor em formação precisa compreender que o “aprender ciência” deve ser acompanhado de um “aprender *sobre* ciência”, algo que independe das técnicas e empreendimentos científicos, que vai além deste limite (CONANT, 1957; OKI, 2006). É a compreensão aprofundada sobre a “*natureza da ciência*” que o professor ensina – e do funcionamento e desenvolvimento desta – que o torna um sujeito cognoscente e autônomo na construção de uma “*epistemologia do docente*”, que mantém estreita relação com a prática pedagógica e, por isso, é de interesse para a formação de professores. (PORLÁN, RIVERO, MARTÍN DEL POZO, 1997 e 2003; MALDANER, 2000; BECKER, 2002; PAIS, 2008).

A motivação para a realização desta investigação, e que acaba por justificá-la, diz respeito ao fato de que a História da Ciência é abordada de forma pouco rigorosa nas licenciaturas. Seja em virtude de questões curriculares, do tempo limitado para desenvolver propostas inovadoras ou do despreparo dos professores – aos quais, supõe-se, também não foram oportunizadas práticas com este enfoque durante sua formação inicial e/ou continuada –, investe-se pouco em abordagens que valorizem aspectos reflexivos necessários à concretização da epistemologia do professor. De fato, é preocupante a tendência que os professores tem de repetir metodologias as quais foram submetidos em sua formação, então é importante que eles conheçam abordagens que desejamos que pratiquem (GIL-PÉREZ, 1996; MALDANER, 1999).

A partir das reflexões apresentadas até então e considerando as hipóteses de que **a)** aspectos da História e da Filosofia da Ciência, quais sejam estes de ordem epistemológica e historiográfica, permitem compreender mais claramente a natureza da ciência ensinada e **b)** concepções epistemológicas tem influência direta sobre a perspectiva pedagógica do professor, nos deparamos com o seguinte problema de pesquisa a resolver: *Como a metodologia de estudos de casos históricos possibilita*

o desenvolvimento de uma "epistemologia do docente" que torna eficaz a formação inicial de professores de Química e orienta o posterior exercício do magistério?

Deste modo, a investigação tem como objetivo principal compreender de que maneira a adoção, no Ensino das Ciências, de uma “abordagem contextual”, i.e., voltada para questões que dizem respeito aos aspectos históricos e filosóficos do conhecimento científico, contribui para a formação inicial de professores de Química. Tal abordagem, explorada por meio da metodologia de estudos de casos históricos, incorpora elementos de epistemologia e historiografia da Ciência a fim de oferecer subsídios para a construção e o desenvolvimento da chamada “epistemologia do docente” (CORRÊA; MEGLHIORATTI; CALDEIRA, 2011; PORTO, 2011). Quanto aos objetivos específicos, apontamos:

- Investigar as tendências de aproximação entre o Ensino de Química e a HFC em periódicos especializados selecionados;
- Analisar possíveis mudanças nas concepções sobre a natureza da ciência e formas de interpretação da narrativa histórica dos sujeitos e;
- Verificar a aplicabilidade da metodologia de casos históricos, e de estratégias a ela associadas, na formação inicial de professores de Química.

Neste sentido, tomaremos como referência os conhecidos estudos de casos históricos organizados por James Conant (1957) e pesquisas que, de forma análoga, fazem uso desta metodologia no Ensino das Ciências (HERREID, 1994, 1997, 2007; OKI, 2006; PORTO, 2011; CORRÊA; MEGLHIORATTI; CALDEIRA, 2011). O estudo detalhado de episódios de destaque na história da ciência possibilita reflexões que conduzem ao desenvolvimento de um sujeito epistêmico capaz de racionalizar suas ações, pois tem consciência do seu próprio conhecimento (MARTINS, R., 2004).

Em conformidade com a proposta dos estudos de casos históricos e seguindo orientações que ampliam o seu arcabouço teórico-metodológico, inseriremos alguns aspectos próprios da Nova Filosofia e da Nova Historiografia da Ciência a fim de explorar os meandros da derrubada da “*Teoria do Flogístico*”, episódio que marcou o início da Química Moderna. Traremos à discussão as epistemologias “globalistas” de Popper, Kuhn, Lakatos e Feyerabend (VILLANI, 2001; MASSONI, 2005), em virtude do papel que atribuem à História da Ciência no desenvolvimento do conhecimento científico. Quanto aos aspectos historiográficos, tomaremos como ponto de partida

as críticas elaboradas às interpretações da historiografia clássica para a História da Ciência: “*whig*” e “*prig*” (BUTTERFIELD, 1930; HARRISON, 1987; JARDINE, 2003).

A investigação teve lugar na disciplina *História da Química* oferecida no curso de Licenciatura Plena em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), *campus* de Serra Talhada. Este se configurou como *locus* mais apropriado para a intervenção planejada, dado que, segundo a sua ementa, propõe-se a tratar a História da Química tanto como uma área do conhecimento e de pesquisa, quanto a discutir o papel da História da Ciência como ferramenta de crítica à construção e ao desenvolvimento do conhecimento científico.

Compreendemos que a introdução de elementos de natureza epistemológica e historiográfica, pretendida nesta pesquisa sob a ótica da Nova Filosofia e da Nova Historiografia da Ciência, pode contribuir significativamente para a formação inicial de professores de Química. Os conhecimentos em torno da História e da Filosofia da Ciência podem, frutiferamente, ocasionar mudanças na epistemologia docente e na compreensão da natureza da ciência dos licenciandos e, através de metodologias como esta dos casos históricos, serão viabilizadas interpretações mais equilibradas das narrativas históricas – o que, a médio e longo prazo, implicará em uma melhoria na prática do magistério. Os professores formados nessa perspectiva seriam, assim, conduzidos a uma prática muito mais consistente, completa e transformadora.

A seguir, apresentamos brevemente o conteúdo dos capítulos que compõem esta dissertação:

Capítulo I – Fundamentação teórica: aspectos da formação inicial de professores no Brasil, histórico, dificuldades e perspectivas; características da História e da Filosofia da Ciência e da sua relação com o Ensino das Ciências; revisão histórica acerca da derrubada da Teoria do Flogístico, a descoberta do oxigênio e a Revolução Química.

Capítulo II – Desenho metodológico: caracterização da pesquisa; descrição do *locus* investigado; perfil dos sujeitos participantes; organização e aplicação da estratégia; ferramentas e procedimentos para coleta e análise dos dados.

Capítulo III – Resultados e Discussão: apresentação e análise dos dados coletados, incluindo análise de tendências e produção gerada na intervenção didática.

Capítulo IV – Considerações Finais: síntese do trabalho desenvolvido e avaliação de sua produtividade quanto ao cumprimento dos objetivos inicialmente elaborados e possíveis desdobramentos.

CAPÍTULO I

1. Fundamentação Teórica

Nesta seção, trataremos de aspectos que dizem respeito à formação inicial de professores no Brasil, seu histórico, objetivos, dificuldades a superar e perspectivas, dedicando atenção especial à Licenciatura em Química, foco desta investigação. Em seguida, exploraremos particularidades da História e da Filosofia da Ciência, com cuidadosa explicitação de questões acerca de diferentes epistemologias e possíveis interpretações historiográficas úteis para o entendimento da desejada aproximação entre aquela dimensão do conhecimento e o Ensino das Ciências. Por fim, definindo o contexto que é plano de fundo do estudo de caso proposto, apresentaremos uma revisão histórica em torno do episódio da derrubada da “*Teoria do Flogístico*”, que envolve a controvertida descoberta do elemento oxigênio e culmina na *Revolução Química* que fez nascer a *Química Moderna*.

1.1 Breve histórico da formação de professores no Brasil

Com o intuito de compreender como a formação de professores – desde as Escolas Normais até às licenciaturas específicas – como é o caso da Licenciatura em Química – ganhou espaço no cenário educacional brasileiro, parece apropriado iniciar aqui um movimento de resgate histórico em torno do estabelecimento e do desenvolvimento da Educação, e da Educação Química em particular, no país. Para tanto, trazemos à baila algumas políticas e reformas educacionais que delimitaram os períodos dessa história, bem como modelos e marcos que lhe são pertinentes.

A formação docente foi uma necessidade apontada, ainda no século XVII, por Comênio, mas somente na segunda metade do século XVIII, quando chegou ao fim a *Revolução Francesa*, e em virtude do problema da instrução popular – decorrente da definitiva incorporação do terceiro estado (camada da população não pertencente ao “clero” ou a “nobreza”) ao quadro social da época –, foram criadas as primeiras *Escolas Normais* cujo encargo era o de formar professores leigos (TANURI, 2000; SAVIANI, 2009; GALVÃO e LOPES, 2010). Mesmo àquela época, já havia sido

estabelecida uma clara distinção entre a Escola Normal [Primária] e a Escola Normal Superior, dedicadas ao preparo de professores para o ensino primário e secundário, respectivamente.

No Brasil, de forma análoga, o movimento formativo também se articulou a partir da contingência popular de instrução – algo que, a propósito, parece repetir-se periodicamente – que seguiu a *Independência* (1822). Partindo deste ponto, Saviani (2006; 2009) identifica os seguintes períodos da história da formação de professores no Brasil:

- a) Ensaio intermitentes de formação de professores (1827-1890) que se inicia com o dispositivo da Lei das Escolas de Primeiras Letras que obrigava os professores a se instruir no método do ensino mútuo, às próprias expensas, e se estende até 1890 quando prevalece o modelo das escolas normais.
- b) Estabelecimento e expansão do padrão das escolas normais (1890-1932), cujo marco inicial é a reforma paulista da escola normal tendo como anexo a escola-modelo.
- c) Organização dos Institutos de Educação (1932-1939), cujos marcos são as reformas de Anísio Teixeira no Distrito Federal em 1932 e de Fernando de Azevedo em São Paulo em 1933.
- d) Organização e implantação dos Cursos de Pedagogia e de Licenciatura e consolidação do modelo das escolas normais (1939-1971).
- e) Substituição da Escola Normal pela Habilitação Específica de Magistério (1971-1996).
- f) Advento dos Institutos Superiores de Educação e das Escolas Normais Superiores (1996-2006). (SAVIANI, 2009, p. 143-144).

Como se pode perceber, não houve, em primeira instância, uma preocupação imediata ou dedicação exclusiva ao preparo de professores; foi assim durante todo o Período Colonial (1530-1815). A formação de professores no Brasil só começou a ganhar alguma atenção em 1827, quando foi promulgada a Lei que instituía o ensino mútuo nas *Escolas de Primeiras Letras*, de natureza excepcionalmente prática – há que se comentar das restrições feitas à educação de meninas, como limitações para o ensino de geometria e aritmética, e.g. (FILGUEIRAS, 2004) –, e que só vigorou em virtude da necessidade de pessoal capacitado para atuar naquele cenário. Além disso, não bastasse a instrução do professor ser realizada à custa de seus próprios ordenados, essa medida formativa tinha lugar apenas na Capital e pouco foi feito pelo Governo Central a esse respeito (BASTOS, M., 1997; TANURI, 2000).

Isto demonstra quão antigo é o descaso que, ainda hoje, tanto os professores quanto a sociedade em geral alegam haver quando se trata de educação. Desde a instituição das primeiras medidas formativas no Brasil, vemos o pouco interesse por

parte do governo e, apesar de a educação ser, não raramente, vista como “tábua de salvação”, um fator básico de transformação social, pouco foi feito para que esta realidade se cumprisse. Aliás, como o retrospecto da história nos permite comprovar, esta dívida com a educação jamais seria saldada – em boa parte, graças ao senso comum de que ser professor é uma “vocação”, um dom (discussão sempre presente na história da educação brasileira e que foi retomada em fins dos anos 70). Por mais que a educação fosse considerada uma questão de primeira ordem, seria relegada a um plano secundário entre as prioridades e interesses dos governantes; a educação, nesses termos, sempre foi muito mais mantenedora da estrutura societária desigual do que elemento de transformação.

Após a reforma constitucional de 1834, quando as primeiras Escolas Normais começaram a estabelecer-se no país por iniciativa das Províncias – atendendo ao movimento de descentralização –, o panorama mudou alguma sorte. Neste sentido, “O Governo Central passou a ocupar-se apenas do ensino, de todos os graus, na capital do Império e do superior em todo o país, ficando as províncias responsáveis pela instrução primária e secundária nos respectivos territórios.” (TANURI, 2000, p. 63). A primeira Escola Normal brasileira instalou-se na Província do Rio de Janeiro, conforme o Decreto de Criação da Escola Normal (1835), e do seu currículo (leitura e escrita, matemática elementar, noções de geografia e princípios religiosos), bem como das exigências para ingresso (ser maior de 18 anos, saber ler e escrever e ter idoneidade moral comprovada), compreende-se que se destinava à formação de professores para o ensino primário (TANURI, 2000; PEREIRA, 2011; MALHEIROS, CARDOSO e ROCHA, 2012).

Haverá na capital da Província uma escola normal para nela se habilitarem as pessoas que se destinarem ao magistério da instrução primária e os professores atualmente existentes que não tiverem adquirido necessária instrução nas escolas de ensino mútuo, na conformidade da Lei de 15/10/1827. (TANURI, 2000, p. 64).

Nessas Escolas Normais, que abriram e fecharam periodicamente e, por isso, são ditas intermitentes, foi adotado o modelo pedagógico francês, emprestado – ou, mais acertadamente, transplantado – da cultura europeia beneficiadora das elites, o que de maneira clara, mantinha a supremacia de uma classe dominante, sobretudo por razões políticas. Se considerarmos que essas escolas eram responsáveis pela formação específica do professor, concordaremos que deveriam priorizar diretrizes

didático-pedagógicas, porém, o que se verificou na prática foi um ensino conteudista e baseado na transmissão, não havendo, de fato, espaço para o caráter preparatório para o magistério (BASTOS, M., 1997; TANURI, 2000; SAVIANI, 2009). Foi somente depois de 1870 que as Escolas Normais adquiriram alguma estabilidade, “quando se consolidam as ideias liberais de democratização e obrigatoriedade da instrução primária, bem como de liberdade de ensino” (TANURI, 2000, p. 64).

Cabe observar, logo aqui, que o magistério foi, desde o início, uma atividade predominantemente feminina; esta característica marcaria, de modo muito especial, os “anos dourados” da década de 50, época em que “moças casavam virgens, mães solteiras acabavam expulsas de casa” (COTRIM, 1996, p. 128). As Escolas Normais eram frequentadas por moças das classes média e alta – que ficariam famosas pela imagem das “normalistas” e da “professorinha” retratadas nos romances e novelas muitos anos adiante. Assim, vemos os primeiros passos da feminilização do ensino, principalmente do ensino primário que perduraria até a década de 1960 (FERREIRA JR. e BITTAR, 2006).

Nessa direção, com a Proclamação da República, em 1889, e com as novas preocupações anunciadas com relação à escola – que passa a ser o principal centro de difusão do saber –, encontramos as Escolas Normais com uma organização bem mais definida e em pleno funcionamento entre 1890 e 1932, não obstante tenham sido necessárias várias reformas para sanar as carências que persistiam (ALVES, 2002; PAULILO, 2004, GALVÃO e LOPES, 2010; MEIRELLES, 2013). Como diriam, muito sabiamente, os organizadores da reforma da instituição pública que teve lugar no Estado São Paulo já em 1890, “sem professores bem preparados, praticamente instruídos nos modernos processos pedagógicos e com cabedal científico adequado às necessidades da vida atual, o ensino não pode ser regenerador e eficaz” (SÃO PAULO, 1890 *apud* SAVIANI, 2009, p. 145). Há uma reconhecida preocupação, aqui, com a formação integral do professor [ainda não efetivada] em duas vias igualmente necessárias à promoção de uma educação de qualidade: a pedagógica e a científica.

À medida que examinamos a década de 30, acompanhamos um percurso real de desenvolvimento da Educação no Brasil, pois, com o processo de industrialização e urbanização, diversas leis foram criadas com o intuito de melhorar a sua oferta em todos os níveis (GALVÃO e LOPES, 2010), criando espaços dedicados não só às atividades de ensino, mas também às de pesquisa. Sobre os *Institutos de Educação*,

projetados e organizados para esses fins, Saviani (2009, p. 145) destaca que “as duas principais iniciativas foram o Instituto de Educação do Distrito Federal, concebido e implantado por Anísio Teixeira em 1932 e dirigido por Lourenço Filho; e o Instituto de Educação de São Paulo, implantado no ano de 1933 por Fernando de Azevedo”. Este empreendimento teve inspiração nos preceitos da *Escola Nova*, um movimento de renovação educacional que, entre muitos aspectos, defendia os ideais de obrigatoriedade, gratuidade, laicidade e coeducação (SAVIANI, 2009; MESQUITA e SOARES, 2011).

Conquanto a implantação dos Institutos de Educação tenha sido efetivada no período da *Reforma Anísio Teixeira* (1931-1935), é importante lembrar que avanços consideráveis haviam sido, então, promovidos pelos processos de reforma levados a cabo anteriormente por Antônio Carneiro Leão (1922-1926) e Fernando de Azevedo (1927-1930); o próprio Anísio Teixeira reconhece as conquistas (PAULILO, 2004). É, de fato, sob a sua direção que as Escolas Normais, falhas na tentativa de promover cultura geral e profissional, são substituídas pelas *Escolas de Professores*, com um currículo diversificado (para as ciências humanas e naturais), formação pedagógica apropriadamente estruturada e um forte incentivo à prática de ensino e à pesquisa. Tudo isto confluiria num modelo capaz de corrigir as carências evidentes (VIDAL, 1996; TANURI, 2000; SAVIANI, 2009, MEIRELLES, 2013).

Assim sendo, há que se considerar a reforma de Anísio Teixeira foi um divisor de águas legítimo, impulsionando o movimento educacional no país. A necessidade premente de formar um número cada vez maior de professores e com a mais alta qualidade profissional possível fez com que surgissem novas conformações sociais, remodelando, deste modo, as estruturas de ensino em seus níveis e reorientando seus fundamentos na direção do cenário educacional que enfrentamos atualmente – ainda cheio de dificuldades, mas prospectivo, é certo.

Espelhando a Revolução Francesa, no século XVIII, que provocou mudanças substanciais na conjuntura social do país e inspirou a criação das Escolas Normais, o Brasil também passava por um momento de atribulação na década de 30. Naquele ano, 1930, a República do Brasil era palco de um movimento armado pela disputa de poder político, a *Revolução de 1930*, que culminaria no *Golpe de Estado de 1930*, com a deposição do presidente eleito, Júlio Prestes – que foi exilado –, e o fim da *República Velha*. O país passou, então, a ser governado provisoriamente por Getúlio Vargas. Era o início do primeiro período ditatorial no Brasil (FIGUEIRA, 2003).

Em razão de tal contexto, como era esperado que acontecesse, a sociedade reivindicou seus direitos e, neste período de mudanças, uma das vindicações era a concretização do projeto educacional do Brasil, cujos objetivos, explicam Mesquita e Soares (2011, p. 165), “abarcavam tanto a produção da força de trabalho quanto a busca tutelada de um consenso mínimo”. Podemos entender tal “consenso mínimo” como o atendimento a algumas das exigências do povo, de modo que fosse possível reestabelecer a ordem de forma pacífica.

“Esse consenso mínimo pode existir a partir de necessidades básicas da população, como saúde e segurança, que se constituem como necessidades relacionadas ao bem estar físico *ou pode ser criado e estabelecido pelo próprio Estado*, como no caso em questão *relacionado à formação intelectual da população*, ao necessitar da força de trabalho adequada ao processo de industrialização e urbanização.” (MESQUITA e SOARES, 2011, p. 165, grifo nosso).

Em virtude das contingências sociais, os Institutos de Educação de São Paulo e do Distrito Federal¹ foram elevados ao nível universitário e, então, incorporados, respectivamente, à Universidade de São Paulo em 1934 e à Universidade do Distrito Federal 1935, nas quais se organizaram os primeiros cursos superiores de formação de professores para o ensino secundário [curso normal] (TANURI, 2000; SAVIANI, 2009; MESQUITA e SOARES, 2011). Estes cursos, as licenciaturas, estabeleceram-se nas *Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras* (FFCL) seguindo o modelo “3+1” pelo qual, três anos eram dedicados à formação específica em disciplinas de conteúdo e o último ano destinava-se à formação efetiva do docente em disciplinas de natureza pedagógica (PEREIRA, 2000; SAVIANI, 2009; ECHEVERRIA, BENITE e SOARES, 2010).

Contudo, chega a ser irônica a exigência de que o professor fosse licenciado pelas Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras para lecionar no ensino secundário – exigência regulamentada na *Reforma Francisco Campos* de 1931 (DALLABRIDA, 2009; MESQUITA e SOARES, 2011) –, visto que “sequer se obrigava a existência de uma Faculdade de Educação, Ciências e Letras nas instituições universitárias, em geral, e, na prática, inclusive, essa faculdade nem chega a ser instalada pelo Governo Federal” (CANDAU, 1987, p. 12). Além disso, o modelo formativo assumido terminou por relegar à formação do professor um *status* de menor valor:

¹ À época, a sede do governo Brasileiro, Distrito Federal, era a cidade do Rio de Janeiro (RJ).

“[...] os cursos de licenciatura resultaram fortemente marcados pelos conteúdos culturais-cognitivos, relegando o aspecto pedagógico-didático a um apêndice de menor importância, representado pelo curso de didática, encarado como uma mera exigência formal para a obtenção do registro profissional de professor. [...] Consequentemente, o aspecto pedagógico-didático, em lugar de se constituir em um novo modelo a impregnar todo o processo da formação docente, foi incorporado sob a égide do modelo dos conteúdos culturais-cognitivos.” (SAVIANI, 2009, p. 147).

Com efeito, esse modelo estrutural com ênfase nos conteúdos ditos “culturais-cognitivos” era bastante apropriado à formação de bacharéis, sempre prioritária nas Universidades em desfavor das licenciaturas (MALDANER, 2000); é a perpetuação do “caráter secundário atribuído à educação e ao ensino no âmbito da universidade” (SAVIANI, 1982, p.13). Os estudantes das Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras sentiam-se formados ao fim do terceiro ano de curso, uma vez que lhes era facultado o conteúdo pedagógico para atuar no magistério; recebiam, então, o título de “licenciado”². O estudante que se dispusesse a cursar disciplinas como “Didática Geral” (disciplina indistinta para as diversas especialidades) recebia um certificado adicional que lhe conferia o título de “professor secundário” – prática que reforçava o caráter acessório da complementação pedagógica (PEREIRA, 2000; MESQUITA e SOARES, 2011).

As FFCL eram o “coração” das Universidades, pontuam Mesquita e Soares (2011), pois era nelas que se desenvolviam os estudos básicos que compunham os cursos preparatórios para as carreiras profissionais (medicina, odontologia, direito e engenharia, entre outras). A responsabilidade pela formação de professores recaiu sobre os Institutos de Educação instalados nas Universidades, mas separados das FFCL. Assim permaneceu, até que, como ocorreu com a Universidade de São Paulo (USP) em 1938, o Instituto foi extinto para criação da seção [ou departamento] de Educação da FFCL. Desta maneira, os acadêmicos do Instituto foram transferidos para a FFCL, e esta assumiu os encargos da formação pedagógica; procedimento este que foi copiado por outras instituições espalhadas pelo Brasil e não agradou aos professores dos cursos de bacharelado (PEREIRA, 2000; TANURI, 2000).

No período compreendido entre 1930 e 1964, o Brasil passou por uma série de eventos políticos notáveis, tendo sofrido, direta ou indiretamente, com os efeitos

² O termo tinha significado diferente naquela época. Mesquita e Soares (2011, p. 167) esclarecem que “O termo ‘Licenciado’ referia-se à ‘licença cultural ou científica’ adquirida pelo estudante”, que equivaleria ao atual título de “Bacharel”, enquanto a complementação pedagógica concedia ao estudante o título de “Professor Secundário” que equivale ao atual “Licenciado”.

da crise mundial de 1929 (derrocada da oligarquia cafeeira) e da II Guerra Mundial (1939-1945), o que provocou mudanças na estrutura educacional do país. De 1937 a 1945, o regime antidemocrático do *Estado Novo*, fundado por Getúlio Vargas e marcado por disputas entre católicos e liberais, vigorou com a face característica das ditaduras (COTRIM, 1996; FIGUEIRA, 2003). Um dos primeiros reflexos disto foi a caracterização de “uma educação tradicional em que o aprendiz fosse passivo e se limitasse a reproduzir os ensinamentos a ele ‘transmitidos’” (MESQUITA e SOARES, 2011, p. 166), não era desejo do poder político que a população fosse esclarecida, embora não se pudesse negar o seu direito à instrução.

Nesse sentido, o governo centralizador tentou organizar em âmbito federal o funcionamento do ensino em todos os níveis e modalidades com a promulgação de um conjunto de “Leis Orgânicas do Ensino” entre 1942 e 1946. (TANURI, 2000). Esta ação não foi de todo ruim, afinal tais Leis Orgânicas permitiram a organização do ensino secundário, a exemplo do que dispôs a Reforma Capanema (Lei Orgânica do Ensino Secundário de 1942) e a Reforma Francisco Campos acerca da divisão do ensino em ciclos: o ginásial, com duração de quatro anos, e o colegial, de três anos (DALLABRIDA, 2009; SAVIANI, 2009). Ademais, esta última reforma foi de bastante importância para os cursos superiores de Ciências Naturais, relegados, até então, a um segundo plano em relação às Humanidades (ALVES, 2002; MESQUITA e SOARES, 2011; PORTO, 2011).

Mesmo com o fim do Estado Novo e a abertura democrática promovida pela Constituição de 1946, o país ainda seria palco de revezes políticos que tiveram seus reflexos na educação, como sempre. A crise política do segundo governo de *Getúlio Vargas* (1951-1954); o mote dos “50 anos em 5” que conduziu o desenvolvimento econômico coordenado por *Juscelino Kubitschek* (1956-1961) e a proposta de Jânio Quadros de varrer a corrupção do Brasil durante o seu [curto, mas bem sucedido] mandato (1961) nos levam à problemática presidência de *João Goulart* (1961-1964) que culmina no golpe de 1964 (COTRIM, 1996; FIGUEIRA, 2003).

É com o *Golpe Militar* de 1964 que vemos uma grande mudança marcada na educação brasileira: a promulgação da Lei nº 5.692/71, a segunda Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1971a) e que iria vigorar até 1996, quando da promulgação da atual LDB. Esta nova legislação transformava os ensinos primário e médio em ensino de 1º e 2º graus, respectivamente, extinguindo permanentemente as Escolas Normais e instituindo a habilitação específica do magistério. Assim:

Para as quatro últimas séries do ensino de 1º grau e para o ensino de 2º grau, a lei n. 5.692/71 previu a formação de professores em nível superior, em cursos de licenciatura curta (3 anos de duração) ou plena (4 anos de duração). Ao curso de Pedagogia, além da formação de professores para habilitação específica de Magistério (HEM), conferiu-se a atribuição de formar os especialistas em Educação, aí compreendidos os diretores de escola, orientadores educacionais, supervisores escolares e inspetores de ensino. (SAVIANI, 2009, p.147)

Enfim, o reconhecimento da habilitação específica para o magistério fazia das licenciaturas a formação mínima exigida para tornar-se professor em qualquer nível de ensino³. Haveria, contudo, um problema que se apresentaria logo no início dos anos 70: os cursos aligeirados para a formação de professores, licenciaturas curtas, foram criados em função da necessidade de profissionais para atender ao ensino secundário em expansão. Mas seria viável manter a qualidade da formação inicial com cursos que dispunham de menos tempo que o usual? Quais os prós e contras dessa medida? Tendo as décadas de 70, 80 e 90 apresentado novas perspectivas para a educação, e para a formação docente, em especial, em consequência do cenário político-social que se apresentou, trataremos deste assunto e de outros em separado a seguir.

1.1.1 A formação de professores nas décadas de 70, 80 e 90

Na década de 1970, quando os militares assumiram o poder político do Brasil, instalou-se o segundo período ditatorial. Logo em 1964, com o Golpe Militar, o Alto Comando Militar (composto por membros das Forças Armadas) assumiu o controle e foi decretado o *Ato Institucional nº 1* que, entre muitos desmandos, permitia ao poder Executivo suspender os direitos políticos de qualquer cidadão. Foi nesse contexto que o marechal *Humberto de Alencar Castelo Branco* assumiu, em 1964, o governo. Outros cinco Atos Institucionais foram promulgados até o governo de *Costa e Silva* (1967-1969), cerceando os direitos do povo que, contra tudo isso, se organizava em manifestações a favor da democracia (COTRIM, 1996).

³ Após a reforma universitária de 1968, é estabelecido, com a LDB de 1971, que parte do magistério de 1º grau poderia ser formada em cursos superiores. A LDB de 1961 distinguia a formação do professor primário, nas (Escolas Normais ou Institutos de Educação) e a do professor secundário (nas FFCL).

Ao longo de toda a década de 70 e meados da década de 80, vemos o Brasil entrar numa espiral de problemas, como apontam Cotrim (1996) e Figueira (2003). O governo *Médici* (1969-1974) foi o mais violento de todos, sendo considerado o auge da ditadura militar pela forte repressão e censura aos meios de comunicação, o que exigiu gastos elevados na tentativa de reconstrução da sua imagem. A grave crise econômica que, então, se instalou no país em virtude de tantos problemas, além da pressão da oposição, resultou na parcial abertura democrática no governo *Geisel* (1974-1979) e na redemocratização com *João Figueiredo* (1979-1985). Contudo, o balanço do regime militar era tão desconcertante que seria difícil divisar soluções.

Dentre os grandes problemas decorrentes da ditadura militar, citamos a dívida externa e a inflação, que atingiram picos estratosféricos, as greves sindicais exigindo melhores salários e condições de trabalho, problemas com a distribuição de renda e a precária qualidade da educação devida à insensibilidade do regime no que tangia às questões sociais (BRZEZINSKI, 1992; COTRIM, 1996; PEREIRA, 2000). Parece um tanto controverso que a educação tenha sofrido tão intensamente o abalo do regime autoritário, dado que a escola era o principal meio de difusão de suas ideologias, mas a repercussão na formação e na ação docente foi clara (FERREIRA JR. e BITTAR, 2006).

Um caráter de instrumentalização técnica dominou a formação de professores na primeira metade da década, como aponta Candau (1982), graças à influência da psicologia behaviorista e das novas tecnologias educacionais. O professor passou a ser visto como um “organizador” responsável por planejar o processo de ensino-aprendizagem de modo a garantir a sua eficiência, por isso a maior preocupação era a de apresentar ao docente em formação métodos e técnicas que lhes permitissem cumprir a tarefa designada. As licenciaturas eram orientadas para um funcionalismo que fazia dos professores menos educadores e mais técnicos especialistas na tarefa de ensinar “para a vida”. Este modelo “mecânico” de qualificação profissional ficou conhecido como “Modelo da Racionalidade Técnica” (MALDANER, 2000; PEREIRA, 2000; SILVA, LIMA e ALBUQUERQUE, 2010).

Sinto que a grande revolução educacional virá agora, na passagem da velha orientação propedêutica da escola secundária a uma realística preparação para a vida, que atenda à carência de técnicos de nível médio, problema dos mais críticos na arrancada do nosso desenvolvimento. (MÉDICI, 1971, p. 34 apud FERREIRA JR. e BITTAR, 2006, p. 1163)

Esta tendência de formar técnicos reflete, sem dúvida, a estrutura política da época, como já dissemos. A política de expansão do ensino público de 1º e 2º graus orientou a democratização do acesso à educação básica, todavia, o investimento de verbas públicas em educação não correspondeu a esta medida. Os desdobramentos disso foram, de várias formas, desastrosos e fizeram com que todos os problemas em torno da educação brasileira acabassem vinculados à formação do professor (PEREIRA, 2000, 2011; FERREIRA JR. e BITTAR, 2006; SCHNETZLER, 2011).

Em consequência da necessidade de atender à demanda escolar crescente, a solução encontrada foi a criação, em caráter emergencial, de cursos de formação aligeirados – o que caracterizou uma espécie de “fordismo didático”. Procedeu-se, então, a implementação dos conhecidos *Esquemas I e II*, para profissionais de nível superior e médio, respectivamente (MESQUITA e SOARES, 2011). Estes dois tipos de esquema consistiam numa complementação pedagógica, cuja carga horária era distinta para os diferentes níveis, de modo que fosse oportunizada aos profissionais a instrução requerida:

Artigo 1.º - O currículo dos cursos de grau superior para a formação de professores de disciplinas especializadas do ensino médio, relativas às atividades econômicas primárias, secundárias e terciárias, dividir-se-á em dois esquemas: a) Esquema I, para portadores de diplomas de grau superior relacionados à habilitação pretendida, sujeitos à complementação pedagógica, com a duração de 600 (seiscentas) horas; b) Esquema II, para portadores de diplomas de técnico de nível médio, nas referidas áreas com a duração de 1.080 (mil e oitenta), 1.280 (um mil duzentos e oitenta) ou 1.480 (um mil quatrocentos e oitenta) horas. (BRASIL, 1971b)

A complementação pedagógica promovida pelos Esquemas I e II permaneceu em vigor até a década de 1980, quando, por efeito de instrução legislativa, deveriam ser convertidos em licenciaturas – salvo casos específicos para os quais o Esquema I continuaria ativo até a década de 1990. Contudo, apesar do prazo de 3 (três) anos estipulado para o cumprimento da medida, a flexibilização concedida nos casos de comprovação de falta de recursos materiais e humanos impossibilitou a efetivação das licenciaturas (MACHADO, 2008; MESQUITA e SOARES, 2011). Ainda assim, este foi um modelo difundido por todo o país, atendendo, sobretudo, às regiões com maior carência de professores e que não contavam com cursos de licenciatura.

Mas a implantação dos esquemas não foi a única alternativa encontrada para garantir a formação célere e massiva de professores – o “fordismo didático” ao qual nos referimos anteriormente. A proposta de criação de *licenciaturas curtas*, segundo

Candau (1987), apresentada ao Conselho Federal de Educação (CFE) em 1964 pelo conselheiro Newton Sucupira, para formar professores de Ciências, Estudos Sociais e Educação Artística que iriam atuar no ginásio, foi resgatada por *Valnir Chagas* com a intenção de substituir as licenciaturas plenas, “principalmente nos cursos em que a demanda era maior que a oferta, caso das disciplinas de Química e Física”, como pontuam Mesquita e Soares (2011, p. 170). A proposta, apresentada em 1973, foi, entretanto, aprovada somente para os casos das licenciaturas em Educação Artística e Ciências (CANDAU, 1987; SIQUEIRA, 2012).

Este modelo de licenciatura promovia a ideia de um professor polivalente com habilitação geral e que, graças a isso, poderia transitar pelas diversas disciplinas do 1º e 2º graus num sentido integrador e de flexibilização do conhecimento curricular – o que parece uma débil tentativa de promover interdisciplinaridade. A avaliação geral desses cursos mostrou falhas insuperáveis na tentativa de formar professores, mas, apesar disso as licenciaturas curtas só foram extintas totalmente a partir de 1999.

Para agravar ainda mais a situação da educação, o Estado formulou políticas e práticas de cerceamento e controle das atividades acadêmicas nas Universidades e abriu espaço para a expansão da iniciativa privada em educação superior, relatam Pereira (2000; 2011) e Ferreira Jr. e Bittar (2006). Esta expansão do ensino privado, cujo objetivo era a formação de uma demanda já não suportada pelas Universidades públicas, acarretou a criação indiscriminada de cursos de licenciatura em faculdades particulares. Estes cursos não tinham – ainda menos que as instituições públicas – qualquer compromisso com a qualidade da formação pedagógica (MALDANER, 2000; PEREIRA, 2000).

Todos esses fatores, que demonstram a falta de planejamento e organização do governo, seguidos de um expressivo arrocho salarial devido à política de abertura posta em execução, causaram a queda na qualidade da formação dos professores e a descaracterização da identidade profissional do professor, com uma conseqüente desvalorização do magistério e da carreira docente (MALDANER, 2000; PEREIRA, 2011; FERREIRA JR. e BITTAR, 2006). Nesse contexto, o perfil dos estudantes das licenciaturas também passou por mudanças, como explicitam Gatti (2011) e Siqueira (2012) e ele(a), diferente das normalistas de outrora, vem das classes sociais menos favorecidas e não tem a pretensão de permanecer no magistério.

Críticas ao modo como se enxergava na formação inicial dos professores uma garantia da qualidade de ensino foram [muito acertadamente] colocadas a público e

questionou-se, então, o papel de fatores externos à formação, a exemplo da reflexão de Arroyo (1985) acerca de como a prática profissional *deforma* e *desqualifica* o professor e a intrigante interrogação apresentada por Haguette (1991): “*a docência é profissão, vocação ou não passa de um bico?*”. O desfecho desse quadro crítico pintado ao longo da década de 70 sucedeu com as primeiras greves de professores – uma classe profissional consolidada – já no início da década de 80.

Os professores foram personagens de destaque na transição democrática da década de 70 para a de 80 e o papel social que eles desempenharam trouxe algo de novo, tanto para a formação docente quanto para a prática do magistério. Embora o modelo da racionalidade técnica não tenha sido de todo abandonado, persistindo até hoje em muitos aspectos, o foco da formação de professores foi, segundo Pereira (2000), o caráter político da prática pedagógica e o compromisso do educador com as classes populares, claro reflexo do momento sociopolítico vivenciado (CANDAUI, 1987). A partir de então, debates mais intensos acerca do processo formativo e suas implicações ganharam espaço, assim como as reformulações curriculares em cursos de formação (BRZEZINSKI, 1992).

Durante a primeira metade da década de 1980, a função social da escola foi um tema bastante discutido no meio educacional sob a perspectiva de que a prática educativa deveria estar vinculada a uma prática social global para transformação da realidade, estendendo-se para além das salas de aula (PEREIRA, 2000; MICHELS, 2006). Nesse sentido, destacam-se, como apontam Ghirardelli Jr. (1987) e Andrade, D'Ávila e Oliveira (2004), duas vertentes pedagógicas:

- a) **Pedagogia Libertadora:** originada no movimento de educação popular, do qual Paulo Freire é expoente, entre os anos de 1950 e 1960 e retomada no início da década de 80, após o processo desencadeado em 1964. O professor, baseando-se na dialética de ensinar e aprender, coordenaria atividades desenvolvidas com os alunos (no ideal de aprendizagem mútua) a partir do debate de temas políticos e sociais daquele contexto temporal, a fim de encontrar, pelo exercício da crítica, soluções possíveis para problemas reais.
- b) **Pedagogia Crítico-Social dos Conteúdos (Histórico-crítica):** aparece em meio a virada democrática como reação de alguns educadores à pouca relevância dada pela Pedagogia Libertadora ao saber cultural construído [social e]

historicamente. Sua característica principal é a transmissão/assimilação daquele saber, de forma crítica e mediada pelo professor, permitindo o reconhecimento das condições de produção e o caráter mutável do conhecimento – fazendo possível, desta forma, o desenvolvimento, nos estudantes, de habilidades e capacidades de interpretar e modificar a realidade a seu favor.

Esta nova perspectiva inspirou um movimento de crítica à postura do período anterior, quando a função social da escola era praticamente inexistente e, em razão disto, não discutida. A literatura especializada refletiu esta crítica com o crescimento do número de publicações cujos temas tratavam, com frequência, da “afirmação da função mediadora da educação” em virtude da formação do professor [do educador], as competências que lhe eram necessárias, da articulação entre teoria e prática que deveria ser constante no processo formativo e do papel da Universidade neste todo, como registram Candau (1987) e Pereira (2000). Sobre estes temas, esclarecemos o ponto de vista dominante na época.

Parece, conforme indicam Saviani (1982) e Pereira (2000), que o novo fôlego de democracia que chegou com a década de 80 criou uma necessidade de delinear o profissional que representaria o novo espírito da educação brasileira. Na literatura da época passou a figurar a dicotomia entre os termos “professor” e “educador”, pois como ainda hoje alguns profissionais pensam, o ato de educar tem mais valor que o de ensinar. Este novo educador assumiria responsabilidades distintas daquelas dos professores especialistas de conteúdo e técnicos educacionais, seu papel era agora o de facilitador e mediador do conhecimento, consoante com as linhas pedagógicas contemporâneas (GHIRARDELLI JR., 1987). Publicamente, pelo menos, a imagem do professor [ou do educador] era a de um sujeito politizado e socialmente engajado.

Com a chegada dos anos 90, esta dicotomia perderia a importância e viraria só mais uma questão terminológica, abrindo espaço para outra muito mais complexa e interessante (professor vs. pesquisador) (NAGLE, 1986; MALDANER, 2000). Na verdade, a distinção tornou-se incômoda, não por ser trivial – porque não era –, mas porque parecia uma necessidade explicitá-la sempre:

Já vem causando um pouco de irritação o uso indiscriminado da palavra educador, porque neste país nem se forma o professor direito e já se julga que se deve, em lugar de professor, formar o educador. Outra palavra mágica esta, que já faz parte da linguagem comum sem que se saiba bem o que é o educador. [...] Trata-se do muito frequente fenômeno da

substituição de pontos de vista, de temas, de autores e até de palavras, sem que se proceda a análise aprofundada. (NAGLE, 1986, p.167)

A despeito das competências que caberiam ao educador, mais uma dicotomia foi estabelecida: competência técnica *versus* o compromisso político. Como Pereira (2000) explica, estes são aspectos indissociáveis, conquanto se quisesse sobrepor um ao outro – naturalmente, o técnico ao político, seguindo tendências de outrora. A despeito disso, Candau (1983) apresenta a possibilidade de formação do professor de uma perspectiva multidimensional que é, além de técnica e política, humana. Ser educador é seguir por estas vias, sabendo conciliar o que cada uma oferece de mais salutar para a formação completa do docente.

Enquanto as dicotomias anteriores estimularam discussões que se orientaram na direção de relativos consensos e não seguiram muito além na década de 80, não se pode dizer o mesmo a respeito da articulação entre teoria e prática na formação de professores ou sobre o papel da Universidade neste esforço de habilitação. Estes dois aspectos são, ainda hoje, os motores de muitas pesquisas que envolvem desde fatores estruturais até concepções epistemológicas.

Provavelmente, o maior problema encontrado na relação entre teoria e prática seja, ainda hoje, a inclinação de tratar cada uma destas duas partes de um todo, que é o trabalho docente, como pontos isolados e inconciliáveis (PEREIRA, 2000). Criou-se, não só no senso comum, mas na própria academia, a ingênua ideia de que a prática é mera aplicação da teoria; mesmo tendo essa distinção marcada, a prática, paradoxalmente, confirma a teoria. Essa perspectiva caracteristicamente positivista é íntima da racionalidade técnica: problemas “ideais” encontram solução na aplicação rigorosa de técnicas e teorias (MALDANER, 2000; CACHAPUZ et al, 2011).

A estrutura curricular dos cursos superiores contribuiu significativamente para a perpetuação da separação entre teoria e prática por não admitir que uma suporta a outra. No caso das licenciaturas, desde a adoção do modelo “3+1” de organização, constatamos de forma muito mais contundente os efeitos desse afastamento:

Os currículos de formação profissional, com base na racionalidade técnica derivada do positivismo, tendem, exatamente, a separar o mundo acadêmico do mundo da prática [...], esses currículos procuram proporcionar um conhecimento básico sólido no início do curso, com subsequentes disciplinas de ciências aplicadas desse conhecimento para, finalmente, chegarem à prática profissional, com os diferentes tipos de estágios. (MALDANER, 2000, p. 51)

Numa analogia, Schön (1983, p. 16, tradução nossa) trouxe uma comparação entre os trabalhos do professor e do médico, evidenciando a fraqueza deste modelo curricular: “oitenta e cinco por cento dos problemas com que um médico se depara em seu consultório não constam nos livros”. De nada adianta investir na formação preparatória do professor se esta é tão distante tanto da prática docente quanto da pesquisa, pois é nestas situações e não naquelas que os problemas se apresentam em toda a sua complexidade. A academia parecia mais e mais um mundo a parte da realidade que os futuros professores teriam que enfrentar e nem mesmo os estágios propostos nos cursos conseguiam promover uma aproximação com o exercício do magistério; era clara a necessidade de práticas mais eficazes na tarefa de trazer aquela complexidade para as salas de aula, contornando a grande fragmentação da formação dos profissionais da educação.

Como dito anteriormente, de fato, este modelo só fez surgir mais dilemas: as Universidades, não menos negligentes que outrora, permaneceram sem tomar como uma de suas tarefas centrais a formação do professor, apesar das campanhas em defesa da escola pública e dos esforços sindicais em torno do magistério; a distinção entre disciplinas de conteúdo e pedagógicas agravou-se progressivamente, tendo se refletido na antiga querela “bacharéis *versus* licenciados” – a Universidade, inclusive, enxergava o licenciado como um “quase bacharel”, com entendimento elementar de aspectos pedagógicos; os professores preferiam lecionar nos cursos de bacharelado e nas pós-graduações, formando os pesquisadores de elite, algo que era, para eles, impossível de fazer formando professores (PEREIRA, 2000, 2011; SAVIANI, 2006).

Todos estes dilemas, agravantes de uma crise das licenciaturas, encontrariam propostas de solução na década de 90, quando a escola passa a ser compreendida como um espaço microssocial que reflete as relações entre indivíduo e coletivo, uma mudança de paradigma que despertou na educação brasileira, nas pesquisas sobre formação docente em especial, a preocupação com o papel do “sujeito-agente”. Foi nesse contexto que uma nova perspectiva de professor emergiu e pôs fim na crença irreal de que não se formam pesquisadores nas licenciaturas: a figura do *professor-pesquisador*; aliás, foi o professor-pesquisador que desconstruiu a dicotomia ensino-pesquisa que, então, vinha se estabelecendo (MALDANER, 2000; PEREIRA, 2000).

O primeiro passo na tentativa de formar professores-pesquisadores envolveria uma necessária reorientação epistemológica, um novo entendimento sobre a ciência e seus métodos, além de uma mudança sensível na postura do professor em termos

pedagógicos. Os estudantes das licenciaturas, assim como muitos professores já em serviço no ensino básico e na própria academia, tem visões deformadas da ciência e disto decorre a ideia de que a pesquisa científica é reservada a uma elite intelectual, por isso, a formação desse novo tipo de professor exigiu, antes de tudo, um esforço de desmistificação da pesquisa científica (LÜDKE e ANDRÉ, 1986; CACHAPUZ et al, 2011).

Com este novo perfil, o professor-pesquisador passou a ser “sujeito-agente”, aquele que investiga a sua própria prática de forma bem fundamentada e crítica para modifica-la, exercitando um comportamento reflexivo que, segundo Schön (1983), é o que faz do professor um pesquisador no contexto prático. Esta “reflexão-na-ação” foi o elemento que reestabeleceu a relação entre teoria e prática, pois permitiu que o professor não só aprendesse, mas vivenciasse a pesquisa, compreendendo, assim, os processos de produção do conhecimento e não apenas o resultado final destes. O papel do professor foi apresentado como bem distinto a partir de então, ele é dono de saberes docentes únicos, um sujeito multifacetado, mas, ainda assim, especial e isto deveria projetar-se na sua formação:

O professor, durante a sua formação inicial e continuada, precisa compreender o próprio processo de construção e produção do conhecimento escolar, entender as diferenças e semelhanças dos processos de produção do saber científico e do saber escolar, saber a história da ciência e a história do ensino da ciência com que trabalha e em que pontos elas se relacionam. Esses elementos constituem apenas uma das características do trabalho docente e, sem desconhecer as outras dimensões, já revelam e demonstram a sua complexidade. (PEREIRA, 2000, p. 47)

Aqui, Pereira (2000) confirma a ideia de um professor reflexivo que faz da sua prática o campo de pesquisa pela reflexão-na-ação, uma “epistemologia da prática”, como propôs Schön (1983), e que, assim, produz um conhecimento específico, algo não natural para qualquer outro pesquisador senão aquele constituído nos cursos de licenciatura. O autor deixa clara a diferença entre os saberes docentes e científicos e que os dois relacionam-se porque são essenciais à formação do professor, a história da ciência e a história do ensino da ciência apontam as diferenças entre os dois e os pontos em que eles se encontram.

A partir dessa nova perspectiva de formação e de professor, a ideia de que as concepções epistemológicas do docente mantem uma relação direta com as práticas desenvolvidas no exercício do magistério ganhou força. O professor constrói durante

a sua vida – pois a sua formação começa antes da licenciatura e continua além dela (GIL-PÉREZ, 1996) – o que Becker (2002) chamou de “epistemologia do professor” ou “epistemologia do docente”, um conhecimento que, pela ação reflexiva, o conduz para além do senso-comum na efetivação da sua prática. Essa epistemologia está presente “quando o docente seleciona o conteúdo da disciplina que vai ensinar [...] quando decide pelo método e pelos procedimentos de ensino” (ARANHA, 1996, p. 128), e tem como fundamentos a própria ciência que é ensinada; é, desta maneira, o que permite a compreensão das práticas e do que lhes dá fundamento. Pais (2008) define a epistemologia do docente da seguinte forma:

Entendemos a epistemologia do professor como sendo as concepções referentes à disciplina com que trabalha esse professor, oriundas do plano estrito de sua compreensão e que conduzem uma parte essencial de sua postura pedagógica, em relação ao entendimento dos conceitos ensinados aos alunos. (PAIS, 2008, p. 34)

Como podemos ver, ele reitera a relação entre as concepções do professor a respeito da disciplina ensinada, a epistemologia da ciência, e aquelas que orientam a sua ação pedagógica (sua postura), a epistemologia do docente. Parece-nos claro, então, que o professor precisa, antes de tudo, compreender a natureza da ciência, a complexa dinâmica de construção e transformação do conhecimento, para, só então, desenvolver a epistemologia que lhe é própria (LÔBO e MORADILLO, 2003). Para tanto, uma via possível é a história da ciência e do ensino da ciência – ou de alguma determinada ciência –, que, ratificando o discurso anterior de Pereira (2000), permite identificar o progresso do conhecimento, o movimento epistemológico.

Porém, há que se considerar as opiniões em contrário de muitos professores que afirmam não existir uma articulação comprovada ou, pelo menos, aparente entre a sua epistemologia e os resultados alcançados nos processos educativos de ensino e aprendizagem (MALDANER, 2000). Sobre esta oposição, vale lembrar as palavras do Bachelard (2007, p.23): “Na educação, a noção de obstáculo pedagógico também é desconhecida. Acho surpreendente que os professores [...] não compreendam que alguém não compreenda”. Não enxergar as relações não nos permite garantir a sua inexistência, mas é concebível que alguns não compreendam isso.

Esta preocupação com a formação de professores numa perspectiva reflexiva e epistemologicamente orientada, na qual o sujeito é, ao mesmo tempo, agente que pesquisa e intervém na ação de forma crítica, reconciliando teoria e prática, seguiu

como modelo recomendado para as licenciaturas e cursos de formação continuada nas décadas posteriores, na expectativa de promover uma formação mais crítica e a superação do tecnicismo ainda presente (MALDANER, 2000; LÔBO e MORADILLO, 2003; ECHEVERRÍA, BENITE e SOARES, 2010; SCHNETZLER, 2011). A formação de professores orientada por pressupostos epistemológicos passou a ser, desde a segunda metade da década de 90 até os dias de hoje, um campo muito prolífico.

À guisa de conclusão, encerramos essa discussão sobre alguns dos aspectos históricos mais gerais da formação docente no Brasil, ilustrando os novos rumos que se descortinaram a partir deste ponto e abrindo espaço para um debate centrado em apontamentos mais peculiares da formação inicial de professores de Química. Em algumas Universidades, foram criados fóruns de licenciaturas para discutir e propor soluções para problemas ainda persistentes nos cursos de formação de professores; foram criadas as licenciaturas noturnas, ampliando a oferta de formação superior; a pesquisa em ensino trouxe melhorias para as licenciaturas; e a nova LDB entrou em vigor em 1996.

Dentre os fóruns, destacou-se o da Universidade de São Paulo (USP), graças à proposta curricular inovadora que lançou, a “Licenciatura Experimental Plena em Biologia, Física, Química ou Matemática” (LIUSP)⁴. Esta proposta foi copiada por outras instituições, na tentativa de superação do modelo 3+1, sem muito êxito, dado que eram pouco práticas. Aliás, esta iniciativa foi uma evidência da valorização que a pesquisa em ensino passou a ter no âmbito acadêmico, tanto foi assim que novas disciplinas com caráter integrador – as Práticas de Ensino, as Didáticas Específicas, a Instrumentação para o Ensino, a História e a Filosofia da Ciência –, exigindo que o professor assumisse uma nova postura, um perfil interdisciplinar (PEREIRA, 2000; SOMMERMAN, 2006).⁵

Por fim, mas com grande importância, em meados da década, como já antes mencionado, a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional foi publicada, revogando as disposições da versão de 1971, sobejo da ditadura. A LDB de 1996 foi [e ainda é] um grande avanço, pois reorganizou toda a estrutura educacional do país em seus níveis e modalidades e trouxe mudanças ainda mais significativas para o processo de formação de professores: para atuar na educação básica, os docentes

⁴ O projeto LIUSP apresentou uma organização curricular diferente de outras licenciaturas, com uma estrutura em três blocos de disciplinas: pedagógicas, científicas e sociais. (PEREIRA, 2000, p. 64).

⁵ Neste período, destacaram-se na pesquisa em ensino as problemáticas em torno das concepções epistemológicas dos docentes e da História da Ciência (CACHAPUZ et al, 2011, p. 203).

deveriam ser formados em nível superior nos cursos de licenciatura plena oferecidos pelas universidades e institutos superiores de educação. A Lei é bastante flexível no que diz respeito ao processo formativo, as Universidades adquiriram autonomia para fixar os seus currículos, mas o governo ainda manteve o controle sobre o produto (o professor). À duras penas, a Educação, finalmente, ganhara alguma atenção no país (PEREIRA, 2000; BRASIL, 2010; GATTI, 2011).

1.1.2 Ensino das Ciências: a formação do professor de Química em foco

A formação de professores para as disciplinas de ciências naturais [ou físicas] (Física, Química e Biologia) seguiu, de modo geral, um trajeto histórico semelhante ao que apresentamos antes num panorama mais amplo. Quando nos restringimos à Química, encontramos peculiaridades nos esforços de formação de professores para esta ciência e, por isso, nos parece apropriado recapitular o seu estabelecimento no Brasil, tanto como área de pesquisa, quanto como elemento de educação científica – o Ensino de Química. A seguir, destacamos alguns pontos de importância na história da Química no país, bem como do Ensino de Química e da formação de professores para disseminação de seus conhecimentos, a expansão das pesquisas na área e os eventos que coordenaram esse processo.

A Química chegou ao Brasil muito tardiamente, seguindo o ritmo europeu que se instituiu desde o século XVIII, quando da “*Revolução Científica*”, principiada com a *Revolução Francesa*, e foi só então que se estabeleceu, de fato, como ciência. No entanto, é sabido que, antes disso, práticas utilitárias já eram realizadas pelos índios ainda na “*Terra Brasilis*” – a exemplo das tinturas fabricadas a partir do urucum e do jenipapo –, e na Colônia – quando técnicas aplicadas à exploração de matéria prima, como o pau-brasil, e à produção de açúcar de cana eram adotadas (BRAIBANTE et al, 2013). Estes foram os rudimentos de uma ciência que, nos séculos seguintes, iria alcançar um progresso muito respeitável (OLIVEIRA e CARVALHO, 2006; ALMEIDA e PINTO, 2011).

É preciso fazer justiça também aos registros feitos por historiadores naturais, que constituem a memória sobre o acervo botânico do país e relatam a qualidade do clima. Dentre as plantas descritas nos relatos, muitas apresentavam propriedades e “enriqueceram as farmacopeias europeias”, como pontuam Almeida e Pinto (2011, p. 41), e quanto aos ares daqui, sempre considerados muito puros, foram feitos alguns

estudos sobre a sua qualidade, por cientistas brasileiros, já entre os séculos XVIII e XIX (MARQUES e FILGUEIRAS, 2010); muitos destes estudos sobre a qualidade da atmosfera do Brasil são, em termos historiográficos, sincrônicos daqueles realizados por Lavoisier (LAVOISIER, 2007).

A despeito do relativo progresso de que o país desfrutaria tempos depois, não se tem registros de grandes avanços na área de Química até a Reforma Pombalina, em 1772, que antecipou a vinda da família real para a Colônia – não existia ciência aqui ou em Portugal até então, como deixa claro Chassot (1996). D. João VI era um entusiasta dessa nova ciência que se espalhara pela Europa à época e, por isso, seu papel na consolidação desta, não só como área de pesquisa, mas também de ensino, é significativo. (OLIVEIRA e CARVALHO, 2006). A produção açucareira era uma indústria agora, e a exploração de recursos minerais como o ouro e o diamante exigia a adoção de técnicas modernas de mineração e metalurgia, dentre as quais a docimasia e alguns processos de purificação já muito difundidos na Europa com a Revolução Química de Lavoisier (VANIN, 2005; LAVOISIER, 2007).

Foi nesse contexto que o Brasil viu nascer seus primeiros cientistas e quando, em 23 de abril de 1811, D. João ordenou que fossem ministradas aulas de Química, entre outras disciplinas, na *Academia Real Militar*, como parte do currículo do curso de Engenharia, teve início a Educação Química no país (ALMEIDA e PINTO, 2011). Além desta iniciativa, em 1818, foi criado o primeiro laboratório para fins industriais: o *Laboratório Químico-Prático do Rio de Janeiro*, vinculado ao Ministério de Estado, dos Negócios da Marinha e Domínios Ultramarinos, o que deixava claro o interesse econômico nesse “estabelecimento” (CHASSOT, 1996; SILVA, 2004; OLIVEIRA e CARVALHO, 2006). De fato, foi até curiosa a primeira análise que se realizou neste laboratório:

O primeiro trabalho oficial do Laboratório Químico-Prático foi a tentativa de descobrir produtos que pudessem ser utilizados para permuta de gêneros com os chineses. O primeiro produto analisado foi o pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) para utilização em tinturarias. O objetivo seria a extração da fécula corante que seria preparada aqui por conta do Estado. Mas o êxito deste projeto dependia da qualidade do material e do preço. Foi feito o extrato e o projeto não foi adiante, porque os chineses importavam do Sião (atual Tailândia) um lenho mais barato. (SILVA, 2004, p. 346)

Como a história nos apresenta, a Química estabeleceu-se no país, sobretudo, para atender às necessidades do processo de industrialização, que avançava com a

exploração dos recursos minerais e vegetais, abundantes nas novas terras, para fins de comercialização; tanto como área de pesquisa, quanto como conhecimento a ser ensinado, servia a interesses econômicos e práticos, não tinha um caráter de ciência em si, mas exclusivamente utilitário – por assim dizer, “o que chegava ao Brasil era cultura e o que saía era mercadoria” (CHASSOT, 1996, p. 132). Da mesma forma, a aguardente foi estudada para fins de exportação; a Química ensinada no curso de Engenharia tinha a razão de difundir as técnicas de tratamento de minerais; e nos cursos de Medicina a disciplina científica fora incluída como mera formalidade da Reforma Pombalina.

Nesse período, é preciso destacar alguns nomes que certamente contribuíram para que a Química fosse, aos poucos, assumindo um papel menos figurativo e mais participativo. *Vicente Telles* merece ser lembrado pela publicação do seu “*Elementos de Química*”, livro em duas partes, sobre a história da Química desde a Alquimia até os estudos sobre o calor e acerca da nomenclatura das substâncias – tendo, muito provavelmente, recebido a influência do “*Traité élémentaire de chimie*”, de Lavoisier, publicado no ano anterior –, considerado, hoje, o primeiro livro didático de Química em língua portuguesa. Como o francês, o mineiro criticava, em sua obra, a “Teoria do Flogístico”, embora não tenha alcançado o mesmo prestígio (FILGUEIRAS, 1985; ALMEIDA e PINTO, 2011).

Além de Vicente Telles, destacamos outros dois químicos⁶ proeminentes neste cenário: *José Bonifácio*, cujo interesse pelas ciências e pelo pensamento iluminista é reconhecido; e *Alexandre Vandelli*, filho do famoso professor *Domenico Vandelli* que lecionava Química na Universidade de Coimbra, e genro de Bonifácio – daí as suas influências (OLIVEIRA e CARVALHO, 2006; MARQUES e FILGUEIRAS, 2009). José Bonifácio ocupou cargos importantes na Corte e foi, inclusive, tutor de D. Pedro II, enquanto Alexandre Vandelli foi seu professor; deste modo, a influência de ambos, tornou o Imperador um entusiasta da Química – de fato, ele tinha contato com obras de químicos famosos e chegou a conhecer muitos deles em suas viagens à Europa, como Pasteur e Berthelot, e.g., além disso, realizava experimentos de química no laboratório particular que mantinha (um costume de muitos nobres, a exemplo de Henry Cavendish) (FILGUEIRAS, 1988; MOSLEY e LYNCH, 2011).

⁶ Embora não fosse químico, também merece destaque a figura de Antônio de Araújo e Azevedo, o Conde da Barca, um dos pioneiros da Educação Química no Brasil, como descreve Chassot (1996, pp. 139-141), que procurou ligar o ensino da ciência à economia do país de maneira bastante realista.

Outro exemplo do envolvimento de D. Pedro II com a Química é o fato de esta ciência ter sido parte importante da educação de suas duas filhas e, especialmente, da Princesa Isabel. Filgueiras (2004) mostrou o quão rígida era a educação da futura regente e como esta era uma aluna aplicada em Química, apresentando excertos de textos daquela (exercícios sobre balanceamento de reações químicas aos moldes da época e distinções, ainda difusas, entre “átomos” e “moléculas”) e notas sobre o seu desempenho: “No Boletim de 20/12/1863 há uma menção de *Com louvor* para o exame de Química de Isabel, a única menção deste tipo encontrada, e também a única escrita em português” (p. 352, grifo do autor). A princesa parece ter tido, pelo que os documentos permitem inferir, um interesse especial pela Química Inorgânica, o que não é algo espantoso se considerarmos a íntima ligação entre a Química e a Mineralogia naquele contexto, além de uma positiva necessidade de conhecimento das Análises Químicas e da Química Aplicada.

Apesar do entusiasmo declarado do Imperador – um reconhecimento de que as ciências receberam, ainda que minimamente, alguma atenção nesse período –, a difusão da educação científica, assim como da educação brasileira em geral, não foi plena e restringiu-se às elites. Em boa medida, a razão do desinteresse por estudos científicos era marca da tradição da educação jesuítica (1549-1759), assim como da franciscana, que privilegiava as ciências Humanas (CHASSOT, 1996, p. 134). Entre 1857 e 1930, o Ensino Secundário de Química não teve a atenção merecida, mesmo que, nesse ínterim – passagem do sistema monárquico para o republicano –, seis reformas educacionais tenham acontecido (ALVES, 2002; SCHNETZLER, 2011)

O processo de industrialização do país progrediu pelo século XIX, alcançando o auge após a década de 1930, e suscitou um investimento em educação científica, a Educação Química em particular, pois, como apontam Oliveira e Carvalho (2006, p. 34): “Devido à guerra, as importações de bens de consumo e a vinda de técnicos especializados tornaram-se difíceis e limitadas, evidenciando que o país precisava produzir e desenvolver produtos químicos e formar técnicos especializados”. A partir de então, a história da Educação Química seguiu paralela à história das licenciaturas no Brasil – adotando uma postura empírico-indutivista e marcada pelo tecnicismo –, não ignorando, entretanto, ações como a criação de cursos de Química no Rio de Janeiro⁷.

⁷ “O primeiro curso oficial de Química foi oferecido pelo Instituto de Química no Rio de Janeiro, em 1918” (OLIVEIRA e CARVALHO, 2006, p. 35).

Logo em 1931, a *Reforma Francisco Campos* (1931-1941) impeliu, em nível nacional, a organização do ensino secundário através de estratégias escolares como a seriação do currículo e a obrigatoriedade da frequência dos alunos, e, além disso, regulamentou o registro dos profissionais que atuavam naquele âmbito; o professor deveria, a partir de então, ser licenciado pelas Faculdades de Educação, Ciências e Letras (DALLABRIDA, 2009). A Química, que era uma disciplina à parte da Física desde 1925 – *Reforma Rocha Vaz* (1925-1930) –, foi incluída no currículo do ensino secundário como disciplina obrigatória, exigida para ingressar nos cursos superiores de medicina, odontologia, farmácia, engenharia e arquitetura de então (MESQUITA e SOARES, 2011; SCHNETZLER, 2011).

A Reforma Francisco Campos foi basilar no desenvolvimento da educação em ciências no Brasil, mas especialmente para o Ensino de Química, não só por torná-lo obrigatório, mas porque fez desta obrigatoriedade uma necessidade do que, hoje em dia, nós chamaríamos de alfabetização científica. O tom dessa reforma e também da seguinte, a *Reforma Capanema* (1942-1960), recomendava que o ensino de química servisse à formação do espírito científico do estudante, destacando não tão somente o caráter experimental da ciência, mas as relações com o mundo e sua presença no cotidiano, bem como as construções históricas que suportam o seu avanço – enfim, as Ciências foram reconhecidas em seu valor (PORTO, 2011; SCHNETZLER, 2011). Porém, esta obrigatoriedade de incluir as disciplinas científicas no ensino secundário ocasionou a necessidade de formar professores para lecioná-las, sendo os cursos de licenciatura, naquele novo cenário, os locais mais apropriados para este fim. Nós apontamos, anteriormente, as dificuldades enfrentadas no estabelecimento desses cursos de formação de professores.

O primeiro curso de licenciatura em Química do Brasil foi instalado na USP (Universidade de São Paulo) seguindo o “modelo 3+1” e ligado ao curso de Química Industrial, do qual veio a desvincular-se em 1964, com a publicação da Lei Orgânica do Ensino Normal. O corpo docente era constituído, principalmente, por profissionais estrangeiros – na Química, predominaram os alemães como os professores Heinrich Rheinboldt e Heinrich Hauptmanne –, e a primeira turma contava, inicialmente, com 40 alunos que, com o tempo, reduziram-se a 10 apenas (ALMEIDA e PINTO, 2011; MESQUITA e SOARES, 2011). A tendência da racionalidade técnica foi adotada, era natural se atentarmos ao contexto histórico (a força do Positivismo), mantendo-se

também características do ensino tradicional, refletidas mesmo nos livros didáticos (ECHEVERRÍA, BENITE e SOARES, 2010; SCHNETZLER, 2011).

Alguns problemas enfrentados àquela época persistem até hoje nos cursos de formação de professores de Química, a exemplo do alto número de alunos evadidos logo na primeira turma de licenciandos. Este sempre foi um problema enfrentado por todas as licenciaturas; eram poucos os estudantes interessados em seguir a carreira docente – resultado da desvalorização da profissão e da falta de incentivo por parte das Universidades – e a situação não mudou substancialmente desde então, é claro, feitas as devidas reservas, assim como não mudou o perfil dos licenciandos desde então (GATTI, 2011; MESQUITA e SOARES, 2011).

Outro problema relacionado à formação de professores de Química decorreu da expansão do ensino secundário, na década de 1970, que acarretou a abertura de cursos de licenciatura com baixa qualidade por todo o país e orientou o crescimento do ensino superior privado (PEREIRA, 2000, 2011; FERREIRA JR. e BITTAR, 2006). Embora a abertura de novas licenciaturas fosse um empreendimento pouco custoso e menos complexo, a criação das licenciaturas em Química não seguiu o ritmo desta expansão, dada a necessidade de laboratórios, equipamentos e reagentes, que não fora prevista – realidade que se repete presentemente, com o processo de expansão e interiorização da educação superior, resultante das reformas universitárias levadas a cabo nos últimos dois governos, especificamente nos mandatos [consecutivos] do presidente Luís Inácio (MESQUITA e SOARES, 2011; FERREIRA, S., 2012).

Nesse contexto de expansão, e considerando as dificuldades na formação de professores bem preparados para lecionar as disciplinas científicas, em 1973, Valnir Chagas resgatou a proposta para criação de “licenciaturas curtas”, como explicamos anteriormente, uma medida [emergencial] que foi adotada para as licenciaturas em Educação Artística e em Ciências. Com a aprovação da Resolução 30/74, que dizia respeito a este novo modelo formativo, segundo Mesquita e Soares (2011, p. 170), a partir de 1978, “não seriam mais formados professores em licenciaturas específicas de Química, Física ou Biologia, o modelo adotado seria o do professor polivalente formado em tempo reduzido”.

Entretanto, no meio acadêmico, houve rejeição imediata do modelo formativo; não se podia considerar adequada uma proposta que renunciava às especificidades de cada ciência em favor de uma formação aligeirada e generalista. Neste sentido, a *Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência* (SBPC) cumpriu um importante e

significativo papel, dando voz aos professores, ao levantar uma série de discussões acerca da resolução, o que terminou por evidenciar a debilidade daquela e fazendo com que fosse reavaliada por comissão específica. A *Comissão de Especialistas em Ensino de Ciências* (CEEC) apresentou, em 1980, uma proposta com as seguintes disposições a respeito da formação de professores para as disciplinas de ciências:

A formação de professores para o primeiro e segundo graus para as áreas de Ciências e Matemática deveria ser feita em cursos de licenciatura plena; os cursos de licenciatura em Biologia, Física e Química habilitariam para o ensino destas disciplinas no primeiro e segundo graus, e, mediante complementação, para o ensino de Ciências no primeiro grau; as licenciaturas deveriam preparar o professor para a sala de aula através de disciplinas especiais, tais como as atuais Práticas de Ensino e Instrumentação para o Ensino (SILVA, 2004, p. 67 apud MESQUITA e SOARES, 2011, p. 171).

O estabelecimento da habilitação específica do magistério⁸ inaugurou uma nova era na educação científica, pois, a partir dos anos 80, a pesquisa em Ensino de Ciências ganhou cada vez mais espaço, novas tendências surgiram, acompanhando o ritmo de mudança instituído com o fim pleno da ditadura, e permitiram que novos horizontes fossem explorados. Para a Educação Química, em particular, este foi um período bastante produtivo e assinalado por marcos realmente importantes, que vão desde a criação de associações até a instalação de políticas públicas.

Ainda em 1978, houve a *I Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, quando ocorreu a primeira seção coordenada de trabalhos em Ensino de Química, a pedra fundamental para a criação da *Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química* (SBQ), já em 1988. Num período de desestímulo à formação docente, este foi um exemplo do empenho da comunidade química para organizar a área de pesquisa em Ensino de Química (SCHNETZLER, 2002, 2004, 2011; MALDANER, 2010). Também foi em 1978, um ano após a fundação da SBQ, que a associação criou o periódico "*Química Nova*", com o intuito de divulgação daquela entidade e das pesquisas em Química – mais tarde, a revista viria a dispor de uma seção destinada aos trabalhos sobre Educação e Ensino de Química (FERRAZ e PARDINI, 1992; TORRESI, PARDINI e FERREIRA, 2007).

Quando a comunidade de educadores químicos começou a estabelecer-se de forma organizada, congregando figuras como os professores Attico Chassot e Otávio

⁸ Atualmente, a discussão em torno da Licenciatura em Ciências, uma formação mais generalista, tem voltado a figurar nos debates entre os especialistas em Didática das Ciências.

Maldaner, a necessidade de reunir outros parceiros que compartilhassem do mesmo propósito de abrir espaço para a pesquisa em Ensino de Química e discutir meios de promover a melhoria da [deficiente] educação científica do país permitiu a realização dos primeiros Encontros Nacionais e Regionais de Ensino de Química (MALDANER, 2010; SCHNETZLER, 2011). Foi durante o VII ENEQ (*Encontro Nacional de Ensino de Química*), promovido em 1994, na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, que a criação de um periódico totalmente voltado à divulgação de pesquisas em Ensino de Química e dirigido aos professores [atuantes e em formação] foi sugerida, tendo sido concretizada no ano seguinte, 1995, com a fundação da “*Química Nova na Escola*” (SCHNETZLER, 2004; COLEN, 2012).

Além dessas, outras iniciativas foram levadas a cabo com o intuito de tornar a nova área de pesquisa cada vez mais consolidada, a exemplo das ações de editoras como a *Unijuí*, que publica a coleção “*Educação Química*”, e as Editoras *Livraria da Física* e *Átomo* que tem publicações sobre Ensino de Química, de Física, História da Ciência, entre outros assuntos. Como Schnetzler (2011, p. 62) sintetiza, com estas iniciativas tomadas, “[...] pode-se perceber que no espaço de apenas 30 anos houve a constituição de uma comunidade de educadores químicos brasileiros, que vem desenvolvendo pesquisas em uma nova área da Química, a Educação Química”.

Com efeito, as problemáticas tratadas nas investigações conduzidas no Brasil estão de acordo com as linhas tidas como prioritárias no panorama internacional de pesquisa em Ensino de Ciências: identificação de concepções alternativas do aluno, práticas laboratoriais, currículo, análise e desenvolvimento de materiais didáticos, as relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), linguagem e comunicação, avaliação, formação de professores, aprendizagem baseada em problemas (ABP), concepções epistemológicas do docente, papel da história e da filosofia da ciência e novas tecnologias no ensino (CACHAPUZ et al, 2011, SCHNETZLER, 2011). Estas linhas de investigação vem sendo exploradas desde a década de 1980, permitindo vislumbrar, com suas potenciais contribuições, melhorias substanciais na ação e, principalmente, na formação de novos professores.

Apesar de todos esses esforços, é com muita dificuldade que as contribuições chegam às salas de aula do ensino básico e isso se deve a razões diversas, desde a presença ainda muito forte do ensino tradicional até a fraca divulgação, nas escolas, dos resultados das pesquisas e mesmo o fato de que muitas das novas abordagens desenvolvidas não tem sido introduzidas nos cursos de formação inicial e continuada

de professores (MALDANER, 2000, 2010; SILVA, LIMA e ALBUQUERQUE, 2010; SCHNETZLER, 2011).

[...] o processo de mudança paradigmática, visando a romper gradativamente com o modelo da racionalidade técnica, implica em ações que o minem por dentro. Isso significa catalisar mudanças no processo de formação docente, mesmo dentro de um contexto marcado pelos ditames daquela racionalidade. Sem enfrentar a necessidade de melhorar a formação docente em Química, seja ela inicial ou continuada, dificilmente conseguiremos que contribuições de pesquisas sejam, de fato, concretizadas e produzidas na maioria das salas de aula de Química de nossas escolas. (SCHNETZLER, 2002, p. 22)

Conforme Schnetzler explica, é preciso ir diretamente à raiz do problema, i.e., à formação dos professores, modificando os hábitos e práticas que foram imprimidos neles por seus professores, mesmo antes da graduação, e apresentando-lhes novas estratégias de ensino, abordagens capazes de tornar a aprendizagem significativa, e também medidas relacionadas a reestruturações curriculares e políticas públicas de aperfeiçoamento profissional. De nada irá importar que o professor alcance títulos de especialista em pesquisas demasiado restritivas nos cursos de pós-graduação se, ao longo de sua trajetória, não lhe forem oportunizadas chances de refletir sobre os aspectos epistemológicos e pedagógicos próprios do fazer docente.

Neste sentido de reorientação da formação de educadores químicos, parece apropriado tratar de algumas propostas alternativas que, com frequência, vem sendo adotadas nos cursos de licenciatura. Como recomendam Maldaner (2000), Mortimer; Machado; Romanelli (2000) e Schnetzler (2004): os conteúdos abordados devem ser poucos, mas significativos para a caracterização da identidade científica da Química, e capazes de demonstrar a sua importância; os três níveis de conhecimento químico devem ser explorados (fenomenológico, representacional e teórico-conceitual); este conhecimento deve ser retratado como um saber que mantém ligação com os vários campos da sociedade (econômico, tecnológico, ambiental, etc.), com o cotidiano, por isso é mutável, construído – o que evidencia as relações CTSA e o caráter histórico desse empreendimento [científico] ainda mais fortemente.

Dentre os esforços que buscam promover a melhoria dos cursos de formação de professores de Química através da mudança de hábitos e práticas, encontramos, sobretudo nas décadas de 1990 e 2000, um aumento na produção dos parâmetros e diretrizes para a educação em todos os níveis (BRASIL, 2001, 2010). A conduta que os novos documentos recomendam é a extensão das cargas horárias destinadas às

atividades práticas e estágios supervisionados, de modo que se possa oferecer aos professores em formação a oportunidade de relacionar a teoria aprendida e a sua prática docente – uma medida que atende ao desenvolvimento do “comportamento reflexivo” nos professores, necessário à formação da epistemologia do docente, que é sempre um desejo dos formadores (SCHÖN, 1983; PORLÁN, RIVERO, MARTÍN DEL POZO, 1997, 2003; MALDANER, 2000; BECKER, 2002; LÔBO e MORADILLO, 2003; PAIS, 2008).

Ainda podemos citar outras iniciativas recentes como a criação, pelo MEC, do *Sistema Nacional de Formação de Profissionais do Magistério*, cujo intuito é evitar o desaparecimento definitivo de professores nos próximos anos e, especialmente, os de Matemática, Física e Química, em virtude da carência de profissionais para estas disciplinas. Infelizmente, o projeto só envolve IES públicas, ignorando a contribuição das instituições privadas na história da formação docente no país. Além desta ação, Maldaner (2010) e Melão e Soares (2012) também dizem da recente expansão das licenciaturas em ciências naturais para *Centros e Institutos Federais de Educação Tecnológica (Cefets e Ifets)*, sem tradição na tarefa de formar professores – o que é, alguma sorte, preocupante; e das mudanças nos currículos dos cursos de formação implicadas pelo “novo ENEM”, que substituiu o vestibular como meio de ingresso no Ensino Superior e promoveu a ruptura com o modelo enciclopédico difundido entre professores e estudantes.

Por último, nessa perspectiva de mudança, destacamos o papel da criação de disciplinas de caráter sociológico, filosófico e/ou antropológico, tais como: História da Química [ou da Ciência], Epistemologia da Ciência, Instrumentação para o Ensino de Química e Metodologia do Ensino de Química (MALDANER, 2000; SILVA et al, 2010; PORTO, 2011). Nestas disciplinas, são explorados conhecimentos relativos ao desenvolvimento científico e à construção do conhecimento, fundamentais para que, no processo de ensino-aprendizagem, o docente não aborde o conteúdo químico de maneira descontextualizada social, cultural e historicamente – perpetuando algumas visões deformadas desta ciência, como o seu caráter neutro, estático e de verdade indiscutível (ANDRADE et al, 2004; CACHAPUZ et al, 2011; SCHNETZLER, 2011).

Estes espaços para discussão de aspectos basilares *sobre ciência*, tais como a história e a filosofia da(s) ciência(s), tem parecido bastante profícuos ao oferecer subsídios para que os professores reelaborem os conteúdos químicos em conteúdos escolares, num processo de transposição didática estreitamente ligado às questões

que sustentam a epistemologia do docente. Novas abordagens, dentre estratégias e metodologias mais robustas, tem sido desenvolvidas nessas disciplinas incluídas em cursos de formação inicial de professores de ciências (PAIXÃO e CACHAPUZ, 2003; EL-HANI, 2006; MARTINS, L. e BRITO, 2006; OKI, 2006; TEIXEIRA, FREIRE JR. e EL-HANI, 2009; SILVA et al, 2010; CORRÊA, MEGLHIORATTI e CALDEIRA, 2011; PORTO, 2011), com investigações abordando desde as concepções de licenciandos até experiências inovadoras que seguem novas teorias e/ou ações que valorizam o papel do estudante como pesquisador, o seu modo de pensar, refletir e de resolver problemas que conciliam teoria e prática.

Encerramos aqui as considerações sobre a formação inicial de professores de química, reiterando como essas novas abordagens abrem possibilidades para que o aluno seja produtor do seu próprio conhecimento pela valorização da sua forma de pensar; o papel assumido pelo professor é o de mediador, desta forma, unem-se, os dois, no processo de construção do conhecimento. Para que, neste processo, se alcance eficácia, resumimos uma ideia que parece sempre constante: o professor precisa tornar-se pesquisador da sua própria prática, o que implica num preparo teórico-metodológico (na formação inicial e/ou continuada) que lhe permita pautar suas decisões pedagógicas na epistemologia da ciência, uma vez que se considere o pressuposto de que a epistemologia do professor está, muito intimamente, ligada à epistemologia da ciência.

1.2 História e Filosofia da Ciência no Ensino das Ciências

Na esteira das discussões sobre a formação de professores e a introdução de novas abordagens para superação do modelo tecnicista memorístico, aproblemático e marcado pela aplicação descontextualizada dos saberes – características de um pensamento positivista que se enraizou e difundiu-se através do ensino tradicional –, e com o objetivo de estimular o caráter crítico-reflexivo nos estudantes, trataremos, a seguir, da adoção do que se convencionou chamar de “abordagens contextuais” no Ensino das Ciências. De um modo geral, nos referimos à utilização de elementos de História e de Filosofia da Ciência, mas também de seus aspectos sociais e culturais, para promover mudanças favoráveis na educação científica (detemo-nos, aqui, ao Ensino de Química), tanto na educação básica, no que diz respeito aos processos

de ensino-aprendizagem, quanto no nível superior de ensino, para a formação inicial e/ou continuada de professores.

A importância que a História e a Filosofia da Ciência assumiram no âmbito da educação científica não é um fenômeno recente; nos EUA, desde a década de 1940, sob a influência dos estudos de Pierre Duhem e John Dewey, e ainda mais no início da década de 1960 – precisamente após a publicação do *“Harvard case histories in experimental science”*, 1957, projeto coordenado por James B. Conant – a literatura especializada tem defendido as “abordagens contextuais”⁹ no Ensino das Ciências. Esta nova perspectiva adota a HFC como ferramenta didática na promoção de uma compreensão *sobre* a natureza da ciência através da formação de cidadãos capazes de compreender e modificar a conjuntura social contemporânea, globalizada e com avançado desenvolvimento científico-tecnológico. Em termos didáticos, a superação da demarcação entre o ensino dos conteúdos científicos e do contexto de produção daqueles é marca desta abordagem (CONANT, 1957; HOLTON, 1979; MATTHEWS, 1994, 1995; MONK e OSBORNE, 1997; ALFONSO-GOLDFARB, 2001; TEIXEIRA, EL-HANI e FREIRE JR., 2001, 2009; VILLANI, 2001; MARTINS, L. e BRITO, 2006; MARTINS, R., 2006; OKI, 2006; EL-HANI, 2006, 2007; PRESTES e CALDEIRA, 2009; SILVA et al, 2010; PORTO, 2011; SANTOS e OLIOSI, 2013).

Como a iniciativa de Conant – químico e educador americano – de explorar, a miúdo, casos específicos da História da Ciência a fim de possibilitar a compreensão de sua natureza, algumas outras ações basilares figuraram àquela época, a exemplo do *“Projeto Harvard”* (1962-1970), fundamentado na “abordagem conectiva” do físico Gerald Holton, numa tentativa de aproximar historiadores e educadores em ciências quando nem se considerava a existência de uma História da Ciência. O propósito de Holton era, pois “desenvolver uma sequência de ideias organicamente relacionadas, cujo estudo leva o aluno a um ponto de vista mais elevado, uma visão mais geral da natureza funcional, do estilo de vida do cientista e do poder da mente humana.” (HOLTON, 1979, p. 255).

Neste intento de aproximar as ciências e as humanidades, destacam-se ainda os esforços de Isidor Isaac Rabi, físico – Nobel de Física em 1944 – da Universidade

⁹ No artigo intitulado “História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação”, 1995, Matthews também se refere à abordagem “contextual” com o termo “contextualista”. É preciso marcar a distinção entre as abordagens contextuais (ou contextualistas), referidas por Matthews, e as abordagens “contextualizadoras”, nas quais se faz uso de elementos do cotidiano para facilitar o ensino das Ciências

de Colúmbia, defensor da incorporação de elementos histórico-filosóficos ao Ensino das Ciências, e, sobretudo, do historiador da ciência George Sarton, responsável por dar início ao processo de institucionalização da História da Ciência como disciplina acadêmica. Sarton é autor de obras seminais, como o *“Introduction to The History of Science”* (em três volumes publicados entre 1927 e 1947), fundou a revista *“Isis”* em 1912, a mais renomada da área, da qual foi editor por mais de 40 anos, e consolidou o modelo historiográfico tradicional, dito *ad tempore* (BASSALO, 1992; ALFONSO-GOLDFARB, FERRAZ e BELTRAN, 2004; OKI, 2006; TRINDADE et al, 2010).

Apesar do relativo sucesso – com uma diminuição da evasão, maior interesse das mulheres pela Ciência e melhoria do rendimento escolar –, atingindo 15% dos alunos de primeiro e segundo graus nos Estados Unidos e com respostas positivas, em boa medida, no Brasil e em Portugal, como pontuam Matthews (1994), Freire Jr. (2002) e Pena (2012), o *Projeto Harvard* não resistiu às dificuldades encontradas no que diz respeito à formação de professores para concretizá-lo, bem como em virtude das tentativas de reformas curriculares entre as décadas de 1970 e 1980, pautadas, claramente, na psicologia behaviorista e na “teórica-especialista” (OKI, 2006).

De qualquer forma, o projeto tornou-se um exemplo da necessária articulação entre a Didática, a História e a Filosofia da Ciência – ainda que, na realidade, esta articulação tenha se mostrado extremamente frágil, ou mesmo inexistente, e, quase sempre, relegada a disciplinas específicas. Exemplo do panorama que se observava então fora assinalado já por Everett e DeLoach em artigo publicado em 1987, a partir do qual Matos et al (1991, p. 295) apontam que, não obstante as recomendações do *Comitee on Professional Training* da *American Chemical Society* para incorporação de uma dimensão histórica, tanto em cursos iniciais quanto avançados de Química, “de 574 cursos envolvidos na formação de químicos [...] apenas 37 apresentavam disciplinas específicas de História da Química, sendo que destes, 11 já há dois anos não as ofereciam por falta de alunos”.

Entre as décadas de 60 e 80, Wang e Marsh (2002) identificaram três marcos deste processo de consolidação das abordagens contextuais nos EUA, sempre com a perspectiva de humanizar a ciência a ser ensinada e promover uma compreensão sobre a sua natureza que fosse mais condizente com a realidade e as necessidades dos estudantes:

- O período “pós-sputinik”, quando, a partir de 1962, nomes como o de Holton reuniram-se em torno da elaboração do *Projeto Harvard*, bem aceito à época e que resultou em 06 (seis) volumes que apresentavam conteúdos científicos numa abordagem contextual/conectiva;
- As décadas de 1970 e 1980 constituem o segundo período de humanização com tentativas de reestruturação dos currículos, abafadas por reformas mais abrangentes;
- O terceiro momento, que teve início ainda nos anos 80, a partir da análise de relatórios indicativos do fraco desempenho dos estudantes americanos nas disciplinas científicas. Destacou-se a elaboração do “Projeto 2061”, cuja meta principal era “ensinar menos para ensinar melhor” – devendo os curriculistas direcionarem o foco ao aprofundamento de temas mais relevantes, ao invés de promoverem uma visão superficial de um sem fim de conteúdos.

Na década seguinte, persistiram as tentativas de articulação entre a Didática, a História e a Epistemologia, com a emergência de uma nova linha que associava a História da Ciência e a Psicogênese do Conhecimento, tomando como referência os estudos de Jean Piaget e Rolando Garcia (CARVALHO et al, 1993; CARVALHO e VANNUCCHI, 1996; MATTHEWS, 1995; OKI, 2006). Aquela nova linha de pesquisa procurou entender de que forma o desenvolvimento cognitivo individual e o processo de desenvolvimento de conceitos na história podem estar relacionados (PIAGET e GARCIA, 2011). Esta relação teve grande repercussão no modelo de aprendizagem por mudança conceitual (AMC) – o que resultou também da crítica ao empirismo, no campo epistemológico, que acompanhou o movimento –, com perspectiva de aplicá-la ao estudo de concepções alternativas, fazendo paralelos entre o pensamento dos estudantes e de cientistas do passado, uma prática deveras produtora, mas que exige dos professores muita cautela a fim de que sejam evitadas imprecisões tanto de natureza epistemológica quanto historiográfica (BIZZO, 1992; MALDANER, 2000; MARTINS, R., 2000a, 2011; MARTINS, L., 2005; RUFATTO e CARNEIRO, 2011).

Entretanto, apesar do paulatino estabelecimento daquela abordagem no cenário da educação científica internacional, aqui no Brasil, pesquisadores notaram a falta de ações concretas com o mesmo objetivo no início dos anos 90 e também se dedicaram à investigação das suas razões, seguindo o exemplo de países como os EUA e a Inglaterra. Foi esta preocupação que fez das pesquisas sobre *concepções*

epistemológicas e história da ciência na formação de professores problemáticas tão relevantes para a Didática das Ciências desde meados da década de 80 e ao longo dos anos de 1990 até hoje (CACHAPUZ et al, 2011).

Não se pode, também, ignorar outro componente desse cenário intelectual em que tal abordagem tomou forma; foi na da década de 1960, e daí em diante, que as perspectivas filosóficas contemporâneas, chamadas “globalistas”, de epistemólogos (filósofos da ciência) como Whewell, Hanson, Kuhn, Toulmin, Lakatos, Feyerabend e Laudan, entre outros, de orientação racionalista, ganharam espaço, influenciando fortemente a historiografia da ciência e inspirando uma reforma, não apenas neste campo, mas na própria filosofia da ciência; tanto no modo de pensar *sobre* a ciência quanto no modo de narrar sua história (ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSZNAJDER, 2000; ABRANTES, 2002; ALFONSO-GOLDFARB, FERRAZ e BELTRAN, 2004; BADARÓ, 2005; MASSONI, 2005; OKI, 2006; PEDUZZI, 2006; KUHN, 2007; LEME, 2008; COMPERE et al, 2010; SAITO e BROMBERG, 2010; LAUDAN, 2011).

Neste sentido, as abordagens contextuais trazem à discussão o problema da projeção empirista-indutivista da ciência, questionada por tais filósofos do século XX – pouco conhecidos dos professores e alunos – que coloca a ciência à margem da sociedade, portanto, o seu ensino não ocorre de forma contextualizada, impedindo a identificação das múltiplas dimensões do conhecimento. Segundo Abimbola (1983), Maldaner (2000) e Oki (2006), aliás, o problema do distanciamento entre as ciências e as humanidades decorreu, em grande medida, dessa ideia limitada, difundida na década de 1970 a partir da “abordagem de ensino por descoberta” (AED), ignorando a pouca relação entre as concepções de descoberta nesses campos, do ensino e da filosofia, com estratégias didáticas que implicavam uma visão demasiado distorcida da atividade científica.

Parece-nos importante ressaltar que essa projeção empirista-indutivista, com frequência, é tratada na literatura sob a forma de concepção *positivista* de ciência, o que se deve ao fato de o “*Positivismo Científico*” do francês Augusto Comte (1798-1857) compreender aquela forma de pensamento realista entre as suas inquietações a respeito da natureza, das fontes e da validade do conhecimento – os elementos legítimos da epistemologia da ciência enquanto teoria do conhecimento. Cabe ainda esclarecer que o Positivismo não é contrário ao Ensino das Ciências baseado numa perspectiva histórico-filosófica, pois é bem verdade que foi esse “o sistema filosófico a reanimar a História da Ciência” (ALFONSO-GOLDFARB, 2001, p. 62). O que fez

do Positivismo e seus desdobramentos alvos de crítica da Nova Filosofia da Ciência foram alguns aspectos bastante peculiares a respeito, principalmente, do método nas ciências naturais que permitiram atribuir um *status* de “superioridade” a certos domínios como a Física, a Química e a Medicina em relação às ciências sociais, as humanidades (CHALMERS, 1993, 1994; ALVES-MAZZOTTI, GEWANDSZNAJDER, 2000; VIDEIRA, 2006; ROSENBERG, 2009).

Assim, não é sem razão que a inclusão de uma dimensão histórico-filosófica no Ensino das Ciências é reconhecida e tem argumentos a seu favor (MATOS et al, 1991; MATTHEWS, 1994, 1995; MALDANER, 2000; MARTINS, R., 2011; OKI, 2006; SILVA et al, 2010; CACHAPUZ, 2011; CORRÊA, MEGLHORATTI e CALDEIRA, 2011; RUFATTO e CARNEIRO, 2011), tendo sido prática bastante difundida desde as décadas de 80 e 90, como mencionado. Entretanto, não há, ainda, um consenso sobre seus benefícios no que diz respeito ao rendimento dos estudantes e, por esse motivo, iniciativas de adoção dessa abordagem [contextual] permanecem pontuais, a exemplo de algumas poucas reestruturações curriculares promovidas oficialmente, ou não, em diferentes países, tal esclarecem Bizzo (1992), Maldaner (2000), Paixão e Cachapuz (2003), Oki (2006) e Santos e Olios (2013).

Segundo Duarte (2004); Teixeira, Freire Jr. e El-Hani (2009) e Porto (2011), nos países como Estados Unidos e Inglaterra, essa discussão já dura mais de meio século, enquanto em outros, como o Brasil, é ainda bastante recente, o que se pode verificar através de exemplos dessa tendência de aproximação entre a HFC e a educação científica: *Projeto 2061 da American Association for Advancement Science (AAAS)*¹⁰, nos EUA; *The Liberal Art of Science do British National Curriculum Council (BNCC)*, na Inglaterra; o *Science Council of Canada (SCC)*, no Canadá; o *Danish Science and Technology Curriculum*, na Dinamarca; e *PLON Curriculum Materials*, na Polônia. No Brasil, desde a Reforma Francisco Campos, na década de 1930, até os atuais *Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)* e *Novas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação*, tem sido incluídas na legislação educacional medidas mais ou menos assertivas – embora pouco efetivas, de modo geral – para a adoção da dimensão histórico-filosófica no EC.

¹⁰ O *Projeto 2061* da AAAS sofreu fortes críticas pelo caráter anacrônico e descontextualizado de suas práticas. A supervalorização das contribuições de cientistas renomados (interpretação historiográfica dita *whig*) e a perspectiva de ciência como produto e não processo (visão ahistórica, aproblemática e linear/acumulativa epistemologicamente deformada) ferem a realidade da empresa científica.

Desde a dita reforma educacional que tomou lugar no início do século XX, era perceptível um entendimento de que o ensino da Química não deveria presumir um conteudismo pseudocapacitador, mas voltar-se à instrução de valores científicos e, nomeadamente, de aspectos históricos da produção intelectual. Nessas indicações, era óbvia a influência do positivismo científico florescente à época na caricatura de um progresso linear e acumulativo orientado pelas contribuições de grandes “gênios” que marcariam a história da ciência conduzindo a humanidade à situação em que se encontra atualmente, como aponta o próprio Francisco Campos quando esclarece as atribuições do professor da disciplina:

Ao professor ainda compete referir, abreviadamente, a propósito das descobertas mais notáveis da Química, a evolução dos conceitos fundamentais através dos tempos, revelando aos alunos os grandes vultos da História, a cuja tenacidade e intuição deve a civilização contemporânea, além da satisfação espiritual de dilatar o conhecimento do mundo objetivo, o concurso dos processos químicos em benefício da saúde, das comodidades da vida, da defesa e do desenvolvimento das nações (CAMPOS, 1942 *apud* PORTO, 2011, p. 160)

Tais instruções compunham um tímido esforço – e nunca passou disso, como verificaremos adiante –, de incluir, pelo menos, um viés histórico, ao que se conceba haver sempre aspectos epistemológicos que lhe são subjacentes, na educação em ciências. Uma grande falha sua, contra a qual pelejamos ainda presentemente, foi disseminar visões deformadas de ciência e do cientista, reforçando a linearidade e o caráter supostamente acumulativo do conhecimento científico, como já mencionado. Os cientistas foram colocados em pedestais (“grandes vultos”) e a ciência tornou-se uma “torre de marfim” inatingível. Problemas dessa natureza (a descontextualização do conhecimento nunca problematizado, o individualismo e o elitismo atribuídos aos “*homens da ciência*” e a sua forma de pensar, e a rigidez dos seus métodos) seriam, anos depois, alvos das críticas elaboradas pela NFC e pela NHC, especialmente por epistemólogos como Thomas S. Kuhn e historiógrafos como Herbert Butterfield, em virtude de sua natureza positiva.

Nas décadas de 1980 e 1990, quando o movimento em torno da inclusão da HFC no Ensino das Ciências ganhou força, encontramos medidas mais apropriadas às tendências atuais de aproximação entre essas áreas constantes nos dispositivos legais. Porto (2011) dá destaque à *Proposta Curricular para o Ensino de Química da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo* (1988), publicada sob vigência da

LDB de 1971. Neste documento, é dissolvido o caráter presumidamente acumulativo e linear atribuído ao desenvolvimento da ciência por via de expressa recomendação de que sejam estudados os conflitos/controvérsias da história da Química, não como sequência cronológica que fere os princípios didáticos, mas em sua significância real para a construção do conhecimento químico. Esta nova postura, assim como outras subsequentes, é, sem dúvida, reflexo do movimento globalista articulado a partir da década de 60, ao lado do novo modelo historiográfico adotado parcimoniosamente pelos professores.

Com a nova *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional* (Lei 9.394/96), todo o sistema educacional brasileiro sofreu profundas mudanças, como sinalizamos na seção 1.1.1 deste trabalho. Embora a LDBEN reconheça a natureza humanística do conhecimento científico e enfatize a necessidade de compreender o progresso científico-tecnológico como construto humano e acercado por uma história, nenhuma indicação é feita explicitamente em seu texto; são instrumentos posteriores a esta lei, a exemplo dos parâmetros curriculares, diretrizes e normas complementares, que se encarregam de aclarar as instruções para a Química e demais Ciências Naturais (MALDANER, 2000; BRASIL, 2010; PORTO, 2011; MARTORANO, 2012).

Desta maneira, os *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM* (BRASIL, 2000) e as suas *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ Ensino Médio* (BRASIL, 2002), tais como as *Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio* (BRASIL, 2006) e, no Ensino Superior, as *Diretrizes Curriculares para os Cursos de Química* coordenam orientações para que os conteúdos humanísticos sejam inseridos no EC. O desejo expresso nesses meios é o de promover uma melhor compreensão [por construção e reconstrução] dos conceitos, apresentando o contexto de elaboração e a trajetória de modificação dos mesmos, o que permitiria perceber a tão discutida dinamicidade do conhecimento, as relações entre fenômenos e as formas de representação em termos de modelos – atendendo aos três níveis do conhecimento químico (SILVA et al, 2010; JUSTI, 2011). A necessidade de agregar o componente histórico-filosófico ao currículo é reforçada por Silva e Núñez (s.d.) quando justificam as determinações dos PCN tomando a Química e a História da Química como exemplos:

Nos PCN [...] Os conteúdos conceituais são aqueles que remetem ao *conhecimento construído pela disciplina ao longo da história*, referindo-se a fatos, princípios e conceitos. Os fatos são informações pontuais e restritas

como, por exemplo, a data de uma descoberta na Química; os princípios são generalizações das ciências que explicam o comportamento dos fenômenos e suas relações, como o princípio de conservação da massa numa reação química; já os *conceitos podem ser considerados como os “títulos” das teorias, leis e princípios e são ferramentas do pensamento científico.* (SILVA e NÚÑEZ, s.d., p.2, grifos nossos).

Desta forma, os autores explicitam a importância do conteúdo humanístico ao fazerem da História da Ciência uma espécie de “mapa” do conhecimento construído, um plano que orienta a aprendizagem dos conceitos pelos estudantes, uma vez que lhes possibilita o desenvolvimento do pensamento científico – a compreensão sobre ciência, isto é, sobre a sua natureza epistemológica. As teorias, sempre provisórias, passam, devidamente, a ser enxergadas como “criações e construções humanas, e, por isso, sempre históricas, dinâmicas, processuais, com antecedentes, implicações e limitações” (BRASIL, 2006, p. 124) e a abordagem contextual confere ao estudante uma visão abrangente da Química em uma perspectiva transdisciplinar (CHASSOT, 2000; SOMMERMAN, 2008).

No âmbito do Ensino Superior de Química, merecem destaque as disposições aduzidas nas *Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química* (BRASIL, 2001), não só por assinalarem a necessidade de adicionar aos currículos dos cursos superiores a formação humanística em benefício da capacitação plena do estudante, mas por definir com clareza os perfis dos profissionais da Química – tanto o bacharel [em Química, Química Industrial ou Química Tecnológica] quanto o licenciado – e as competências e habilidades a serem desenvolvidas durante os cursos de graduação (ZUCCO et al, 1999; ANDRADE et al, 2004; PORTO, 2011). O documento teve sua elaboração fundamentada num princípio de *flexibilização curricular*, na esperança de que “os novos currículos ofereçam mais do que o domínio cognitivo dos conteúdos, contemplando atividades que visem estabelecer correlações entre áreas, ampliando o caráter interdisciplinar” (ANDRADE et al, 2004, p. 359-360)

Em especial, no que tange à formação de docentes, Licenciados em Química, as Diretrizes de que tratam o Parecer 1.303/2001, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CNE/CES), estabelecem que tais profissionais devem, em sua *formação pessoal*, “Possuir conhecimento sólido e abrangente na área de atuação” e, outrossim, “ter uma visão crítica com relação ao papel social da Ciência e à sua natureza epistemológica, compreendendo o seu processo histórico-social de construção” (BRASIL, 2001, p. 6). Instruções como estas são reiteradas no

texto do Parecer de formas variadas quando se trata das habilidades requeridas em relação à compreensão da Química, ao trabalho em ensino de Química e à profissão de professor, contudo, como bem assinala Porto (2011, p. 163), permanece vago “o âmbito em que as competências e habilidades relativas à História da Ciência devem ser desenvolvidas”.

Embora o quadro curricular oriente a inclusão de *conteúdos complementares*, oferecidos pelas IES com boa variedade e a fim de promover formação humanística, interdisciplinar e gerencial – por isso com atividades comuns a diferentes cursos –, não se observa a presença de qualquer menção à Filosofia e História da Ciência (ou da Química) entre os *conteúdos básicos* e os *conteúdos profissionais*. (ZUCCO et al, 1999). Enquanto se sugere que disciplinas em torno de filosofia, história, informática e linguagens sejam disponibilizadas em caráter complementar, apenas aquelas que envolvem teoria (e sua matematização) ou atividades laboratoriais são consideradas essenciais; e, mesmo nas disciplinas de natureza pedagógica, como as Práticas de Ensino e Estágios, pouco ou nenhum momento é reservado para abordagens do tipo contextual, como asseveram Matos et al (1991); Maldaner (2000); Silva et al (2010) e Porto (2011). Assim surgem questões como “Qual o lugar da História e da Filosofia da Ciência nos cursos de graduação?” que somente os formadores, após reflexões e discussões, poderão solucionar.

1.2.1 Vantagens e desvantagens das abordagens contextuais

Ainda que comedido, o esforço para adoção de elementos de HFC no Ensino das Ciências estimula reflexões como essa sobre o seu lugar na graduação e, ainda mais, na formação de professores. Há que se questionar quais as reais vantagens e desvantagens que a abordagem contextual reserva, investigar quais os entraves que impedem a sua difusão como prática representativa nas salas de aula, e buscar por estratégias que permitam ao professor desenvolver um trabalho eficaz e condizente com a realidade científica. Assim, parece-nos razoável trazer à baila tais vantagens e desvantagens, já bastante discutidas na literatura; alguns dos obstáculos que se impõem no trabalho com HFC no Brasil; e uma das possíveis estratégias encerradas nessa abordagem – os estudos de caso históricos – já citada anteriormente neste texto, inclusive, dada a sua importância na história dessa proposta.

A respeito dos benefícios de uma educação científica baseada em elementos de história e filosofia, ainda que não haja entre os especialistas um consenso, basta consultar as repetidas listas que enumeram um sem-fim de vantagens na literatura (KAUFFMAN, 1979; MARTINS, R. 1990, 2011; MATOS et al, 1991; BASTOS, F., 1998; EL-HANI, 2006, 2007; PRESTES e CALDEIRA, 2009; CACHAPUZ et al, 2011; RUFATTO e CARNEIRO, 2011). Dentre os numerosos prós que a HFC oferece ao Ensino das Ciências, Matthews (1994), muito acertadamente, elenca:

A História promove uma adequada compreensão dos conceitos e métodos científicos;

Abordagens históricas relacionam o desenvolvimento cognitivo individual e o desenvolvimento dos conceitos científicos;

A História da Ciência tem seu valor em si. Episódios notáveis da história da ciência e da cultura – a Revolução Científica, o Darwinismo, a descoberta da penicilina, etc. – deveriam ser familiares a todo estudante;

A História é necessária à compreensão da natureza da ciência;

A História opõe-se ao cientificismo e ao dogmatismo que, frequentemente, se encontra nos livros de ciências e nas aulas;

A História, por meio do estudo da vida dos cientistas e da época em que viveram, humaniza o objeto da ciência, tornando-a menos abstrata e mais interessante para os estudantes;

A História permite estabelecer relações entre os assuntos e as disciplinas científicas, bem como com outras disciplinas acadêmicas; a história revela a natureza integrativa e interdependente das realizações humanas. (MATTHEWS, 1994, p. 50, tradução nossa).

Estas sete razões favoráveis à inclusão de elementos de HFC no Ensino das Ciências sintetizam o propósito central da abordagem contextual que, mais uma vez assinalamos, é superar a demarcação entre o ensino dos conteúdos científicos e do seu contexto de produção¹¹, com o objetivo de formar cidadãos crítico-reflexivos e atuantes na modificação da realidade. A legitimidade das vantagens catalogadas por Matthews encontra-se no fato de reunirem desde os aspectos, aparentemente, mais despretensiosos (como a humanização da ciência/cientista e a percepção da história da ciência como construção e patrimônio da humanidade) até aqueles genuinamente ambiciosos (e.g. o desenvolvimento cognitivo e conceitual, a natureza interdisciplinar das atividades e a consciência epistemológica). Outrossim, é inevitável observar que a posição do autor no seio das discussões sobre a introdução da HFC nos currículos

¹¹ Nos termos de Hans Reichenbach (1891-1953), filósofo alemão, esta separação diz respeito àquilo que, em 1938, ele definiu como “distinção contextual” – a diferença entre os contextos de *descoberta* e de *justificação*, ou seja, entre as origens históricas, sócio-políticas e culturais do conhecimento, e a reconstrução lógica dos conceitos e teorias (esquemas conceituais) (MIGUEL e VIDEIRA, 2011).

das disciplinas científicas conferiu-lhe a sensibilidade para fazer tais apontamentos – Michael Matthews fundou o periódico *Science & Education*, logo em 1992, quando o movimento a favor da abordagem em questão tomava sua forma de fato (PRESTES e CALDEIRA, 2009; CACHAPUZ et al, 2011).

Igualmente bem elaboradas são as conveniências assinaladas por Martins, R. (1990), a interessante distinção feita entre as “vantagens didáticas” e “vantagens de competência científica”, e por serem orientadas especificamente para a formação de professores (ou para outros públicos diversos, como ele explicita). Do ponto de vista didático, a inclusão da HFC nos currículos científicos permite: diluir o caráter técnico da Ciência com o estudo de aspectos socioculturais; dar aos alunos uma visão muito mais adequada da Ciência e do cientista, aumentando a motivação pelo seu estudo; facilitar a compreensão dos resultados científicos que, habitualmente, parecem finais e sem significado; resgatar concepções alternativas – abandonadas no decorrer do desenvolvimento da ciência, mas ainda enraizadas no senso comum –, auxiliando os estudantes, guiados pelos professores, na transição do conhecimento cotidiano para o científico; e conhecer temas, problemas, argumentos e equipamentos do passado, que poderiam ser úteis à prática de ensino (em aulas experimentais, especialmente). Quanto às contribuições de competência científica constam: interpretar os resultados científicos mais complexos em perspectiva e profundidade; e compreender o íntimo funcionamento da empresa científica.

Além destas contribuições, outras tantas são lembradas por Kauffman (1979), Matos et al (1991), Monk e Osborne (1997); El-Hani (2007), Silva et al (2010) e Porto (2011), e o próprio Martins, R. (2006) as reitera. Apesar disso, parece-nos essencial trazer à discussão uma ressalva que diz respeito ao objetivo do trabalho que aqui se desenvolve, o de compreender como a inclusão de elementos de História e Filosofia da Ciência na formação de professores de Química irá influir, direta e pesadamente, na constituição de uma epistemologia do docente:

Há um último aspecto da formação do professor para o qual a contribuição da História da Ciência me parece fundamental. O professor de uma dada ciência não transmite aos seus alunos apenas os conteúdos (resultados) dessa ciência, mas também (consciente ou inconscientemente) uma concepção sobre **o que é Ciência**. Ora, o conhecimento sobre a natureza da pesquisa científica só pode ser adquirido de duas formas: ou pela prática da pesquisa e contato com cientistas (isto é, pela vivência direta) ou pelo estudo da História da Ciência. (MARTINS, R., 1990, p. 4, grifo do autor).

Quando o autor trata de uma “concepção sobre *o que é Ciência*”, ensinada de forma consciente ou não, invariavelmente, traduz a relação entre a epistemologia da ciência e as práticas do magistério, a epistemologia do professor, pois faz referência à seleção dos conteúdos que se vai ensinar, dos métodos e procedimentos para tal, como lembra Aranha (1996). A ação do professor de Química (ou de outras ciências) é legitimada pelo conhecimento e pela crítica à natureza daquela, e, para tanto, não há via que se afigure como mais apropriada do que a HFC, pois amplia a sua visão de uma maneira que a vivência jamais poderia fazê-lo, com um sadio distanciamento da perspectiva viciada e até ingênua que a maioria dos cientistas praticantes abraça (BECKER, 2000; LOBO e MORADILLO, 2003).

A despeito das numerosas vantagens que reclamam um maior destaque para a HFC nos currículos de Ciências dos cursos superiores, em especial, é dever dizer, também, das desvantagens da adoção de abordagens contextuais, além das causas diretas ou indiretas que a inviabilizam. Conquanto estas desvantagens sejam poucas e, comumente, contornáveis, os autores referem: diferenças entre objetos e métodos do cientista (químico) e do historiador; abrangência dos temas para a reduzida carga horária; elaboração de estratégias de ensino e para avaliação dos conhecimentos do estudante; e eventual desestímulo frente aos aspectos não racionais no trabalho dos cientistas do passado (KAUFFMAN, 1979; MATOS et al, 1991; MARTINS, R., 2000a, 2006; MARTINS, L., 2005; MARTINS, A., 2007; PORTO, 2011).

Sobre tais desvantagens, comecemos pela diferença entre os dois campos de investigação, a Ciência e a História, pois, embora pareça evidente a separação entre uma e outra, é justificável imaginar que há algo em comum nos seus arcabouços se, como que num processo de composição de palavras por justaposição, a “História da Ciência” é resumida à equação: “HISTÓRIA + CIÊNCIA = HISTÓRIA DA CIÊNCIA” – o que, não raramente, acontece –, como explica Alfonso-Goldfarb (2001):

Não basta juntar História e Ciência para que o resultado final provavelmente seja História da Ciência. E isso não acontece só porque a junção ou a combinação de duas coisas diferentes quase sempre produz uma terceira com características próprias, embora se *pareça* com as que lhe deram origem. Isto é verdade para o caso de você, seu pai e sua mãe; para a planta com enxerto do jardim; e também para a ligação entre teorias. Mas, no caso da História da Ciência, a complicação é ainda maior, porque a História da Ciência, que se desenvolveu no interior da Ciência, sempre esteve mais próxima da Filosofia (Lógica, Epistemologia, Filosofia da Linguagem), do que da História. (ALFONSO-GOLDFARB, 2001, p. 8).

Como informado, a História da Ciência nasceu dentro da própria Ciência, mas muito mais próxima da Filosofia (da Epistemologia, em especial) do que da História – por isso é comum tratar do conjunto “História e Filosofia da Ciência” –, o que invalida o juízo cartesiano de que “o todo equivale à soma das partes”. Há peculiaridades na HC que a tornam um campo de investigação completamente novo; segundo Martins, L. (2005, p. 306), trata-se de “um estudo metacientífico ou de segundo nível, uma vez que se refere a um estudo de primeiro nível que é a ciência”. Nestes estudos, há um elevado grau de complexidade que lhes é pertinente em decorrência de diversos empréstimos teórico-metodológicos e terminológicos de áreas-suporte para conferir-lhes alguma autonomia – a História da Química, por exemplo, toma emprestados os elementos da Química, e ainda da Epistemologia, da Historiografia e da Sociologia.

A complexidade da HFC demanda dos profissionais dedicados ao seu estudo, os professores, neste caso, além dos conhecimentos pedagógicos, alguns outros de natureza bastante específica e que, normalmente, não estão incluídos nos currículos de sua formação acadêmica na graduação e mesmo na pós-graduação. Assim, essa desvantagem parece mais um problema cuja solução é viável, apesar de custosa, do que uma desvantagem propriamente dita. Respondida a questão acerca do lugar da HFC no Ensino Superior, o investimento numa reestruturação curricular que subsidie a formação desses profissionais e os habilite, não a ser historiadores ou filósofos da ciência – pois, para tanto, são requeridos maior esforço e tempo –, mas para inserir, de forma apropriada, a abordagem contextual nas suas aulas de ciências e alcançar resultados mais positivos. Retomaremos, ainda, esta questão das especificidades da HFC adiante na discussão dos aspectos epistemológicos e historiográficos que lhe dão suporte.

A segunda desvantagem apontada diz respeito ao tempo limitado reservado à cobertura de temas histórico-filosóficos naturalmente amplos. Novamente, o impasse gerado pela questão do local da HFC no Ensino Superior vem à tona: Se as matrizes curriculares dos cursos de Ciências devem, ou não, incluir uma disciplina de História e Filosofia da Ciência (ou similar), esta deveria ser oferecida em regime obrigatório, optativo ou eletivo? Que carga horária seria suficiente para compreender conteúdos tão amplos de forma significativa? Como proceder para otimizar o tempo disponível? Não seria mais cômodo distribuir o conteúdo histórico-filosófico em outras disciplinas dos cursos? – a velha pergunta com novas feições. E a situação é agravada quando trazemos a campo as recomendações de Kauffman (1979); Teixeira, El-Hani e Freire

Jr. (2001), Alfonso-Goldfarb, Ferraz e Beltran (2004), El-Hani (2006, 2007), Martins, R. (2006), Silva et al (2010), Trindade et al (2010) e Porto (2011), entre outros, que reforçam a necessidade, unânime, de levar à cabo discussões consistentes – e, por isso, prolongadas – sobre os assuntos que compõem as ementas das disciplinas.

Outra vez, não é sem esforço que uma “desvantagem” pode ser contornada e, embora ainda não haja consenso a respeito do tempo cronológico que se deve dar a uma disciplina com este enfoque contextual, a reflexão de Martins, R., (1990) parece bastante apropriada:

Pensem na tarefa de traçar um quadro de evolução do pensamento científico e técnico e suas relações com outras áreas da vida humana, da Antiguidade até hoje. Em primeiro lugar, é evidente que isso não pode ser feito em uma disciplina de, digamos, 30 horas, a menos que se queira reduzir o seu conteúdo a uma cronologia: enumeração de datas, nomes de pessoas e suas descobertas; ou a descrições extremamente vagas e superficiais. Creio que 60 horas seria um bom começo: 120 horas seria uma carga grande demais. (MARTINS, R., 1990, p. 4).

De fato, se o objetivo da disciplina for introduzir aos alunos noções básicas de História e Filosofia da Ciência, alguns aspectos de epistemologia e de historiografia, bem como conteúdos mais representativos (longe de tendencionismos), na ausência dos quais não se pode compreender o desenvolvimento da ciência sem prejuízo da narrativa histórica, da compreensão da natureza da ciência ou da evolução histórica dos conceitos, a carga de 60 horas é inteiramente satisfatória. Não há possibilidade, e ainda menos necessidade, de abordar todos os temas assinalados na ementa, por isso o professor deve fazer escolhas, discutir aqueles mais relevantes com os alunos e estabelecer conexões entre os mesmos e com aspectos da dinâmica científica – é em razão dessas escolhas que, mais uma vez, defendemos a relação entre as duas epistemologias, a da ciência e a do docente.

Ainda sobre a reflexão acima, a possibilidade de “diluir” o conteúdo de história e filosofia em outras disciplinas científicas não é trazida à cena, embora a introdução de nomes e da cronologia dos acontecimentos seja prática comum para dar início ao ensino de qualquer ciência (MARTINS, R., 1990, 2011; PORTO, 2011). É óbvio que oferecer o conteúdo histórico-filosófico em paralelo ao científico seria mais desejável e produtor, entretanto, isto exigiria muito mais do que reformas curriculares; seria um trabalho para concretização a longo prazo e envolveria não só a formação inicial, mas as políticas de formação continuada, interdisciplinar e transdisciplinar, e ainda

dependeria da predisposição e motivação dos (cremos que poucos) interessados. É por esta razão que, no geral, encontramos as propostas de programas de ensino em disciplinas específicas de História e Filosofia da Ciência, como a que apresentamos neste trabalho para a História da Química (MATOS et al, 1991; TEIXEIRA, EL-HANI e FREIRE JR., 2001; WANG e MARSH, 2002; PAIXÃO e CACHAPUZ, 2003; OKI, 2006; MARTINS, A. 2007; MARTINS, L. e BRITO, 2006; CORRÊA, MEGLHIORATTI e CALDEIRA; 2011; FERREIRA e MARTINS, A., 2012).

A respeito da elaboração de estratégias de ensino e para avaliação, enquanto seja uma tarefa muito mais complexa no âmbito da abordagem contextual, este não é um problema característico da mesma, pois que o conhecimento em profundidade e a criatividade são requisitos para o desenvolvimento das estratégias didáticas no geral, não apenas daquelas que envolvem elementos de história e filosofia. Somente para citar alguns exemplos de estratégias de ensino, podemos apontar: a construção de desenhos para explorar concepções dos estudantes sobre ciência/cientista, e de sua evolução (KOSMINSKY e GIORDAN, 2002); o acompanhamento da progressão de conceitos no decorrer da história (OKI, 2002; ARAÚJO NETO, 2007); a confecção de materiais didáticos, empregados tanto no estudo dos modelos históricos quanto na reconstrução de experimentos (PAIXÃO e CACHAPUZ, 2003); e reconstrução de momentos da História da Química através da encenação de peças teatrais (ROQUE, 2007a, 2007b).

A estes exemplos – todos disponíveis na revista “*Química Nova na Escola*” –, somam-se as indicações extensivas de leituras e debates; as críticas às informações em livros didáticos; os estudos biográficos (feitas as devidas reservas), de períodos e de datas comemorativas (aniversários das descobertas científicas ou de mortes), além do resgate de controvérsias científicas e dos estudos de casos históricos [mais meticolosos], entre as estratégias de ensino que o professor pode adotar (CONANT, 1957; MATOS et al, 1991; HERREID, 1994, 1997, 2007; TEIXEIRA, EL-HANI e FREIRE JR., 2001; ALFONSO-GOLDFARB, FERRAZ e BELTRAN, 2004; OKI, 2006; SÁ, FRANCISCO e QUEIROZ, 2007; PORTO, 2011). Enquanto estratégias de ensino variadas e numerosas, não é frequente o desenvolvimento das estratégias avaliativas específicas, por este motivo, parece-nos interessante registrar a proposta de Chamizo e Izquierdo (2008) – também publicada no periódico *Química Nova na Escola* – para avaliação das competências de pensamento científico com o emprego dos diagramas heurísticos de Toulmin.

Contudo, deve-se fazer uma ressalva pertinente à escassez de estratégias de avaliação. A avaliação do processo ensino-aprendizagem apresenta, como explicam Bloom, Hastings e Mandaus (1983), funções analítica, controladora e classificatória, incluídas, respectivamente, nas avaliações diagnóstica, formativa e somativa. Tendo conhecimento disto, o professor irá fazer uso de uma infinidade de artifícios (desde a aplicação de questionários até a solicitação de resumos, resenhas críticas e listas de exercícios) para acompanhar os progressos dos alunos e intervir quando lhe parecer necessário. Ademais, não se pode olvidar o precioso papel das autoavaliações, pois elas fornecem ao professor das competências e habilidades que os próprios sujeitos reconhecem em si.

Quanto à última das desvantagens, “eventual desestímulo frente aos aspectos não racionais no trabalho dos cientistas”, um comentário conciso parece apropriado: o estudante precisa ter em mente que a Ciência é uma construção feita pelo homem e que o cientista, sendo humano, tem suas paixões e falhas como qualquer outro no mundo; também tem apego pelas irracionalidades. Quando Bachelard (2007) afirma que a passagem do conhecimento do senso comum para o científico não ocorre sem uma “ruptura epistemológica” com os valores – as preocupações de ordem utilitária, afetiva e moral – do espírito pré-científico, ele aceita que não somos racionais, pelo menos não inteiramente, e que precisamos superar nossa condição para alcançar o novo estado de conhecimento (o espírito científico). O desestímulo do estudante não é mais do que a compreensão de que ele precisa efetuar a ruptura epistemológica, a exemplo dos cientistas do passado, para alcançar o conhecimento científico; a partir desta percepção é que o professor, na abordagem contextual, irá fundar suas ações, por isso a “desvantagem” perde o sentido, tornando-se uma oportunidade.

1.2.2 Obstáculos à adoção da HFC nos cursos de graduação

Até aqui, destacou-se a importância das abordagens contextuais na educação científica, sua história, a legislação pertinente e os numerosos usos e desvantagens apontados na literatura, então resta comentar sobre algumas barreiras que impedem sua plena difusão nas salas de aula dos cursos de graduação, de forma estratificada ou em disciplinas específicas. Dentre os problemas apontados como entraves para a introdução massiva dessas abordagens no EC, figuram: a carência de pessoal com formação adequada para tal empreendimento; o caráter altamente teórico da maioria

das propostas produzidas, o que impossibilita sua aplicação prática; a escassez de materiais didáticos com esse enfoque, um agravante para o aspecto mediador entre a teoria e as situações concretas; e, também, equívocos sobre a natureza da HC e a sua função pedagógica (tanto as questões epistemológicas quanto historiográficas) (MARTINS, R., 2000a, 2004, 2006; ALFONSO-GOLDFARB, FERRAZ e BELTRAN, 2004; LEME, 2008; TRINDADE et al, 2010; CACHAPUZ et al, 2011; PORTO, 2011; FERNANDES e PORTO, 2012).

A História da Ciência é definida como um estudo especializado, isto é, aquele tipo de conhecimento aprendido, usualmente, sob a orientação de um professor que tenha expressivo domínio sobre aquele campo, explica Martins, R. (2006); embora não se ignore a possibilidade, muito rara, de autodidatismo. Descrevendo a situação ideal, o autor pondera que a existência de professores-pesquisadores com formação adequada e atuando em todos os cursos superiores (não apenas nas licenciaturas), difundindo a história da ciência, é algo que só se alcançaria a longo prazo. O motivo, como já dito anteriormente, é que a HFC é um campo de pesquisa noviço, mesmo a nível internacional, e ainda mais aqui no Brasil (MATTHEWS, 1994, 1995; TEIXEIRA et al, 2010).

De fato, no Brasil – se é preciso ser mais objetivo –, as poucas iniciativas para formar professores que atuem, especificamente, no trabalho com História e Filosofia da Ciência são isoladas e permanecem concentradas nas pós-graduações. A região Sudeste conta com o “Programa de Pós-graduação em História da Ciência” da PUC-SP (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo) que oferece cursos nos níveis de mestrado e doutorado e, junto ao *Centro Simão Mathias* (CESIMA), constitui o maior centro de pesquisa em História e Filosofia da Ciência no país. Além daquele, ainda é preciso dizer do bem direcionado “Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências” das Universidades Federal da Bahia (UFBA) e Estadual de Feira de Santana (UFS) – também dispendo dos níveis de mestrado e doutorado –, e do mestrado profissional do “Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática” da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), que desenvolve uma linha de pesquisa em “História e Filosofia das Ciências e da Matemática”; estas duas iniciativas estabelecidas no Nordeste, somente para citar alguns exemplos.

Ademais, em outras localidades, numerosos programas de pós-graduação em Ensino de Ciências tem explorado, cada vez mais, a inclusão de disciplinas em torno dos aspectos epistemológicos e historiográficos quando não é possível desenvolver

linhas de pesquisa dedicadas especialmente à HFC (MALDANER, 2000; MARTINS, R., 2006; PORTO, 2011). Apesar desses esforços, porém, o número de professores é limitado, considerando as demandas que se apresentam no Ensino Superior e, um tanto mais alarmantemente, no Ensino Básico. Há que se considerar que, em grande medida, a carência na formação de professores neste enfoque é a raiz dos entraves já mencionados, pois se houvessem profissionais preparados, paulatinamente, seria resolvida a deficiência em material didático, as propostas produzidas passariam de meros esboços para ações reproduzíveis e a HFC consolidaria seu valor pedagógico.

Mesmo quando os elementos da HFC são introduzidos na educação científica de nível superior, a maioria das propostas que orienta as ações do professor tende a ser tão absurdamente teórica que, sem a dita especialização, torna-se muito difícil o trabalho de pô-las em prática. Há um consenso quanto à adoção das abordagens de natureza contextual no EC, mas uma séria dificuldade em traduzir as propostas que a recomendam para a realidade da sala de aula (CARVALHO e VANNUCCHI, 1996; MARQUES e CALUZI, 2005; TRINDADE et al, 2010). Em razão disto, os professores podem recorrer às estratégias já validadas, a exemplo daquelas “de ensino” e “para avaliação” assinaladas anteriormente neste texto: leituras e debates, encenações de peças teatrais, confecção de cartazes, estudos biográficos e de episódios históricos, criação de mapas conceituais e resolução de listas de atividades, entre outros. Caso o professor siga algum manual de ensino, como livros didáticos, a impossibilidade de por em prática suas instruções pode decorrer de uma má elaboração (FERNANDES e PORTO, 2012).

Sobre a escassez de material didático apropriado para o trabalho com a HFC, é evidente que se podem encontrar textos na Internet, em enciclopédias e periódicos científicos, até mesmo as curtas biografias presentes nos livros didáticos; também os documentários, alguns filmes comerciais e vídeos curtos – materiais disponíveis não apenas em língua estrangeira (inglês ou espanhol, principalmente), mas também em língua portuguesa. Com a abundância de fontes, “É preciso estar atento, entretanto, para *qual* História da Ciência está sendo veiculada por essas fontes” (PORTO, 2011, p. 168), quais as concepções epistemológicas e historiográficas associadas a esses materiais. Em verdade, o problema não diz respeito à quantidade, e sim à qualidade dos subsídios de que o professor faz uso, por isso é importante ter conhecimento de quem elaborou o material, para que público é orientado e com que propósito foi feito:

Um livro de medicina deve ser escrito por um médico, um livro de sociologia deve ser escrito por um sociólogo, e assim por diante. E um bom livro de história da ciência, além de ser escrito por quem entende do assunto, deve ser o resultado de um trabalho de pesquisa, do estudo dos melhores estudos já feitos sobre o tema e da leitura das obras originais (literatura primária) que estão sendo descritas. Por fim (mas não menos importante), um bom texto sobre história da ciência, para poder ser utilizado na educação, deve ser escrito em linguagem adequada e simples, procurando explicar tudo claramente, sem pedantismos acadêmicos, mas sem tentar simplificar e transformar em “água com açúcar” a complexidade histórica real. (MARTINS, R. 2006, p. XXIV).

A recomendação implícita nesta caracterização de um livro didático adequado à perspectiva histórico-filosófica é de que não se pode improvisar quando a intenção é produzir conhecimento de qualidade, por isso, a figura do professor-pesquisador é indicada como a mais habilitada a produzir esse material. Em consequência daquela formação especializada que se espera que este professor tenha, com orientações de natureza epistemológica e historiográfica bem estruturadas, treinamento em técnicas de pesquisa histórica com estímulo ao hábito de consulta às fontes primárias, seriam evitadas improvisações na educação destes profissionais e nas suas produções – é em razão disto que os problemas da produção limitada de material e da formação de docentes estão fortemente relacionados. Martins, R. ainda faz uma ressalva notável ao fim das suas considerações: a linguagem não deve distorcer a complexidade dos fatos históricos.

Como exemplos de materiais de qualidade voltados para o ensino de História e Filosofia da Ciência produzidos no Brasil, citamos o *“Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino”* (2012), livro organizado pelos professores Luiz O. Q. Peduzzi, André Ferrer P. Martins e Juliana M. Hidalgo Ferreira; e o conjunto, em três volumes, *“História da Ciência”* (Volume I: *da Antiguidade ao renascimento científico*; Volume II (tomo I): *a Ciência Moderna*; Volume II (tomo II): *o pensamento científico e a ciência do século XIX*; e Volume III: *a ciência e o triunfo do pensamento científico no mundo contemporâneo*) (2012). O primeiro é resultado da parceria entre pesquisadores dos programas de pós-graduação em Ensino e Educação em Ciências¹² da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e da Universidade Federal de Santa Catarina, como uma das ações do projeto *“Ensino de Ciências e Cultura: revelando novas fronteiras”* (PEDUZZI, MARTINS, R. e FERREIRA, 2012); o segundo é resultado do esforço do

¹² São o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Rio grande do Norte (PPGECNM-UFRN) e o Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGECT-UFSC).

embaixador Carlos Augusto de Proença Rosa que, embora não seja especialista no assunto, conduziu uma profunda pesquisa durante dez anos, tendo consultado, tanto obras dedicadas à HC (mais de 600) quanto especialistas de áreas diversas (Física, Química, Matemática e Botânica) (BOLETIM DA ASSOCIAÇÃO DOS DIPLOMATAS BRASILEIROS, 2011).

Finalmente, destacamos alguns equívocos a respeito da natureza da ciência e da sua história, decorrentes de concepções epistemológicas e historiográficas pouco adequadas e essencialmente prejudiciais no âmbito da educação científica, visto que são tais concepções errôneas que dão fundamento às visões distorcidas do cientista e da própria ciência [e suas tecnologias] (TEIXEIRA, EL-HANI e FREIRE JR., 2001, 2009; VILLANI, 2001; KOSMINSKY e GIORDAN, 2002; OKI, 2006; 2011; EL-HANI, 2006, 2007; LEDERMAN, WADE e BELL, 2008; CACHAPUZ et al, 2011; RUFATTO e CARNEIRO, 2011; SANTOS e OLIOSI, 2013), e também às interpretações parciais e equivocadas das narrativas históricas (BUTTERFIELD, 1965; HARRISON, 1987; MATOS et al, 1991; FULLER, 2000; ABRANTES, 2002; JARDINE, 2003; ALFONSO-GOLDFARB, FERRAZ e BELTRAN, 2004; MARTINS, R., 2004, 2006; LEME, 2008; FORATO, PIETROCOLA e MARTINS, R.; 2011; PORTO, 2011). Evitar a divulgação destas concepções na educação científica, nomeadamente nos cursos de formação de professores, é promover uma nova visão de ciência e a premente necessidade de uma alfabetização científica.

Os problemas relacionados às perspectivas epistemológicas podem, no geral, ser resumidos num conjunto de visões distorcidas do empreendimento científico e do cientista; é preciso compreender que estas visões estão em desacordo em relação a concepções sobre a natureza da ciência que a comunidade científica considera mais apropriadas a sua imagem, ações e intenções (EL-HANI, 2007). Presentemente, os fundamentos da ciência, a pesquisa e o seu desenvolvimento são orientados – ou recomenda-se que sejam – pela “*Nova Filosofia da Ciência*”, as epistemologias ditas globalistas de Khun, Lakatos e Laudan, entre outros (MALDANER, 2000; TRINDADE et al 2010; PORTO, 2011). É comum encontrar listagens com um número variável de visões distorcidas na literatura, não obstante, há um consenso sobre a maioria delas – resumidas a seguir, de acordo com Cachapuz et al (2011)¹³:

¹³ Estas concepções distorcidas sobre a natureza da ciência podem manifestam-se isoladamente ou, o que é mais comum, relacionadas, sinalizam os autores (CACHAPUZ et al, 2011, pp. 51-53).

- a) **Concepção empírico-indutivista e ateórica:** o raciocínio científico é indutivo, os processos de observação e experimentação são “neutros” e as hipóteses tem um papel pouco importante para a elaboração das teorias.
- b) **Visão algorítmica:** o Método Científico, enquanto sequência definida de etapas, é a garantia de alcançar resultados sempre positivos, por isso é único e infalível;
- c) **Concepção individualista e elitista:** a ciência é reservada às minorias (dotadas de genialidade), é uma atividade predominantemente masculina e nunca coletiva;
- d) **Visão descontextualizada:** ignora dimensões essenciais da atividade científica e as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (a perspectiva CTSA);
- e) **Visão aproblemática e ahistórica:** desconhece como os problemas motivam as pesquisas científicas e como o conhecimento evolui ao longo da história;
- f) **Visão acumulativa:** concebe o desenvolvimento científico como resultado de um crescimento linear, sequenciado, isento de crises e profundas remodelações;
- g) **Visão exclusivamente analítica:** tendência à simplificação dos fenômenos e ao controle de variáveis, incorrendo num artificialismo muito distante da realidade;

Confluências entre as concepções epistemológicas predominantes apontadas por Gil-Pérez (2001) e El-Hani (2007) legitimam estas visões inadequadas, à medida que sumarizam os posicionamentos dos “novos filósofos da ciência”. Habitualmente, estas distorções são exploradas à luz da História da Ciência, um elemento constante na maioria das propostas dos filósofos globalistas, a exemplo de Kuhn e Feyerabend – ambos utilizam-se da doutrina copernicana, que provocou verdadeira revolução no campo da Física em determinado momento da história, para abordar questões sobre a demarcação científica, o desenvolvimento da Ciência e seus métodos, diretamente relacionadas com as visões distorcidas citadas (FEYERABEND, 2007; KUHN, 2007; LAUDAN, 2011).

Para mencionar alguns materiais que se prestam a este serviço de relacionar as concepções inapropriadas de ciência/cientista e a História da Ciência de maneira que se pode dizer mesmo corretiva, vale indicar os livros: *“Alquimistas e Químicos: o passado, o presente e o futuro”* (VANIN, 2005), que apresenta a História da Química desde a pré-história até à indústria moderna numa perspectiva contextualizada; *“A ciência é masculina? É, sim senhora!”* (CHASSOT, 2011), que desconstrói o ideal de Ciência como atividade elitizada e caracteristicamente masculina, dando razões para

o estabelecimento dessas crenças e apresentando mulheres cientistas, um pouco de suas vidas e contribuições; e “*A fabricação da ciência*” (CHALMERS, 1994), que, um tanto diferente dos outros dois, trata de questões de teor mais internalista, tais como o método nas ciências, o papel da experimentação e a dimensão sócio-política deste empreendimento, mas num contexto histórico que é alicerce para estudos de casos.

Sobre os problemas de ordem historiográfica, estreitamente relacionados com os epistemológicos descritos, destacamos três que se apresentam como verdadeiros empecilhos ao bom Ensino das Ciências, conforme Martins, R. (1990, 2000a, 2006), Alfonso-Goldfarb (2001) e Porto (2011). Esses impedimentos afiguram-se muito mais específicos e intrincados, pois para sua resolução é necessário conhecer, ainda que minimamente, de Historiografia, o ramo da pesquisa historiológica dedicado à coleta, estudo e crítica de fontes, além da reconstituição dos acontecimentos do passado na forma de narrativas e cronologias (MALERBA, 2002; LEME, 2008; REVEL, 2010) – um saber que, dificilmente, se adquire numa disciplina de História [e/ou Filosofia] da Ciência com carga de 60h, oferecida nos cursos de graduação e ministrada por um professor que nada conheça a respeito. Sem uma adequada formação, mesmo que básica (como é desejável), em historiografia [da ciência], o professor incorrerá numa “quasi-história” ou “pseudo-história de uma pseudociência”, uma simplificação nociva da realidade histórica (WANDERSEE, 1992; MATTHEWS, 1995; ALCHIN, 2004).

O primeiro problema é o **reducionismo histórico**, muito comum, mesmo nos cursos que não se dedicam exclusivamente à HC ou não fazem uso das abordagens contextuais, pois é normal introduzir no ensino das ciências algo de cronologia, e um bom número de nomes, datas e anedotas (MARTINS, R. 1991). Apesar da intenção, quase sempre lúdica, que o professor tenha, esta é uma prática muito danosa para o entendimento do estudante sobre a imagem da ciência; em afirmações inócuas, pelo menos aparentemente, podem esconder-se falsas ideias sobre o desenvolvimento e a narrativa histórica. Ao receber a seguinte informação isolada: “A primeira evidência experimental da estrutura interna dos átomos foi a descoberta, em 1897, da primeira partícula subatômica, o elétron.” (ATKINS E JONES, 2006, p. 39), o estudante pode – e é muito provável que isso aconteça –, ter a falsa impressão de que jamais houve qualquer investigação sobre a natureza da matéria anterior a esta descrita, e de que foi apenas por volta de 1897 que a Ciência pôde especular do que o universo é feito, partindo de resultados experimentais – embora saibamos que, desde a Antiguidade,

os gregos Leucipo e Demócrito e o alquimista islâmico Razhes já teciam conjecturas a respeito da constituição da matéria no âmbito da Filosofia Natural (FARIAS, 2007).

Ainda sobre os reducionismos históricos, Martins, R. (1991, 2004, 2006) avisa sobre aqueles mais comuns no EC. As **cronologias**, pouco informativas e úteis, pois apenas sintetizam quadros históricos específicos (biografias ou recortes temporais), que não dão ao estudante a dimensão dos desdobramentos da Ciência na história; e o conhecimento dos nomes e datas serve, exclusivamente, para que o aluno formule uma ideia muito vaga das épocas e da sucessão (linear) dos fatos e descobertas. As **anedotas**, historietas (reais ou não) sobre a vida e as descobertas de cientistas, são um expediente para conquistar a atenção dos alunos, mas não costumam ser úteis e até dificultam a superação de imagens ingênuas dos cientistas e da ciência. Entre as mais conhecidas anedotas científicas estão o episódio em que Arquimedes saiu sem roupa pelas ruas de Siracusa gritando “heuréka”, após resolver o problema da coroa de ouro do rei; o caso da maçã que acertou a cabeça de Newton e terminou por dar-lhe a luz acerca da Teoria da Gravidade; e a história da suposta inexistência de um “Prêmio Nobel de Matemática” por causa do romance proibido entre Alfred Nobel e a esposa de um matemático de fama (MARTINS, R., 2000b; FORATO, PIETROCOLA e MARTINS, 2011).

O segundo problema de natureza historiográfica diz respeito aos **argumentos de autoridade** utilizados pelos professores no ensino para impor os conhecimentos científicos e garantir que sejam aceitos sem contestação pelos estudantes. Segundo Martins, R. (1990, p. 4), invocar personalidades para impedir questionamentos vai contra a “própria natureza do conhecimento científico, que [...] procura se basear em fatos e argumentos”. Este mesmo autor faz uma distinção entre o *conhecimento* e a *crença* científica, pois o primeiro “significa conhecer os resultados científicos, aceitar esse conhecimento e *ter o direito* de aceitá-lo” (MARTINS, R., 2006, p. xxvi), pois ele é um saber abalizado; a crença, por outro lado, “é simplesmente um tipo moderno de superstição”. O professor que usa argumentos como “O ‘oxigênio’ é chamado assim, pois Lavoisier, o ‘pai da Química Moderna’, decidiu que era melhor”, decerto não tem conhecimento do extenso trabalho de pesquisa do cientista, de suas colaborações e parcerias – que renderam reflexões fundamentais – e do teor da sua obra; seu único fundamento é a referência de uma “história pedigree”.

O último problema historiográfico assinalado é o **anacronismo**, caracterizado pela falta de correspondência entre os elementos históricos e seu contexto, de modo

que a narrativa construída leva a uma “interpretação descontextualizada, equivocada ou mesmo tendenciosa das fontes e/ou de um período histórico”, esclarecem Forato, Pietrocola e Martins, A. (2011, p. 36). Este é, seguramente, um dos maiores desafios que se apresentam no Ensino das Ciências porque há vários tipos de anacronismo e diferenças sutis entre eles, o que os torna genuinamente complexos: a reconstrução linear, o internalismo, a hagiografia e o *whiggismo*, para citar alguns. Nesta listagem, são incluídas também as anedotas já referidas e uma espécie de arcontologia¹⁴ que recebeu a curiosa denominação de “história pedigree” (BASSALO, 1992; MARTINS, R., 2000a, 2006; ALFONSO-GOLDFARB, 2001; ABRANTES, 2002; ALCHIN, 2004; LEME, 2008; PORTO, 2011).

A respeito de cada um dos anacronismos citados, é preciso dizer brevemente do que se tratam, pelo menos, para distingui-los. A **reconstrução linear** diz respeito à seleção dos fatores que, perceptivelmente, levaram a um avanço das ciências e da sua organização em etapas sequenciadas e lógicas, o que transmite a ingênua ideia de que a ciência não passa por momentos de incertezas, crises e revoluções, aquela visão aproblemática e ahistórica referida anteriormente; é comum nas narrativas que descrevem períodos muito extensos da história (KUHN, 2007; CACHAPUZ, 2011). O **internalismo** é o ponto de vista que avalia o progresso científico natural unicamente a partir de fatores intrínsecos, ignorando relações com elementos socioculturais; seu extremo oposto, o **externalismo**, também não é epistemologicamente recomendável (BASSALO, 1992; OLIVEIRA e SILVA, 2012). Sobre a **hagiografia**, Alchin (2004) diz tratar-se de uma “santificação” dos cientistas pela omissão dos seus erros, de modo que é comum inferiorizar os pares e os conhecimentos produzidos no passado para tanto; tem forte caráter biográfico.

A respeito da chamada “**história pedigree**”, como explicam Alfonso-Goldfarb e Ferraz (2004), a expressão, cunhada pela professora Pérez Sedeño, faz referência ao mau hábito de identificar na história os precursores das áreas científicas, os “pais da ciência” – Heródoto, o pai da História; Freud, o pai da Psicanálise, por exemplo –, sem atentar às contribuições dos cientistas menos conhecidos ou à articulação entre os conhecimentos produzidos por estes, o que seria fundamental para o nascimento de qualquer nova ciência. Frequentemente, estas histórias personificadas presumem

¹⁴ Arcontologia é o tipo de estudo historiográfico dedicado ao registro cronologicamente ordenado [em linhas do tempo] de nomes de grande importância (os antigos magistrados gregos, arcontes, de onde vem o termo). Tem caráter essencialmente biográfico.

um nacionalismo peculiar, como forma de afirmação ou reconhecimento; não é nada raro encontrar passagens do tipo “Lavoisier, o pai da Química Moderna, era francês, e a sua morte foi um incidente irreparável para a humanidade”. Quanto às **anedotas**, já foram feitos alguns esclarecimentos anteriormente.

Enfim, resta comentar sobre o **whiggismo**, um anacronismo que, no geral, diz respeito a “uma abordagem histórica que interpreta o passado em termos de ideias e valores do presente” (MONK e ORBORNE, 1997, p. 406, tradução nossa) – razão de ser referido, frequentemente, como “presentismo” ou “circunstancialismo”. Para além da avaliação distorcida do passado, que impõe categorias hodiernas às realizações e obras dos sujeitos históricos que careciam das mesmas, esta “**interpretação whig da história**” é arbitrária ao exaltar os esforços que contribuíram de forma direta para a consolidação da Ciência Moderna, sem considerar alguns dos fatores contingentes que antecipam o progresso e o contexto de produção dos conhecimentos científicos, conforme explicam Butterfield (1965), Russell (1984), Harrison (1987), Burke (2002), Jardine (2003), Bizzo (2011) e Prestes (2011).

Outrossim, a prática de selecionar no curso histórico apenas os aspectos que convergem formidavelmente num tempo presente reforça as disfunções de natureza historiográfica, como a “história pedigree”, pois avalia “cada cientista pelo alcance de suas contribuições para o estabelecimento das teorias modernas”, conforme salienta Brush (1974 apud HARRISON, 1987, tradução nossa), e, com isso, também mantém inexplorados alguns “becos sem saída” (como as teorias do flogístico e do calórico) e muitos outros aspectos secundários e soluções alternativas para as controvérsias científicas. A interpretação whig da história [da ciência], como o seu extremo oposto, o “**anti-whiggismo**” ou “**priggismo**”, tem nuances muito complexas (MARTINS, L., 2010; BIZZO, 2011; FORATO, PIETROCOLA e MARTINS, A., 2011; MARTINS, R., 2006), por isto, tornará – como os outros aspectos epistemológicos e historiográficos apontados – a ser discutido em profundidade no âmbito da Nova Filosofia da Ciência (NFC) e da Nova Historiografia da Ciência (NHC) nas seções seguintes.

Em resumo, pela possibilidade de explicitação dos aspectos epistemológicos e historiográficos que oferecem, espera-se que a adoção de abordagens contextuais no Ensino das Ciências, ilustradas em inúmeras propostas na literatura (ABIMBOLA, 1983; MATOS et al, 1991; HERREID, 1994, 1997, 2007; KOSMINSKY e GIORDAN, 2002; WANG e MARSH, 2002; PAIXÃO e CACHAPUZ, 2003; OKI, 2006; EL-HANI, 2006, 2007; MARTINS, A., 2007; SILVA et al 2010; MARTINS, L. e BRITO, 2006;

CORRÊA, MEGLHIORATTI e CALDEIRA, 2011; FERREIRA e MARTINS, A., 2012), permita promover concepções sobre a natureza da ciência (CNC) mais adequadas à realidade atual nos cursos de formação de professores, de maneira que, não apenas os licenciandos, mas, por extensão, também os seus futuros alunos, compreenderão o empreendimento científico e seus autores de forma significativa. À medida que tais propostas forem incorporadas, legalmente, aos currículos dos cursos superiores das ciências – as licenciaturas, em especial – (BIZZO, 1992; MONK e OSBORNE, 1997; BRASIL, 2000, 2001, 2002; MALDANER, 2000; PORTO, 2011), os professores terão condições de desenvolver habilidades para fazer uso da HFC de forma apropriada e bem fundamentada, aliando o novo conhecimento à sua própria epistemologia.

1.3 Aspectos da Nova Filosofia e da Nova Historiografia da Ciência

Nesta seção, a fim de subsidiar a discussão dos resultados desta pesquisa, e, principalmente, para prestar alguns esclarecimentos sobre os temas tratados em seu decurso, são tecidas algumas considerações no que tange aos aspectos específicos da Nova Filosofia da Ciência (NFC) e da Nova Historiografia da Ciência (NHC), duas perspectivas que se recomenda trabalhar em paralelo na adoção de abordagens que tem por objetivo promover concepções sobre a natureza da ciência (CNC) mais reais e condizentes com a conjuntura sociocultural atual, altamente desenvolvida científica e tecnologicamente. A NFC e a NHC oferecem um conhecimento especializado que permite compreender o processo de construção da ciência de forma dinâmica e não linear, o mais distante de visões distorcidas da ciência e do cientista, pois tem como ponto de partida a reconstrução da História da Ciência em sua narrativa – reiterando o exposto na seção anterior a respeito da presença da HFC no EC e sua importância para a formação de professores.

1.3.1 A Nova Filosofia da Ciência (NFC)

No século XX, destacam-se duas doutrinas filosóficas: o Positivismo e a Nova Filosofia da Ciência. A primeira, uma visão ortodoxa da natureza da Ciência, assume o raciocínio metódico e rígido, de tradição empirista, como única forma de alcançar o conhecimento legítimo e produzir ciência; a segunda, priorizando em suas análises a gênese dos conhecimentos, a emergência histórica dos métodos, o desenvolvimento

das teorias e o conceito de racionalidade ao qual se submete o progresso, reconstrói de maneira realista o empreendimento científico (OKI, 2006; LAUDAN, 2010). Tanto o Positivismo quanto a Nova Filosofia da Ciência (NFC), apesar das ditas diferenças, analisam “as condições e os limites da validade dos procedimentos de investigação do saber científico” (SAITO e BROMBERG, 2010, p. 103), tratam, assim, do ramo da Filosofia chamado de “epistemologia da ciência”. Esta epistemologia da ciência é, tal qual a “teoria do conhecimento” num contexto mais amplo, uma discussão acerca da “possibilidade” do conhecimento científico; é um exame de sua natureza, extensão e justificação (HESSEN, 2003; BADARÓ, 2005; ROSENBERG, 2009; COMPERE et al, 2010).

Com efeito, o Positivismo foi a primeira Filosofia da Ciência propriamente dita, tendo despontado como movimento de oposição ao Idealismo predominante, em fins do século XIX, na Europa. O filósofo francês Auguste Comte foi o seu idealizador e o mais conhecido de seus representantes, dentre os quais estão Hans Reichenbach e Rudolf Carnap, integrantes do “Círculo de Viena”, onde o movimento tomou forma na década de 1920. Esta doutrina assumiu como fundamentos os critérios objetivos das Ciências Naturais, defendendo a tese de que o conhecimento deve ter a observação dos fatos e as relações que o raciocínio estabelece entre estes como modelo; as leis dos fenômenos deveriam, assim, traduzir perfeitamente o que acontece na natureza. (ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSZNAJDER, 2000; NICOLA, 2005; VIDEIRA, 2006; ROSENBERG, 2009).

O Positivismo apoia-se numa demarcação rigorosa entre Ciência e metafísica; na separação entre Ciência e valor; na adoção de um método singular para as várias ciências, supervalorizando os procedimentos; e num descritivismo que usa da lógica da linguagem. Para estabelecer as bases do pensamento positivista e desenvolver o método de investigação – conhecido como “Método Científico” –, Comte combinou os empirismos de Bacon e Hume e a tradição do racionalismo cartesiano, usando de dedução, indução, observação, experimentação, comparação e analogia. Também é possível perceber a influência das ideias do filósofo analítico Ludwig Wittgenstein – o autor do *“Tractatus Logico-Philosophicus”* – na constituição dos enunciados que, verificados empiricamente, atestariam a verdade ou a falsidade do conhecimento científico (seu “critério de verificabilidade”) (BADARÓ, 2005; COMPERE et al, 2010).

Em decorrência desse caráter prescritivo e superestimado atribuído à Ciência, nasceu um “cientificismo”, a crença ingênua de que aquela é a forma mais adequada

de conhecimento, pois não deixa espaço para conjecturas ou imaginação, atendo-se ao estabelecido pelo Método Científico: observação, problematização, formulação de hipóteses, experimentação e constituição da teoria. Presume-se que o conhecimento científico é “verdade absoluta”, isento de ideias *a priori* ou explicações sobrenaturais que são, afinal, marcas de estágios menos evoluídos da humanidade – conforme os três estados de Comte (Teológico, Metafísico e Positivo) (BADARÓ, 2005; VIDEIRA, 2006). Este cientificismo foi a pior das heranças do Positivismo, pois se enraizou nas concepções sobre a natureza da ciência, sendo, ainda hoje, origem de muitas visões deformadas perpetuadas por professores e pelos próprios membros da comunidade científica; confessadamente, as visões ateórica, algorítmica e analítica, já discutidas (GIL-PÉREZ, 2001; CACHAPUZ et al, 2011; RUFATTO e CARNEIRO, 2011).

Segundo Ernst Mach, o maior representante do Neopositivismo (o Positivismo Lógico ou Empirismo Lógico), *uma proposição é verdadeira, se e somente se, existir um método empírico capaz de comprovar ou não a sua veracidade* (OKI, 2006). Esta asserção apoia-se num raciocínio indutivo que toma as evidências observacionais e experimentais, isentas de elementos teóricos, como meio único e seguro de fornecer um fundamento lógico ao conhecimento científico, como mencionado anteriormente. Em função do cientificismo que o Método Científico suscitou, essa forma singular de investigação terminou sendo imposta como “critério de demarcação” entre o que é o que não é Ciência (pseudociência, protociência ou não-ciência) (CHALMERS, 1993; FILGUEIRAS, 2001; OKI e MORADILLO, 2008; LAUDAN, 2010).

Embora continue presente no entendimento geral sobre a natureza da ciência, o que se deve, principalmente, ao esforço de seus admiradores, o sistema positivista encontrou sua “morte” em problemas doutrinários – que continuam a receber críticas – e, ainda mais, no “excesso de minúcias em que caiu, provavelmente em função da tentativa de salvar sua visão de mundo” (ROUANET, 2014, p. 65); questões relativas aos significados das palavras, em especial, substituíram os problemas substanciais. Na verdade, é certo dizer que “os positivistas não estavam interessados exatamente em como o cientista pensava, em suas motivações ou mesmo em como ele agia na prática [...] [mas sim nas] relações lógicas entre os enunciados científicos”, conforme esclarecem Alves-Mazzoti e Gewandszajder (2000, p. 13).

Sobre os erros doutrinários que minaram o Positivismo, é necessário destacar três aspectos: a crença instituída de que a observação pura é base do conhecimento científico; a presunção de que o raciocínio indutivo tem validade lógica e é justificado

pela observação; e a extensão da aplicabilidade e eficácia de um “método científico”, próprio das Ciências Naturais, a toda e qualquer forma de investigação científica. No início do século, o filósofo Pierre Duhem já defendera a tese de que toda observação é “impregnada” de teoria, pois que as teorias *a priori* são necessárias à interpretação dos fenômenos (CHALMERS, 1993). Dentro do próprio Circulo de Viena, estruturou-se a crítica ao indutivismo que suporta o Positivismo, quando Karl Popper rejeitou os critérios de demarcação científica em favor de um raciocínio dedutivo e do processo de falseamento das hipóteses (COMPERE et al, 2010; LAUDAN, 2010; ROUANET, 2014). Finalmente, sobre a adoção irrestrita do Método Científico, Modin (1987 apud OKI, 2006) afirma ter sido o principal erro dos positivistas, porque tornava arbitrário tudo o mais que ele não pudesse avaliar – fossem formas de conhecimento como as Artes ou dogmas como a Religião, por exemplo –, pelo que lhe fazem coro Chalmers (1993, 1994), Alves (2006) e Rosenberg (2009).

Segundo Alfonso-Goldfarb (2001) e Saito e Bromberg (2010), essa concepção positivista repercutiu na própria Ciência (como pontuamos anteriormente acerca das visões deformadas) e, de maneira significativa e conveniente, também na História da Ciência:

À medida que o século XIX avançou, os próprios cientistas se sentiram preparados para falar de sua própria área de conhecimento. Surgiu aí uma espécie de cientista-filósofo ou cientista-historiador que procurou mostrar o caminho que a ciência teria percorrido, dando ênfase nas etapas do conhecimento humano que conduziram ao aprimoramento do conhecimento científico (SAITO e BROMBERG, 2010, p. 106).

A concepção positivista empírico-indutivista de Ciência gozou de popularidade até o início do século XX, quando os cientistas, inspirados por grandes mudanças no campo da Física, passaram a preocupar-se com a Filosofia da Ciência tanto ou mais que os próprios filósofos (BADARÓ, 2005; ROSENBERG, 2009). Havia alguma sorte de desagrado; “Os cientistas simplesmente não se reconheciam nas descrições que os filósofos ofereciam para explicar o que faziam e como faziam”, conforme assinala Videira (2006, p. 25). Ademais, o critério de demarcação científica não parecia justo, pois o Método Científico não tinha o caráter universal que lhe era creditado, e, dessa forma, seria impossível provar ou confirmar o conhecimento. Os cientistas que enfim se apropriaram das questões filosóficas negligenciadas pelos positivistas – dentre as quais suas próprias motivações/ações – parecem ter percebido que o conhecimento

é, afinal, uma construção humana, subjetiva, e concepções mais restritas e flexíveis de método passaram a ser adotadas.

Nesse contexto, a *racionalidade* emergiu como novo critério de demarcação e aspectos externos à Ciência (as convenções da comunidade científica, as condições sócio-políticas para o progresso e as concepções de cultura), tanto quanto aspectos internos, tornaram-se determinantes na escolha das teorias – que passaram então, a orientar a percepção de mundo, a observação [nada ingênua ou desinteressada] dos fenômenos (ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSZNAJDER, 2000; LAUDAN, 2010). Em virtude destas novas direções, a análise da História da Ciência assumiu um papel de extrema importância para a compreensão do desenvolvimento da Ciência que é foco da Nova Filosofia da Ciência, caracterizada por um pensamento construtivista e pela pluralidade metodológica das doutrinas epistemológicas globalistas que passaram a dividir espaço com o sistema positivista e prosperaram a partir de meados do século XX (COMPERE et al, 2010; SAITO e BROMBERG, 2010; ROUANET, 2014).

As teorias *globalistas* que sustentam a filosofia da ciência contemporânea são posicionamentos epistemológicos elaborados, principalmente, por cientistas – físicos e químicos, muito frequentemente –, em fins da década de 1950, para tentar explicar o que é a ciência através do refinamento metodológico (BADARÓ, 2005; OKI, 2006). Estas correntes retomam a epistemologia do francês Gaston Bachelard (1884-1962), que, ainda na década de 1930, abordou a questão da transição das teorias de forma não-acumulativa. O “surracionalismo” bachelardiano é uma crítica à distância entre o ideal lógico de Ciência da “visão recebida” (positivista) e a prática científica concreta, além disso, este epistemólogo confere à História da Ciência um papel essencial para a compreensão do progresso científico (VILLANI, 2001; BACHELARD, 2007, 2009).

Ao retomar um passado cheio de erros, encontra-se a verdade No fundo, o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização [...] Acender à ciência é rejuvenescer espiritualmente, é aceitar uma brusca mutação que contradiz o passado (BACHELARD, 2007, p. 17-18).

A partir da epistemologia de Bachelard, outras perspectivas ganharam força, essa Nova Filosofia da Ciência assumiu novos delineamentos através do surgimento de “metateorias”, tais como a proposta dos programas de pesquisa, do húngaro Imre Lakatos; a proposta de progresso científico centrada na resolução de problemas, do

norte-americano Larry Laudan; e “anarquismo” metodológico, do pluralista austríaco Paul Feyerabend (LAKATOS e MUSCRAVE, 1979; VILLANI, 2001; MASSONI, 2005; LAUDAN, 2010). Destaca-se, entre estas teorias globalistas, a concepção do físico, epistemólogo e também historiador da Ciência americano Thomas S. Kuhn sobre a construção e desenvolvimento do conhecimento científico a partir de uma sucessão de paradigmas – conforme ele aborda no seu “*A estrutura das revoluções científicas*” (KUHN, 2007), principal obra e motivo de críticas à [suposta] postura relativista que adotou. Dado que compartilham do mesmo fundamento, essas teorias apresentam algumas características comuns (MASSONI, 2005): a) Não há mais uma distinção clara entre linguagem observacional e linguagem teórica, uma vez que qualquer observação é impregnada pela teoria; b) O conhecimento não é ampliado com a passagem de uma teoria para outra, ocorre sim uma ruptura (Bachelard). As teorias seriam “incomensuráveis” (Kuhn); c) Os contextos social e histórico, além de fatores observacionais, tornam-se relevantes para entender porque uma teoria é preferida em relação a outra; d) Não se faz distinção entre contexto de justificação e contexto da descoberta, pois todo detalhe do progresso científico interessa à Filosofia; e) É rejeitada a ideia de que uma teoria se confirma em bases observacionais – o que se chamaria de fundacionalismo no empirismo lógico; f) A teoria toma um lugar anterior à observação. Ainda, entre os globalistas, persiste o repúdio a experimentação.

No geral, pode-se dizer que estas teorias construtivistas em torno da natureza da Ciência e do seu desenvolvimento compreendem o conhecimento científico como construção humana e, por isso, jamais pode ser comprovado ou posto, efetivamente, à prova. O que determina a seleção dos conhecimentos adotados como adequados, em contextos espaço-temporais determinados, são tanto critérios internos (racional, lógicos e empíricos), como defende Popper na sua crítica – mais uma dissidência – ao Positivismo Lógico (ROUANET, 2014), quanto fatores externos à própria Ciência, quais sejam os sócio-políticos, históricos, culturais e mesmo traços de personalidade dos cientistas), perspectiva defendida por Kuhn, Lakatos e Toulmin, os “historicistas” (BADARÓ, 2005; COMPERE et al, 2010; LAUDAN, 2010). Em reforço, a crença num método é desmistificada pelo pluralismo de Feyerabend (2007), afinal, a Ciência não poderia gozar de um *status* superior meramente por adotar uma fórmula inflexível de construção do conhecimento e os fatores irracionais são preponderantes na tomada de decisões científicas (ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSZNAJDER, 2000).

No *Quadro 1*, a seguir, encontram-se resumidas as principais epistemologias da NFC, de bases bachelardianas, conforme Massoni (2005), Badaró (2005), Saito e Bromberg (2010), Compere et al (2011) e Rufatto e Carneiro (2011):

Quadro 1: Síntese dos aspectos de algumas teorias globalistas de fundamentação bachelardiana.

Popper	Kuhn	Lakatos	Feyerabend
No racionalismo crítico, observação e lógica servem, não à confirmação, mas à refutação/falsificação dos enunciados gerais.	A pesquisa científica é orientada por “paradigmas”, conjuntos de diretrizes vigentes em contextos espaço-temporais.	Teorias ligeiramente modificadas substituem as antigas teorias e as corrigem, o movimento dos “programas de pesquisa”.	A história demonstra que, para cada avanço da ciência, alguma regra metodológica ou critério de avaliação foi desrespeitado.
Uma teoria é “boa”, pelo que adquire o status de “verdade provisória”, se resiste às tentativas de refutação, embora seja potencialmente falseável.	A adesão ao paradigma implica num período de “ciência normal” no qual se verifica um consenso entre os membros da comunidade científica.	Os programas de pesquisa possuem um “núcleo rígido” com teorias irrefutáveis e um “cinturão protetor” que garante a integridade do núcleo contra refutações.	O progresso ocorre graças ao pluralismo de métodos que competem para explicar os mesmo fenômenos.
O critério de demarcação (a falseabilidade) é indispensável ao progresso científico.	Quando se acumulam “anomalias” insolúveis em um paradigma, a Ciência enfrenta “crise” seguida de um processo de “revolução científica” no qual um paradigma novo surge.	A inalterabilidade do núcleo constitui a “heurística negativa”; as mudanças no cinturão protetor, que o alargam, a “heurística positiva”.	A avaliação das teorias é totalmente arbitrária e envolve critérios externos à Ciência; uma espécie de “vale tudo”, o “anarquismo epistemológico”.
Toda certeza absoluta é negada. A verdade é historicizada e pode ser interpretada como a adequação de teorias concorrentes aos fatos.	A comunidade científica e suas convenções tem grande importância nas escolhas paradigmáticas.	Se as modificações no cinturão aumentam a capacidade de previsão do programa, ele é “progressivo”; se preservam o núcleo, ele é “degenerativo”.	Não se abandona uma teoria frente às refutações, pois as hipóteses auxiliares podem ser revistas.
A escolha das teorias segue o método de raciocínio hipotético-dedutivo, também chamado de método popperiano.	A escolha de teorias não é objetiva, está ligada a fatores como contexto histórico, cultura e convicções pessoais, incorrendo no relativismo pelo qual Kuhn é julgado.	Recusa-se um programa quando ele é incapaz de prever fatos novos, usando de teorias <i>ad hoc</i> (auxiliares).	A mudança de um paradigma para outro implica numa mudança da visão de mundo, teorias novas e antigas não podem ser comparadas então.
A falsificação faz uso dos experimentos cruciais todo o tempo.	Paradigmas diferentes não se comunicam, a tradução é impossível, pois ocorre incomensurabilidade.	Revoluções científicas correspondem à superação de programas degenerativos por outros progressivos.	Apesar do pluralismo teórico, os cientistas devem defender as suas teses (princípio da tenacidade).
Mudanças conceituais são mini-revoluções e ocorrem sempre.	Ocorre sempre uma perda nas transições paradigmáticas (kuhnloss).	Os programas de pesquisa degenerados podem ser reabilitados ao caráter progressivo.	A ciência é uma forma de conhecimento tão sólida quanto qualquer outra, não há critério de demarcação.

Fonte: Produção própria.

É de especialmente interesse para o estudo historiográfico da Ciência, também objeto desta pesquisa, a perspectiva de Kuhn, pois, ao analisar a História da Ciência para fundamentar sua teoria sobre o desenvolvimento do conhecimento científico, o físico americano defendeu que nem o indutivismo positivista, nem o falsificacionismo popperiano resistem às evidências históricas. A construção e a evolução da Ciência, em verdade, são devidas a um interessante mecanismo de sucessão entre períodos de “ciência normal” e “revolução científica”, como acontece na filosofia de Bachelard, com o conceito de “ruptura epistemológica” (MASSONI, 2005; BACHELARD, 2007; KUHN, 2006, 2007). Assim, Kuhn demonstrou que as dificuldades em compreender a Ciência encontra-se na compreensão de que o seu desenvolvimento não é linear – seja pelos confrontos ou pelos complexos processos de mudança que tem lugar na História da Ciência (KUHN, 2007; LAUDAN, 2010; SOUZA, 2012).

Este modelo epistemológico de Kuhn para a Ciência teve grande repercussão no campo da Historiografia da Ciência, por isso parece apropriado estender um tanto mais da discussão a seu respeito. De forma mais esclarecida, na dinâmica kuhniana, a Ciência é governada por um “*paradigma*”, definido, pelo próprio Kuhn¹⁵, como um conjunto daquelas “realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes da ciência” (KUHN, 2007, p. 13). Assim, o paradigma compreende desde teorias, métodos, técnicas e instrumentos até e convenções das quais a comunidade científica faz uso na resolução de problemas de solução possível. O período durante o qual o paradigma permanece em vigência é denominado “*ciência normal*”, quando a comunidade experimenta relativa calma e as atividades desenvolvidas giram em torno uma visão de mundo (paradigma) e da solução de “quebra-cabeças” altamente complexos. Existe uma estreita relação entre os dois conceitos (ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSZNAJDER, 2000; COMPERE et al, 2009).

Os aspectos construtivos da teoria kuhniana relacionam-se com o surgimento de *anomalias*, pontos em que a aplicação do paradigma apresenta problemas, pois a sua capacidade de explicar o mundo, ou parte dele, é posta em xeque. É claro que o sistema prevê formas de contornar uma *crise* iminente, a comunidade se mobiliza na tentativa de adequar as anomalias ao paradigma a que seus membros estão – não é

¹⁵ Em “A estrutura das revoluções científicas”, são apresentadas diversas definições de “paradigma”.

exagero dizer – apegados. Para lidar com casos de crise, Kuhn (2006, 2007) aponta três possibilidades, sistematizadas, também, por Alves-Mazzotti e Gewandszajder (2000) e Souza (2012): a) a ciência normal mostra-se capaz de resolver o problema; b) o problema é abandonado para ser resolvido por gerações futuras, com condições para tanto; e c) por meio de uma *revolução científica*, encabeçada pela emergência de um candidato a novo paradigma e início de uma batalha para sua aceitação.

Quando, finalmente, o paradigma entra em crise, os membros da comunidade científica enfrentam a insegurança de ter suas construções destruídas e a renovação dos problemas de interesse. Enquanto, nos períodos de ciência normal, os cientistas preocupam-se com a articulação das ideias, neste período *pré-paradigmático*, o tom é de inventividade:

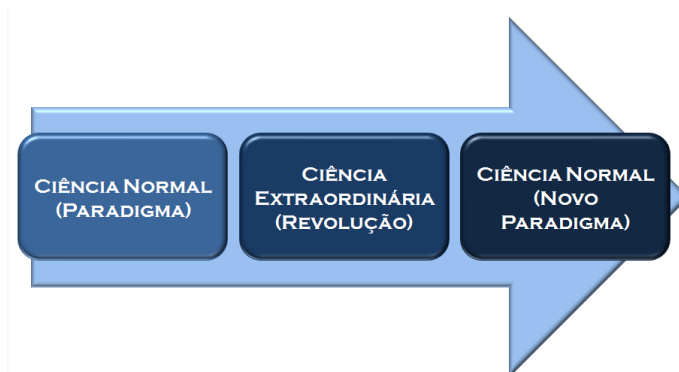
“Os estudiosos da filosofia da ciência demonstram repetidamente que mais de uma construção teórica pode ser aplicada a um conjunto de dados determinados, qualquer que seja o caso considerado. A história da ciência indica que, sobretudo nos primeiros estágios de desenvolvimento de um novo paradigma, não é muito difícil inventar tais alternativas. Mas essa invenção de alternativas é precisamente o que os cientistas raro empreendem, exceto durante o período pré-paradigmático do desenvolvimento de sua ciência e em ocasiões muito especiais de sua evolução subsequente. Enquanto os instrumentos proporcionados por um paradigma continuam capazes de resolver os problemas que este define, a ciência move-se com maior rapidez e aprofunda-se ainda mais através da utilização confiante desses instrumentos. A razão é clara. Na manufatura, como na ciência - a produção de novos instrumentos é uma extravagância reservada para as ocasiões que a exigem. O significado das crises consiste exatamente no fato de que indicam que é chegada a ocasião para renovar os instrumentos.” (KUHN, 2007, p. 105).

O período de *ciência revolucionária* que segue a crise tem como característica a agitação da comunidade científica em função da concorrência entre as teorias com potencial paradigmático. Este período tem seu fim com a eleição de uma nova teoria que guiará a pesquisa normal a partir de então, entretanto é preciso salientar que os cientistas não abandonam tão facilmente o paradigma antigo, ainda que os cientistas mais aferrados às concepções então suplantadas sejam imediatamente excluídos da profissão e suas produções ignoradas (ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSZNAJDER, 2000; KUHN, 2007; COMPERE et al, 2009; LAUDAN, 2010). Não se trata, conforme a dinâmica descrita permite notar, de um processo de natureza cumulativa, uma vez que envolve a ruptura com o paradigma anterior e a adoção de uma cosmovisão, em absoluto, nova; a prática científica normal é inteiramente redefinida, a mudança é tal

que “o que eram patos no mundo do cientista antes da revolução posteriormente são coelhos” (KUHN, 2007, p. 148) – a incomensurabilidade entre paradigmas.

A sucessão dos paradigmas kuhnianos, ilustrada no esquema a seguir (Figura 1), deixa evidente que a Ciência não se desenvolve linearmente e os conhecimentos científicos não se acumulam simplesmente. Este caráter revolucionário é endossado por Kuhn quando ele resgata, na História da Ciência, exemplares bem constituídos e representações de remodelações profundas em ramos como a Física e a Química – a “Revolução Copernicana” e a queda da “Teoria do Flogístico”, respectivamente.

Figura 1: Esquema de sucessão dos paradigmas kuhnianos.



Fonte: Baseado em Kuhn (2007).

Não foi sem razão que a proposta kuhniana de construção e desenvolvimento do conhecimento científico sofreu críticas massivas. Embora tenha rejeitado o rótulo de relativista, filósofos como Popper, Lakatos, Toulmin e Laudan consideram que ele não apresenta boas razões para a seleção das teorias, pois os critérios de avaliação devem ser tão objetivos quanto aqueles do racionalismo crítico, e independentes das crenças ou ocorrências sociais (LAKATOS e MUSCRAVE, 1979; ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSZNAJDER, 2000; LAUDAN, 2010). Não se pode esquecer, porém, que mesmo críticos como Lakatos e Laudan tomaram suas ideias como ponto de partida para construir suas próprias epistemologias – em torno dos “programas de pesquisa” e da “resolução de problemas”, respectivamente. Houve mesmo quem levasse suas teses relativistas ao extremo como ocorreu com Feyerabend (FEYERABEND, 2007).

À dispensa de Kuhn ter tentado corrigir-se com relação ao relativismo que lhe é associado (KUHN, 2006), o físico ainda recebeu críticas como a de Bourdieu (2001 apud COMPERE et al, 2010, p. 77), que o denuncia por assumir “uma representação estritamente ‘internalista’ da mudança, segundo a qual o paradigma atingiria seu

ponto de ‘esgotamento intelectual’ até ser substituído por um novo”. A racionalidade que, quase sempre, coordena o progresso da Ciência pode ausentar-se e, então, um sem-fim de fatores afigura-se entre os determinantes na emergência de teorias. Seja como for, independentemente das críticas, a epistemologia kuhniana apresentou-se num momento de grande importância para as abordagens contextuais no Ensino das Ciências e desempenhou, na figura de seu criador, um papel central na fundação da Nova Historiografia da Ciência (HFC), surgida também por volta da década de 1960, junto das teorias globalistas e alterou toda a forma de narrativa do desenvolvimento da Ciência (que é foco de tais epistemologias).

1.3.2 A Nova Historiografia da Ciência

No início do século XX, acompanhando as tendências filosóficas da época – o Positivismo hegemônico no século anterior –, destacou-se um modelo historiográfico de caráter essencialmente anacrônico, pela sua natureza enciclopédica, internalista, continuísta e acumulativa da História da Ciência, esclarecem Trindade et al (2010) e Porto (2011). Nesse contexto, a prática historiográfica restringia-se, ao mero sentido etimológico do termo grego *ιστοριογράφος* (historiographos) que é, intrinsecamente, “a arte de escrever sobre a história” ou, numa acepção mais apropriada ao propósito de pesquisa, “um estudo bibliográfico e crítico dos escritos sobre a história e de suas fontes, bem como dos autores que a este se dedicam”, segundo o dicionário da Real Academia Espanhola (disponível online, tradução nossa).

Esta historiografia *tradicional*, também chamada de *ad tempore*, ganhou força com os primeiros movimentos de institucionalização da História da Ciência como um ramo autônomo da pesquisa científica e também disciplina acadêmica independente. O nome do George Sarton é expressivo no que diz respeito a este assunto, porque, afinal, foi ele o grande articulador deste modelo e responsável pela sua consolidação em virtude dos esforços pioneiros que culminaram na criação da revista *Isis* (1912) e na publicação do “*Introduction to The History of Science*” (1927-1947), como exposto em seção anterior (BASSALO, 1992; ALFONSO-GOLDFARB, FERRAZ e BELTRAN, 2004; OKI, 2006; TRINDADE et al, 2010). Esse modelo de narrativa permaneceu em voga até o período entre as décadas de 1930 e 1940, a despeito da ideia distorcida de que o conhecimento do passado é trilha direta até o presente e o tem por objetivo – criando uma linhagem de “pais” da Ciência, a chamada “história pedigree”.

Em torno das décadas de 1930 e 1940, como dito, este modelo historiográfico de natureza continuísta e acumulativa abriu espaço para uma nova perspectiva, uma corrente denominada “externalista”, cuja proposta de que o crescimento da ciência é condicionado por aspectos sociais, políticos e econômicos opunha-se diretamente à visão “internalista” da Ciência, que considera apenas dificuldades intrínsecas, tendo sido I. Lakatos um dos seus “advogados” (BASSALO, 1992; ALFONSO-GOLDFARB, FERRAZ e BELTRAN, 2004; LEME, 2008, TRINDADE et al, 2010). Contemporânea deste externalismo nascente, a crítica elaborada pelo historiador da ciência e filósofo britânico Sir. Herbert Butterfield à interpretação “whig” (uma forma de presentismo) da HC, caracteristicamente associada à linearidade das narrativas *ad tempore*, teria papel fundamental – ao lado da epistemologia kuhniana – para a construção de uma Nova Historiografia da Ciência. O sentido de “historiografia” tornou-se, a partir deste ponto, muito mais próximo do que apresentam Fico e Polito (1992 apud MALERBA, 2002):

Partimos de um conceito de historiografia que não considera apenas a efetiva produção do conhecimento histórico, mas, também, na medida do possível, a sua disseminação social. Estamos entendendo, então, por historiografia, não só a análise da produção do conhecimento histórico e das condições desta produção, mas, igualmente, o estudo de suas condições de reprodução, circulação, consumo e crítica. O momento da produção do conhecimento, portanto, não se confunde com o de sua disseminação social, ainda que sejam evidentes as possibilidades de ambos se relacionarem. (FICO e POLITO, 1992, apud MALERBA, 2002, p. 32)

Com a difusão da concepção bachelardiana de que novos conhecimentos são construídos contra os antigos, a perspectiva descontinuista definitivamente deu cabo da ideia de desenvolvimento acumulativo. Conforme discutido anteriormente, a visão de Bachelard (uma defesa de que a Ciência progride com “rupturas epistemológicas” em relação ao conhecimento passado, sempre atingindo uma posição melhor que a anterior) teve influência sobre um grande número de teorias [globalistas] que tentam explicar o desenvolvimento da Ciência (VILLANI, 2001; MASSONI, 2005). O modelo elaborado por Kuhn, em especial, resgatou a proposta que Bachelard formalizara em 1938 e foi estruturante para a criação de uma Nova Historiografia da Ciência.

Logo em setembro de 1957, M. Clagett, R. Merton, T. Kuhn e o casal M. Boas e R. Hall reuniram-se a fim de debater questões que “refletiam profundas diferenças no fazer, pensar e ensinar história da ciência”, informam Alfonso-Goldfarb, Ferraz e Beltran (2004, p. 50), problemas que iam desde a relação entre Ciência e sociedade,

a necessária aliança entre teoria e prática e a dinâmica revolução/continuidade, que é o mote da epistemologia kuhniana. A ruptura decisiva com o modelo historiográfico tradicional (continuísta) ocorreu na década de 1960, com o debate em torno da obra de Kuhn, “*A estrutura das revoluções científicas*”, que, apesar das críticas recebidas, permitiu à comunidade científica perceber a “incomensurabilidade” existente entre as teorias de diferentes *contextos* espaço-temporais que tem lugar na HC – isto explica o porquê das abordagens “contextuais” (LEME, 2008; TEIXEIRA et al, 2010). É claro que o modelo kuhniano tem falhas, algumas críticas já foram abordadas, inclusive, e a elas soma-se o fato de Kuhn ter buscado nas Ciências Naturais sua concepção de Ciência e estendê-la a outros domínios; o que é perdoável, considerando a formação acadêmica dele (KUHN, 2006, 2007). Ainda é dito que Kuhn não deixou espaço para qualquer forma de continuidade, uma tendência comum da *práxis* científica, contudo, é justo reconhecer que Kuhn aceita uma “continuidade semântica” entre paradigmas incomensuráveis (ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSZNAJDER, 2000; COMPERE et al, 2009; LAUDAN, 2010).

A partir dos anos 70, uma nova corrente historiográfica já era bem constituída, prestando-se ao exame pontual e minucioso de episódios da História da Ciência, de modo que conhecimentos esquecidos, marginalizados ou mesmo deformados pelas narrativas parciais adquiriram relevância; esses episódios permitiam perceber como os desenvolvimentos da Ciência foram processados (ALFONSO-GOLDFARB, 2001; PEDUZZI, 2006; LEME, 2008; PORTO; 2011). Os documentos e contextos históricos passaram a receber atenção especial à medida que os “estudos de casos históricos” foram consolidando-se como metodologia frutífera também no ensino da HC – a esta altura, a História da Ciência já alcançara o status de disciplina acadêmica autônoma. Aliás, o despontar dessa análise meticulosa de episódios da HC como ferramenta de ensino e pesquisa é contemporânea do surgimento das teorias globalistas e também da reforma historiográfica que o acompanhou; à época, início da década de 1960, os professores James Conant e Leonard Nash já haviam organizado um livro, intitulado “*Harvard case histories in experimental science*”, cujo propósito de explorar alguns casos da HC e suas potencialidades como ferramenta pedagógica (CONANT, 1957; HERREID, 1994, 1997, 2007; SÁ, FRANCISCO e QUEIROZ, 2007).

Foi nesta época que a crítica butterfieldiana à interpretação *whig* da História da Ciência ganhou visibilidade, razão pela qual muitos historiógrafos perguntam-se o que havia de tão contemporâneo numa proposta datada de 1931, ano de publicação

de “*The whig interpretation of history*”, para chamar a atenção dos novos filósofos da ciência e dos profissionais da historiografia (JARDINE, 2003). Para responder a esta questão, é preciso entender antes o que Butterfield (1965), seus partidários e críticos discutiram, embora pareça evidente desde o princípio que o contexto, bandeira tanto dos filósofos quanto dos historiadores da época em que ressurgiu a crítica elaborada pelo, também, filósofo e historiador da ciência seja a real [e surpreendente] causa de seu sucesso; tudo era propício e aquelas palavras pareciam necessárias (JARDINE, 2003; MARTINS, L., 2010; PRESTES, 2011; BIZZO, 2011)

O termo “*whig*”, utilizado, originalmente, no contexto da História da Política em referência ao Partido Liberal (Whig Party) na Inglaterra, diz respeito a uma tendência de, assumidamente, “enaltecer as revoluções desde que tivessem sido vitoriosas, de ressaltar certos princípios de progresso no passado” (BURKE, 2002, p.141-143). No âmbito da História da Ciência, trata-se de “uma abordagem histórica que interpreta o passado em termos de ideias e valores do presente” (MONK e ORBORNE, 1997, p. 406, tradução nossa). Tal interpretação valoriza a análise em retrospecto e descarta da história aquilo que julga não ter contribuído para alcançar a conjuntura presente; sua grande falta é reconstruir o passado num contexto atual. O historiador whiggista estuda o passado tendo o presente como referência e o avalia com base em normas e padrões modernos, sem considerar os contextos de produção dos conhecimentos, aspecto importante da epistemologia kuhniana, de modo que, o passado é estudado tendo o presente como um fim – e a história produzida converge, convenientemente, para o mesmo (BUTTERFIELD, 1965; RUSSELL, 1984; HARRISON, 1987; FULLER, 2000; BURKE, 2002; JARDINE; 2003; LEME, 2008; BIZZO, 2011; PRESTES, 2011).

Enquanto a historiografia *whig* vá de encontro à epistemologia de Kuhn, dada a visão distorcida dos fatos, caracterizando-se pelo acúmulo linear de informações, o anacronismo com ênfase nos “sucessos” da Ciência e um estímulo aos julgamentos de valor, contribuindo para uma narrativa teleológica (MARTINS, 2005; PRESTES, 2010), o seu oposto, a interpretação chamada de “*anti-whig*” ou “*prig*”, também não é salutar para a compreensão da HC, especialmente para fins pedagógicos (no Ensino das Ciências). A interpretação *priggista* ou *anti-whig* “faz da ignorância uma virtude e rejeita no presente o que não tem relação direta com o passado” (HARRISON, 1987, p. 214), uma espécie de pedantismo que falha por colocar-se acima do propósito da História, que é interpretar os eventos do passado apresentando suas várias nuances – até mesmo aquelas que desagradam ao narrador (FULLER, 2000; REVEL, 2010).

É preciso lembrar que a oposição entre estas duas interpretações não é nada simples, apesar de tudo. Se o *whiggismo* enaltece somente as descobertas frutíferas e as grandes personalidades científicas, o *priggismo* não é tão-somente um relato da história do ponto de vista dos “perdedores”. Existem formas diversas de *whiggismo*, Robert Maxwell Young apresentou quatro delas: *whiggismo primário*, que segue uma linha reta do passado ao presente, acompanhando os “vencedores” e “mocinhos” da história; *whiggismo secundário*, a divisão das concepções em “imaturas” (superadas ao longo da história) e “maduras” (válidas na atualidade), é o mais comum dos tipos; *whiggismo terciário*, uma condição de “esquecimento” na qual os cientistas criadores de concepções alternativas caem; e um quarto tipo – não de Young, mas adicionado à lista por Bizzo –, um *whiggismo quaternário*: a ignorância do “discípulo” em relação ao “mestre” que aquele segue, admiração cega e sem compreensão (BIZZO, 2011).

Consciente das dificuldades da historiografia tradicional, a Nova Historiografia da Ciência “desenvolveu um processo de análise não continuísta, portanto, sem ler o passado a partir do presente” (ALFONSO-GOLDFARB, FERRAZ e BELTRAN, 2004, p. 55), incorporando a tese kuhniana, sem levar a descontinuidade a um extremo; da mesma forma, a crítica às interpretações *whig* e *prig*¹⁶ – indissociáveis como as duas faces de uma moeda – também foram incluídas entre os pressupostos da NFC e, em decorrência destas mudanças e de muitos outros esforços, houve a possibilidade de conciliar aspectos internalistas e externalistas – assim como fez Stephen Toulmin –, e os métodos diacrônicos e sincrônicos, superando as dicotomias do antigo modelo historiográfico. Essa nova atitude é, precisamente, o que Harrison (1987) recomenda que seja feito com as duas interpretações discutidas:

Com razão, a interpretação anti-whig da história deriva do método indutivo de Bacon, que tenta investigar os fenômenos a partir da observação, mas com a mente vazia. Ambas as interpretações, o whiggismo dedutivista e o anti-whiggismo indutivista, são ainda mais simplistas quando exploradas isoladamente; combinadas, entretanto, elas compreendem os fundamentos da pesquisa histórica (HARRISON, 1987, p. 213)

Outros aspectos marcam a transição da antiga historiografia para a NHC, não somente aqueles que dizem respeito ao processo de desenvolvimento e construção do conhecimento científico, mas alguns relacionados às origens dessas correntes no

¹⁶ Os termos “whig” e “prig”, assim como suas variações, não foram traduzidos, pois não há na Língua Portuguesa possibilidade de preservar o seu valor histórico. Para melhor compreendê-los, pode-se usar a equivalência lexical: whig = “presentismo” e prig = “pedantismo”.

âmbito da História Geral e dos estudos historiográficos independentes da Ciência; às mudanças nos conceitos de verdade, confirmação, teoria e lei científica; e também aos critérios de demarcação, muito menos rígidos (senão inexistentes). Logo abaixo, o *Quadro 2*, constante em Leme (2008, p. 40), resume algumas dessas mudanças que tiveram lugar com o advento da reforma historiográfica:

Quadro 2: Comparativo entre a antiga e a nova historiografia da ciência.

ANTIGA HISTORIOGRAFIA DA CIÊNCIA	NOVA HISTORIOGRAFIA DA CIÊNCIA
Noção de progresso como um desenvolvimento acumulativo e linear	Desenvolvimento através de continuidades e rupturas
Origem na Grécia antiga	Origens diversas
Erros e acertos em relação a um caminho pré-determinado que conduz à verdade, através de um processo acumulativo	Não acumulativa e desprovida de julgamentos do tipo “certo e errado”
A ciência caminha em direção à verdade	O que é a “verdade” depende do contexto
Processo “evolutivo” da ciência (cada vez “melhor”)	O que é melhor depende do contexto
Diferencia ciência de protociência e pseudociência	Estuda os diferentes contextos de cada ciência
Busca pelos precursores das ideias atuais.	Estuda as várias formas de ciência, incluindo as que hoje não são consideradas como tais
Ciências físicas como modelo	Considera outras áreas da ciência
Deixa de lado elementos não científicos do trabalho dos cientistas	Leva em consideração a complexidade dos pensadores, incluindo os elementos não científicos
Foco centrado na origem das ideias e teorias da ciência	Reconhece a importância da prática
Foco centrado na Europa e no Ocidente	Considera a ciência das diferentes culturas
Abordagem anacrônica	Abordagem considerando o contexto da época
Considera apenas aspectos internos da ciência	Considera aspectos internos e externos à ciência
Abordagem extensiva (“enciclopédica”)	Estudos de casos, considerando o contexto, análise de fontes primárias, aparato das fontes, contextualização
História interna das ideias; as ideias mudam devido à racionalidade, independente da época e local	Não é a história do triunfo da racionalidade humana. Considera aspectos internos e externos.

Fonte: LEME, 2008, p. 40.

A NHC oferece ao professor os subsídios necessários para formar estudantes mais críticos e capazes de compreender as complexidades da Ciência, pois não lhes transmite uma visão idealizada e dogmática como o modelo anterior, “contempla-se a contextualização das ideias, procurando-se seu significado no seio do pensamento característico do período estudado” (PORTO, 2011, p. 166), um retrato das múltiplas realidades sobre as quais a Ciência intervém. Antes de levar a historiografia às salas de aula de Ciências, especialmente nas licenciaturas (“celeiro de professores”), será necessário concretizar a desejada aproximação entre a HFC e o EC, tarefa bastante difícil por razões diversas, dentre as quais é preciso destacar a falta de profissionais qualificados para atuar nos espaços de formação inicial e continuada (MALDANER, 2000; MARTINS, R., 2006; SILVA et al, 2010). Como assinalou Harrison (1987):

A ideia de que os cientistas tem pouco interesse nas origens de suas disciplinas é algo recente e, supostamente, inventada pelos historiadores [...] Os historiadores estão certos: os cientistas precisam de instrução sobre como examinar o passado de uma forma apropriada e objetiva; mas também estão errados: os cientistas não podem ser excluídos da história da ciência, pois a complexidade temporal é parte integrante da pesquisa científica (HARRISON, 1987, p. 214).

A narrativa histórica para fins didáticos deve ser equilibrada, isentando-se dos tendencionismos, pois só assim se pode construir uma História da Ciência legítima e útil (FULLER, 2000; MARTINS, L., 2005, 2006). É evidente que há demarcações que se deve respeitar quando da exploração da HC no âmbito da historiografia ou do EC, pois seus objetivos são diferentes. No ensino, sua função é, fundamentalmente, a de despertar posturas críticas e promover visões mais “adequadas” de Ciência/cientista, promover a contextualização e a compreensão das relações entre os pilares ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA). O cientista e o professor de ciências (Química, Física, Biologia ou qualquer outra), como o historiador, “precisa entender o passado em seus próprios termos, mas também fazer uma análise de seu próprio mundo para ser capaz de falar para a audiência não especializada” (PINCKSTONE apud MARTINS, 2010). A diversidade dos temas e abordagens da historiografia é de grande valia para a alfabetização científica e aprimoramento da formação inicial, por isto não se pode ignorar a relevância das reflexões histórica, filosófica e sociológica.

1.4 Sobre o caso em exame: a derrubada da teoria do flogístico

Aqui nesta última seção, à guisa de narrativa, encerrando o capítulo dedicado à revisão dos aspectos indispensáveis ao pleno entendimento dos resultados deste trabalho, narramos, de modo breve – dados o espaço e a oportunidade –, a história do tema que serviu como pano de fundo à condução do processo interventivo que é o foco da investigação: a derrubada da “teoria do *flogístico*”. Apresentamos alguns dos acontecimentos que dizem respeito à elaboração, desenvolvimento e descrédito desse “esquema conceitual”, nas palavras de Conant (1957), e tecemos reflexões em torno de como o pensamento científico/filosófico coordena e examina tal episódio da história da Química à luz de uma historiografia não-linear e não-acumulativa e da imprescindível perspectiva da teoria do conhecimento, a epistemologia da ciência.

Dito isto, esclarecemos, desde agora, o porquê de o tema em questão ter sido escolhido como mote. A derrubada da teoria do flogístico tem, não apenas, um rico processo de construção, que envolve conhecimentos além do considerado científico – fazendo uso de uma filosofia natural que é muito mais prolífica, no que diz respeito a possibilidades de pensamento, coligindo mística e senso comum, como ilustram os raciocínios de Becher e Stahl (BROCK, 1992) –, mas também um desenvolvimento que pode ser interpretado sob os diferentes pontos de vista da NFC; e.g., desde as rupturas epistemológicas de Bachelard até as sucessões paradigmáticas de Kuhn.

Além disso, é um caso histórico que permite linhas narrativas variadas, o que é de grande interesse quando se pretende explorar vieses historiográficos e verificar sua adequabilidade. A derrubada da teoria culmina na “*Revolução Química*” ocorrida entre 1775 e 1789, chamada de “*Revolução Lavoisiana*” por vezes; e ainda que a figura do cientista francês Antoine Lavoisier seja, [quase] sempre, a de maior representatividade, em virtude de lhe ser atribuída a introdução da *Química Moderna* no panorama científico como campo de investigação instituído, outros personagens contribuíram de forma, no mínimo, tão significativa quanto aquele – a exemplo dos ingleses Joseph Priestley e Henry Cavendish e do sueco Carl W. Scheele, somente para citar alguns dos mais conhecidos (VANIN, 2005; MOSLEY e LYNCH, 2011).

Por fim, compete dizer ainda de como este tópico tem sido explorado tanto no âmbito da História da Química (HQ) quanto no Ensino das Ciências (EC), no Ensino de Química (EQ) mais especificamente. A literatura é abundante ao tratar da história em torno daquele episódio (CONANT, 1957; BROCK, 1992; ALFONSO-GOLDFARB

e FERRAZ, 1993; FAUQUE, 1995; FILGUEIRAS, 1995; STRATHERN, 2002; VANIN, 2005; VIDAL, CHELONI e PORTO, 2007; BRITO, 2008; MARQUES e FILGUEIRAS, 2010; SILVEIRA, 2010; TRINDADE, 2010; MOSLEY e LYNCH, 2011), incluindo uma recente tradução do texto do “*Traité élémentaire de chimie*” (LAVOISIER, 2007) para a língua portuguesa (português brasileiro), utilizada como fonte primária durante o processo interventivo descrito adiante.

Em adição, é necessário dizer dos resultados positivos alcançados por outras experiências em EC, também com abordagens contextuais, em torno desse assunto, seja destacando um ou outro momento do episódio; o desenvolvimento da teoria do flogístico, a descoberta do oxigênio, o trabalho de Lavoisier ou de outros cientistas. Partimos, aqui, do texto original de Conant (1957), “*The Overthrow of the Phlogiston Theory: the Chemical Revolution of 1775-1789*”, que orienta e é, ao mesmo tempo, relato da experiência pioneira com estudos de casos históricos (uma possibilidade para uma abordagem contextual), e das indicações de Porto (2011) sobre trabalhos do mesmo tipo, estudo de episódios históricos – este autor também desenvolveu uma atividade bem sucedida acerca do tema, voltada para alunos do Ensino Médio, como é possível encontrar no livro didático intitulado “*Interações e Transformações III: A Química e a Sobrevivência – Atmosfera: fonte de materiais*” (GEPEQ, 2008).

1.4.1 Uma controvérsia, várias possibilidades

No século XVII, a combustibilidade das substâncias foi atribuída ao princípio material chamado de flogístico (ou flogisto), e o cameralista alemão Johann Joachim Becher (1635-1682) foi o primeiro a estudá-lo propriamente, embora lhe desse outra denominação àquela época. Becher, em razão de sua profissão, tinha um particular interesse pela produção natural de minerais de valor econômico e, no estudo dessas substâncias, afirmou existirem três tipos de terra: a *terra fluida* (terra mercurosa) que dava às substâncias fluidez, suavidade, volatilidade e “metalicidade”; a *terra pinguis* (terra graxa), com propriedades oleaginosas, sulfurosas e combustíveis; e a terceira, a *terra lapidea* (terra vítrea), a qual era associada à propriedade de fusibilidade. O ar não era mineral e o fogo apenas um agente de mudanças, uma ferramenta (BROCK, 1992; BRITO, 2008). Becher lançara, sem saber, as bases da teoria da combustão e descobrira o flogístico.

Somente no início do século XVIII, o médico, químico e professor Georg Ernst Stahl (1660-1734), também um alemão vindo da tradição do cameralismo, retomou o trabalho de Becher quando necessitou dedicar-se ao estudo da teoria mineral para buscar uma forma de aperfeiçoar a fusão de minérios (BROCK, 1992). Entre os seus trabalhos, Stahl dedicou-se ao estudo da *terra pinguis*, que ele redefiniu, dando-lhe o nome de “flogístico”, o princípio presente em todas as substâncias inflamáveis. Stahl deu continuidade às investigações de Becher e chegou à conclusão de que todos os metais seriam formados pela combinação de uma matéria terrosa (chamada de *cal*), variável em quantidade de acordo com a natureza do metal, e pelo próprio flogístico, o “espírito do ígneo” (OLIOSI, 2010; MOSLEY e LYNCH, 2011). Depois de conduzir numerosos experimentos em torno da calcinação dos metais, Stahl chegou a uma teoria que Brito (2008) resume:

A combustão era então explicada como o resultado do facto do *flogisto* abandonar a matéria que estava a ser queimada, indo para o ar; quando um metal é queimado, o *flogisto* abandona-o deixando as cinzas, que já não possuindo essa substância, deixa de arder. Do mesmo modo pelo aquecimento dessas cinzas o *flogisto* reentra nas mesmas, regenerando o metal ($cal + flogisto = metal$). Por outro lado a não verificação da combustão na ausência do ar, era explicada pela necessidade da presença do ar para absorver o *flogisto*: assim quando uma vela arde dentro de um recipiente fechado, acaba por se apagar porque o ar saturado de *flogisto* libertado não pode contê-lo mais. (BRITO, 2008, p. 52-53).

A Teoria do Flogístico tem o mérito de ter sido o primeiro esquema conceitual (teoria) devidamente organizado. Stahl não somente explicou o que ocorria durante o processo de calcinação (oxidação dos metais), como também demonstrou que era um processo reversível, a restituição do metal pelo aquecimento da dita *cal* (o óxido metálico) acontecia com reabsorção de flogístico liberado na calcinação (reação que recebeu o nome de ressurgência). O cientista também explicou que estes processos não se aplicam a materiais orgânicos, não era possível regenerar matéria animal ou vegetal. Esta primeira explicação de fenômenos químicos foi bem aceita pelo que se pode chamar de “comunidade científica” de então, pois respondia alguns problemas: a perda de massa na combustão dos materiais; a impossibilidade de combustão na ausência de ar; e o fim da combustão e a morte de pequenos animais em recipientes fechados (BROCK, 1992; LAVOISIER, 2007; BRITO, 2008).

Apesar de um certo pioneirismo, esta teoria apresentou falhas que exigiram o esforço da comunidade científica no sentido de converter certas anomalias em parte

do paradigma que se instituiu; a medida que o esquema formulado dava solução às questões, criava outras tantas. A perda de massa durante a combustão era, como foi explicado, a perda de flogístico liberado pela substância inflamável, absorvido então pelo ar até que todo o ar disponível para o processo ficasse “saturado” pelo “espírito do fogo”, porém, não havia explicação para o fato da massa do produto resultante da calcinação do metal ser mais pesada que o próprio metal de partida. Qual a razão de tal excesso de peso? Além disso, também perdia clareza aquela explicação de que o ar absorveria o flogístico até ficar saturado; evidentemente, este não era o motivo de a combustão não ocorrer ou encerrar (CONANT, 1957; BRITO, 2008, OLIOSI, 2010). Entre as hipóteses que forneciam explicação para a perda de massa, consta a ideia, muito difundida, aliás, de que o flogístico teria sim uma “massa negativa”.

No século XVIII, quando a Química começou a florescer, intensificaram-se os estudos acerca das reações e logo o problema do flogístico foi posto em debate – as críticas à Teoria do Flogístico, é preciso dizer, foram postas desde a sua formulação. O maior questionador desse esquema foi o francês Antoine Lavoisier (1743-1794), mas figuras tais como o médico Joseph Black (1728-1799), o físico Henry Cavendish (1731-1810), o químico inglês Joseph Priestley (1733-1804), e o químico sueco Carl Scheele (1742-1786) tiveram papel de grande importância na busca, concomitante (uma verdadeira e forte comunidade científica), por explicações satisfatórias – ou, pelo menos, adequadas aquele contexto – para os fenômenos que se apresentavam pouco aclarados (BROCK, 1992; VIDAL, CHELONI e PORTO, 2007; BRITO, 2008; OLIOSI, 2010). A proposta de “massa negativa” atribuída ao princípio flogístico foi estudada no meio científico, levando-se a cabo experiências com a calcinação de fósforo, enxofre e ferro, práticas reproduzidas por vários cientistas.

Este período de fervor intelectual que foi o “início” da Química foi frutífero para o estudo dos gases (chamados de vapores, ares e fumos, até a criação do termo “gás”, por Van Helmont em 1625), fora o século da chamada “*Química Pneumática*”, com destaque para os estudos de Robert Boyle (1627-1691), autor do célebre “*O químico cético*”, o primeiro químico, de fato, para alguns historiadores da ciência (TRINDADE, 2010). O trabalho dos pneumáticos (os cientistas que se dedicaram ao estudo dos gases) foi, efetivamente, o que pôs abaixo a Teoria do Flogístico. Joseph Black, encontrou, em 1757, um gás denso que chamou de “ar fixo”, “gás silvestre” ou “gás de cervejaria”, o dióxido de carbono/gás carbônico (CO_2), e este ar, não tardou,

foi associado aos processos de combustão nos quais o flogístico era a peça chave (CONANT, 1957; VANIN, 2005; BRITO, 2008).

Também merece destaque a contribuição de Henry Cavendish que, no estudo das reações de ataque aos metais por ácidos, percebeu a liberação de um gás muito leve que identificou como flogístico; havia, contudo, descoberto o hidrogênio (seu “ar inflamável”). Cavendish identificou outros gases na composição do ar atmosférico: o “ar flogisticado”, correspondente a cerca de 79,1% do ar (hoje, sabe-se que se trata, em verdade, de uma mistura de nitrogênio e argônio) e o “ar desflogisticado”, numa medida de 20,8% da atmosfera (na realidade o oxigênio) (BRITO, 2008; MOSLEY e LYNCH, 2011). Algo curioso é que este cientista inglês mostrou como os seus “ares” inflamável e desflogisticado combinavam-se formando água; a descoberta, inclusive, foi analisada por Priestley (LAVOISIER, 2007; VIDAL, CHELONI e PORTO, 2007; OLIOSI, 2010).

O ponto central da “derrubada da Teoria do Flogístico” encontra-se, contudo, nas experiências realizadas, simultaneamente, por Priestley, Scheele e Lavoisier, os protagonistas de uma controvérsia que terminou, em definitivo, com aquele esquema conceitual do flogístico, depondo as hipóteses auxiliares (já bastante ridicularizadas). O inglês, Joseph Priestley, um cientista prolífico e bastante conhecido por construir o próprio equipamento necessário às suas experiências, entre outras coisas, foi pastor e o maior incentivador da historiografia da ciência (STRATHERN, 2002). Ao longo de suas investigações sobre os processos de combustão dos metais, sem nunca ter, no entanto, abandonado a crença na teoria do flogístico, ele realizou experimentos com óxidos de ferro (III) e mercúrio (II) e o famoso “teste de ar nitroso” (para determinar o nível de pureza do ar) que lhe permitiram encontrar um gás dito “ar desflogisticado”, o “ar bom” (BRITO, 2008; SILVEIRA, 2010). Assim como aquele “ar desflogisticado” que Cavendish encontrara, o “ar bom” era sim oxigênio, mas a devoção de Priestley à Teoria do Flogístico, pelo que se pode inferir, foi o que o impediu de dar-se conta da descoberta; Conant (1957) usa das palavras do próprio cientista (retiradas do seu último livro publicado) para ilustrar a sua tenacidade:

Poucas revoluções científicas, se realmente já houve alguma, mostraram-se tão importantes, repentinas e universais quanto a supremacia do que, então, costuma-se denominar o *novo sistema químico* ou *Antiflogista* desde a doutrina de Stahl, que foi, outrora, concebida como a maior descoberta já realizada na ciência. Eu me recordo de ter ouvido o Sr. Peter Woulfe, cujo conhecimento da química é inquestionável, dizer que dificilmente haveria

algo mais que merecesse ser chamado de *descoberta* depois disso. Apesar de tudo, ainda houve quem, ocasionalmente, expressasse dúvidas sobre a existência de um princípio tal qual era o *flogístico*, pois não houvera avanço que permitisse estabelecer as bases de *outro sistema* antes dos trabalhos do Sr. Lavoisier e de seus companheiros, razão pela qual este novo sistema é considerado, com alguma frequência, *Francês* (PRIESTLEY, 1796 *apud* CONANT, 1957, p. 13, tradução nossa, grifos do autor).

Num jantar, oferecido em outubro de 1774, quando Priestley esteve na França por motivos de trabalho, o cientista inglês teve a chance de conversar com um jovem Lavoisier que, ainda com a idade de 25 anos, “já fora eleito para a Académie Royale des Sciences francesa, e logo se envolveu em projetos de destaque”, de acordo com Mosley e Lynch (2011, p. 71). Apesar de ter participado de um projeto para melhoria da iluminação pública da cidade de Paris, pelo qual recebeu um prêmio de “segundo lugar” (VANIN, 2005), o ambicioso e talentoso cientista – que também fora cobrador de impostos da coroa, *regisseur des poudres*, e *fermier da Ferme Générale*¹⁷ – ainda não havia realizado sua “grande descoberta”. Na conversa com o inglês, este contou da descoberta de um ar com propriedades ígneas, ao que o francês se apressou em reproduzir seus experimentos de combustão com óxido de mercúrio; Lavoisier, bem como muitos outros pneumáticos dedicava-se já ao estudo dos gases, de forma que não se pode dizer que o seu interesse foi repentino ou mesmo infundado (CONANT, 1957; FAUQUE, 1995; FILGUEIRAS, 1995; STRATHERN, 2002; VIDAL, CHELONI e PORTO, 2007; SILVEIRA, 2010; TRINDADE, 2010)

Por vários motivos Lavoisier alcançou resultados mais acurados que Priestley, dentre os quais é preciso dizer do bom casamento que fez com Marie Anne Pierrete Paulze, filha de outro *fermier*, abastada e muito talentosa. A esposa foi, em verdade, a sua grande colaboradora, traduzindo obras do inglês (idioma no qual era fluente) e sempre ajudando, tanto na execução quanto no registro dos experimentos com seus desenhos muito elaborados, detalhando os aparelhos e técnicas utilizados, didáticos e expressivos (VANIN, 2005; LAVOISIER, 2007; CHASSOT, 2011). Lavoisier contou com muito mais do que a companhia e a ajuda da esposa, pois ela terminou sendo a grande financiadora de suas pesquisas também. O cientista teve meios para investir em equipamentos de precisão, como a balança (AFONSO e SILVA, 2004), e, assim, terminou, também, por descobrir o que chamou de “*ar vital*”, e mais tarde o oxigênio, como informam Brock (1992), Vanin (2005), Brito (2008) e Mosley e Lynch (2011).

¹⁷ O cargo público de “*regisseur des poudre*” equivale ao de “diretor de arsenal” e, quanto à “*Ferme Générale*”, tratava-se de uma associação de financistas da qual era membro (*fermier*).

De fato, o uso da balança foi o que determinou a fama de Lavoisier, apesar de ele ter sido um verdadeiro “homem da ciência”, não se pode negar o valor dos outros trabalhos que ele conduziu em torno da “*Teoria do Calórico*” e da sistematização de uma nomenclatura química (LAVOISIER, 2007). Através de medições meticulosas, o francês provou que quando um metal queima, ganha peso ao invés de perder, pois o oxigênio presente no ar atmosférico – como provou Cavendish – combina-se com a substância que sofre combustão formando óxidos. Isso levou a “Teoria do Flogístico” à definitiva ruína, mas não é o fim da controvérsia gerada: quem, afinal, descobriu o elemento oxigênio? – se houve, de fato, um único responsável pela descoberta.

Na Inglaterra, Priestley não ficou contente ao saber que haviam se apropriado de sua descoberta e lhe dado outro nome e deixou isso bem claro em seus escritos, mas a realidade é que ele também não foi o pioneiro nesta “descoberta” do oxigênio, segundo Fuque (1995) e Moseley e Lynch (2011):

Imediatamente se instalou a polêmica. Quem era o inventor desse novo gás, Priestley ou Lavoisier? Ora, o sueco Scheele (1742-1786) também havia descoberto o oxigênio bem antes e havia assinalado o fato a Lavoisier. Em 15 de outubro de 1774 escrevera-lhe que, por aquecimento, o carbonato de prata liberava um ar que ele chamava de ar do fogo e do qual descrevia precisamente as propriedades; ele fornecia a Lavoisier os pormenores do seu experimento, mas, acrescentava, seu material sendo muito rudimentar, esperava um experimento em maior escala de parte do cientista francês para confirmar suas observações. Este jamais respondeu ao sábio sueco (FAUQUE, 1995, p. 569).

Tal qual fizeram Priestley e Lavoisier, relatando a descoberta do oxigênio nos seus respectivos “*Experiências e Observações sobre as Diferentes Espécies de Ar*” e no famoso “*Tratado Elementar de Química*”, que inaugura, definitivamente, a nova Química Moderna em caráter revolucionário, Scheele divulgou os resultados de sua pesquisa no “*Tratado Químico de Ar e Fogo*” (publicado, infelizmente, tempos depois de anunciada a descoberta de Priestley), onde reportou a existência do novo elemento, o oxigênio que ele nomeou “ar empíreal” (CONANT, 1957; VANIN, 2005; BRITO, 2008; TRINDADE, 2010; MOSELEY e LINCH, 2011). Incluído mais um nome na lista de “descobridores” do oxigênio, a querela continua sendo um problema para cientistas e historiadores da ciência.

Considerando a NFC e a NHC, é possível afirmar que foi Scheele o primeiro a encontrar o elemento, mas fatores diversos retardaram a divulgação do seu feito: as suas ideias ainda muito arraigadas à Teoria do Flogístico, a falta de instrumentos de

maior precisão para realizar experimentos, o fato de ser sueco e o lugar em que foi feita a descoberta, além do atraso na publicação do seu livro. O segundo, Priestley, teria encontrado oxigênio, mas nunca presumiu ao que se sabe que aquele era um novo elemento; isso também decorre da tenacidade com que defendia o esquema conceitual em torno do flogístico. Tem influência também a carência da aparelhagem que ele mesmo produzia – embora seja elogiável a sua inventividade – e detalhes da sua própria vida, afinal, fatores políticos, principalmente, sempre foram impactantes na vida do inglês (foram questões políticas que o fizeram mudar-se para a América e retornar à Inglaterra posteriormente). Sobre Lavoisier, tudo lhe foi providencial, para dizer o mínimo: era jovem ainda, tinha boas condições financeiras, um laboratório de excelente qualidade para a época, uma esposa e ajudante, e vivia num ambiente em que o pensamento científico era extremamente valorizado (a França passava por um período de crescente desenvolvimento, apesar dos problemas sociais).

Complementarmente, Lavoisier foi, de fato, um cientista brilhante e muito bem relacionado. No seu *“Tratado Elementar de Química”*, é aparente tanto o refinamento das suas análises e a elegância do texto em si quanto uma preocupação constante e muito bem colocada com a necessidade de apresentar a Química, a nova ciência, de uma forma didática e historicamente contextualizada (LAVOISIER, 2007). Quanto às possibilidades de intercâmbio intelectual e divulgação do seu trabalho, como foi dito, Lavoisier foi membro da *Académie Royale des Sciences* e da *Ferme Générale*, uma garantia de que ele estabeleceria boas relações. Apesar de que se possa pensar que Lavoisier sarrupiu descobertas, é preciso dizer que ele soube tirar proveito das oportunidades que se lhe apareceram (sobretudo dos contatos e da inteligência da sua esposa Marie Anne), e como a divulgação científica e o sistema de referências [bibliográficas] só veio estabelecer-se entre fins do século XVIII e início do século XIX, ele atribuiu créditos a quem foi possível – os agradecimentos apresentados aos senhores Geoffroy, Gellert, Scheele, de Morveau, Kirwan e outros tantos com quem trabalhou ou trocou correspondências, constantes no *“Discurso Preliminar”* do seu *“Tratado”*, são prova disso (CONANT, 1957; LAVOISIER, 2007).

Finalmente, é preciso ressaltar que a intenção desta breve revisão acerca dos acontecimentos que levaram à derrubada da *Teoria do Flogístico*, o possível estopim da *“Revolução Química”*, é informar, de um modo geral, sobre o tema que foi cenário do quadro de atividades realizadas nesta investigação. A mudança paradigmática que teve lugar com a passagem de uma filosofia natural generalista para a Química

Moderna é consoante com a fundamentação teórica apresentada anteriormente – da mesma forma modesta e com intenção informativa –, por isso, um bom exemplo das relações entre a História, a Filosofia e o Ensino das Ciências.

CAPÍTULO II

2 Desenho Metodológico

Neste segundo capítulo, trataremos dos aspectos metodológicos da pesquisa, caracterizando-a quanto à forma de abordagem, objetivos, procedimentos técnicos e também obtenção, registro e análise dos dados. Esclareceremos a escolha do *locus* de investigação, apresentando as particularidades que o tornam adequado para os objetivos propostos; delinearemos o perfil dos sujeitos participantes; exploraremos com minúcia o processo interventivo e o arcabouço teórico-metodológico que lhe dá suporte, bem como os recursos e meios para a sua execução. Por fim, discutiremos sobre as ferramentas utilizadas para coleta dos dados, sua validade e aplicabilidade, e sobre as bases de análise do material coletado.

2.1 Caracterização da pesquisa

Diante do objetivo geral e dos procedimentos técnicos adotados na pesquisa, a classificamos como um estudo explicativo e etnográfico, situado numa abordagem qualitativa, embora utilizemo-nos de dados ditos quantitativos em seu decurso, o que é recomendado por muitos pesquisadores (ALVES-MAZZOTI & GEWADSZNAJDER, 2000; ANDRÉ, 2005; MOREIRA & CALEFFE, 2006; GIL, 2010). Justificamos a escolha metodológica pela abordagem qualitativa em função da complexidade e da dinamicidade do fenômeno estudado, uma vez que este se manifesta naturalmente num espaço microssocial (a sala de aula); por preconizar a valorização da fala dos sujeitos participantes e a reconstrução da realidade destes através da interpretação; e, sobretudo, por adotar princípios ontológicos interno-idealistas que suportam seu caráter epistemológico subjetivo¹⁸, conforme pontuam André (2005), Alves-Mazzoti & Gewadznajder (2000) e Moreira & Caleffe (2006).

Embora o tipo de dados produzidos e os modelos positivista ou antipositivista, comumente, sejam usados como critérios para diferenciar abordagens quantitativas

¹⁸ Encontramos uma discussão ampliada acerca das questões de ordem ontológica e epistemológica em *Teoria do Conhecimento*, Johannes Hessen (2003).

e qualitativas, concordamos com André (2005) quando a autora aponta tal forma de classificação como reducionista na medida em que “qualitativo é sinônimo de não-quantitativo.” É com base neste argumento que nos referiremos ao dito “paradigma qualitativo” por termos como abordagem naturalista, fenomenológica, interacionista simbólica, idiográfica ou, o que julgamos mais apropriado ao propósito do trabalho, hermenêutica (interpretativa).

Segundo seus objetivos, classificamos a pesquisa como explicativa, pois, como explicita Gil (2010, p.28), “As pesquisas explicativas têm como propósito identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos. [...] têm como finalidade explicar a razão, o porquê das coisas.” É o tipo de pesquisa que envolve um maior nível de complexidade, posto que é quase sempre precedida por estudos dos tipos exploratório e/ou descritivo, como informam Moreira & Caleffe (2006) e Gil (2010), exigindo, por isso, atenção redobrada em virtude de uma maior possibilidade de incorrer em erros. Adicionalmente, Andrade (2000) corrobora estas especificações ao afirmar que:

a pesquisa explicativa é o tipo de pesquisa mais complexa, pois, além de registrar, analisar, classificar e interpretar os fenômenos estudados, procura identificar seus fatores determinantes. A pesquisa explicativa tem por objetivo aprofundar o conhecimento da realidade, procurando a razão, o porquê das coisas e por esse motivo está mais sujeita a erros. (ANDRADE, 2000, p.20).

Em comparação com estudos de natureza exploratória e descritiva, este tipo de pesquisa é potencialmente mais profundo e seus resultados mais maduros pela necessidade de explicar os determinantes na ocorrência dos fenômenos. Em virtude disso, parece responder de forma muito mais contundente à questão de pesquisa suscitada do que quaisquer outras.

Finalmente, esclarecemos a escolha por uma abordagem etnometodológica. Esta metodologia, uma herança da Antropologia e da Sociologia, é no seu contexto original, chamada de etnografia, no entanto, por não assumir todos os pressupostos da Antropologia quando trazida para o campo da pesquisa em educação no início da década de 70 (LÜDKE e ANDRÉ, 1986), é recomendável distinguir uma terminologia mais adequada antes de entrar em maiores detalhes sobre a mesma, por isso falaremos de “estudos do tipo etnográfico” ou “etnografia da prática escolar”, como informa André (2005).

Dentre as características que distinguem esse tipo de pesquisa, a etnográfica, destacamos as que se seguem, de acordo com Lüdke e André (1986), André (2005), Moreira & Caleffe (2006) e Gil (2010):

- dedica-se à investigação dos sujeitos em seu ambiente natural;
- o contexto é determinante no comportamento dos sujeitos;
- a imersão no cenário investigado pode variar [de dias até anos], mas deve ser substancial;
- o pesquisador imerge no contexto investigado;
- visa a um entendimento holístico dos fenômenos;
- a preocupação com o processo supera a preocupação com o produto;
- é flexível no que diz respeito a hipóteses e ferramentas utilizadas;
- a coleta de dados é realizada, com frequência, através de observação (com registros em diário de campo e/ou vídeo), entrevistas aprofundadas;
- a análise dos dados tem caráter indutivo e interpretativo.

É importante salientar, enfim, que estes atributos se distanciam de maneira considerável de algumas especificações próprias da investigação antropológica, a exemplo do tempo de imersão no contexto pesquisado, que a pesquisa educacional não exige ser tão extenso, mas substancial para a observação das manifestações do fenômeno. Além disso, a necessidade – própria da Antropologia e da Sociologia – de o pesquisador conhecer culturas diferentes daquela sob observação é comparável, senão substituída, pela atitude de aproximação e estranhamento com o cenário e os indivíduos pesquisados; postura extenuantemente recomendada (LÜDKE e ANDRÉ, 1986; ANDRÉ, 2005).

2.2 O *locus* investigado

A investigação transcorreu na disciplina *História da Química* (QUIM5027), componente curricular integrante do tronco de disciplinas obrigatórias oferecidas no curso de *Licenciatura em Química* da *Universidade Federal Rural de Pernambuco* (UFRPE). A disciplina (Cf. ANEXO A), cujo enfoque é discutir o papel da História da Ciência (Química) enquanto ferramenta de crítica ao desenvolvimento científico, é dirigida, segundo a matriz curricular em vigor (Cf. ANEXO B), a alunos do 7º (sétimo)

período do dito curso e classificada como pertencente à área interdisciplinar. Exige-se, além disso, como pré-requisito, que os estudantes tenham, a esta altura, cursado a disciplina *Química Analítica II* (QUIM5024) – do que se pode depreender que os conhecimentos elementares de Química tenham sido apresentados aos licenciandos e, então, tem lugar a discussão histórica e filosófica destes. O professor responsável pela disciplina permaneceu em sala de aula, atuando como observador, enquanto o pesquisador realizava as intervenções didático-pedagógicas.

Uma vez definido o cenário específico da investigação, justificamos a escolha do espaço físico em que aquele se instala: a *Unidade Acadêmica de Serra Talhada* (UAST) – campus da UFRPE abrigado no Sertão do Pajeú. A unidade estabeleceu-se no *Centro de Treinamento e Pesquisa em Pequena Irrigação* (CTPPI), localizado na Fazenda Saco, município de Serra Talhada, interior do Estado de Pernambuco, em agosto de 2006, e nela são oferecidos, atualmente, nove cursos de graduação, dentre os quais a Licenciatura em Química. Este se configura como um local mais apropriado para a investigação, pois, além de ser familiar ao pesquisador – aluno egresso do curso em destaque da Unidade –, suas turmas contam com um número reduzido de alunos por disciplina quando comparadas com as turmas da sede da referida instituição, localizada na capital, Recife.

Assim, cremos que, em função do maior grau de intimidade com o ambiente, o pesquisador teve a possibilidade de descrevê-lo e examiná-lo com maior minúcia e o apuro de quem conhece suas realidades e potencialidades. Neste sentido, acerca do quantitativo de alunos envolvidos, seu número limitado garantiu que a imersão do pesquisador na realidade em estudo fosse mais profunda, atendendo, portanto, com rigor, aos critérios de uma pesquisa que se propôs do tipo etnográfico.

2.3 Perfil dos sujeitos da pesquisa

Os sujeitos concordaram em participar da pesquisa a pedido do investigador e mediante a assinatura do *Termo de Compromisso* (Cf. APÊNDICE A) que garantiu o sigilo de suas identidades e autorizou a coleta de dados na disciplina que cursaram no primeiro semestre de 2013. O termo também esclarece os fins a que se destinam os dados recolhidos e faz do pesquisador o responsável pelo cumprimento dos seus termos. Embora os 14 (catorze) estudantes matriculados na disciplina “História da Química” tenham concordado em participar da pesquisa, somente 7 (sete) destes o

fizeram efetivamente, cumprido todas as etapas da proposta. De qualquer forma, o material produzido individual ou conjuntamente pelos demais estudantes ao longo da disciplina (resenhas, resumos e apresentação de seminários) também compôs o conjunto de dados coletados.

O perfil dos participantes foi traçado a partir do preenchimento de uma *Ficha de Identificação do Perfil do Estudante* (Cf. APÊNDICE B) – entregue a todos os 14 (catorze) alunos matriculados –, requerendo dados pessoais e para contato; sobre o curso, ingresso e sua situação neste; e acerca do envolvimento e expectativas para a disciplina e com os aspectos nela tratados. No *Quadro 3*, a seguir, apresentamos o perfil dos sujeitos:

Quadro 3: Perfil dos sujeitos da pesquisa

NOME*	IDADE	SEXO	CURSO	IES	INGRESSO	EXPERIÊNCIA EM HFC
Alice	21	F	Licenciatura em Química	UFRPE	2010.1	NÃO
Amélia	23	F	Licenciatura em Química	UFRPE	2009.1	NÃO
Arthur	23	M	Licenciatura em Química	UFRPE	2008.2	NÃO
Catarina	22	F	Licenciatura em Química	UFRPE	2009.1	NÃO
Cátia	23	F	Licenciatura em Química	UFRPE	2007.2	SIM
Dafne	24	F	Licenciatura em Química	UFRPE	2008.2	NÃO
Dolores	22	F	Licenciatura em Química	UFRPE	2009.2	NÃO
Fábio	21	M	Licenciatura em Química	UFRPE	2010.1	NÃO
Flávio	21	M	Licenciatura em Química	UFRPE	2010.1	NÃO
Guilherme	20	M	Licenciatura em Química	UFRPE	2010.1	NÃO
Jorge	24	M	Licenciatura em Química	UFRPE	2008.1	NÃO
Jugson	21	M	Licenciatura em Química	UFRPE	2010.1	NÃO
Rita	21	F	Licenciatura em Química	UFRPE	2009.1	NÃO
Suzana	25	F	Licenciatura em Química	UFRPE	2007.1	SIM

Fonte: Produção própria.

*Nomes fictícios, mantendo o sigilo das identidades.

Conforme o *Quadro 3*, acima, até a data de início da pesquisa (06 de junho de 2013), apenas 01 (7,1%) dos sujeitos estava fora da faixa etária considerada ideal para os licenciandos (18 a 24 anos), conforme Gatti (2011) e, quanto ao sexo, temos uma distribuição equivalente com 8 mulheres (57,1%) e 6 homens (42,9%). Todos os estudantes eram alunos do curso de *Licenciatura Plena em Química* da UFRPE, campus de Serra Talhada, embora seja interessante ressaltar que nem todos moram na cidade – a implantação da Unidade Acadêmica provocou uma espécie de “êxodo estudantil” desde o início; grande parte dos alunos vem das cidades circunvizinhas.

Boa parte deles (64,3%) apresentou irregularidade na periodização, como é possível verificar pelo ano e semestre de admissão no curso – coluna “INGRESSO”. Os alunos “bloqueados”, isto é, aqueles cuja periodização estava regular, deveriam ter ingressado na Universidade em 2010.1 para cursar a disciplina “História da Química” no primeiro semestre de 2013. Estes alunos perfazem um total de 5 (cinco), o que corresponde a 35,7%, enquanto os alunos em situação de periodização irregular por quaisquer motivos possíveis (registro de reprovação e dependência ou interrupção do curso por razões como trancamento) respondem por 64,3% do total dos sujeitos (09 deles).

Apenas dois dos alunos afirmaram ter tido, anteriormente, alguma experiência com História e Filosofia da Ciência. Como ambas, Cátia e Suzana, especificaram ao preencher a ficha, o contato com elementos de história e filosofia aconteceu mesmo em disciplinas anteriores do curso que “envolviam Filosofia”, “nas aulas de filosofia”. É interessante observar que as disciplinas anteriores nas quais, supostamente, são tratados aspectos filosóficos – provavelmente “*Fundamentos Filosóficos, Históricos e Sociológicos da Educação*” e “*Didática*”, não apresentam menção a tais aspectos em suas ementas oficiais (Cf. ANEXOS C e D), o que nos leva a crer que, quando estes são abordados, devem dizer respeito à história e filosofia da Educação, desta forma, não incluem os aspectos da ciência e, especificamente, da Química que compõem o nosso enfoque.

Finalmente, sobre as expectativas dos alunos com relação à disciplina, foram unanimemente otimistas. No geral, as perspectivas assinaladas giraram em torno de compreender mais profundamente o desenvolvimento da Química como Ciência e a evolução de suas teorias ao longo da história, permitindo a formação de um espírito crítico que é essencial tanto na formação inicial quanto na prática docente. Nenhum deles, no entanto, mencionou questões de ordem filosófica.

2.4 Coleta de dados: ferramentas e procedimentos

O foco principal desta pesquisa foi compreender de que maneira a adoção de uma abordagem voltada para questões que dizem respeito aos aspectos históricos e filosóficos do conhecimento científico – na disciplina *História da Química* – contribui para a formação inicial de professores de Química. A fim de alcançar este objetivo e outros mais específicos enumerados anteriormente, além de garantir a confiabilidade

dos dados coletados, usamos da combinação de uma diversidade de ferramentas e procedimentos metodológicos:

- Levantamento bibliográfico para fins de análise de tendências;
- Investigação das concepções epistemológicas e historiográficas dos sujeitos;
- Elaboração e aplicação de um estudo de caso histórico;
- Observação participante com registro em diário de campo e vídeo;
- Realização de entrevistas semiestruturadas com alunos participantes.

A análise de tendências, um estudo de caráter bibliográfico, teve a função de situar a presente pesquisa no cenário dos trabalhos que tratam da relação entre a História e Filosofia da Ciência (HFC) e o Ensino das Ciências (EC) a nível nacional e internacional. Para tanto, investigamos 4 (quatro) periódicos com notabilidade na área *Ensino* [de Química], segundo análise fornecida pelo aplicativo *WebQualis* – mantido pela *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES)¹⁹, no Brasil – examinando todos os números publicados no período de uma década (2002-2012). Mapeamos os artigos publicados no período em questão e – após apreciação de seus extratos, títulos, palavras-chave, resumos e, quando necessário, também de seus textos introdutórios – os agrupamos em categorias relativas ao seu conteúdo.

No processo de investigação com os sujeitos, realizamos um levantamento de suas concepções sobre aspectos de natureza epistemológica e historiográfica. Para tanto, utilizamos como ferramenta, questionários do tipo VNOS-C (*Views of Nature of Science – Form C*), modelo aperfeiçoado por Abd-El-Khalick em 1998 (LEDERMAN et al, 2002), e um outro conjunto de perguntas elaboradas por nós com foco na Nova Historiografia da Ciência (NHC). Estes questionários foram aplicados no início e no final da intervenção planejada para as aulas de História da Química com o objetivo de avaliar a sua eficiência na promoção de mudança nas concepções dos sujeitos.

A proposta didática, que incluiu o processo interventivo central – o estudo de um episódio histórico –, foi estruturada em três etapas que buscaram articular teoria e prática: compreensão de aspectos teóricos sobre a epistemologia e a historiografia da ciência; estudo de um episódio histórico; e realização de seminários. O estudo do

¹⁹ Página principal do aplicativo *WebQualis*: <http://qualis.capes.gov.br/webqualis/principal.seam>.

episódio histórico foi explorado a partir de fontes primárias e secundárias, conforme a disponibilidade. Esta metodologia que se debruça no estudo exaustivo de alguns acontecimentos e personagens da História da Ciência é numerosamente adotada no “ensino contextual”, dados os benefícios que promove, dentre os quais, uma visão mais ajustada das construções científicas e da narrativa histórica (CONANT, 1957; MARTINS, 2006; PORTO, 2011).

Ao longo do processo (que se estendeu por um total de 48 aulas no semestre, sempre sob a supervisão do professor titular da disciplina), especialmente durante as atividades que envolveram o estudo do caso histórico, realizamos observação participante, técnica que é sempre indicada quando são conduzidas pesquisas do tipo etnográfico (ALVES-MAZZOTI & GEWADSZNAJDER, 2000; ANDRÉ, 2005; MOREIRA & CALEFFE, 2006; GIL, 2010). Os dados dessas observações constituem registros na forma escrita (anotações, trabalhos dos alunos, planilha de frequência e notas sobre desempenho) e videografada, reservando-se o material audiovisual às consultas auxiliares, em caso de eventual necessidade de reexaminar as situações passadas. Todo o material das atividades desenvolvidas ao longo da intervenção foi incluído como parte do diário de campo, como dito, assim como planilhas com notas e frequência dos licenciandos.

Por fim, após a intervenção, guiados pelos dados da observação participante, selecionamos 02 (dois) alunos para realizarmos entrevistas do tipo semiestruturado e individuais. A realização de entrevistas associada à aplicação dos questionários é recomendada por Lederman et al (2002), uma vez que permite produzir avaliações mais significativas das respostas dos sujeitos. Além disso, servem ao propósito de validação das interpretações do pesquisador na construção dos “metatextos” que compõem a etapa final da análise dos dados.

2.4.1 Pesquisa bibliográfica: composição do corpus

Consideramos que, para o bom andamento do trabalho, era necessário saber em que direção seguíamos e, para tanto, procuramos, através de uma análise de tendências, identificar qual a situação das pesquisas em torno da aproximação entre a História e a Filosofia da Ciência e o Ensino das Ciências – especificamente o Ensino de Química – no Brasil e no exterior. Esta pesquisa bibliográfica foi, assim, uma atividade crítica e reflexiva, pois permitiu relacionar as informações encontradas

com a temática deste trabalho e possibilitou a discussão mais aprofundada entre textos especializados, dando suporte a uma argumentação melhor construída.

Neste contexto, a pesquisa bibliográfica realizada na primeira etapa foi guiada pela consulta aos boletins de avaliação de periódicos disponibilizados no *WebQualis* – atualizados ainda no ano de 2012²⁰ –, um aplicativo mantido pela *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES) no Brasil, como dito anteriormente. O *Qualis* é “uma lista de veículos utilizados para a divulgação da produção intelectual dos programas de pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado)”, explica Rocha-e-Silva (2009, p. 1), sendo, pois, um suporte confiável para este tipo de pesquisa. Nesses boletins, os periódicos são classificados em 08 (oito) extratos que indicam a sua qualidade (A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C) em cada uma das áreas avaliadas – Artes/Música, Biotecnologia, Educação, Química, Física, entre outras – respeitando critérios determinados a cada triênio, tais como relevância e indexação em bancos de acesso (KRYZANOWSKI e FERREIRA, 1998; ANDRADE, GALEMBECK, 2009).

Como exposto anteriormente, a intenção deste levantamento bibliográfico foi de verificar a situação das pesquisas a respeito da aproximação entre a História e a Filosofia da Ciência e o Ensino das Ciências, por isso, tentando manter o foco nesta relação, nos dedicamos à apreciação do boletim de periódicos da área “*Ensino*” do *WebQualis*. Ao que se possa fazer a ressalva de que o aplicativo também dispõe de um boletim para a área “*Educação*”, utilizaremos o primeiro pela sua especificidade, embora as duas listas tenham sido recentemente atualizadas em função dos novos níveis de classificação (ROCHA-E-SILVA, 2011). Além disso, pudemos perceber que muitos periódicos constam em ambas as listas, apesar da classificação distinta.

Primeiramente, usando o indicador “Classificação/Área de Avaliação”, de que dispõe a ferramenta de busca do aplicativo *WebQualis*, geramos o relatório que lista os periódicos da área de “Ensino”. A lista, naturalmente extensa, passou por quatro processos de refinamento dos resultados que envolveram seleção por extratificação, por exclusão de interesse, por relação direta e também em função da acessibilidade:

- a) Incluímos apenas os periódicos com extratos A1, A2, B1 e B2;
- b) Excluímos os periódicos que não diziam respeito às Ciências Naturais;

²⁰ Conforme lista gerada pelo aplicativo na terça-feira, 07 de maio de 2013 às 14h:30min:33s.

- c) Selecionamos aqueles diretamente relacionados à Química;
- d) Escolhemos os periódicos de fácil acesso (disponíveis *online*).

Deste modo, chegamos a um total de 4 (quatro) periódicos da área de Ensino voltados para Química, com classificação de extratos entre A1 e B2 e cujo acesso é fácil e gratuito, estando a maior parte de suas coleções disponível em versão digital no endereço eletrônico da própria revista ou em bases indexadas. A seguir, de forma breve, apresentamos cada um dos periódicos selecionados:

Tabela 1: Periódicos selecionados, ISSN, estrato e área.

ISSN	TÍTULO	ESTRATO	ÁREA
0100-4042 (impresso)	Química Nova	A2	ENSINO
1678-7064 (online)			
0104-8899 (impresso)	Química Nova na Escola	B1	ENSINO
0187-893X	Revista Educación Química	B1	ENSINO
1984-6835	Revista Virtual de Química	B2	ENSINO

Fonte: Adaptado de *WebQualis*.

Química Nova (QN): uma linha editorial da *Sociedade Brasileira de Química (SBQ)* – responsável também pelos periódicos *Química Nova na Escola (QNEsc)* e *Journal of the Brazilian Chemical Society* – foi fundada em 1978, ano seguinte ao de criação da própria SBQ, com o propósito de ser o principal veículo de divulgação daquela entidade e de pesquisas em Química (FERRAZ e PARDINI, 1992; TORRESI, PARDINI e FERREIRA, 2007). A QN é um periódico bimestral, apesar de ter lançado até 10 números por ano nos últimos quatro anos. Os trabalhos submetidos são avaliados, desde sempre, por consultores *ad hoc*, do Brasil e do exterior, e publicados em português, espanhol ou inglês (FERRAZ e PARDINI, 1992). Nos seus primeiros anos, a revista contava com cinco seções voltadas para a pesquisa científica em Química; ao longo do tempo, foi incorporando seções de caráter menos técnico com artigos a respeito de *Ensino de Química* e *História da Química*.

Química Nova na Escola (QNEsc): é uma publicação trimestral orientada para o Ensino de Química e cujo principal objetivo é subsidiar o trabalho e a formação dos profissionais da área, constituindo-se num local para debate e reflexão em torno de questões que dizem respeito ao ensino e a aprendizagem desta Ciência. Como dito

anteriormente, também é uma linha editorial da SBQ (BEJARANO e CARVALHO, 2000). Como assinala Colen (2012), em fins de 1995, após *VII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)*, a revista nasceu, partindo da proposta de criação de um material com a tônica descrita acima e direcionada para os professores de química, sobretudo. Originalmente, o periódico contava com nove seções, a saber: *Química e Sociedade, Conceitos Científicos em Destaque, Atualidades em Química, Relatos de Sala de Aula, Experimentação no Ensino de Química, O Aluno em Foco, Pesquisa no Ensino de Química, História da Química e Elemento Químico*. Ainda segundo Colen (2012), em 1997 e 1998 duas novas seções foram acrescentadas: *Educação em Química e Multimídia e Espaço Aberto*. Além disso, a revista inclui resenhas de livros de interesse para o Ensino de Química e dispõe de um espaço reservado para a divulgação de eventos, fóruns de debate e workshops (MANGRICH, 2006).

Revista Educación Química (REQ): é um periódico trimestral que aceita trabalhos em espanhol, inglês, francês e português. Publicado pela *Facultad de Química* da *Universidad Nacional Autónoma de México* em parceria com associações ligadas à profissionalização em Química no país. Seu objetivo é a atualização dos professores de Química e a comunicação destes com outros professores e pesquisadores, o que se percebe no seu esforço de difusão. Fundada em 1989, a revista está incluída nas principais bases de indexação de periódicos, mostrando sua qualidade e o rigor na seleção dos artigos que publica. Conta com dois conselhos editoriais; um nacional, formado por representantes de instituições educacionais, industriais e por membros de associações profissionais; e outro internacional, com integrantes de doze países ibero-americanos.

Revista Virtual de Química (RVq): fundada em 2009, é uma publicação eletrônica, com periodicidade bimestral, sem fins lucrativos e de difusão gratuita na rede. Visa ser uma fonte de consulta e divulgação de pesquisas na área de Química, em língua portuguesa e inglesa. Atualmente, conta com sete seções, a saber: *Atualidades na Química Brasileira, In Focus, Nomenclatura em Química, Métodos de Preparação Industrial de Solventes e Reagentes Químicos, Notícias e Debates, Perfil Acadêmico e Trajetória Científica, e Resenhas*.

Seguindo a seleção dos periódicos, examinamos cada um de seus volumes e números publicados num recorte temporal que julgamos razoável – a faixa de uma década (anterior ao ingresso do autor no programa de pós-graduação), 2002 a 2012 –, em busca de trabalhos que tratassem de temas em torno da História da Química e da Filosofia da Ciência, especificamente. Nós entendemos o fato de estes periódicos constarem no boletim da área de “Ensino” como garantia da aproximação entre EC e HFC, por isso orientamos o foco da investigação para as revistas especializadas em Ensino de Química.

O critério de seleção dos artigos nas revistas foi a “busca por esgotamento de item/campo lexical”²¹ no título, nas palavras-chave, no resumo e, quando necessário, no texto introdutório do trabalho. O campo lexical é uma estrutura abstrata formada pelo acúmulo de uma variedade de itens lexicais (palavras), não somente do idioma português, mas também do inglês (predominante mesmo nas publicações nacionais) e do espanhol, como exemplificamos: <história da ciência; filosofia da ciência [...]; history of chemistry; historiografia; epistemology; avanço; contexto; development>. Procuramos, então, por itens pertencentes ao campo nos textos disponíveis a fim de identificar artigos para posterior categorização e análise das tendências emergentes. Ao fim do processo, constituímos um *corpus* com um total de 217 artigos distribuídos da seguinte maneira:

Tabela 2: Quantitativo de artigos analisados por volume e número de cada periódico.

PERIÓDICO	VOLUMES EXAMINADOS	NÚMEROS EXAMINADOS	ARTIGOS ENCONTRADOS
Química Nova	11	95	49
Química Nova na Escola	20	32	42
Revista Educación Química	11	44	118
Revista Virtual de Química	04	19	08
TOTAL	46	190	217

Fonte: Produção própria.

Organizamos os artigos encontrados em quadros nos quais especificamos os seus dados de publicação e referência (título, autor(s), volume, número, paginação, ano de publicação), indicamos os suplementos e as edições especiais que também foram incluídos na análise e oferecemos um breve resumo dos aspectos tratados em

²¹ Segundo Lyons (1977) e Vigner (1989), o campo lexical é o conjunto de itens lexicais (lexemas) organizado em torno de um tema ou arquilexema e que, por isso, mantém uma relação semântica.

cada um deles (Cf. APÊNDICES F, G, H e I). Nesses quadros, também dispusemos informações sobre o periódico que publicou cada conjunto de trabalhos, incluindo uma fonte, pelo menos, em meio eletrônico (*site*) para acesso ou descarregamento gratuito, e assinalamos o procedimento de “busca por esgotamento de item/campo lexical” como critério de seleção utilizado para elencar os artigos. Desta forma, deixamos o material coletado pronto para categorização e análise das tendências.

2.4.2 Levantamento de concepções dos licenciandos

A fim de tomar conhecimento das concepções sobre a natureza da ciência (CNC) que tem os sujeitos da pesquisa, bem como das formas de interpretação que estes dão à narrativa histórica (historiografia), optamos pelo uso de um questionário de aplicação corrente neste tipo de investigação [sobre epistemologia e natureza da ciência] e, adicionalmente, elaboramos um outro conjunto de questões orientadas ao conteúdo historiográfico e sua incorporação no Ensino das Ciências juntamente com aspectos epistemológicos. À aplicação dessas ferramentas, associamos a realização de uma entrevista semiestruturada individual com sujeitos selecionados para validar as interpretações a partir de suas respostas.

Questionários para identificação de CNC são instrumentos numerosamente utilizados por pesquisadores na tentativa de identificar concepções tanto de alunos quanto de professores (OKI, 2006), isto se verifica pela quantidade de questionários com os mais variados enfoques elaborados desde 1945, como apontam Lederman, Wade e Bell (1998), tendo, contudo, passado por fortes mudanças desde então. A *Tabela 3*, a seguir, lista os principais questionários que se dedicam a este fim:

Tabela 3: Instrumentos para levantamento de concepções sobre a natureza da ciência (CNC).

DATA	INSTRUMENTO	AUTOR
1954	Science Attitude Questionnaire	Wilson
1958	Facts About Science Test (FAST)	Stice
1959	Science Attitude Scale	Allen
1961	Testo on Understanding Science (TOUS)	Cooley & Klopfer
1962	Processes of Science Test	BSCS
1966	Inventory of Science Attitudes, interests and Appreciations	Swan
1966	Science Process Inventory (SPI)	Welch
1967	Winsconsin Inventory of Science Processes (WISP)	Literacy Research Center

Fonte: Lederman, Wade e Bell (1998, p. 597).

Tabela 3: Instrumentos para levantamento de concepções sobre a natureza da ciência (CNC) (cont.).

DATA	INSTRUMENTO	AUTOR
1968	Science Support Scale	Schwirian
1968	Nature of Science Scale (NOSS)	Kimball
1969	Tests on the Social Aspects of Science (TSAS)	Korth
1970	Science Attitude Inventory (SAI)	Moore & Sutman
1974	Science Inventory (SI)	Hungerford & Walding
1975	Nature of Science Test (NOST)	Rubba
1975	Views of Science Test (VOST)	Hillis
1976	Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)	Rubba
1978	Test of Science-Related Attitudes (TOSRA)	Fraser
1980	Test of Enquiry Skills (TOES)	Fraser
1981	Conception of Scientific Theories Test (COST)	Cotham & Smith
1982	Language of Science (LOS)	Ogunniyi
1989	Views on Science-Technology-Society (VOSTS)	Aikenhead, Fleming & Ryan
1990	Nature of Science Survey	Lederman & O'Malley
1992	Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (MNSKS)	Meichtry
1995	Critical Incidents	Nott & Wellington
1996	Philosophy of Science Survey	Alters

Fonte: Lederman, Wade e Bell (1998, p. 597).

Como Abd-El-Khalick e Lederman (2000) explicam, no início da década de 80, os questionários tinham, essencialmente, a função de determinar a adequabilidade das respostas dadas às questões através de medidas padronizadas. Nesta época, tornou-se comum o uso de ferramentas direcionadas como questionários de múltipla escolha ou do tipo “escala Likert”²² e aqueles de escolha restrita como os “sim/não”, “certo/errado” e “concordo/discordo” (MOREIRA e CALEFFE, 2006). Questionários que operam desta forma são criticados quanto a sua validade e pela ambiguidade associada, uma vez que tendem a fazer com que os investigados reflitam a visão do pesquisador, isto é, respondam o que se espera que respondam ou o que parece mais correto, em lugar de exporem um ponto de vista próprio (ABD-EL-KHALICK e LEDERMAN, 2000).

É certo que, com o aumento das pesquisas na área, os questionários foram aperfeiçoados, assumiram formas abertas e com maior possibilidade de validação, associando-se a técnicas que permitem explorar respostas de forma mais profunda e contundente – a exemplo das variadas formas de entrevista – para, assim, melhor compreender as crenças individuais. Tomando como apoio estas informações, além

²² Escala psicométrica de respostas bastante utilizada em pesquisas de opinião. Baseia-se no nível de concordância com uma afirmação (ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSZNAJDER, 2000).

de recomendações de Abd-El-Khalick e Lederman (2000) e Lederman et al (2002), nos utilizamos de um questionário do tipo VNOS-C (*Views of Nature of Science – Form C*) e de um outro, elaborado por nós, – ao qual chamaremos, doravante, de *Questionário para Levantamento de Concepções Epistemológicas e Historiográficas* (QLCEH) –, aplicados em caráter de pré e pós-testes (Cf. APÊNDICES C e D) e em associação com entrevistas semiestruturadas para investigar quais as CNCs e as interpretações historiográficas que os licenciandos em Química assumem e, além disso, como elas se modificam após intervenção.

O VNOS-C é um modelo aperfeiçoado por Abd-El-Khalick a partir de versões anteriores do questionário para investigação de visões sobre a natureza da ciência: o VNOS-A, desenvolvido por Lederman e O'Malley (1990), e o VNOS-B, uma revisão do primeiro realizada por Abd-El-Khalick, Bell e Lederman (1998). Enquanto os dois primeiros modelos contam com 07 (sete) questões abertas (discursivas), para evitar problemas inerentes ao uso de ferramentas padronizadas de escolha delimitada, o modelo C é composto por um total de 10 (dez) questões [também abertas] – tendo sido modificados os itens 1, 2, 5 e 7 e alguns outros adicionados, a exemplo do item 3, como indicam Lederman et al (2002).

O modelo utilizado nesta investigação foi traduzido por nós para o Português brasileiro, do original em inglês disponível no artigo de Lederman et al (2002), para que pudessemos aplicá-lo. Para a construção do QLCEH, partimos do VNOS-C e seguimos a mesma dinâmica de construção e aperfeiçoamento dos outros modelos de questionários, bem como as orientações de Moreira e Caleffe (2006). Elaboramos o QLCEH, com 07 (sete) questões, incorporando os itens 1 e 9 do VNOS-C.

É preciso dizer, ainda, da validade do VNOS-C, não só em virtude das estritas recomendações de uso do mesmo acompanhado de entrevistas, como já salientado anteriormente, mas pela forma como sua eficiência foi comprovadamente afirmada. A reformulação feita por Abd-El-Khalick em 1998 foi avaliada por um grupo de três educadores da área das ciências, um historiador da ciência e um cientista – por isso, a importância dada a aspectos socioculturais para o conhecimento científico – que ofereceram críticas e sugeriram modificações para, então, asseverar o modelo final que adotamos neste trabalho (ABD-EL-KHALICK e LEDERMAN, 2000; LEDERMAN et al, 2002; TEIXEIRA, FREIRE JR. e EL-HANI, 2009).

Por fim, a respeito da realização das entrevistas semiestruturadas, preferimos este modelo porque ele permite ao entrevistado responder em seus próprios termos,

mesmo que o entrevistador faça perguntas muito específicas (ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSZAJDER (2000). Escolhemos os 02 entrevistados segundo os princípios de amostragem por critérios (MOREIRA e CALEFFE, 2006): alunos que participaram ativamente da intervenção, apresentando bom rendimento e frequência na disciplina. Na condução da entrevista, realizada na UAST ao final do semestre letivo, tomamos como referência o protocolo elaborado por Oki (2006), mantendo algumas perguntas e adicionando outras relacionadas ao escopo desta pesquisa (Cf. APÊNDICE E).

As entrevistas foram registradas em áudio digital (formato mp3) e transcritas a partir das propostas de uniformização das normas de Marcuschi (2003) e Carvalho (2006), evitando assim que os pesquisadores usem notações demasiado diferentes, impossibilitando a compreensão. Na *Tabela 4*, seguinte, dispomos as notações para registro das transcrições de conversações e o seu valor:

Tabela 4: Sinais utilizados na transcrição de conversações.

NOTAÇÃO	VALOR
(...)	marca pausas de qualquer tipo, como vírgula, ponto e vírgula, ponto final, dois pontos e exclamação
(<i>suposição</i>)	falas imprecisas
(())	indicação de ruído ou comentário do transcritor
?	Interrogação
MAIÚSCULAS	tom enfático
/	fala truncada
::	alongamento de vogal (eh::) ou consoante (hum::)
[]	falas simultâneas

Fonte: Adaptado de Marcuschi (2003) e Carvalho (2006).

Convencionalmente, aquelas palavras com pronúncia diferente do padrão são grafadas, como dispõe Marcuschi (2003), seguindo consensos: *né, pra, prum, comé, tava*, etc. Não adotamos, contudo, as indicações para eliminação de morfemas finais (*qué* = quer, *sô* = sou, *vô* = vou) ou truncamentos (*vam di* = vamos dizer) e optamos por registrar esses casos seguindo a norma padrão da língua. Sobre a identificação dos sujeitos, usamos nomes fictícios na primeira fala e iniciais destes no restante da entrevista. Como o próprio autor esclarece, “O essencial é que o analista saiba quais os seus objetivos e não deixe de analisar o que lhe convém. De um modo geral, a transcrição deve ser limpa e legível, sem sobrecarga de símbolos complicados” (MARCUSCHI, 2003, p. 9).

2.4.3 Processo interventivo: o trabalho com um estudo de caso histórico

A prática de utilizar *Estudos de Caso* como estratégia didática é uma variante da *Aprendizagem Baseada em Problemas* (ABP), metodologia que foi desenvolvida na *Escola de Medicina da Universidade de McMaster*, Ontário, há mais de 40 anos, com o intuito de colocar os estudantes em contato com situações reais, informam Sá, Francisco e Queiroz (2007). Desde então, o “método de casos” seguiu plena difusão nos cursos de Administração, Direito e Psicologia, alcançando resultados bastante satisfatórios no que diz respeito ao desenvolvimento de habilidades – as comunicativas, analíticas e interpretativas, sobretudo –, da capacidade de selecionar e relacionar informações, de refletir criticamente sobre a prática e também do exercício autônomo de tomada de decisões (CAMPOMAR, 1991; SÁ, FRANCISCO e QUEIROZ, 2007).

A despeito das potencialidades e da exequibilidade desse método, “São muito raras as tentativas que procuram operacionalizar e articular estudos de caso e a história, sociologia e epistemologia das ciências no ensino de ciências” (SILVA et al, 2008, p. 509). As primeiras experiências relatadas que envolvem esta metodologia e o Ensino das Ciências – com foco especialmente voltado para a história da Química e ensino desta disciplina – datam do final da década de 1940, com os trabalhos de *James B. Conant* (CONANT, 1957). Foi este professor de química norte-americano quem introduziu o estudo de “casos em história da ciência” no Ensino das Ciências, tendo como meta aprimorar a compreensão da natureza da ciência e incentivando a alfabetização científica (OKI, 2006). Em 1957, Conant publicou o famoso “*Harvard Case Histories in Experimental Science*”²³, cujo intuito, ele esclarece no prefácio, era o seguinte:

O *Harvard Case Histories in Experimental Science* foi projetado, a princípio, para estudantes de graduação das áreas humanas e das ciências sociais. Esses estudantes precisam de uma compreensão de ciência que os auxilie a relacionar os avanços das ciências naturais com aqueles de outros setores da atividade humana. [...] um indivíduo que tenha alcançado sucesso como pesquisador em qualquer que seja o campo das ciências experimentais aborda um problema da ciência pura ou aplicada, mesmo que de uma área na qual ele seja completamente ignorante, com uma perspectiva peculiar. Podemos chamar esta perspectiva de “entender sobre ciência”; ela independe do conhecimento de fatos ou técnicas científicas da nova área. (CONANT, 1957, p. 1, tradução e grifo nossos).

²³ Além de Conant, Leonard K. Nash, Duane Roller e Duane H. D. Roller participaram do projeto.

Desta forma, o que Conant, pretendia com os estudos de casos históricos era promover o conhecimento epistemologicamente fundamentado da ciência em geral, evidenciando características que transcendem os limites impostos pelas disciplinas científicas dos cursos de graduação – fossem estas das áreas humanas ou naturais (experimentais). Quando ele se refere ao “entender *sobre* ciência”, deixa claro que o estudante de graduação deve, assim como o pesquisador, tentar compreender os processos de construção e desenvolvimento da ciência, sua estrutura dinâmica. Isto é aprimorar aquele “olhar peculiar” que permite avaliar qualquer problema de forma crítica, mesmo sem conhecê-lo com profundidade; em outras palavras, o que Conant quer dizer é que devemos aprender *sobre* ciência antes de aprender [de] ciência.

Para que este aprendizado *sobre* a natureza da ciência fosse efetivo, Conant fez uso da História da Ciência, explorando episódios históricos muito representativos na elaboração dos casos. Como bem afirmou Lakatos (1983, p. 107 apud SILVEIRA, 1996, p. 220), “A filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia; a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega”. A história é o melhor caminho para compreender a dinâmica da ciência, pois dá aos estudantes uma oportunidade única de aprender em “primeira mão” sobre os seus métodos; transporta os sujeitos do presente ao contexto em que resultados foram obtidos na história das ciências.

Assim, como o próprio Conant (1957, p. 3 e 8) explica, “O estudo de um caso pode ser, em certa medida, comparado ao ato mágico [...] de transportar um pobre leigo ao cenário de um avanço científico revolucionário”, pois o conhecimento das “dificuldades que se impuseram no passado e de como elas foram superadas com a comprovação de novos conceitos e teorias orienta o que é feito nos laboratórios de física e química hoje”.

Nesta perspectiva, elaboramos a proposta didática, centrada no estudo de um episódio histórico, que foi implementada na disciplina *História da Química* durante o primeiro semestre de 2013 em três etapas, quais sejam: aulas preparatórias; estudo do episódio histórico; e apresentação de seminários. Com esta organização, tivemos a intenção de oferecer aos estudantes um contato com conhecimentos que viriam a subsidiar as atividades realizadas nas outras etapas. Encaminhamentos como este que demos à disciplina com a organização da proposta didática são recomendados quando tratamos de HFC por razões bastante acertadas, como aponta Porto (2011). A seguir, no *Quadro 4*, apresentamos detalhadamente a proposta didática que guiou a intervenção e, no *Quadro 5*, os textos indicados para leitura prévia pelos alunos:

Quadro 4: Etapas da proposta didática para a intervenção.

ETAPA	CONTEÚDO	METODOLOGIA	DURAÇÃO	COLETA DE DADOS
---	Apresentação da disciplina e da proposta didática	estabelecimento do contrato didático e dos termos da pesquisa	1 aula	ficha de identificação de perfil
---	Aplicação dos questionários VNOS-C e QLCEH	pré-teste	1 aula	Questionários
1ª ETAPA: AULAS PREPARATÓRIAS	História e Filosofia da Ciência na formação inicial de professores de Química	debate orientado (textos 1 e 2) e produção de resenha	2 aulas	observação participante com registro em diário de campo (notas de campo, atividades e registros de frequência e desempenho)
	Alquimia: origens e desenvolvimento	aula expositiva	2 aulas	
	Demarcação científica: as diferenças entre ciência, proto, pseudo e não-ciência	aula expositiva debate orientado (texto 3) e produção de resenha	2 aulas	
	Relações entre Ciência e Filosofia I: dos gregos ao Positivismo	aulas expositivas e exercícios em grupo (texto 4)	6 aulas	
	Relações entre Ciência e Filosofia II: a Nova Filosofia da Ciência	aulas dialogadas (textos 5, 6 e 7) e exercícios em grupo	10 aulas	
	Nova Historiografia da Ciência: crítica à historiografia <i>ad tempore</i>	aula expositiva e debate orientado (texto 8)	2 aulas	
2ª ETAPA: ESTUDO DE CASO HISTÓRICO	Química pneumática: flogístico, calórico, controvérsias e revoluções	aula expositiva	2 aulas	observação participante com registro em diário de campo (notas de campo, atividades e registros de frequência e desempenho) e vídeo
	Química pneumática: flogístico, calórico, controvérsias e revoluções	debate orientado (textos 9 e 10)	2 aulas	
	Química pneumática: flogístico, calórico, controvérsias e revoluções	reconstrução do episódio com produção de cartazes e apresentação oral (em grupo)	6 aulas	
	Química pneumática: flogístico, calórico, controvérsias e revoluções	estudo de obra original e produção de resumo (texto 11)	4 aulas	
	Química pneumática: flogístico, calórico, controvérsias e revoluções	exibição de filme sistematizador (documentário)	2 aulas	
3ª ETAPA: SEMINÁRIOS	História da Tabela Periódica: do parafuso telúrico de Chancourtois ao sonho de Mendeleiev	apresentação oral (em grupo)	1 aula	observação participante com registro em diário de campo (notas, atividades e registros de frequência e desempenho)
	Teoria atômica: uma sucessão de modelos estruturais	apresentação oral (em grupo)	1 aula	
	Ligações Químicas: TLV, TOM e as contribuições de Pauling	apresentação oral (em grupo)	1 aula	
	Eletroquímica: da pilha de Volta às modernidades da indústria	apresentação oral (em grupo)	1 aula	
	Penicilina: a química e a medicina moderna	apresentação oral (em grupo)	1 aula	
---	Aplicação dos questionários VNOS-C e QLCEH	pós-teste	1 aula	Questionários

Fonte: Produção própria.

Quadro 5: Textos indicados na proposta didática para leitura prévia durante a intervenção.

MATERIAL	REFERÊNCIA
Texto 1	MARTINS, R. A. Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação. <i>In</i> : SILVA, C. C., (Org.). Estudos de história e filosofia das ciências : subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. pp. XVII-XXX.
Texto 2	PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. <i>In</i> : SANTOS, W. L. P. dos; MALDANER, O. A. (Orgs.). Ensino de química em foco . Ijuí: Editora Unijuí, 2011. p.159-180.
Texto 3	VARGAS, N. A origem da alquimia: uma conjectura (prefácio). <i>In</i> : ALFONSO-GOLDFARB, A. M. Da alquimia à química : um estudo sobre a passagem do pensamento mágico-vitalista ao mecanicismo. São Paulo: Landy Editora, 2005. 248p.
Texto 4	ROSENBERG, A. Introdução à filosofia da ciência . Tradução de Alessandra Sledschlag Fernandes e Rogério Bettoni. São Paulo: Edições Loyola, 2009. 264p. Traduzido de: Philosophy of science: a contemporary introduction.
Texto 5	LOPES, A. R. C. Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências. Enseñanza de las Ciencias , v. 11, n. 3, p. 324-330, 1993.
Texto 6	KUHN, T.S. A Estrutura das revoluções científicas . Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 9. ed. 1ª reimp. São Paulo: Perspectiva, 2007. 260 p. (Debates). Traduzido de: The structure of scientific revolutions.
Texto 7	COMPERE, D.; SIMON, X.; VERHAEGHE, J.; WOLFS, J. L. Praticar a epistemologia : um manual de iniciação para professores e formadores. Tradução de Nicolás Nyimi Campanário. São Paulo: Edições Loyola. 2010. 240p. Traduzido de: Pratiquer l'épistémologie: um manuel d'initiation pour les maîtres et formateurs.
Texto 8	ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M.; BELTRAN, M. H. R. A historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços. <i>In</i> : ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (Orgs.). Escrevendo a história da ciência : tendências propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004. pp. 49-73.
Texto 9	BRITO, A. S. "Flogisto", "Calórico" & "Éter". Ciência & Tecnologia dos Materiais , v. 20, n. 3/4, pp. 51-63, 2008.
Texto 10	MOSLEY, M.; LYNCH, J. Matéria: de que o mundo é feito? <i>In</i> : MOSELEY, M.; LYNCH, J. Uma história da ciência : experiência poder e paixão. Tradução Ivan WeiszKuck. Rio de Janeiro: Zahar, 2011. p. 57-101. Traduzido de: The story of science: (power, proof and passion).
Texto 11	LAVOISIER, A. L. Tratado elementar de química . Tradução Fulvio Lubisco. São Paulo: Madras, 2007. 399p. Traduzido de: Traité élémentaire de chimie.
Filme	CHEMISTRY: a volatile history – Episode 1: Discovering the elements (legendado). Direção de Jon Stephens. Produção de Jon Stephens. Narração: Jim Al-Khalili. Apresentação: Jim Al-Khalili. Reino Unido: British Broadcasting Corporation (BBC), 2010. 1 DVD (60 min.).

Fonte: Produção própria.

No primeiro encontro com os estudantes, mediado pelo professor responsável pela disciplina na UAST, propusemos a sua participação voluntária como sujeitos da pesquisa que pretendíamos conduzir naquele espaço. Apresentamos-lhes os termos da pesquisa, a disciplina e a proposta didática elaborada para fins de intervenção na mesma e o material de que nos utilizaríamos. Uma vez que todos concordaram em participar, conforme o “*Termo de Compromisso*” (APÊNDICE A), estabelecemos um contrato didático com a turma de licenciandos e procedemos o preenchimento da “*Ficha de Identificação do Perfil dos Estudantes*” (Cf. APÊNDICE B) e à aplicação dos questionários pré-testes (seção 2.4.2). De acordo com o *Quadro 4*, tomamos para estes encaminhamentos primeiros o tempo de duas aulas; no período as aulas eram oferecidas no turno noturno, duas vezes por semana (quintas e sextas-feiras) e cada uma tinha duração de cinquenta minutos (50 min.).

Para a primeira etapa da intervenção, planejamos como já dito anteriormente, preparar os alunos para as etapas seguintes, então elaboramos, conforme consta na proposta didática (*Quadro 4*) um conjunto de aulas expositivas e debates suportados em textos (*Quadro 5*), cuja leitura foi indicada previamente e o material de referência disponibilizado com antecedência de, no mínimo, uma semana tanto de forma física quanto digital (somente para fins acadêmicos). Desta forma fornecemos aos alunos, através dessas estratégias, conhecimento sobre a epistemologia e a historiografia da ciência, deixando claro, desde o primeiro debate, o importante papel que a HFC tem na formação inicial dos professores de Química, orientando o desenvolvimento de uma epistemologia do docente que se refletirá na prática do magistério.

Nesta etapa preparatória, além de discutir a importância da HFC tanto para a formação do professor quanto para o Ensino das Ciências, tratamos da questão de demarcação científica – o que é ciência e o que torna um conhecimento mais ou menos científico? – utilizando para isso o exemplo da Alquimia. No que diz respeito ao conteúdo filosófico, partimos das perspectivas gregas (empirismo e racionalismo), acompanhando o seu desenvolvimento até o Positivismo e como a rigor deste levou a novas perspectivas. A partir deste ponto orientamos as discussões em direção às propostas da *Nova Filosofia da Ciência* (NFC), concentrando nossas atenções em três filósofos da ciência cujo pensamento julgamos pertinentes aos propósitos dessa investigação: Imre Lakatos, Thomas Kuhn, e Paul Feyerabend.

Apesar de termos dedicado mais tempo a estes três filósofos globalistas, não deixamos de discutir aspectos das epistemologias bachelardiana e popperiana que

lhes são subjacentes. Cremos que o contato com as diferentes visões de construção da Ciência divulgadas por estes representantes da NFC podem contribuir de forma significativa para a formação da epistemologia docente e para o maior entendimento das relações histórico-contextuais e outros mecanismos que influenciam o progresso científico por parte dos licenciandos.

Além dos temas epistemológicos concernentes à NFC, nesta primeira etapa, reservamos espaço para discutir aspectos de natureza historiográfica, pois a forma como as narrativas históricas são construídas e interpretadas influenciam de forma contundente a formação do licenciando, assim compreendemos, uma vez que dizem respeito também à maneira como eles encaram o desenvolvimento científico. Para o trabalho em torno da historiografia, adotamos a perspectiva da *Nova Historiografia da Ciência* (NHC) pela crítica às interpretações *whig* e *prig* da historiografia clássica; interpretações extremas e pouco recomendadas para o Ensino das Ciências.

Durante toda a etapa preparatória, registramos os acontecimentos num diário de campo composto por anotações sobre o desempenho dos alunos, como instrui a observação participante. Incluímos, também, neste diário as atividades individuais e coletivas (como exercícios, resenhas e resumos) que os licenciandos realizaram sob a orientação do pesquisador para fins avaliativos – exigência da Universidade – e seus registros de frequência e notas pela participação nas ações propostas.

Na segunda etapa, ponto central desta intervenção, demos lugar ao estudo do episódio histórico de “*derrubada da Teoria do Flogístico*” sob a perspectiva da NFC e da NHC, abordadas na etapa preparatória. Escolhemos este caso histórico seguindo as recomendações expressas em Herreid (1994), Sá, Francisco e Queiroz (2007) e Porto (2011), e detalhamos: o caso *conta a história* sobre a “Teoria do Flogístico” desde a sua proposição; *desperta o interesse* dos licenciandos na medida em que diz respeito ao nascimento da Química Moderna; *seus personagens produzem empatia*, pois, são relativamente conhecidos, como Lavoisier; *é relevante*, uma vez que envolve temas de Química geral; *é pedagogicamente útil* para a introdução de conceitos químicos como elemento e combustão; *provoca conflito* ao envolver a controversa descoberta do oxigênio; e é um episódio *curto* em termos históricos (1775-1789, 14 anos).

As estratégias que planejamos para o estudo do episódio também seguem as propostas de Herreid (1997) e Porto (2011): aula expositiva, trabalhos em pequenos grupos, atividades individuais e discussões em sala de aula. Deste modo, iniciamos

o estudo com uma *aula expositiva* abordando todo o conteúdo, desde o surgimento da “Teoria do Flogístico” com Stahl, a controversa descoberta do elemento oxigênio que envolveu Scheele, Priestley e Lavoisier, a contribuição de Cavendish e, por fim, a derrubada da teoria e o nascimento da Química Moderna. Tivemos aqui o cuidado de atentar às questões epistemológicas e historiográficas sempre.

No *segundo momento* desta etapa, levamos à sala de aula o *debate* orientado pelo texto 8 e parte do texto 9 (Cf. Quadro 3), cujas leituras indicamos previamente. O debate foi mediado pelo pesquisador e teve o intuito de fazer com que os alunos percebessem a participação dos personagens menos proeminentes na construção e na derrubada da teoria, os mecanismos científicos e socioculturais envolvidos nesse desenvolvimento e como a narrativa histórica foi elaborada, sempre considerando as perspectivas da NFC e da NHC vistas.

Após as leituras e a discussão mediada com a turma, dividimos os estudantes pequenos grupos (4 ou 5 cada) para que tentassem *reconstruir o episódio histórico*, confeccionando cartazes e apresentando-os oralmente. Este *terceiro momento* da segunda etapa ocupou um número considerável de aulas (seis), pois abriu espaço para novas discussões nos grupos, tomada de decisão para construção da narrativa, reflexão sobre o caso e sua (re)interpretação. Foi, sobretudo, neste momento que as discussões em torno da controversa sobre “quem descobriu o oxigênio?” ganharam espaço, tomando como suporte as discussões anteriores.

Todo o processo de reconstrução do episódio foi *gravado em vídeo* (arquivos de mídia digital com extensão MPEG) e, durante o mesmo, bem como ao longo das apresentações dos cartazes, mantivemos notas em diário de campo (Cf. Quadro 2). Os registros em vídeo não foram integralmente transcritos, uma vez que o propósito destes era, antes de tudo, o de servir como material de apoio para eventual consulta à atividade, mas quando julgamos necessário utilizar algum trecho, aplicamos os procedimentos de transcrição indicados na *seção 2.4.2*.

No *quarto momento* da segunda etapa, pedimos aos alunos que analisassem os capítulos III e VII do “*Tratado Elementar de Química*” e, em seguida, elaborassem resumos a fim de enumerar evidências que, no texto, permitissem identificar a ruína da “Teoria do Flogístico”. Selecionamos os ditos capítulos pela sua significância para o contexto e dada a impossibilidade de tratar da obra, uma fonte primária – de uso recomendado em estudos de casos históricos –, em sua integralidade. Os resumos foram anexados ao diário de campo.

Por fim, no *quinto e último momento* realizado na segunda etapa, exibimos o primeiro episódio do documentário “Chemistry: a volatile history”, sobre a descoberta de alguns elementos, dentre os quais o oxigênio. Com o filme, tivemos a intenção de sistematizar e revisar o conteúdo do episódio histórico, por isso, durante a exibição, pausamos o vídeo de quando em quando para discutir com os licenciandos aspectos de natureza histórica e filosófica (historiográficos e epistemológicos).

Concluindo o processo de intervenção, na *terceira etapa*, selecionamos cinco temas da História da Química (Cf. Quadro 2) para que os licenciandos explorassem na construção e apresentação de seminários em pequenos grupos de 2 ou 3 alunos. Nos seminários, eles deveriam considerar o que aprenderam sobre epistemologia e historiografia da ciência nas etapas anteriores e abordar o conteúdo histórico a partir de uma ou mais perspectivas da NFC e da NHC. Nesta etapa também realizamos a observação participante, tomando notas no diário de campo e atentando sempre aos registros de frequência e desempenho dos estudantes. Ao final desta terceira etapa, encerrada a intervenção e a disciplina com o término do semestre letivo, aplicamos os questionários em caráter de pós-testes (Cf. seção 2.4.2).

2.5 Análise dos dados

A seguir, aclaramos os métodos empregados na análise dos dados coletados na pesquisa. De modo geral, os dados procedem do levantamento bibliográfico, cujo fim foi a análise das tendências emergentes da produção acadêmica que aproxima a HFC e o EC (SIQUEIRA, 2001; TEIXEIRA; MEGID-NETO, 2006), e da intervenção, que tinha como objetivo a formação de uma epistemologia do professor nos sujeitos pela introdução de elementos específicos das NFC e NHC na sua formação inicial. Utilizamos, em ambos os casos, processos de categorização das informações, com categorias previamente estabelecidas para a análise de tendências e categorias mistas (pré-estabelecidas e emergentes na análise) para os dados da intervenção, isto é, aqueles provenientes dos questionários, entrevistas e registros de campo de natureza diversa.

Aos dados – essencialmente registros em texto escrito –, aplicamos a *Análise Textual Discursiva* (ATD), uma metodologia de análise que envolve leitura exaustiva do *corpus* de dados para fins de unitarização e definição de unidades de sentido que palavras e frases até parágrafos inteiros; categorização destes; e a (re)interpretação

dos dados na construção de um metatexto. A seguir, detalhamos cada etapa da ATD com mais apuro, considerando as suas especificidades no tocante à interpretação dos dados categorizados e sua reconstrução (MORAES e GALIAZZI, 2011).

2.5.1 Análise de tendências

No processo de análise de tendências, nós identificamos temáticas abordadas com frequência nos artigos daqueles periódicos listados anteriormente no desenho metodológico (Tabela 1), de acordo com os critérios de seleção. Após organizarmos os artigos em quadros de dados (Cf. APÊNDICES F, G, H e I), procedemos a análise pelo agrupamento de seus temas considerando dois grupos de categorias, a fim de identificar tendências de aproximação entre a HFC e o EC na produção. O primeiro grupo é fundamentado nas categorias apresentadas por Greca, Costa e Moreira (2002) para analisar temáticas de pesquisa, e diz respeito ao teor pedagógico dos trabalhos, como detalhamos a seguir (Tabela 5):

Tabela 5: Categorias indicativas dos conteúdos pedagógicos.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
Ensino-aprendizagem	Formação e desenvolvimento de conceitos científicos; recursos didáticos (métodos, técnicas e materiais); levantamento e tratamento de concepções
Currículo	Orientações curriculares; ementas de disciplinas; interdisciplinaridade e atividades extracurriculares
Avaliação	Métodos e ferramentas avaliativos
Formação de professores	Processos de formação inicial e continuada
Tópicos especiais	Investigações de caráter informativo sobre conteúdos específicos de História da Química e/ou Filosofia da Ciência

Fonte: Produção própria.

O segundo grupo de categorias trata de aspectos diretamente relacionados à HFC e foi construído com base nas categorias de fontes propostas por Kragh (1987) no livro *“An Introduction to the Historiography of Science”* – discutidas também por D’Ambrosio (2004). A estas categorias, adotadas por historiadores da ciência, muito usualmente, para tratar de aspectos historiográficos, nós acrescentamos elementos que abrangessem a Filosofia da Ciência (Tabela 6):

Tabela 6: Categorias indicativas dos conteúdos histórico-filosóficos.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
CNC (concepções sobre a natureza da ciência)	Visões de ciência e cientista
Metodologias	Abordagens contextuais (episódios/casos)
Evolução de conceitos	Evolução de conhecimentos (conceitos, modelos e métodos) ao longo da história
Biografia	Vida e obra de cientistas

Fonte: Produção própria.

O resultado dessas categorizações foi apresentado em gráficos de frequência desses conteúdos nas publicações periódicas, que, juntamente com os quadros de referência (Cf. APÊNDICES F, G, H e I), explicitam as tendências emergentes nos periódicos ao longo de uma década – recorte temporal que assumimos, 2002-2012. Adicionalmente, com maior minúcia, discutimos as temáticas e conteúdos de alguns trabalhos dessa pretensa base de dados, sistematizando e analisando descritiva e qualitativamente a coleção (SILVA, CAMPOS e ALMEIDA, 2012).

2.5.2 Análise Textual Discursiva

Os dados obtidos na segunda etapa da pesquisa – através dos questionários VNOS-C e QLCEH, pré e pós-testes, notas de campo, transcrições das entrevistas e dos vídeos – foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), uma técnica de análise hermenêutica que se coloca entre a Análise de Conteúdo (AC) e a Análise do Discurso (AD) (BARDIN, 1970; MORAES, 2003; MORAES e GALIAZZI, 2011). De forma simples, podemos definir a ATD como adiante:

A análise textual discursiva pode ser entendida como o processo de desconstrução, seguido de reconstrução, de um conjunto de materiais linguísticos e discursivos, produzindo-se a partir disso novos entendimentos sobre os fenômenos e discursos investigados. Envolve identificar e isolar enunciados dos materiais submetidos à análise, categorizar esses enunciados e produzir textos, integrando nestes descrição e interpretação, utilizando como base de construção, o sistema de categorias construído. (MORAES e GALIAZZI, 2011, p. 112)

Esta técnica de análise pareceu apropriada em razão do caráter interpretativo que anuncia, consistente com os propósitos da pesquisa e sua metodologia, descrita

anteriormente. O objetivo primeiro da ATD é a (re)construção de textos capazes de exprimir as múltiplas interpretações possíveis a partir do discurso (escrito ou falado) dos sujeitos da pesquisa. Desde já, é importante dizer que não existe leitura neutra e objetiva, então todo o trabalho de análise exige que o pesquisador tenha claramente definida a sua perspectiva teórica. A ATD é desenvolvida em três etapas, a saber: unitarização, categorização e a produção de metatextos. Estas etapas, segundo os autores, compõem um sistema ciclico complexo e auto-organizado. Na *Figura 2*, a seguir, representamos as etapas da ATD e, de forma breve, discutimos cada uma:

Figura 2: Processo de Análise Textual Discursiva (ATD).



Fonte: Baseado em Moraes e Galiazzi (2011).

A etapa de *unitarização* consiste numa total imersão (impregnação) nos textos produzidos por outros autores – neste caso, aqueles dos dados que foram coletados ao longo da pesquisa e registrados de forma escrita (as respostas aos questionários, as notas de campo e as transcrições dos vídeos e entrevistas) –, desconstrução dos mesmos e numa posterior identificação de “unidades de sentido” neste material. As unidades de sentido identificadas podem variar de palavras e frases até textos mais longos como parágrafos inteiros, sendo importante, contudo, que transmitam algo de substancial e passível de interpretação.

Na etapa seguinte, a *categorização*, as unidades de sentido são agrupadas de acordo com as semelhanças encontradas, sempre num processo de indução, isto é, partindo de categorias demasiado específicas para aquelas mais gerais. Estas categorias podem ser determinadas *a priori*, com base no referencial teórico adotado pelo pesquisador, ou podem emergir ao longo da análise, prática criativa e bastante recomendada (MORAES e GALIAZZI, 2011). A categorização pode ainda dar-se com base no “modelo misto”, através do qual são determinadas categorias *a priori* e

a estas são somadas, quando necessário, novas categorias emergentes (BARDIN, 1977; LAVILLE e DIONNE, 1999).

Finalmente, a etapa última da ATD consiste na *produção de “metatextos”*, ou seja, de textos que reconstroem e interpretam/reinterpretam os dados categorizados sob a perspectiva mais profunda do pesquisador a respeito do assunto ou fenômeno tratado. A produção dos metatextos é, sem modéstia, a etapa mais importante deste tipo de análise, pois é nela que se estabelecem as novas compreensões sobre o problema estudado, consolidando um processo de entendimento pleno que Moraes e Galiuzzi (2011) usam chamar de “auto-organização”.

No processo de *unitarização*, após leituras exaustivas do material textual, com retorno constante aos textos originais a fim de compreender sentidos expressos pelos sujeitos e estabelecer novos significados para suas palavras, indicamos as unidades de sentido, seguindo o mesmo critério de seleção aplicado à análise de tendências – a busca por item/campo lexical. No *corpus*, identificamos itens (palavras, expressões e frases) que compusessem o campo lexical por guardarem uma relação semântica com os aspectos tratados na pesquisa: <questionamento; experimento; natureza da ciência; lei; teoria; progresso; comprovação; [...]; hipótese; desenvolvimento; contexto; refutação; descoberta; história; epistemologia >.

Para a *categorização*, preferimos o modelo misto, pela possibilidade de definir categorias *a priori*, com base no referencial teórico adotado – tomamos o trabalho de Corrêa, Meghioratti e Caldeira (2011) como modelo para tanto –, e modificá-las ou inserir categorias *a posteriori* (emergentes), dependendo dos rumos que a análise toma. As categorias foram instituídas seguindo uma lista de atributos desejáveis que inclui validade, homogeneidade, amplitude, precisão, exaustão e exclusão múltipla; a seguir, resumimos as categorias na *Tabela 7*, a seguir:

Tabela 7: Categorias para ATD.

CATEGORIA (REPRESENTAÇÃO)	CARACTERÍSTICA DA RESPOSTA	ELEMENTOS NO TEXTO
Construtivista (CON)	Respostas que se aproximem das propostas da NFC e da NHC.	Termos de teorias globalistas e da crítica ao modelo <i>ad tempore</i> empregados consistentemente.
Pseudoconstrutivista (PSC)	Respostas que usem das propostas da NFC e da NHC, mas tem concepções distorcidas enraizadas.	Termos de teorias globalistas e da crítica ao modelo <i>ad tempore</i> com pouca competência e associados a ideias empírico-indutivistas.

Fonte: Produção própria.

Tabela 7: Categorias para ATD. (cont.)

CATEGORIA (REPRESENTAÇÃO)	CARACTERÍSTICA DA RESPOSTA	ELEMENTOS NO TEXTO
Resistente (RES)	Respostas que condenam a “visão recebida” de ciência sem qualquer fundamentação para tanto.	Crítica injustificada à perspectiva empírico-indutivista, entretanto, apoiando-se em seus termos.
Cientificista (CIE)	Respostas caracterizadas pela rigidez positivista ou perspectivas extremas e anacrônicas.	Termos que denotam a crença no método, na comprovação, na demarcação e que se traduzem em anacronismos diversos.
Insuficiente (INS)	Resposta comprometida por fuga (vaga ou incompleta).	Uso inapropriado de termos, de modo que a compreensão acabe comprometida.
Inválida (INV)	Não há resposta.	A questão não é respondida.

Fonte: Produção própria.

Por último, para a *construção dos metatextos*, tentamos dar à estrutura textual um caráter duplo: interpretativo, mas também descritivo. Recorremos à interpretação quando estabelecemos novos sentidos, mais aprofundados e suportados pela teoria, a partir dos textos originais, um estranhamento que é recomendado para a produção de argumentos. No processo reiterativo de escrita, incluímos trechos dos originais que, na análise, apoiam os metatextos construídos, validando as interpretações.

CAPÍTULO III

3 Resultados e discussão

A seguir, apresentamos os resultados da investigação realizada, na forma dos dados coletados, conforme as especificações metodológicas detalhadas no capítulo anterior, bem como a interpretação daqueles, a sua análise. Iniciamos com o estudo das tendências em artigos que exploram a relação entre o Ensino de Química (EQ) e a História e a Filosofia da Ciência (HFC), divisando quais os aspectos didáticos mais frequentemente abordados e quais os traços e temáticas pertinentes à HFC – tanto em termos historiográficos quanto epistemológicos – tem a maior representatividade no conjunto definido como *corpus*.

Na sequência, analisamos as mudanças nas concepções dos participantes do processo interventivo, que é foco desta pesquisa, acerca da HFC na formação inicial de professores e para a constituição da epistemologia do docente, interpretando, por meio da ATD, alguns excertos de produções textuais daqueles sujeitos e de outros registros. Como dito anteriormente, utilizamo-nos de trechos dos questionários pré e pós-teste aplicados e entrevistas semiestruturadas realizadas com os licenciandos, além de trabalhos confeccionados por eles, registros de campo (frequência e notas) e fotografias feitos ao longo do processo.

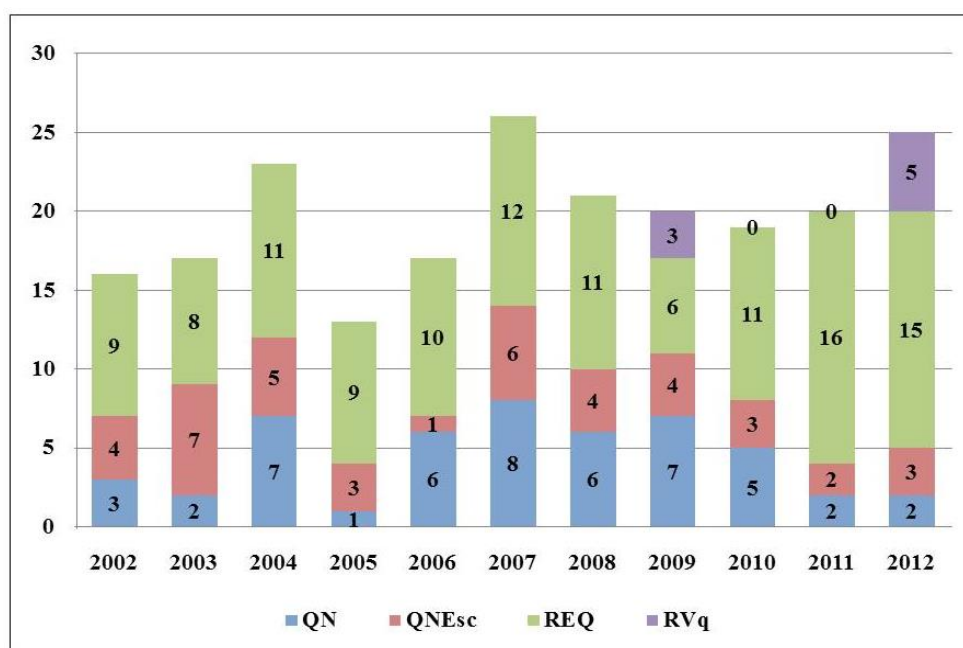
3.1 Análise de tendências

Ao todo, foram encontrados 217 (duzentos e dezessete) artigos que atendem aos parâmetros estabelecidos, quais sejam: trabalhos publicados nos periódicos que compõem o *corpus* investigado, isto é, Química Nova (QN), Química Nova na Escola (QNEsc), Revista Educación Química (REQ) e Revista Virtual de Química (RVq), por isso direcionados ao Ensino de Química; estão incluídos no recorte temporal de uma década, determinado; e tratam da relação entre EQ e HFC de formas variadas, que vão desde aspectos e aplicações das abordagens contextuais até textos puramente biográficos. Ressaltamos, mais uma vez, que o público alvo destas publicações é a

comunidade científica e, em especial, a comunidade, não apenas de professores de Química, como também de outras ciências numa perspectiva interdisciplinar.

Os 217 artigos encontrados aparecem distribuídos da seguinte maneira: 49 na QN; 42 na QNEsc; 118 na REQ; e 08 na RVq (Cf. APÊNDICES F, G, H e I); para as duas primeiras revistas, o número de artigos é consistente com os levantamentos de natureza semelhante realizados por Silveira (2008) e por Gomes (2013), guardadas as devidas reservas decorrentes da extensão do corpus, do recorte temporal delimitado e da definição dos critérios de seleção. Além disso, ampliamos a análise ao incluir no conjunto aqueles artigos a respeito, não só da História da Química, mas também da Filosofia da Ciência, o que não ocorreu nos trabalhos citados. O *Gráfico 1*, abaixo, traz a distribuição desses artigos por ano e periódico:

Gráfico 1: Distribuição dos artigos por ano de publicação entre 2002 e 2012.



Fonte: Produção própria.

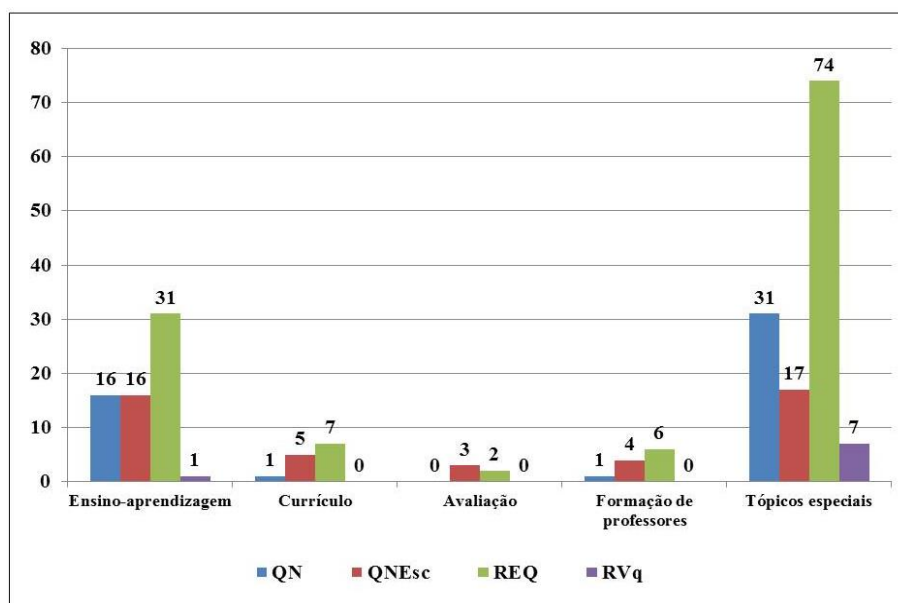
Como o gráfico permite observar, de modo geral, houve uma maior ocorrência de trabalhos no ano de 2007 para os periódicos QN, QNEsc e REQ, com um total de 26 artigos publicados com o enfoque de interesse desta investigação, contudo, uma soma real dos trabalhos que tratam da aproximação entre HFC e EC, considerando todos os periódicos em análise, é indicada em 2012, com um total de 25 trabalhos publicados. Também é notório o fato de que a REQ é a revista com o maior número de trabalhos publicados por ano, o que se justifica pela quantidade de números que

a mesma publica anualmente – a sua frequência é trimestral, com 03 números, pelo menos, por volume, além dos números especiais (um ou dois por volume em alguns casos). A REQ publica, em média, 11 artigos por ano, algo realmente expressivo.

Seguindo a REQ, a QN aparece com um total de 49 artigos, quase 04 artigos por ano. Os índices de publicação foram satisfatórios em 2004, 2007 e 2009, o que é consistente com o índice geral; o ano de 2007 foi bastante produtivo. Contudo, o ano de 2005 mostrou uma queda expressiva; o único trabalho que atendeu aos critérios determinados, de autoria de J. Terra e A. Rossi, intitulado “*Sobre o desenvolvimento da análise volumétrica e algumas aplicações atuais*”, trata do papel que os métodos tritrimétricos tiveram no desenvolvimento da Ciência e da indústria desde o século XVIII. O mesmo ocorreu com a QNEsc em 2006, o artigo “*Prêmio Nobel de Química 2006: os mecanismos estruturais da transcrição em eucariotos*”, de B. Malnic, é uma celebração em virtude da premiação concedida e o seu teor é, predominantemente, biográfico. No mais, a frequência de publicação por ano é, como dito, consistente para os três periódicos, considerado inclusive os levantamentos citados acima.

Não é possível avaliar mais profundamente o desempenho da RVq em virtude da sua criação recente, apesar disso, o número de trabalhos em 2012 pode ser uma indicação promissora. Entre o final de 2006 e o início de 2007, assim como ocorreu entre 2011 e 2012, a literatura especializada passou por um momento de expressivo interesse pela aproximação entre a HFC e o EC – exemplos disso são alguns livros que trazem coletâneas de trabalhos em torno do tema como o “*Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*” (2006), organizado por C. Silva, e o “*Ensino de química em foco*” (2011), sob a organização de W. Santos e O. Maldaner. É provável que estas articulações tenham estimulado o aumento do índice de publicações com o mesmo enfoque nos periódicos.

Quanto às tendências temáticas que foi possível identificar, são apresentadas adiante aquelas eu dizem respeito ao conteúdo pedagógico (Ensino-aprendizagem; Currículo; Avaliação; Formação de professores; e Tópicos especiais) e ao histórico-filosófico (Concepções sobre a natureza da Ciência, CNC; Metodologias; Evolução de conceitos; e Biografia). O *Gráfico 2*, logo abaixo, exhibe o quantitativo de trabalhos divididos por categorias no que diz respeito ao conteúdo pedagógico nos periódicos examinados:

Gráfico 2: Distribuição dos trabalhos quanto ao conteúdo pedagógico.

Fonte: Produção própria.

O Gráfico 2 mostra que a maior parte dos trabalhos publicados nos periódicos pertence à categoria Tópicos especiais, na qual se encontram aquelas investigações com caráter predominantemente informativo. Entenda-se por “caráter informativo” um tipo de ilustração de tópicos da História da Química que não guardam relação direta com o conjunto de conteúdos que, normalmente, compõem os currículos do Ensino Básico – os níveis Fundamental e Médio – ou das ementas de cursos de graduação em Química. Um exemplo é o artigo intitulado “*Biblioteca Alexandrina: a fênix ressuscitada*”, de A. Chassot (2002), publicado na QNEsc; ou ainda, o artigo “*Pierre Joseph Macquer*”, de J. Wisniak (2004), publicado na REQ. Estes trabalhos abordam aspectos que não estão necessariamente ligados a nenhum dos temas de sala de aula; o primeiro trata da renovação da biblioteca que foi, ao longo da história, um centro aglutinador de sábios; o segundo apresenta um conteúdo biográfico relativamente extenso. Ambos tem valor informativo/ilustrativo e podem despertar o interesse dos alunos nos diferentes níveis de ensino, tanto Básico quanto Superior. Esta categoria também apresenta números de representatividade alta e moderada para os periódicos QN (31) e QNEsc (17), além do altíssimo índice da REQ (74). A verdade é que temas aleatórios servem para consumo geral, mas interessam, de fato, a um público bastante reduzido.

É bastante interessante que, mesmo para a “recém-criada” RVq, quase todos os trabalhos publicados foram enquadrados nessa categoria. Apenas um deles, de

autoria de W. Araújo Neto, intitulado “*Estudos sobre a noção de representação estrutural na Educação em Química a partir da Semiótica e da Filosofia da Química*” (2012), consta na categoria *Ensino-aprendizagem*, visto que trata da evolução de um modelo de representação estrutural na história. A categoria *Ensino-aprendizagem* é representativa para os outros três periódicos: QN (16), QNEsc (16) e REQ (31), mas, fugindo da formação de conceitos químicos – sejam eles, teóricos, metodológicos ou modelares –, encontram-se nesta categoria, também, aqueles trabalhos acerca do uso de recursos didáticos; o caso do “*Presentation of origin of the covalent bond in turkish general chemistry textbooks: a history and philosophy of science perspective*” (2012), de M. Niaz e B. Costu, que examina como os livros didáticos não abordam as ligações covalentes numa perspectiva histórico-filosófica e incorrem, por isso, numa interpretação demasiado indutivista do tema. Investigando a aproximação entre o EC e a HFC, espera-se, de fato, encontrar um número razoável de trabalhos que tratem dos aspectos gerais dos processos de ensino-aprendizagem.

Ainda nessa categoria, distinguem-se os estudos sobre concepções, sejam elas epistemológicas (frequentemente) e/ou historiográficas (raramente). Apontamos os artigos “*Visões de ciência e sobre o cientista*” (2002), L. Kosminsky e M. Giordan, QNEsc, e “*La historia como una herramienta para promover el aprendizaje*” (2010), de A. Garritz, REQ. O primeiro investiga concepções de estudantes do Ensino Médio a respeito da ciência e de cientista através de desenhos, demonstrando como as visões construídas são distorcidas; o segundo discute o prejuízo da falta de acesso irrestrito à linguagem e aos costumes do profissional das Ciências.

Quanto às outras categorias, todos os periódicos apresentaram índices muito baixos, o que evidencia a carência de trabalhos voltados para *Currículo, Avaliação e Formação de professores*. No quesito *Currículo*, a QNEsc oferece um bom número de trabalhos (05), considerando ser este um tópico limitado: “*Mudanças na prática de ensino da química pela formação dos professores em história e filosofia das ciências*” (2003), de F. Paixão e A. Cachapuz, no qual é proposto um programa de formação de docentes fundamentado na HFC; também o “*Representação de temas científicos em pintura do século XVIII: um estudo interdisciplinar entre química, história e arte*”, uma aposta de caráter interdisciplinar. Apesar disso, a REQ ainda lhe supera com um total de sete (07) trabalhos.

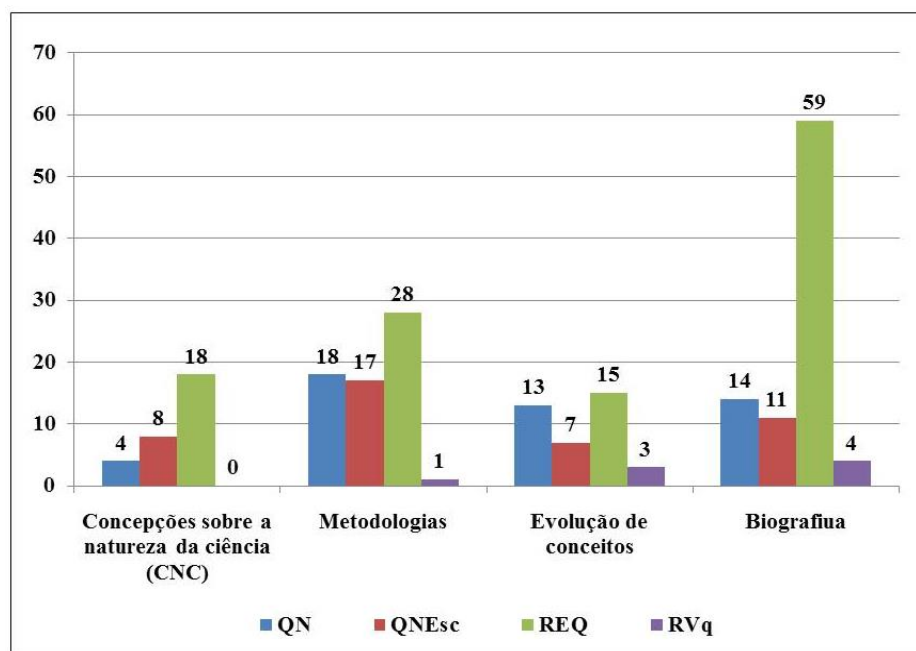
A categoria *Avaliação* é de certo a mais carente, não obstante seja importante destacar algumas das propostas: “*Evaluación de las competencias de pensamiento*

científico” (2007), de J. Chamizo e M. Aymerich, que usa diagramas heurísticos para avaliação; e *“Química por meio de teatro”* (2007), N. Roque, uma forma lúdica, não só de ensinar, mas também de avaliar a aprendizagem em História da Química. Não houve na QN ou na RVq qualquer trabalho em que se reconhecesse uma proposta de avaliação.

Finalmente, acerca da categoria *Formação de professores*, conquanto seja esta uma linha de pesquisa bastante explorada no Ensino das Ciências de um modo geral, não há um montante significativo – pelo que se poderia esperar – de trabalhos dedicados a este aspecto no recorte assumido. Foi apontado um total de 11 trabalhos, mas não houve nenhum na RVq e na QN consta apenas um (01); a REQ apresentou 06 em razão da quantidade de números editados por ano; e a QNEsc, um número muito aquém do que se esperaria se considerarmos o propósito desta publicação. Destes poucos trabalhos, assinalamos um artigo de 2003, de S. Lôbo e E. Moradillo, *“Epistemologia e a formação docente em química”*, pois os autores elaboram uma crítica acertada ao racionalismo técnico que predomina nos cursos de formação [inicial, notadamente] e reiteram a importância das questões de natureza epistemológica para o magistério – retomando a epistemologia do docente.

No geral, o que se pode afirmar é que há necessidade de mais investigações que levem a cabo propostas práticas envolvendo a HFC numa relação com o EC em várias frentes, desde a formação de professores, que é base para o aprendizado dos métodos e técnicas que envolvam esses temas, até a discussão sobre a elaboração dos currículos, retroalimentada por profissionais bem formados. Aquelas pesquisas cujo caráter é informativo ou ilustrativo são ricas em vários sentidos e podem ser utilizadas em associação com métodos, estratégias e materiais para promover a muito desejada aproximação entre as áreas em questão, ainda mais se estas forem, de alguma maneira, incorporadas a propostas práticas, atingirão o máximo de suas potencialidades.

Concluídas as considerações a respeito das categorias que se referem aos aspectos pedagógicos, o olhar recai sobre os aspectos diretamente ligados à HFC. O Gráfico 3, a seguir, apresenta a distribuição dos artigos por periódico e conforme o seu conteúdo, tanto epistemológico quanto historiográfico, para o recorte temporal fixado:

Gráfico 3: Distribuição dos trabalhos quanto ao conteúdo histórico-filosófico.

Fonte: Produção própria.

As categorias deste segundo grupo foram projetadas para ser o mais gerais quanto possível, por isso em quantidade reduzida. A primeira, referente às *CNC* – as *concepções sobre a natureza da ciência* diz respeito às visões da ciência/cientista e das tecnologias, bem como às distorções que lhe são implicadas; a segunda delas reúne as *Abordagens contextuais*, desde leituras orientadas até estudos complexos de episódios e casos históricos; a categoria *Evolução de conhecimentos*, trata do desenvolvimento de conhecimentos teóricos, modelares e metodológicos durante o decorrer da HC; e a quarta categoria, *Biografia*, para aqueles textos que dizem sobre a vida e a obra dos cientistas. Esclarecidas, mais uma vez, estas guias, a análise do *Gráfico 3*, acima.

De acordo com o *Gráfico 3*, a REQ apresenta os índices mais altos para todas as categorias, o que se deve, mais uma vez à frequência de publicação do periódico, bem como do desenvolvimento da HFC nos países em que a revista circula (doze pelo menos). Países Ibéricos, por exemplo, tem dedicado mais esforços que o Brasil aos estudos de HFC (BIZZO, 1992; DUARTE, 2004). A categoria *Biografia* é a mais expressiva de todas e a quantidade de trabalhos com teor biográfico na REQ não é modesta (59); somente para citar alguns deles, assinalamos: “*Bernard Courtois: the discoverer of iodine*” (2002); “*Guillaume-François Rouelle*” (2003); “*John James Waterston: a pioneer of the kinetic theory of gases*” (2007); e “*Alexander William*

Williamson” (2009), estes e tantos outros com o mesmo enfoque são da autoria de J. Wisniak – e não é incomum que um autor seja tão prolífico quando observamos a produção em HFC. Ocorre algo semelhante nas revistas brasileiras (QN, QNEsc e RVq), o trato biográfico dos aspectos históricos ainda é supervalorizado; na QNEsc, por exemplo, textos em comemoração à láurea concedida por ocasião do Prêmio Nobel são publicados com bastante frequência, mas o seu tom é sempre biográfico, cronológico, sem uma contextualização aprofundada ou apontando algum uso para o conteúdo em sala de aula.

A categoria *Concepções sobre a natureza da ciência (CNC)* mostrou o menor montante de artigos, 30 ao todo. O estudo das concepções, tanto dos alunos quanto e professores, é realmente especial para o EC, pois permite identificar as distorções nas visões desses sujeitos. Mais uma vez, a REQ é destaque com um máximo de 18 trabalhos, dentre os quais, o “*Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la ciencia y la tecnología en la sociedad*” (2007), de A. Alonso et al, a respeito dos consensos sobre a natureza da ciência, construídos a partir de um questionário, e como estes podem ser incluídos nos currículos, observadas as suas implicações. Além deste, o trabalho de M. Mateos, M. Garcia e S. Vilanova, “*Las concepciones epistemológicas de los profesores universitarios de química*” (2007), uma descrição das concepções epistemológicas de professores universitários de Química, também coletadas com o uso de questionários. O uso de questionários para investigação das CNC é prática bastante comum na área de Ensino das Ciências (LEDERMAN, WADE e BELL, 1998; ABD-EL-KHALICK e LEDERMAN, 2000; OKI, 2006; TEIXEIRA, FREIRE JR. e EL-HANI, 2009). A QN aparece aqui com 04 artigos com este enfoque, um deles intitulado de “*Ciência como cultura: paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar*” (2009), de M. Santos, sobre a necessidade de repensar questões epistemológicas básicas para articular os pilares CTS (ciência, tecnologia e sociedade), traduzindo essa sua dinâmica. Quanto à QNEsc, os 08 artigos que apresenta trazem uma visão incrivelmente acertada sobre a necessidade de incluir, nos cursos superiores, alguns elementos de epistemologia; tanto o trabalho de L. Kosminsky e M. Giordan (2002) quanto o de S. Lôbo e E. Moradillo (2003), citados anteriormente neste texto, estão incluídos aqui. A RVq é o único periódico que não apresenta nenhum artigo dedicado às visões de Ciência e cientista ou a quaisquer outros conteúdos semelhantes.

A categoria *Metodologias* teve índices consistentes em todas as revistas, até mesmo a RVq (01), apresentaram artigos sobre o desenvolvimento das abordagens ditas contextuais. O artigo intitulado *“Histórico da evolução da química medicinal e a importância da lipofilia: de Hipócrates e Galeno a Paracelsus e as contribuições de Overton e de Hansch”* (2009), de L. Nogueira, C. Montanan e C. Donicci, foi o único artigo da RVq nesta categoria; diz respeito à Química Medicinal e à importância da lipofilia na produção de medicamentos, um caso histórico com recorte temático. A maioria dos artigos que fazem parte dessa categoria compõem estudos de casos e episódios da HC, a exemplo de *“Michael Faraday e A História Química de Uma Vela: um estudo de caso sobre a didática da ciência”* (2008), de J. Baldinato e P. Porto, publicado na QNEsc, que apresenta as estratégias didáticas utilizadas por Faraday para divulgação científica em uma de suas conferências de Natal. No periódico QN, destacamos o artigo *“Calorímetro de gelo: uma abordagem histórica e experimental para o ensino de química na graduação”* (2010), por G. Tavares e A. Prado, uma revisão dos estudos sobre calor desde o século XVIII, passando por Black, Lavoisier e a teoria do calórico, de modo a subsidiar a construção de um calorímetro; o estudo de um caso faz uso de um recorte temático, temporal e em torno dos personagens históricos.

Por último, sobre a categoria *Evolução de conceitos*, houve consistência nos índices também – sendo este um tipo de trabalho bastante comum. Para as revistas REQ e QN, o número de artigos é bem próximo, 15 e 13 respectivamente, contudo é na QNEsc, com 07 artigos, que se encontram os trabalhos com maior efetividade na aproximação entre a HFC e o EC, um bom exemplo: *“Série histórica da composição química de pilhas alcalinas de zinco-carbono fabricadas entre 1991 e 2009”* (2011), de B. Silva et al, que aborda a evolução do conceito de pilha desde Alessandro Volta e Leclanché, abrindo espaço para discutir a utilização de metais em baterias durante num período de vinte anos. A RVq tem um número razoável de artigos de revisão de conceitos ao longo da história (03), considerando que é uma publicação recente, e há que se esperar que este número aumente; nela destacamos o artigo de V. Mello e A. Suarez, *“As formulações de tintas expressivas através da história”* (2012), que apresenta o desenvolvimento das tecnologias de produção de tintas expressivas (de uso artístico) desde a pré-história até o século XXI, demonstrando que não reserva a revisão histórica apenas aos conceitos teóricos, estendendo-se aos conhecimentos de técnicos e modelares também.

A partir desta análise dos periódicos selecionados, conclui-se que a produção bibliográfica com vistas à aproximação entre a HFC e a EC tem grande potencial de concretizar-se definitivamente e trazer benefícios ainda maiores para a educação em Ciências, posto que há um bom número de pesquisadores que, mesmo não tendo a exigida formação especializada (na maioria dos casos), tem boas noções do serviço que prestam ao meio acadêmico e o fazem com a maior responsabilidade. Sobre as tendências observadas, o número de artigos “informativos” é bastante significativo, o que resulta da relativa facilidade em torno da pesquisa de temas históricos se o caso for de toma-la em perspectiva com relação a formulação de abordagens de ensino e avaliação de conhecimentos químicos numa perspectiva histórico-filosófica. Parece imperativo incentivar as discussões em torno das mudanças curriculares e fazer com que alcancem o público através dos periódicos, tornando-se realidade; só assim, o incentivo à formação [inicial e continuada] de professores na perspectiva contextual será possível – pelo que ainda permanece incipiente, apesar dos esforços –, abrindo espaço para novas concepções, metodologias mais apropriadas e desenvolvimento dos processos de ensino-aprendizagem.

3.2 Análise das respostas aos questionários VNOS-C

A seguir, encontram-se os resultados das respostas ao questionário VNOS-C, aplicado em caráter de pré e pós-teste, assim como algumas considerações tecidas acerca das mudanças que as concepções dos licenciandos sofreram. Os resultados, a priori, qualitativos são, também, sistematizados quantitativamente, de maneira que se aliem aspectos subjetivos e objetivos na interpretação das respostas dos alunos – deixando claro, desde já, que é de nosso interesse, efetivamente, o desenvolvimento das concepções dos licenciandos no sentido de fornecer-lhes ferramentas para que, posteriormente, eles sejam autônomos na constituição da sua própria epistemologia [do docente]. Organizamos os resultados obtidos nos quadros a seguir, identificando cada licenciando pelo nome fictício; indicando as questões com números segundo a notação (1), (2), [...], e (10); as situações de pré-teste e pós-teste com (R1) e (R2); e as respostas conforme as representações de cada categoria, já explicitadas no texto do “Desenho Metodológico” (Capítulo 2, seção 2.5.2): CON, PSC, RES, CIE, INS e INV. Seguem os resultados:

Quadro 6: Respostas ao questionário VNOS-C.

ALICE										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R1	CIE	PSC	PSC	PSC	CIE	CIE	CIE	INS	CON	CIE
R2	PSC	PSC	CON	PSC	CON	CIE	INV	INV	CON	RES

AMÉLIA										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R1	PSC	CIE	CIE	PSC	CIE	CIE	INV	PSC	CON	PSC
R2	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV

ARTHUR										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R1	CIE	CIE	PSC	CON	CIE	CIE	CIE	CON	PSC	PSC
R2	CON	CIE	RES	CON	CON	RES	RES	CON	CON	PSC

CATARINA										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R1	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV
R2	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV

CÁTIA										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R1	CIE	CIE	PSC	PSC	CIE	INS	INV	INV	PSC	INV
R2	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV

DAFNE										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R1	PSC	PSC	CON	COM	CON	INV	INV	RES	CON	COM
R2	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV

Fonte: Produção própria.

Quadro 6: Respostas ao questionário VNOS-C (cont.).

DOLORES										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R1	CIE	CON	PSC	PSC	CIE	INV	CIE	PSC	CON	RES
R2	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV

FÁBIO										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R1	CIE	CON	PSC	COM	CIE	PSC	PSC	INS	CON	PSC
R2	CIE	CON	CON	COM	CIE	COM	PSC	PSC	CON	COM

FLÁVIO										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R1	PSC	PSC	PSC	CON	PSC	CIE	CIE	CON	CON	RES
R2	PSC	CIE	CIE	CON	CON	CON	INV	CON	CON	COM

GUILHERME										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R1	PSC	CIE	CIE	CON	PSC	CIE	PSC	PSC	CON	PSC
R2	CON	CIE	CIE	CON	PSC	PSC	PSC	PSC	CON	PSC

JORGE										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R1	PSC	PSC	CIE	PSC	PSC	INS	INS	PSC	CIE	CIE
R2	CIE	CIE	CIE	CON	CON	PSC	CIE	PSC	CIE	INV

JUGSON										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R1	CIE	PSC	PSC	CON	RES	CIE	PSC	CIE	CON	COM
R2	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV

Fonte: Produção própria.

Quadro 6: Respostas ao questionário VNOS-C (cont.).

RITA										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R1	CIE	PSC	CIE	PSC	PSC	CIE	PSC	CIE	CIE	CIE
R2	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV	INV

SUZANA										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
R1	CIE	CIE	CIE	CON	CIE	CIE	CIE	INS	CON	RES
R2	CIE	CIE	CIE	PSC	CIE	PSC	INS	CIE	PSC	PSC

Fonte: Produção própria.

Nota: Construtivista (CON); Pseudoconstrutivista (PSC); Resistente (RES); Cientificista (CIE); Insuficiente (INS); Inválida (INV).

Lembramos que as categorias utilizadas para tal sistematização resultam dos processos de *unitarização* e *categorização* integrantes da *Análise Textual Discursiva* (ATD), proposta de Moraes e Galiazi (2011). Através da identificação de unidades de significado no *corpus* textual formado pelas respostas dos licenciandos ao VNOS-C, foram definidos os “*Elementos no texto*”, assinalados na *Tabela 7* (Capítulo II, seção 2.5.2) e que integram um dito campo lexical. Com base nas categorias utilizadas por Corrêa, Meglhoratti e Carneiro (2011) e das unidades de significado que dão sentido às categorias emergentes foi que chegamos a estas, seguindo o modelo dito “misto” de Laville e Dionne (1999), utilizadas na análise.

Embora todos os licenciandos tenham concordado em participar da pesquisa, nem todos responderam aos questionários pré e pós-teste; são aqueles cujo quadro, além de marcado em (R1), (R2) ou ambos com um “INV” (Inválido), estão totalmente marcados em cinza; deste modo, participaram efetivamente desta etapa da pesquisa apenas 07 (sete) alunos: Alice, Arthur, Fábio, Flávio, Guilherme, Jorge e Suzana. As respostas dadas por esses sujeitos na primeira aplicação do VNOS-C (logo no início do semestre) e na última (ao fim do período letivo), mostram diferenças muito sutis e que só se pode evidenciar com clareza no detalhamento dos seus textos – faremos isto adiante.

Em números, a quantidade de respostas sob a categoria “Construtivista”, que se refere às ideias mais próximas das bases da NFC e da NHC, teve um aumento de

13 para 25, o que depõe, pelo menos de um modo geral, a favor das atividades que foram realizadas ao longo do processo interventivo. Também houve uma diminuição na ocorrência de respostas incluídas na categoria “Cientificista”, que é caracterizada pela forte crença em aspectos empírico-indutivistas e apoio à historiografia clássica; uma queda sensível de 26 para 18 respostas, reforçando o desempenho satisfatório da abordagem contextual levada para a sala de aula. Evidentemente, não se poderia esperar resultados exorbitantemente expressivos, pois falamos de concepções que, a muito custo e por muito tempo, tem-se enraizado, não tão-só na compreensão dos licenciandos *sobre* a ciência e o cientista, mas num quadro sócio-cultural bem maior.

Olhando para as mudanças com um pouco mais de cuidado, percebe-se que a maioria das respostas “CIE” permaneceu na mesma categoria (12) ou, em menor quantidade, passou para as categorias “CON” (4), “PSC” (3), ou “RES” (3), diferença positiva, pois denota uma mudança na direção de concepções mais ajustadas e de acordo com a NFC e a NHC. Vale salientar, também, que a maioria das concepções “CON” não sofreu mudança de categoria (11 delas) e duas respostas passaram para a categoria “PSC”, o que pode ter ocorrido por mera questão de expressão textual. A categoria “PSC”, aliás manteve a maioria das respostas no pós-teste (10), e aquelas que mudaram de categoria, passaram a “CON” (9), embora algumas tenham entrado na categoria “CIE” (4) ou “PSC” (1). Apesar de ter alcançado resultados satisfatórios, talvez com a participação de todos os licenciandos que participaram da investigação fossem alcançadas mudanças ainda maiores. De qualquer forma, os alunos tiveram oportunidade de realizar outras atividades que permitiram acompanhar a melhora do seu desempenho e mudanças na forma de pensar a Ciência e narrar a sua história.

Cumprindo o último estágio da ATD, a produção de um “metatexto” a partir da reinterpretção do *corpus* constituído pelos textos dos licenciandos em Química, em resposta ao VNOS-C, expomos algumas considerações. Adiante, seguem excertos das respostas dos estudantes ao questionário (pré e pós-teste), com as unidades de sentido admitidas devidamente destacadas (sublinhado); cada conjunto de unidades foi associado a uma categoria (cf. *Tabela 7*) e sustenta a elaboração dos metatextos que os sequenciam:

a) Pré-teste (VNOS-C) – Categoria Cientificista

“A ciência traduz o conhecimento por meio de fatos, observações, experimentações e testes”. (Rita)

“O que torna [o conhecimento científico] diferente é [...] ser mais confiável”. (Fábio)

“teorias são suposições [...] leis seriam uma confirmação [...], não são modificadas, são criadas”. (Dolores)

“ a ciência é universal [...] obedece leis, teorias, postulados não há como ser afetada por valores sociais”. (Jorge)

As unidades de significado que dão forma à categoria *Cientificista* mostraram que os licenciandos atribuíam à Química um *status* de superioridade com relação às outras formas de conhecimento, como a Religião e a Filosofia, pois aquela forma de saber [científica] oferecia uma possibilidade de comprovação e maior confiabilidade. Neste mesmo sentido, os alunos não conseguiam identificar a diferença entre teorias e leis, qual a importância da criatividade na pesquisa científica ou para que servem e mesmo o que são experimentos, aspectos que deveriam ser de conhecimento geral de estudantes de Química desde o primeiro semestre do curso.

b) Pós-teste (VNOS-C) – Categorias Pseudoconstrutivista e Construtivista

“ As teorias podem mudar sim, a evolução do modelo atômico é um exemplo disso”. (Fábio)

“A teoria explica algum fenômeno e a lei explicita a relação entre os fenômenos.” (Flávio)

“E leis são fundamentos que passaram por tais tentativas de refutações, como diria Popper”. (Jorge)

“[...] não existe um método perfeito para se fazer ciência”. (Alice)

Após a intervenção e a aplicação do VNOS-C como pós-teste, os licenciandos ofereceram respostas mais adequadas à visão de Ciência, reconhecendo a evolução pela qual o conhecimento passa, como as teorias mudam e porquê mudam, além da

importância de estudarmos uma ciência que não é perene. Os conceitos de teoria e lei são adequados e o experimento assume o papel de “teste de hipóteses”, e muitos assumem que a criatividade e a imaginação são parte desse conhecimento flexível; são feitas menções diretas ou indiretas a filósofos como Bachelard, Popper, Lakatos e Kuhn, evidenciando que houve algum entendimento *sobre* a Ciência, e não apenas de Ciência – características das categorias *Pseudoconstrutivista* e *Construtivista*.

“Com o passar do tempo surgem novos questionamentos que a teoria vigente não explica. A partir de então, começam a sua surgir novas ideias, novas explicações, e consequentemente novas teorias”. (Arthur)

“A ciência não é presa a um método, ela é flexível, as concepções prévias e os fatores sociais influenciam diretamente a pesquisa, direcionam e auxiliam na formulação de hipóteses”. (Flávio)

“[...] os cientistas usam da imaginação principalmente no planejamento para a coleta de dados e na interpretação”. (Suzana)

No geral, os resultados foram significativos – os “elementos no texto” dos três excertos acima são exemplos da categoria *Construtivista* –; os licenciandos parecem ter incorporado os aspectos da NFC aos seus discursos e a atitude frente à Ciência tornou-se, pois, mais apropriada às formas de construtivismo dos epistemólogos da contemporaneidade do que ao cientificismo da proposta positivista (visão recebida). O empreendimento científico tem caráter assumidamente dinâmico, seja na forma de sucessão de paradigmas ou pelo esquema heurístico de manutenção de programas de pesquisa, de Kuhn e Lakatos, respectivamente. Até mesmo a ideia de critérios de demarcação científica sofreu alteração, posto que é aceita a participação de esferas exteriores à Ciência na produção do conhecimento. As noções de método e de uma necessária comprovação continuam presentes, entretanto, a flexibilidade é sua nova característica.

O questionário VNOS-C nos permitiu observar algumas mudanças bastante significativas nas CNC dos professores em formação; resultados consistentes com a mesma espécie de investigação conduzida por Teixeira, El-Hani e Freire Jr. (2001), Martins, L. e Brito (2006), Oki (2006), e Corrêa, Mglhioratti e Carneiro (2011). A esse

respeito, não poderíamos esperar mudanças profundas em concepções com raízes tão bem fincadas. Mais uma vez, é necessário lembrar que a formação do professor inicia antes da licenciatura e continuará além dela (GIL-PÉREZ, 1996), desse modo, esforços no sentido de incorporar abordagens desse tipo (contextual) ao EC tem que receber mais espaço, ser incentivadas e incluídas nos vários níveis de ensino; só então, resultados mais fortes e positivos serão alcançados. Ainda é necessário dizer que o questionário VNOS-C foi eficiente no mapeamento das concepções de cunho epistemológico (visões de Ciência e cientista), mas não permitiu explorar com maior apuro as questões historiográficas. Evidentemente, há uma complexa relação entre os aspectos epistemológicos e da narrativa histórica (MARTINS, L., 2005; FORATO, PIETROCOLA e MARTINS, R., 2011), como apontamos, inclusive, na *Tabela 7* que sintetiza as categorias para a ATD neste trabalho, mas, por sentir falta de uma maior efetividade da ferramenta em questão com relação a este aspecto, nos utilizamos de um questionário associado (o questionário QLCEH) para obter dados mais apurados – na seção seguinte, detalhamos alguns resultados encontrados.

3.3 Análise das respostas aos questionários QLCEH

Nesta seção, trataremos das respostas dos licenciandos ao questionário que aplicamos associado ao VNOS-C, o QLCEH – o Questionário para Levantamento de Concepções Epistemológicas e Historiográficas (Cf. APÊNDICE B) –, também como pré e pós-testes no início e fim do semestre letivo em que transcorreu a pesquisa; as produções dos estudantes, respostas em texto escrito, foram igualmente submetidas à Análise Textual Discursiva de acordo com as categorias discutidas anteriormente (cf. *Tabela 7*, Capítulo II, seção 2.5.2). Apresentaremos aqui apenas os resultados dos alunos que participaram efetivamente desta etapa, porque entregaram o pré e o pós-testes (07 alunos): Alice, Arthur, Fábio, Flávio, Guilherme, Jorge e Suzana.

Esse questionário enfocou diretamente os aspectos epistemológicos, exigindo que os licenciandos adotassem posicionamentos próprios da NFC; permitiu também, avaliar as interpretações historiográficas dos alunos, se adotaram o modelo clássico, *ad tempore*, ou o modelo da NHC, com crítica aos anacronismos. Uma vez que este questionário (QLCEH) continha perguntas originalmente pertencentes ao VNOS-C – a saber, as perguntas 1 e 3 daquele correspondem às questões 1 e 9 deste último –, como explicamos no “Desenho Metodológico” do trabalho (ao tratar das ferramentas

de pesquisa), assim, tais questões não foram avaliados nesta seção, tendo passado pelo processo da ATD na análise da seção anterior. Os resultados recolhidos foram os seguintes (sistema de representação segue a proposta da análise anterior):

Quadro 7: Respostas ao questionário QLCEH.

ALICE							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
R1	—	PSC	—	CIE	CON	PSC	PSC
R2	—	CON	—	PSC	CON	PSC	CON

ARTHUR							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
R1	—	CIE	—	CIE	CON	CON	CON
R2	—	PSC	—	CON	CON	CON	CON

FÁBIO							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
R1	—	PSC	—	CIE	INS	CON	PSC
R2	—	PSC	—	CIE	PSC	CON	CIE

FLÁVIO							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
R1	—	PSC	—	CIE	PSC	CON	CON
R2	—	PSC	—	CON	CON	CON	CON

GUILHERME							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
R1	—	PSE	—	CIE	CIE	CON	CIE
R2	—	RES	—	PSC	CON	CON	CON

Fonte: Produção própria.

Quadro 7: Respostas ao questionário QLCEH (cont.).

JORGE							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
R1	—	PSC	—	CIE	RES	CON	CON
R2	—	COM	—	RES	PSC	CON	PSC

SUZANA							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
R1	—	PSC	—	CIE	PSC	CON	INS
R2	—	INS	—	CIE	CON	INS	CON

Fonte: Produção própria.

Nota: Construtivista (CON); Pseudoconstrutivista (PSC); Resistente (RES); Cientificista (CIE); Insuficiente (INS); Inválida (INV).

Conforme o Quadro 7, ocorreu um aumento bastante significativo na categoria “CON”, de 11 para 19, mostrando que os licenciandos, de fato, aproximaram-se das bases da NFC e da NHC através da abordagem contextual dos estudos de episódios da história da Química. Este aumento nas respostas positivas foi acompanhado pela diminuição considerável do número de respostas na categoria “CIE” – caracterizada pela visão rígida de ciência (em termos epistemológicos) e pela adoção das posturas extremas e pouco críticas que dizem respeito aos anacronismos da historiografia *ad tempore* –, uma queda de 10 para 3. Embora as respostas incluídas nas categorias “INS” e “INV” não digam muito sobre o posicionamento dos licenciandos, observa-se que no pré-teste houve apenas duas respostas insuficientes por fuga do assunto em questão e nenhuma questão foi deixada sem resposta; no pós-teste, somente uma das respostas foi considerada insuficiente, por não ter respondido à questão feita de forma satisfatória (o texto redigido por Suzana não apresentou boa correção e foi um tanto incoerente, além de curto demais para que se pudesse explorar mais unidades de sentido), e, como no pré-teste, no pós-teste não houve questões sem respostas dos 07 (sete) estudantes que participaram efetivamente.

Um total de 13 (treze) licenciandos respondeu ao pré-teste com o questionário QLCEH, assim como aconteceu com o VNOS-C, e acreditamos que mais respostas afirmativas teriam sido encontradas se todos os estudantes tivessem participado das duas etapas. De qualquer forma, os resultados foram promissores se nos detemos a

análise detalhada das mudanças: apenas duas respostas categorizadas em “CON”, visão construtivista de ciência e crítica perante a HC, passaram para as categorias “PSC” (1) e “INS” (1), o que pode ter ocorrido em função da redação do estudante, a identificação de unidades de significado pode ter sido dificultada. Mudanças notáveis de “PSC” para “CON” (5), de “CIE” para “CON” (4) e de “CIE” para “PSC” (3) foram registradas, além do fato de pouquíssimas respostas “CIE” terem permanecido nesta categoria, apenas duas; ao passo que apenas três respostas “PSC” permaneceram inalteradas.

a) Pré-teste (QLCEH) – Categoria Cientificista

“[...] uma teoria surge para melhorar ou eliminar a antecessora”. (Alice)

“[...] se Marie Curie não tivesse tido um relacionamento com Pierre não sealaria em seu nome hoje”. (Guilherme)

“O livro didático falha em relação por a história da ciência vir de forma tão resumida [...], não há a importância de se estudar ciência. A fonte a que mais se recorre é a internet, mas existem outros livros especializados na história da ciência que podem, e devem servir de base para um melhor aprendizado”. (Rita)

“Não sei”. (Jugson sobre as competências e habilidades em torno da HFC que o professor deveria desenvolver em sua formação)

No pré-teste, os licenciandos mostraram um conhecimento pouco preciso das teorias globalistas, tratando a questão do desenvolvimento da ciência de uma forma pouco apurada, dando atenção à importância dos contextos de produção e difusão do conhecimento, característica geral da NFC. As narrativas feitas pelos estudantes apresentaram formas diversas de anacronismo, desde “argumentos de autoridade” e “crença em experimentos cruciais” até simplificações, mesmo em função de ser uma narrativa curta sobre um tema qualquer da HC. E quanto à questão da introdução da HFC no Ensino das Ciências, as críticas são apresentadas mesmo no pré-teste, com muita agudeza: os livros didáticos resumem ou negligenciam o conteúdo histórico, a responsabilidade pela construção precária de materiais é atribuída à formação não especializada dos autores; e as soluções encontradas para este problema, no geral, são da adoção de recursos como vídeos e artigos de periódicos com foco na HFC.

Os licenciandos ainda apontaram, unanimemente, que os “conteúdos” de História da Química devem ser introduzidos na formação inicial desde o começo dos cursos de graduação, de modo que o aluno conheça, logo de início, os percalços que a Ciência a qual dedicará anos de estudo passou para que possa desenvolver competências e habilidades relacionadas à compreensão e pesquisa científica.

b) Pós-teste (QLCEH) – Categorias Pseudoconstrutivista e Construtivista

“[...] como Lakatos mesmo se posicionou, este desenvolvimento se dá através das heurísticas que podem ou não expandir o cinturão de conhecimentos dos programas de pesquisa.” (Jorge)

“[...] Galvani, através de experimentos realizados com uma rã dissecada, elaborou a então chamada de teoria da eletricidade animal. Esta descoberta chegou aos olhos de Volta, que também através de experimentos, refutou a teoria da eletricidade animal, e adotou a do contato metálico.” (Arthur)

“Esses livros contam a história da ciência de modo muito linear e focam apenas nos nomes de grandes cientistas. É possível recorrer a livros de história da ciência e até a obras primárias.” (Alice)

“A partir do segundo período, [...] no primeiro período os alunos apresentam alguma dificuldade com o tipo de abordagem [...] das escolas de nível superior.” (Arthur)

“Interpretação histórica dos acontecimentos e a abordagem dos conteúdos em sala de aula.” (Arthur sobre competências e habilidades acerca da HFC que o professor deveria desenvolver em sua formação)

As respostas ao pós-teste mostraram um bom avanço em relação às posições que os alunos assumem da NFC e, embora eles não tenham usados termos próprios de uma ou outra teoria globalista, alguns casos chegaram a explicitar a proposta dos filósofos Thomas Kuhn e Imre Lakatos, o que demonstra que os estudantes, de fato, adotaram perspectivas mais construtivistas de enxergar a Ciência. A construção das narrativas foi positivamente menos tendenciosa e os licenciandos chegaram mesmo a denunciar anacronismos frequentes, inclusive nos livros didáticos (assinalaram a linearidade e uma ou outra forma de *whiggismo*). Mais uma vez, as falhas nos livros-

texto são atribuídas à formação não especializada dos autores, o que compromete o conteúdo e a credibilidade dos materiais didáticos, as alternativas passaram, porém, a ser mais parecidas com as abordagens contextuais, não a simples utilização dos vídeos e buscas na Internet. Quanto à inserção de conteúdos de HFC nos cursos de formação de professores, persistiu dominante a ideia de adoção desde os primeiros semestres da graduação (alguns encontraram razões para inserir a HFC ao longo do curso e várias disciplinas ou em disciplinas únicas no meio ou fim do curso), mas a ideia que mais chamou atenção foi a de desenvolver competências e habilidades no sentido de tornar-se um professor reflexivo – pelo que emerge a epistemologia do docente.

Os resultados obtidos com a aplicação do questionário QLCEH foram muito mais positivos que os reunidos a partir do VNOS-C, talvez por ter um número menor de questões ou por exigir respostas relacionadas, mais diretamente, à realidade dos professores. O VNOS-C dispunha, por exemplo, de uma questão sobre a evolução das espécies que seria facilmente resolvida por um estudante de Biologia, porém, se apresentaria muito mais complexa para um licenciando em Química que não tivesse certas noções, por mais simples que fossem, sobre o assunto (TEIXEIRA, EL-HANI, FREIRE JR., 2001). Esse questionário, aplicado em associação com o primeiro, deu-nos a oportunidade de explorar melhor as concepções historiográficas dos alunos e perceber que elas sofrem algumas alterações no sentido de aproximar-se da NHC, com críticas bem colocadas e assinalando anacronismos que eles próprios haviam cometido anteriormente (MARTINS, L., 2005; FORATO, PIETROCOLA e MARTINS, R., 2011). O destaque das respostas foi, no entanto, a percepção dos estudantes de que a HFC pode orientar as práticas dos professores, estimulando a “ação reflexiva” e o desenvolvimento de sua própria epistemologia do docente (GIL-PÉREZ, 1996; PORLÁN, RIVERO, MARTÍN DEL POZO, 1997, 2003; LÔBO e MORADILLO, 2003; BECKER, 2005; PAIS, 2008).

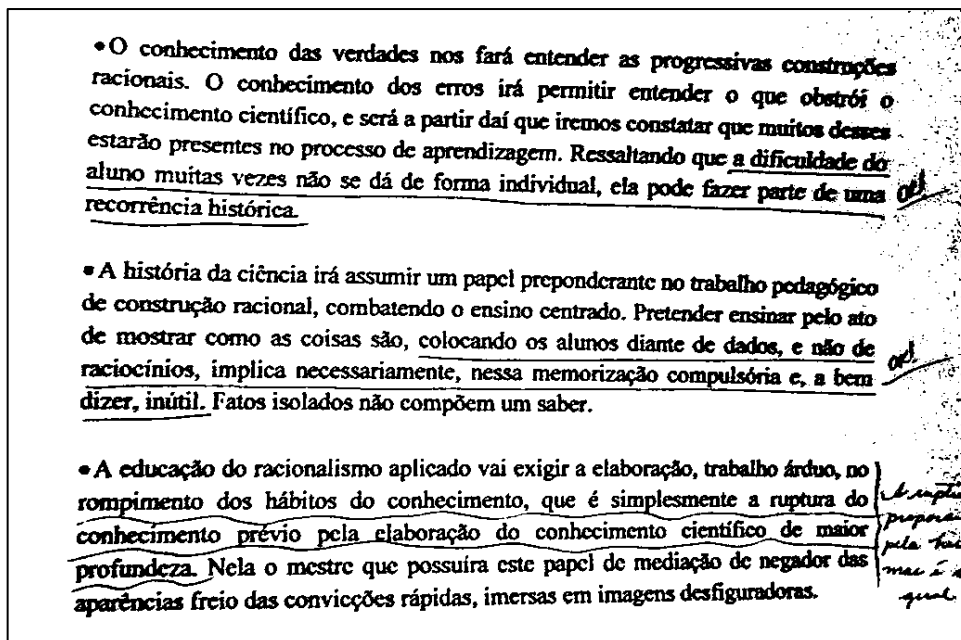
3.4 Análise dos materiais produzidos na intervenção e das notas de campo

Durante o processo interventivo que se constituiu de três etapas – sendo elas: I) aulas preparatórias (com debates orientados e aulas expositivas e dialogadas); II) estudo de um caso histórico (o episódio da derrubada da “*Teoria do Flogístico*” com

a controvertida descoberta do oxigênio); e III) realização de seminários pelos alunos (com foco nos aspectos epistemológicos e historiográficos discutidos durante todo o semestre letivo) – os licenciandos produziram um grande volume de material, desde exercícios em grupo e resenhas das leituras indicadas até cartazes e os seminários em si. Trazemos algumas dessas produções como resultados do desenvolvimento dos estudantes ao longo do processo com o propósito de convalidar as respostas de ambos os questionários.

Na primeira etapa do processo interventivo, os estudantes responderam aos exercícios propostos, em grupos de quantidade variável, após as aulas expositivas e as discussões fundamentadas em leituras indicadas previamente. Este foi o tom das orientações de caráter epistemológico que tiveram lugar na disciplina de História da Química, bases teóricas para realização das atividades em torno do “estudo de caso histórico” e da realização dos seminários. A seguir, encontram-se 03 (três) exemplos das produções dos estudantes, atividades (fichamento, exercício e cartaz) a respeito das teorias globalistas de Bachelard e Kuhn e em torno da narrativa histórica:

Figura 3: Excerto de fichamento sobre as contribuições de Bachelard para o EC.



Fonte: Produção dos alunos Catarina e Jorge.

Os licenciandos evidenciaram a analogia que se faz entre o conhecimento do aluno e aquele construído ao longo do processo histórico, como são semelhantes as dificuldades que ambos, cientistas do passado e estudantes de Ciências, enfrentam;

o trabalho do professor é de apresentar raciocínios aos seus alunos, não dados sem significado e que só estimulam a memorização; no último ponto, destacam a ideia de ruptura epistemológica e o papel mediador do professor nesse processo. Apesar de tratar-se de um fichamento [em tópicos], os alunos selecionaram as informações mais relevantes, do seu ponto de vista, e que tem relação direta com as práticas das salas de aula.

Figura 4: Exercício sobre a epistemologia de Kuhn.

- 4) Durante a prática da ciência normal podem surgir problemas em que as teorias do paradigma atual não podem solucionar, surgindo então as primeiras anomalias, e com elas as teorias ad hoc que buscam apenas separar os problemas que um paradigma não conseguiu. Quando se aglomera um grande número de anomalias o paradigma entra em crise, porém a crise não significa uma mudança de paradigma. No período em que surgem ideias que propiciam a emergência de um novo paradigma que supera o antigo ocorre uma revolução científica.
- 5) Não se pode comparar dois paradigmas, o novo é mais abrangente. Um fato que possui grandes proporções em um paradigma antigo e às vezes não pode ser explicado ao surgir um novo paradigma, o que era grande no antigo se torna pequeno no novo. Impossibilitando a sobreposição de teorias (paradigmas).
- 6) A aceitação de grande parte dos membros de uma comunidade científica a um paradigma determina sua existência. A comunidade científica também possui o papel de selecionar os quebra-cabeças a serem resolvidos, além de excluir membros e teorias que saiam do contexto do paradigma atual.

Fonte: Produção dos alunos Alice, Flávio, Guilherme e Jugson.

Esta atividade, com um total de 07 (sete) questões, foi proposta após a leitura de “*A estrutura das revoluções científicas*”, obra do próprio T. Kuhn, seguida por um debate e aula expositiva em torno dos conceitos principais da sua teoria. O texto das questões 4, 5 e 6, os licenciandos explicam a dinâmica de sucessão paradigmática e distinguem os seus principais elementos: “paradigma”, “anomalias”, “teorias *ad hoc*”, “crise” e “revolução”. Na quinta questão, dão significado à “incomensurabilidade” que é a impossibilidade de comparar teorias de paradigmas distintos. Por fim, na sexta e última das três questões, avaliam o papel da “comunidade científica”, conceito muito importante para Kuhn, pois nada há no paradigma que não se tenha constituído num consenso dos pesquisadores que a compõem.

As duas atividades apontam para uma razoável apropriação das teorias sobre a construção do conhecimento incluídas nas propostas da NFC pelos licenciandos; especialmente no segundo exemplo, é notável o nível de compreensão demonstrado

acerca do conceito de “paradigma” – ainda hoje impreciso, dado que o próprio Kuhn não o fez confuso, atribuindo-lhe, ao longo do livro, vários significados. No primeiro texto, como dito anteriormente, o que salta aos olhos é a relação estabelecida entre a filosofia bachelardiana e o ensino – não seria espantoso dizer que os pontos foram bem selecionados em virtude da aproximação que se cria entre os licenciandos e a figura do filósofo quando recebem a informação de que ele também fora professor de Química (como que a teoria fosse planejada de modo a atender as necessidades específicas desses professores).

Ao fim do estudo do episódio histórico (caso), os licenciandos reconstruíram a história em cartazes para apresentarem na sala de aula e, ao término da disciplina, a terceira etapa do processo pedia a apresentação de um seminário. Apresentamos os produtos dessas atividades; a culminância da 2ª e da 3ª etapas nas *Figuras 5 e 6*:

Figura 5: Linha histórica recontando o episódio histórico em estudo (culminância da 2ª etapa).



Fonte: Produção dos alunos Amélia, Arthur, Cátia, Fábio e Suzana.

Na produção dos cartazes, os estudantes reuniram-se em grupos de 4 ou 5 e, tendo recebido o material necessário para tanto (cartolina, cola, tesoura, pinças e as

figuras de cientistas que participaram do episódio histórico, além de um conjunto de termos relacionados a diferentes teorias da epistemologia da ciência), eles deveriam construir uma espécie de “linha do tempo” recontando os acontecimentos em torno da “Teoria do Flogístico” e a controvérsia em torno da “descoberta” do oxigênio, que ocasionou o seu fim definitivo, passando pela sistematização de uma nomenclatura química e pela emergência da “Teoria do Calórico”. Todos estes eventos terminaram deflagrando a “Revolução Química” que, segundo alguns historiadores da Ciência, é o marco do nascimento da Química Moderna.

O cartaz acima mostra que os alunos iniciaram a história com a descoberta de Priestley, que cronologicamente foi o primeiro a noticiar a descoberta de um novo ar. Segundo os estudantes, na apresentação em sala de aula (registros de campo), ele (Priestley) foi o primeiro a encontrar, experimentalmente, uma prova concreta de que o paradigma flogístico tinha falhas. Ao lado desse paradigma, as figuras de Bacher e Stahl, os seus precursores, se destacam (BROCK, 1992), e na sequência, aparecem Black, Cavendish e Rutherford, responsáveis pelos experimentos e descobertas que, aos poucos, foram minando o paradigma, criando e fortalecendo anomalias – Black, inclusive, usava balaças já antes de Lavoisier e Cavendish descobriu o hidrogênio, o seu “ar inflamável” (BRITO, 2008; MOSELEY e LYNCH, 2011). Tais acontecimentos terminaram por criar uma crise que culminou na “Revolução Química”, Lavoisier é a representação desta grande transformação. Os alunos haviam lido alguns capítulos indicados do *“Tratado Elementar de Química”* para melhor compreender o contexto no qual se processaram essas modificações, além disso, o caso foi abordado em uma aula expositiva.

Em nenhum momento, Scheele foi incluído na reconstituição, nem mesmo em comentários durante a apresentação; os grupos tinham livre-arbítrio para escolher os personagens que fariam parte da história, talvez tenha sido apenas uma escolha não incluí-lo. Com a revolução ocorrida, uma nova teoria emergiu como paradigma cujos quebra-cabeças, métodos e soluções determinam os rumos da pesquisa científica, a “Teoria do Calórico” – para a qual o grupo faz uma espécie de recorte temporal, cujo intuito é regatar cientistas e filósofos naturais que, desde a Antiguidade, ofereceram explicações para o “calor” (Empédocles, Heráclito, Aristóteles, Galileu e Newton, que não são figuras que, normalmente, associamos à trajetória histórica em questão).

O grupo chegou a explicar na apresentação, conforme notas de campo, que a “Teoria do Calórico” também entrou em crise até que a revolução foi inevitável e um

novo paradigma foi estabelecido, a Termodinâmica. A intenção de continuar os fatos históricos para além do calórico foi (notas de campo) “mostrar que as revoluções na ciência ocorrem várias vezes seguidas, a ciência está sempre mudando”; assim, fica ainda mais claro, se é possível, que a equipe seguiu o raciocínio kuhniano em suas reconstruções, usando dos seus termos de forma bastante adequada, e tentou, pelo que tudo indica, evitar tendencionismos ou anacronismos que, facilmente, poderiam impregnar-se na construção de uma “linha do tempo”. Os ensinamentos e debates a respeito dos aspectos epistemológicos da ciência e historiográficos das narrativas da Ciência parecem ter alcançado o resultado esperado: a reflexão e a auto-regulação, no sentido de realizar práticas mais conscientes em torno da HFC (características da epistemologia do docente).

Quanto aos seminários realizados no final do semestre letivo, com o intuito de promover a sistematização da aprendizagem dos conhecimentos em torno da NFC e da NHC, apresentados e discutidos no decurso da disciplina de História da Química, os alunos puderam escolher o assunto abordariam nos seminários (em grupo), numa lista de temas (Cf. *Quadro 2*) oferecidos pelo pesquisador; ademais, eles receberam, pelo menos dois textos de apoio, indicações do pesquisador, para a fundamentação. Na *Figura 6*, abaixo, parte da apresentação de um dos grupos:

Figura 6: Apresentação do seminário 4 sobre a pilha de Volta.

Divulgação

- Em 20 de março de 1800 Alessandro comunica ao presidente de Royal Society of London sua descoberta.
- Três meses depois, seu trabalho foi apresentado publicamente a Royal Society of London, passando a ser a mais nova descoberta vigente no meio científico.



Reprodução da gravura contida no artigo de Volta (ref. 1, p. 416).

Repercussão

- Volta apresenta sua pilha a Napoleão Bonaparte diante de todos os membros da academia de ciências.
- Dessa data em diante, todos os aparelhos que produzem eletricidade a partir de processos químicos passaram a ser chamados *pilha voltaica*.




Fonte: Produção dos alunos Arthur e Fábio.

Sobre esta terceira etapa, somente quatro das cinco equipes apresentaram os seminários, pois, apesar do tempo dado para preparação, a equipe responsável pelo seminário “*Ligações Químicas: TLV, TOM e as contribuições de Pauling*” – composta

por Amélia, Cátia e Suzana – alegou não ter feito o trabalho em função de atividades de outras disciplinas “mais pesadas, como Físico-Química III e Química de Produtos Naturais”, conforme notas de campo. Conquanto os resultados apresentados por elas ao longo do processo tenham sido positivos, ficou evidente uma hierarquização para as disciplinas; a História de Química ainda é negligenciada quando em comparação com as disciplinas de conteúdo ou aquelas “que envolvem cálculo”, nas palavras dos próprios licenciandos, pois, assim como acontece com as disciplinas pedagógicas, a sua natureza é interpretativa, mais flexível, “depende do que cada um pensa” (notas de campo) e, por isso, podem ser improvisadas.

Os demais grupos cumpriram a proposta de apresentação dos seminários, as suas exposições envolveram aspectos epistemológicos e historiográficos discutidos exaustivamente em aulas e após leituras. Em cada equipe foi percebido um esforço de seguir alguma das teorias globalistas: no seminário “*História da Tabela Periódica: do parafuso telúrico de Chancourtois ao sonho de Mendeleiev*”, Catarina, Guilherme e Rita fizeram uma leitura claramente lakatosiana, evidenciando o “caráter preditivo” das teorias e descobertas (como no exemplo dos espaços que Mendeleiev reservou em seu modelo de tabela periódica para aqueles elementos que seriam descobertos posteriormente – e para os quais ele já apontara prováveis características em função da periodicidade). À medida que a história era reconstruída, percebeu-se a tentativa de não concentrar o desenvolvimento nas mãos de poucos gênios, muitos cientistas foram trazidos à cena de forma razoável; a importância do contexto e do intercâmbio de conhecimentos foram assinalados numa explicação consistente a respeito do que se tratou na Conferência de Karlsruhe, uma narrativa bastante cuidadosa nos termos da NHC, evitando anacronismos com sensatez, conforme notas de campo.

Sobre o seminário “*Teoria atômica: uma sucessão de modelos estruturais*”, os membros da equipe assumiram um posicionamento kuhniano, ratificando momentos de “crise” e “revolução” e tentando apontar as “anomalias” em cada modelo atômico; a equipe (formada por Dafne, Dolores e Jorge) não parece ter compreendido muito bem o conceito de “incomensurabilidade”, contudo, e quando questionada a respeito do mesmo, Dolores disse não ter tido tempo para terminar de ler Kuhn, conforme as notas de campo. Houve uma séria preocupação para evitar a interpretação *whiggista* da história, razão pela qual um grande número de cientistas “coadjuvantes”, e alguns totalmente desconhecidos, foram incluídos na reconstrução, porém, personagens de significância (como Geiger e Marsden, que auxiliaram Rutherford nos experimentos

com lâminas de ouro) não foram mencionados. Os esforços foram notáveis, contudo, visto que o grupo tentou seguir perspectivas mais adequadas para a HFC no EC.

O seminário “*Eletroquímica: da pilha de Volta às modernidades da indústria*” – sob a responsabilidade dos licenciandos Arthur e Fábio – trouxe duas perspectivas à cena, a de Kuhn, predominantemente, e a de Popper. O papel da “comunidade”, que assume ou não as teorias em razão de fatores diversos e trabalha em conjunto para produzir conhecimento apareceu ao lado da possibilidade de refutabilidade (“a teoria da eletricidade animal foi refutada por Volta”, conforme notas de campo). A questão da divulgação científica e da repercussão de teorias fizeram presentes a importância dos contextos e do intercâmbio de conhecimentos (*Figura 6*). Quanto à narrativa dos desenvolvimentos históricos, a dupla fez uma revisão clara e precisa, mas riquíssima – a NHC marcada pela ausência de simplificações, anedotas e extremismos.

Finalmente, a apresentação do seminário “*Penicilina: a química e a medicina moderna*” – dos alunos Alice, Flávio e Jugson –, uma leitura kuhniana/lakatosiana do episódio histórico que foi a descoberta daquele antibiótico, deixou bem clara, desde o início, a importância atribuída ao contexto de produção do conhecimento científico: a descoberta da penicilina sucedeu durante a Segunda Guerra Mundial, as relações CTSA em torno do caso em questão são muito frutíferas. Bastante significante foram algumas características assinaladas: Fleming isolou acidentalmente a substância de ação bacteriana dos extratos de penicilina; a produção do medicamento era custosa e faltavam investimentos científicos e financeiros; e há uma controvérsia em torno de quem realmente teria sintetizado a substância (Florey, Chain ou o próprio Fleming), como ocorreu com a descoberta do oxigênio. Além disso, a participação de Dorothy Hodgkin, que determinou a estrutura da penicilina, identificando o seu *locus* de ação, o que lhe rendeu um Nobel, foi trazida à discussão como forma de desfazer a visão elitista de que mulheres tem pouca participação nas pesquisas científicas.

As atividades desenvolvidas nas três etapas ao longo da intervenção, tanto os exercícios e os cartazes quanto os seminários, mostram uma aparente evolução nas concepções dos licenciandos sobre a natureza da ciência e em torno das narrativas da História da Química. A mudança substancial na postura dos estudantes terminará sendo, de alguma forma, internalizada nas práticas docentes dos futuros professores e, pouco a pouco, firmada numa epistemologia do docente – ou pelo menos é o que nós desejamos. Estas transformações de natureza postural são um indicativo de que os licenciandos usaram de ação-reflexiva e da seleção orientada pelas concepções

epistemológicas e historiográficas de uma coleção de conteúdos apresentados nas atividades (SCHÖN, 1983; ARANHA, 1996; PEREIRA, 2000; LÔBO e MORADILLO, 2003; PORLÁN, RIVERO, MARTÍN DEL POZO, 2003; BECKER, 2005; PAIS, 2008). Todas essas atividades que nos permitiram identificar o desenvolvimento nas CNC e também nas interpretações historiográficas dos alunos asseveram os resultados encontrados na análise dos questionários, o VNOS-C e o QLCEH. Com a finalidade de reforçar a credibilidade desses resultados, na seção seguinte, examinaremos as respostas de dois licenciandos – sujeitos desta pesquisa que participaram de todas as etapas proporcionadas – a uma entrevista semiestruturada.

3.5 Análise das respostas à entrevista semiestruturada

Nesta última seção, apresentamos os resultados da entrevista semiestruturada que fora realizada com 02 (dois) licenciandos participantes da intervenção conduzida na disciplina “História da Química” na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), um dos *campi* da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), conforme o descrito no *Capítulo III* deste trabalho. Lembramos que a seleção desses estudantes teve como base a sua assiduidade às aulas e o desempenho observado no decurso da disciplina (qualitativa e quantitativamente), através de suas notas. Desta maneira, os alunos *Flávio* e *Guilherme* foram escolhidos, pois tanto a sua frequência quanto o seu desempenho acadêmico foram realmente satisfatórios – e, não se poderia dizer menos que isso da participação nas atividades propostas (sempre participaram das discussões em aula, fizeram as leituras recomendadas e, quando tiveram dúvidas de qualquer tipo, buscaram saná-las usando de meios virtuais – pelo e-mail da turma ou endereços próprios e via Facebook – ou em conversas diretas).

Como observação, esclarecemos que nem as frequências e nem as notas dos alunos foram divulgadas, resguardando os seus direitos de preservação pessoal – a mesma razão pela qual utilizamos nomes fictícios para referir-nos a eles. Parece-nos necessário dizer também que não são apresentadas adiante todas as respostas que os licenciandos forneceram porque julgamos que se o sentido das entrevistas é tão-somente de corroborar os questionários, transcrevê-las inteiramente seria ocupar um espaço excessivo – aumentando as proporções de um trabalho já muito extenso.

A seguir, usando da ATD, apresentamos os metatextos construídos com base nas falas dos sujeitos entrevistados e algumas daquelas respostas mais assertivas,

que permitem corroborar aquelas das etapas anteriores. Destacamos as unidades de significado – que se enquadram nas categorias utilizadas nas seções 3.2 e 3.3 – nas respostas de agora para que fique clara a unitarização e a categorização feitas:

PERGUNTA: A Alquimia é ou não uma ciência?

FLÁVIO: ((pigarreia)) eh:: atualmente (...) os conceitos de ciência (...) só é considerado uma ciência em si se você puder comprovar a sua hipótese (...) através de uma experimentação (...) e tudo mais (...) eh:: é muito preso ao método (...) por mais que você (...) eh:: surja vários conceitos diferentes de ciência (...) de modo:: (...) como é que eu posso dizer? (...) que fuja do experimento (...) mas (...) por exemplo (...) o conceito do (...) do bóson de Higgs (...) ele foi elaborado na década de sessenta (...) mas só foi aprovado (...) e ganhou o prêmio Nobel este ano (...) por causa que pôde ser provada experimentalmente aquela teoria (...) continua sendo isso (...) a alquimia (...) no caso (...) como ciência (...) se for levar em consideração essas demarcações (...) por/como ela não tinha um método (...) ela não se constituiria uma ciência (...) mas pra mim (...) particularmente (...) a alquimia se constitui sim numa ciência (...) porque ela serviu de base (...) vamos dizer assim (...) um precursor para a química (...) dando toda a sua fundamentação (...) levantando as primeira hipóteses (...) levando pra um universo mais particular que só a química poderia responder (...) eh:: ela não estava presa ao método (...) mas ((ruído)) estava-se tentando (...) estava levantando hipóteses (...) a fim de responder questões (...) problematizar (...) eh:: então (...) nesse caso sim (...) uma ciência.

Os estudantes que passaram pela entrevista demonstraram assumir visões de Ciência consoantes com os fundamentos da NFC e os contextos sociais e históricos adquirem um papel de destaque na compreensão do empreendimento científico, que é entendido como construção humana. No geral, critérios de demarcação científica e qualquer distinção entre o que é ou não Ciência são abandonados, mas entende-se que, em certos “lugares” eles são impostos e é necessário segui-los para não sofrer exclusão (MASSONI, 2005; KUHN, 2007; LAUDAN, 2010). Quando perguntados se há diferenças entre a Alquimia e a Química, surgiu com força a ideia de que não se pode afirmar (ou mesmo julgar) os conhecimentos passados aplicando-lhes critérios atuais, pois ele é carente deles, demonstrando, além de uma posição epistemológica muito acertada, uma interpretação historiográfica regulada e consciente (MARTINS, R., 2000a, 2006; ALFONSO-GOLDFARB, 2001; ABRANTES, 2002; ALCHIN, 2004; LEME, 2008).

PERGUNTA: Existe um “Método científico”? Justifique a sua resposta.

FLÁVIO: hum:: oh:: eu acho que a ciência é flexível (...) apesar de (...) ter todo esse caráter experimental e a partir do levantamento de hipóteses ela só poder ser comprovada a partir do experimento (...) e esse tipo de::

pensamento eh:: relembra muito a epistemologia indutivista (...) eh:: eu acho que a ciência não ficaria presa restringida a um indutivismo ou a qualquer outro método (...) porque eles são (...) eles restringem demais (...) eu acredito que assim como é flexível é uma mescla desses métodos (...) você pode ter a experimentação para determinar a hipótese (...) mas você pode ter gerado a partir de opiniões sociais e coletivas (...) feitas em diferentes lugares (...) a opinião de um cientista nunca vai ser isenta de fatores sociais e culturais (...) então (...) eu acho que não existe UMMÉTODO (...) existe um clamor por aprovar uma coisa experimentalmente ((continua))

GUILHERME: não (...) eh:: porque como a gente foi estudando (...) ((ruído do ar-condicionado)) vários (...) vários métodos foram propostos por cientistas (...) onde:: alguns propuseram (modos) e outros não (...) tipo Feyerabend que:: que escreveu Contra o Método (...) onde ele não nos diz que a gente deve adotar um único método (...) e sim que seja viável na situação (...) que seja mais eh:: adaptável pra cada:: eh:: momento (...) pra cada:: problema vigente.

A crença num “Método Científico” também é desfeita; a concepção corrente é de uma flexibilidade metodológica, provavelmente em referência à epistemologia dita “pluralista” de Paul Feyerabend (FEYERABEND, 2007; LAUDAN, 2010; COMPERE et al, 2011). Esta posição reforça a descrença nos critérios de demarcação científica, uma vez que o próprio método é associado à ciência como forma de atribuir-lhe uma maior credibilidade, supostamente ausente em outras formas de conhecimento. Com a ideia de que não existe um método, foi associada, curiosamente, a perspectiva de que a teoria está impregnada em todo o fazer científico; o cientista teoriza, imagina e faz relações com a realidade-sócio-cultural (VILLANI, 2001; MASSONI, 2005).

PERGUNTA: Qual o papel da observação e das hipóteses na produção do conhecimento científico?

GUILHERME: a observação sempre tá eh:: na maioria dos métodos (...) ela é um ponto de partida para você eh: começar a sua pesquisa (...) a partir de você levantar hipóteses e observar o problema que você eh: tem em mãos pra resolver (...) essa observações torna-se essencial ((continua)) as hipóteses é a parte que podem ser geradas a partir da observação (...) são levantamentos inicial (...) onde a hipótese seria sua creio que eh: seu posicionamento inicial sobre um determinado problema (...) se você é a favor eh:: o que você acha eh:: (...) que esse problema (...) como você resolveria esse problema essa seria a hipótese ((continua))

PERGUNTA: Qual a diferença entre teorias e leis científicas?

GUILHERME: a teoria ela explica um fenômeno (...) a lei (...) ela explica as articulações entre esses fenômenos ((continua))

PERGUNTA: Numa situação de conflito, uma teoria deve ser abandonada? O que gera o abandono de uma teoria?

FLÁVIO: se for levar em consideração os programas de pesquisa (...) eh:: um programa se torna degenerativo (...) aí surge um programa progressivo

que vai solucionar/responder às questões daquela época (...) do/da época (...) porém (...) nada impede que o que se tornou degenerativo volte de novo a ser:: progressivo de novo (...) ((ele dá o exemplo das Teorias das Cordas e da Supergravidade, esta voltou a ser um programa progressivo)) no caso (...) se for levar em consideração a teoria de Lakatos (...) há um alargamento do cinturão protetor ((continua)) pra levar uma teoria a ser abandonada completamente (...) só se:: todos os participantes da comunidade científica abandoná-la ((continua))

No que diz respeito à origem e desenvolvimento do conhecimento científico, os dois assumiram perspectivas que oscilam entre as teorias de Kuhn e de Lakatos, o que demonstra envolvimento com as epistemologias mais explicativas ou que, pelo menos, chamaram mais a atenção (LAKATOS e MUSCRAVE, 1978; KUHN, 2007). A observação continua sendo elemento essencial da pesquisa científica, o início de tudo é a observação; a hipótese, assim como todo o processo investigativo, depende da teoria (como dito anteriormente). Aliás, além do reconhecimento da importância e da extensão da teoria, inserida em todos os aspectos da investigação, distingue-se a teoria da lei de forma apropriada (OKI, 2006; CACHAPUZ et al, 2011).

PERGUNTA: Como você avalia a estratégia de “estudos de casos históricos”?

FLÁVIO: no momento da aula (...) cabe também ao professor (...) eh:: levar em consideração as contribuições historiográficas (...) e contribuições da sociedade da época (...) para explicar/ determinado fe/contribuição científica ((continua)) com relação a estratégia de ensino (...) eu achei ela:: produtiva (...) foi boa a estratégia (...) primeiramente por partir da fundamentação teórica que a gente PRECISAVA ter pra a:: (...) como era a primeira vez que tava pagando a disciplina de história (...) tinha que saber o que era (...) o que ela traz de novo (...) qual o objetivo dessa ciência (...) posteriormente o que fundamenta ela (...) desde os seus primórdios até a evolução de conceitos epistemológicos (...) eh:: mesmo que no início pareça ser uma coisa chata ((o tom de voz demonstra graça e vergonha em admitir isso)) ((suspiro e riso do entrevistado e do entrevistador)) eh:: que:: Filosofia (...) é um pouquinho ruim de entender (...) ((riso)) eh:: (...) é necessário ((voz conformada)) (...) viu que a ciência tem suas falhas e a evolução dela (...) e ainda tá evoluindo (...) e essa fundamentação teórica (...) no caso ela serviu pra abrir a mente (...) com relação ao que já tinha sido aprendido (...) eh:: viu-se esses fenômenos em outras disciplinas (...) mas não com a mesma perspectiva (...) viu que se pode melhorar (...) viu que se dá pra aprender mais sobre determinado fenômeno (...) sobre es/com esse tipo de olhar (...) eh:: a resp/partindo da fundamentação (...) posteriormente houve (...) a: explicação de um caso em específico (...) a ciência mui/a ciência restringindo a Química é muito grande (...) existem vários fenômenos (...) vários exemplos que pode se tentar abordar o máximo possível (...) e eu acho que só iria prejudicar (...) focando num caso específico (...) é e:: aplicando o que já foi aprendido (...) seja pa/por em prática no caso uma experimentação do que já foi (...) visto anteriormente pra ver se houve uma assimilação do conteúdo (...) então isso aí (serviu) pra assimilar o conteúdo que você já tinha visto anteriormente (...) e a elaboração de seminários eh:: (...) serv/eu acho que servir/serviui melhor do que uma prova escrita (...) porque você (...) teve que pesquisar sobre o assunto (...) teve que ler (...) e

você mesm/o próprio aluno (...) teve que identificar os pontos e perspectivas historiográficas e ia contando a sua maneira (...) então (...) ia ser um confronto do que ele já tinha aplicado (...) no caso (...) como ele aplicou (...) o que ele falhou (...) juntamente com o que ele aprendeu de epistemologia (...) pra que ele mesmo (...) a partir de agora (...) no caso (...) como um professor (...) como ele poderia elaborar um assunto qualquer (...) (mas) de uma perspectiva historiográfica (...) então da/do ponto de vista de um profissional (...) do que um licenciado (...) um professor (...) já então (...) como ele poderia elaborar uma aula (...) levando em consideração (...) conceitos historiográficos (...) mas (...) ao mesmo tempo (...) não se alongando demais (...) e: sem deixar de eh: repassar o conteúdo planejado (...) o que é importante ((continua))

GUILHERME: eh:: a LDB e os PCN eles colocam a abordar a parte historiográfica d/da ciência (...) porém a gente: tá na área (...) a gente que tá na vivência (...) pouco a gente vê eh:: essa aplicação nas escolas (...) tanto nas escolas quanto na universidade, né? ((continua)) a gente viu a importância do erro (...) a importância de você analisar o contexto (...) de avaliar (...) de saber olhar cada eh:: (...) ponto que está ali numa determinada história (...) não adianta você ter uma única visão e acreditar que sua visão é a correta ((continua))

Por fim, quando inqueridos sobre a abordagem contextual que experienciaram na disciplina – desde os debates sobre a importância da HFC no EC, as aulas sobre os fundamentos epistemológicos e historiográficos da Ciência e o estudo do episódio da derrubada da Teoria do Flogístico até a realização dos seminários – as opiniões de ambos foram bastante positivas e demonstraram, sim, o desenvolvimento de uma “epistemologia do professor” (SCHÖN, 1983; LÔBO e MORADILLO, 2003; BECKER, 2005). Há um reconhecimento de que os aspectos epistemológicos e historiográficos tem influência direta sobre a forma de planejar, agir reflexivamente e ensinar, não só a Química, mas sua história e a tecnologia a ela associada (PAIS, 2008). A ciência e a epistemologia aparecem associadas muito intimamente, como num continuum que é necessário ao ensino e aprendizagem. Os licenciandos admitem que a perspectiva da HFC é recomendada oficialmente e concluem que trabalhar com uma abordagem contextual pode ser o grande trunfo do professor.

PERGUNTA: O que você achou do caso estudado (a derrubada da Teoria do Flogístico e a descoberta do oxigênio)?

FLÁVIO: A escolha com relação ao tema (...) hum:: achei coerente (...) apesar de que (...) pra mim (...) que tava no (...) ((avalia)) sétimo período de Química (...) sabia que Lavoisier era o (...) MITO (...) o pai da Química eh:: (...) porém não:: tinha ainda nem lido a respeito do Tratado Elementar da Química (...) nem tinha me interessado tanto pelo fato (...) o que é repetitivo quando se aborda essa perspectiva eh: historiográfica (...) batido (...) seria o conceito de:: modelos atômicos (...) que representa melhor (...) fugiu dessa temática (...) utilizando a::: no caso a descoberta do oxigênio

(...) *descoberta quem sabe se foi por ele* ((tom de divertimento)) ((risos do entrevistado e do entrevistador)) (...) por Lavoisier ((continua))

Algo verdadeiramente satisfatório na avaliação dos alunos foi o fato de eles terem se entusiasmado com o caso histórico em questão, pois – como muitos deles afirmavam – chegaram ao sétimo período com crenças incrivelmente rígidas sobre a Ciência e o cientista, sem compreender conceitos como o de “comunidade científica” e pensando mesmo que Lavoisier foi “pai da Química Moderna”, de fato e de direito, sem nunca antes ter conhecido a história em volta da sua vida e da pesquisa por ele desenvolvida – em parceria com outros tantos nomes menos conhecidos, como eles mesmos assinalaram (FAUQUE, 1995; FILGUEIRAS, 1995; ALFONSO-GOLDFARB, 2001; VIDAL, CHELONI e PORTO, 2007; LEME, 2008).

Claramente, as opiniões dos dois licenciandos nesta entrevista asseveram os resultados encontrados nas etapas anteriores, desde as mudanças nas suas visões de Ciência e cientista e das interpretações historiográficas até a possibilidade que se vislumbra de construção da epistemologia do docente, tudo isto apareceu de alguma forma na fala dos estudantes. A realização da entrevista semiestruturada mostrou-se uma ferramenta eficaz por permitir que os sujeitos expressassem com liberdade suas crenças mais arraigadas, muito mais que os questionários VNOS-C e QLCEH ou as muitas atividades propostas para sistematização dos conteúdos. O desenvolvimento dos estudantes foi tal que eles fizeram sugestões bem acertadas do que poderia ser feito para melhorar a abordagem na disciplina – sugeriram mesmo um “alargamento” da carga horária da disciplina (algo que discutimos na seção 1.2, Capítulo I) ou que o conteúdo histórico fosse distribuído em outras disciplinas) – pedindo mais atenção para a licenciatura noturna, ainda com inúmeros problemas (PEREIRA, 1999, 2000, 2011; MALDANER, 2000; GATTI, 2011).

CAPÍTULO IV

4. Considerações

A investigação aqui apresentada pretendia responder ou, ao que parece mais apropriado, explicar “Como a metodologia de estudos de casos históricos possibilita o desenvolvimento de uma ‘epistemologia do docente’ que torna eficaz a formação inicial de professores de Química e orienta o posterior exercício do magistério”. Esta tentativa de encontrar uma solução/explicação a pergunta de pesquisa nos levou a traçar três objetivos específicos, guias do trabalho desenvolvido. Agora, trazemos as considerações finais a respeito dos resultados encontrados a público, seguindo tais objetivos.

Em relação ao primeiro objetivo, investigar a situação das pesquisas com foco na aproximação entre a História e a Filosofia da Ciência e o Ensino das Ciências – a análise de tendências – esse tipo de investigação bibliográfica foi uma ferramenta valiosa para estabelecer a proporção da pesquisa que se quer conduzir e como esta se encaixa no panorama de uma área específica, como relaciona linhas de pesquisa diversas e define o grau de complexidade das produções. A apreciação da produção de 04 (quatro) periódicos com nível de impacto reconhecido (classificação Qualis de A1 a B2), de consulta aberta (na rede mundial) e bastante reconhecidos na área que os compreende – Ensino [de Química] – mostrou tendências interessantes acerca de práticas de ensino-aprendizagem, currículo e avaliação e pesquisa em HFC e HQ.

Conforme observamos na maioria dos artigos publicados naqueles periódicos, a despeito da relativa consistência na frequência com que abordavam a História e a Filosofia da Ciência (mais elementos históricos do que epistemológicos), predomina a *pesquisa* em torno de episódios, conceitos, equipamentos e, algumas vezes (muito raramente) de processos e metodologias, mas, principalmente, de personagens com alguma significância na história da Química – e dizemos “alguma significância”, pois os trabalhos de caráter predominantemente biográfico tratavam de cientistas menos conhecidos na Química do que em áreas correlatas. Pouquíssimos trabalhos haviam sido publicados com foco na discussão sobre a inclusão da HFC nos currículos, mas não há dúvidas de que questões desta natureza são pontualmente abordadas, muito

superficialmente, é preciso reforçar, em alguns trabalhos. Entretanto, chama atenção a ausência de propostas práticas de ensino fundamentadas na HFC – as chamadas “abordagens contextuais” muito pormenorizadamente discutidas aqui – e, ainda mais alarmante é a carência de propostas para avaliação dos estudantes em vários níveis com esse foco.

Ainda é preciso dizer que a Filosofia da Ciência aparece nessas publicações, quase sempre, na forma de investigações em torno de concepções sobre a natureza da ciência (CNC) de estudantes dos níveis básico e superior, raramente das CNC de professores no exercício do magistério. As pesquisas em torno da formação docente tem caráter essencialmente teórico, embora seja possível encontrar propostas com uma natureza prática – estas são sempre muito eficazes, pelo que se descreve. São inúmeros os trabalhos com potencial metodológico de abordagem contextual, desde textos à propostas com indicações de aplicação e, da mesma forma, são numerosas as pesquisas em torno da evolução de conceitos químicos.

Em 2007, houve um pico na produção de trabalhos em torno da aproximação entre a HFC e o EC devido a um aumento da publicação de livros com compilações de artigos também com este enfoque em 2006. Este fenômeno pareceu repetir-se no ano de 2012, também em função do aumento na produção bibliográfica (publicação de livros em 2011), não apenas obras especializadas como algumas citadas no texto desta dissertação, mas também algumas que tratam em particular do EC – o que dá razão à aproximação desta área e da HFC afinal.

A respeito do segundo objetivo específico estabelecido, qual seja “analisar as mudanças nas concepções sobre a natureza da ciência e formas de interpretação da narrativa histórica dos sujeitos ao longo do processo”, os resultados foram realmente positivos. O trabalho realizado em várias frentes foi eficiente em deslocar, de alguma forma, as concepções dos licenciandos na direção de visões mais apropriadas tanto da Ciência e suas tecnologias quanto do cientista; igualmente, as interpretações dos acontecimentos históricos e a narrativa destes pelos estudantes sofreram mudanças bastantes afirmativas, menos tendenciosas e, não isenta – pois isso seria impossível na prática, quando os próprios historiadores cometem deslizes –, mas alerta no que diz respeito à presença de anacronismos.

Os resultados do questionário VNOS-C, aplicado como pré e pós-teste foram, como é esperado de ferramentas dessa natureza, bastante modestos, embora sejam significativos se considerarmos o número de licenciandos que, com efeito, tiveram a

sua participação integralmente avaliada. De pouco a pouco os estudantes adotaram as teorias globalistas da NFC para explicar suas concepções acerca da origem e do desenvolvimento do conhecimento científico (os chamados “contextos de descoberta e justificação” do conhecimento). Isto ficou ainda mais manifesto com a aplicação do questionário associado, QLCEH, que alcançou resultados mais substanciais, talvez porque os licenciandos deram respostas [obrigatoriamente] maiores e detalhadas – precisaram, por exemplo, narrar episódios da História da Química/Ciência –, o que facilitou a identificação de unidades de sentido na ATD.

Adicionalmente, a análise das atividades realizadas durante a intervenção que teve lugar na disciplina revelou avanços progressivos nas concepções dos alunos a respeito de aspectos epistemológicos e historiográficos. As respostas aos exercícios e outras produções textuais (resumos, fichamentos e resenhas), as notas de campo mantidas pelo pesquisador a respeito do estudo de caso histórico (revisadas através de registro em vídeo de todo o processo) e a culminância da disciplina na realização de seminários permitiram observar transformações nas CNC e mesmo nas posturas, pessoais e profissionais, dos futuros professores – embora muitos deles já o fossem ou participassem ativamente dos contextos escolares pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), de onde traziam relatos de aperfeiçoamento das práticas de regência para os encontros em sala de aula.

Por último, do terceiro objetivo específico demarcado, no sentido de verificar a eficiência da metodologia de casos históricos e de estratégias a ela associadas para incrementar a formação inicial de professores de Química, as entrevistas dos alunos, não só asseveram e dão sentido a todo o esforço levado a cabo, mostrando que são práticas realmente eficazes essas das abordagens contextuais, mas também deixam claro que é a partir de iniciativas semelhantes que se podem dar encaminhamentos à construção de uma epistemologia do docente. Em conjunto com as atividades que compuseram a segunda etapa da pesquisa, a intervenção propriamente dita, parece certo dizer que a metodologia de estudo de casos históricos excede as expectativas.

Corroborando o que indicam os estudos especializados em torno da inserção de elementos de HFC nos currículos dos cursos de formação de professores da área de Ciências da Natureza, a metodologia explorada aqui permitiu verificar como a tese de que o conhecimento sobre a epistemologia da ciência influencia a perspectiva de ensino-aprendizagem do professor, suas concepções pedagógicas e atitudes. Todos os resultados reafirmam a tendência de uma ligação muito íntima entre a percepção

de Ciência que o professor assume e a sua própria epistemologia do docente; o seu comportamento reflexivo, aquele que leva à reorganização das ações pedagógicas e à autocrítica constante torna-se mais agudo, certas competências e habilidades que deveriam ser desenvolvidas nos docentes surgem mais facilmente e permanecem, é certo, mais fortes de algum modo. De qualquer maneira, ainda que a formação inicial nessa perspectiva não fosse capaz de promover a mudança que se acredita que ela é capaz de promover, olhar para a licenciatura conduzida da forma tradicional e deste ponto de vista privilegiado que é o da HFC já seria excepcional.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of literature. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.
- ABIMBOLA, I. O. Philosophy and the science curriculum. **School Science and Mathematics**, v.83, n.3, p.181-193, 1983.
- ABRANTES, P. C. C. Problemas metodológicos em historiografia da ciência. In: SILVA FILHO, W. J. (Org.). **Epistemologia e ensino de ciências**. 1. ed. Salvador: Arcádia, 2002, p. 51-92.
- ALLCHIN, D. Pseudohistory and pseudoscience. **Science & Education**, v. 13, p. 179-195, 2004.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M. As possíveis origens da Química Moderna. **Química Nova**, v. 16, n. 1, p. 63-68, 1993.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é história da ciência**. 1. ed. São Paulo: Brasiliense, 2001. 93 p. (Primeiros Passos).
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M.; BELTRAN, M. H. R. A historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (Orgs.). **Escrevendo a história da ciência: tendências propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004. p. 49-73.
- ALMEIDA, M. R.; PINTO, A. C. Uma breve história da química brasileira. **Revista Ciência e Cultura**, v. 63, n. 1, p.41-44, 2011.
- ALVES, D. J. **Filosofia no Ensino Médio ambiguidades e contradições na LDB**. 1. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2002. 176p.
- ALVES, R. **Filosofia da ciência: introdução ao jogo e a suas regras**. 11. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2006. 223p.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 2000. 203p.
- ANDRADE, M. M. **Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 165p.
- ANDRADE, J. B.; CADORE, S.; VIEIRA, P. C.; ZUCCO, C.; PINTO, A.C. A formação do químico. **Química Nova**. v. 27, n. 2, p. 358-362, 2004.
- ANDRADE, J. B.; GALEMBECK, F. QUALIS: quo vadis? (editorial). **Química Nova**. v. 32, n. 1, p. 5, 2009.

ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da prática escolar**. 12. ed. Campinas, SP: Papirus, 2005. 128p. (Série prática Pedagógica).

ARANHA, M. L. A. **Filosofia da educação**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1996.

ARAÚJO NETO, W. N. A noção clássica de valência e o limiar da representação estrutural. **Química Nova na Escola**, n. 7, p. 13-24, 2007. (Caderno Temático).

ARROYO, M. G. Quem de-forma o profissional do ensino? **Revista de Educação AEC**, Brasília, ano 14, n. 58, p. 7-15, out./dez. 1985.

ATKINS, P; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Tradução de: Ricardo Bicca Alencastro. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006, 965 p.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu. 7ª reimp. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007. 316p.

_____. **O pluralismo coerente da química moderna**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2009. 211p. Traduzido de: Le pluralisme cohérent de la chimie moderne.

BADARÓ, C. E. **Epistemologia e ciência**: reflexão e prática na sala de aula. Bauru, SP: Edusc, 2005, 192 p. (Caderno de Divulgação Cultural, 85).

BALDINATO, J. O.; PORTO, P. A. Variações da história da ciência no ensino de ciências. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2008, Florianópolis, SC. **Anais...** Belo Horizonte, MG: ABRAPEC, 2008a.

_____. Michael Faraday e a história química de uma vela: um estudo de caso sobre a didática da ciência. **Química Nova na Escola**, n. 30, p. 16-23, nov. 2008b.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, Edições 70, 1977. 230p.

BASSALO, J.M.F. A importância do estudo da história da ciência. **Revista da SBHC**, n. 8, p. 57-66, 1992.

BASTOS, F. **História da Ciência e Ensino de Biologia: a pesquisa médica sobre a febre amarela (1881-1903)**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, 1998. 212p. Tese (Doutorado) – Doutorado em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São, São Paulo, 1998.

BASTOS, M. H. C. A instrução pública e o ensino mútuo no Brasil: uma história pouco conhecida (1808-1827). **História da educação**, n. 1, v. 1, p.115-133, 1997.

BECKER, F. **A epistemologia do professor**: o cotidiano da escola. 10. ed. Petrópolis: Vozes, 2002. 344p.

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

BIZZO, N. M. V. História da ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis? **Em Aberto**. Brasília, ano 11, n. 55, p. 29-35, jul./set. 1992.

_____. Os quatro whiggismos de Robert Maxwell Young. *Boletim de História e Filosofia da Biologia*, v. 5, n. 1, p. 2-8, mar. 2011.

BLOOM, B. S.; HASTINGS, J. T.; MANDAUS, J. F.. **Manual de avaliação formativa e somativa do aprendizado escolar**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1983. 307p.

BOLETIM DA ASSOCIAÇÃO DOS DIPLOMATAS BRASILEIROS (ADB). **Entrevista: História da Ciência**. Brasília, ano XVII, n. 73, p. 21-23, abr./maio/jun. 2011.

BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S.; ROCHA, T. R.; FRIEDRICH, L. S.; NARDY, F. C. A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico: uma abordagem interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 3-10, fev. 2013

BRASIL. Lei 5.692/71, de 11 de agosto de 1971. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 ago. 1971a.

_____. **Portaria nº 432, de 19 de julho de 1971**. Normas para a organização curricular do Esquema I e do Esquema II. (1971b). Disponível em: <http://siau.edunet.sp.gov.br/ItemLise/arquivos/notas/port432_71.htm>. Acesso em: jan. 2014.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica (MEC/Semtec), 2000.

_____. **Parecer 1.303/2001 – Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de química**. Brasília: Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior (CNE/CES), 2001.

_____. **PCN+ Ensino Médio – Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica (MEC/Semtec), 2002.

_____. **Orientações curriculares nacionais para o Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. v.2, Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Básica (MEC/SEB), 2006.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. 5. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação Edições Câmara, 2010. 60p.

BRITO, A. S. “Flogisto”, “Calórico” & “Éter”. **Ciência & Tecnologia dos Materiais**, v. 20, n. 3/4, pp. 51-63, 2008.

BROCK, W. H. **The Fontana History of Chemistry**. 1. ed. Londres: Fontana Press, 1992, 744p.

BRZEZINSKI, I. Trajetória do movimento para as reformulações curriculares dos cursos de formação de profissionais da educação: do comitê (1980) à ANFOPE (1992), **Em Aberto**, Brasília, ano 12, n. 54, p. 75-86, abr./jun. 1992

BURKE, P. **História e teoria social**. São Paulo: Editora da UNESP, 2002. 280p.

BUTTERFIELD, H. **The Whig Interpretation of History**. New York: W. W. Norton & Company, 1965. 132p.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Orgs.). **A necessária renovação do ensino de ciências**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2011. 263p.

CAMPOMAR, M. C. Do uso de “estudo de caso” em pesquisas para dissertações e teses em administração, **Revista de Administração**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 95-97, jul./set. 1991.

CANDAU, V. M. F. A formação de educadores: uma perspectiva multidimensional. **Em Aberto**, Brasília, ano 1, n. 8, p. 12-21, ago. 1982.

_____. (coord.). **Novos rumos da licenciatura**. Brasília: INEP, 1987. 93p.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. O currículo de física: inovações e tendências nos anos noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, p. 3-19, 1996.

CARVALHO, A. M. P.; GARRIDO, E.; LABURU, C. E.; MOURA, M. O.; SANTOS, M. S.; SILVA, D.; ABIB, M. L. V. S.; CASTRO, R. S.; ITACARAMBI, R.R.; GONÇALVES, M. E. R. A história da ciência, a psicogênese e a resolução de problemas na construção do conhecimento em sala de aula. **Revista da Faculdade de Educação**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 245-256, jul./dez. 1993.

CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aulas. *In*: SANTOS, F.M.T; GRECA, I. M. (Orgs.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**, Ijuí: Editora Unijuí, 2006. p. 13-48.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Tradução de Raul Filker. São Paulo: Brasiliense, 1993, 224 p. Traduzido de: What is this thing called science?

CHALMERS, A. F. **A fabricação da ciência**. Tradução de Beatriz Sidou. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1994, 185 p. Traduzido de: Science and its fabrication. (Biblioteca Básica).

CHAMIZO, J. A.; IZQUIERDO, M. Avaliação das competências de pensamento científico. **Química Nova na Escola**, v. 27, p. 4-8, 2008.

CHASSOT, A. I. Uma história da educação química brasileira: sobre seu início discutível apenas a partir dos conquistadores. **Episteme**, v.1, n.2, p. 129-145, 1996.

_____. **Alfabetização científica:** questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora Unijuí, 2000, 432p.

_____. **A ciência é masculina? É, sim senhora!** 5. ed. São Leopoldo (RS): Editora Unissinos, 2011, 134 p. (Aldus).

COLEN, J. 17 anos de Química Nova na Escola: notas de alguém que leu como estudante no Ensino Médio e no Ensino Superior com aspirações à docência. **Química Nova na Escola**, v.34, n.1, p.16-20, fev. 2012.

COMPERE, D.; SIMON, X.; VERHAEGHE, J.; WOLFS, J. L. **Praticar a epistemologia:** um manual de iniciação para professores e formadores. Tradução de Nicolás Nyimi Campanário. São Paulo: Edições Loyola. 2010. 240p. Traduzido de: *Pratiquer l'épistémologie: un manuel d'initiation pour les maîtres et formateurs.*

CONANT, J. B. The overthrow of the phlogiston theory: the chemical revolution of 1775-1789. *In:* CONANT, J. B.; NASH, L. K.; ROLLER, D.; ROLLER, D. H. D. (eds.) **Harvard case histories in experimental science.** v. 2. Cambridge (MA): Harvard University Press, 1957. p. 1-57.

CORRÊA, A. L.; MEGLHIORATTI, F. A.; CALDEIRA, A. M. A. O uso da história e filosofia da biologia para o ensino de evolução na formação inicial de professores de biologia. *In:* CARNEIRO, M. C. (Org.). **História e filosofia das ciências e o ensino de ciências.** São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011. p. 116-133.

COTRIM, G. **História e consciência do Brasil 2:** da Independência aos dias atuais. 9. ed., São Paulo: Saraiva, 1996. 160p.

D'AMBROSIO, U. Tendências historiográficas na história da ciência. *In:* ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (Orgs.). **Escrevendo a história da ciência:** tendências propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004. p. 165-200.

DALLABRIDA, N. A reforma Francisco Campos e a modernização nacionalizada do ensino secundário. **Educação**, Porto Alegre, v. 32, n. 2, p. 185-191, maio/ago. 2009.

DUARTE, M. C. A história da ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 317-331, 2004.

ECHEVERRÍA, A. R.; BENITE, A. M. C.; SOARES, M. H. F. B. A pesquisa na formação inicial de professores de química: a experiência do instituto de química da Universidade Federal de Goiás. *In:* ECHEVERRÍA, A. R.; ZANON, L. B. (Orgs.). **Formação superior em química no Brasil:** práticas e fundamentos curriculares. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. p. 25-46.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. *In:* SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências:** subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 3-21.

_____. Notas sobre o ensino de história e filosofia da biologia na educação superior. In: NARDI, R. (Org.). **A pesquisa de ensino de ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007. p. 293-315.

FARIAS, R. F. **História da alquimia**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2007. 102p.

FAUQUE, D. O papel iniciador de Lavoisier. **Química Nova**, v. 18, n. 6, p. 567-573, 1995.

FERNANDES, M. A. M.; PORTO, P. A. Investigando a presença da história da ciência em livros didáticos de química geral para o ensino superior. **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 420-429, 2012.

FERRAZ, H. M. C.; PARDINI, V. L. Química Nova: um breve histórico. **Química Nova**, v. 15, n. 1, p. 104-109, 1992.

FERREIRA, J. M. H.; MARTINS, A. F. P. Avaliando a inserção da temática natureza da ciência na disciplina de história e filosofia da ciência para graduandos em física na UFRN. In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Orgs.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRN, 2012, p. 155-181.

FERREIRA, S. Reformas na Educação Superior: de FHC a Dilma Rousseff (1995-2011). **Linhas Críticas**, Brasília, DF, n.36, p. 455-472, maio/ago. 2012.

FERREIRA JR., A.; BITTAR, M. A ditadura militar e a proletarização dos professores. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 27, n. 97, p. 1159-1179, set./dez. 2006.

FEYERABEND, P. K. **Contra o método**. Tradução de César Augusto Mortari. São Paulo: UNESP, 2007. 376p. Traduzido de: *Against method*.

FIGUEIRA, D. G. **História**. São Paulo: Ática, 2003. 440 p.

FILGUEIRAS, C. A. L. Vicente Telles, o primeiro químico brasileiro. **Química Nova**, v. 8, n. 4, p. 263-270, out. 1985.

_____. D. Pedro II e a Química. **Química Nova**, v. 11, n. 2, p. 210-214, 1988.

_____. A Revolução Química de Lavoisier: uma verdadeira revolução? **Química Nova**, v. 18, n. 2, p. 219-224, 1995.

_____. A Química na Educação da Princesa Isabel. **Química Nova**, v. 27, n. 2, 349-355, 2004.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, abr. 2011.

FULLER, S. **Thomas Kuhn: a philosophical history for our times**. Chicago (Illinois): Chicago University Press, 2000, 472p.

GALVÃO, A. M. O.; LOPES, E. M. T. **Território plural: a pesquisa em história da educação**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2010, 112p. (Educação).

GATTI, B. A. Licenciaturas: características institucionais, currículos e formação profissional. *In*: PINHO, S. Z. (Org.). **Formação de educadores: dilemas contemporâneos**. São Paulo: Editora Unesp, 2011. p. 71-87.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184p.

GIL-PÉREZ, D. Orientações didáticas a formação continuada de professores de Ciências. *In*: Menezes, L. C. (Org.). **Formação continuada de professores de Ciências – no âmbito iberoamericano**. Campinas: Ed. Associados, 1996, p. 71-82.

_____. Para uma imagem não-deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GOMES, F. A. R. C. **Uma análise das tendências da produção brasileira em história da química nas publicações da Sociedade Brasileira de Química no período de 1978 a 2012**. Serra Talhada, Pernambuco: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2013, 71p. Monografia (Graduação) – Licenciatura em Química, Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2013.

GPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química – IQUSP: PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R. (Coords.), VIDOTI, I. M. G.; LISBOA, J. C. F.; PORTO, P.A.; ESPIRIDIANO, Y. M. **Interações e transformações III – a química e a sobrevivência – atmosfera – fonte de materiais**. 2. ed., 4. reimpr., São Paulo: EDUSP, 2008, 160p.

GRECA, I. M., COSTA, S. S. C., MOREIRA, M. A. Análise descritiva e crítica dos trabalhos de pesquisa submetidos ao III ENPEC. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 60-65, 2002.

HAGUETTE, A. Educação: bico, vocação ou profissão? **Educação & Sociedade**, São Paulo, n. 38, p. 109-121, abr. 1991.

HARRISON, E. Whigs, prigs and historians of science. **Nature**, v. 329, p. 213-214, set. 1987.

HERREID, C. F. Case studies in science: a novel method of science education. **Journal of College Science and Technology**, v. 23, p. 221-229, fev. 1994.

_____. What is a case? Bringing to science education the established teaching tool of Law and Medicine. **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 2, p. 92-94, nov. 1997.

_____. (Ed.) **Start with a story: the case study method of teaching college science**. Virginia (EUA): National Science Teachers Association Press, 2007. 466p.

HESSEN, J. **Teoria do conhecimento**. Tradução de João Vergílio Gallerani Cuter. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 184p. (Biblioteca Universal).

- HOLTON, G. **A imaginação científica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979, 216p.
- JARDINE, N. Whigs and stories: Herbert Butterfield and the historiography of science. **History of Science**, v. 41 (parte 2), n. 132, p. 125-140, jun. 2003.
- JUSTI, R. Modelos e modelagem no ensino de química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. *In*: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Orgs.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011. p.210-230. (Coleção Educação em Química).
- KAUFFMAN, G. B. History in the chemistry curriculum: pros and cons. **Annals of Science**, v. 36, p. 395-402, 1979.
- KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões de ciência e sobre o cientista. **Química Nova na Escola**, v. 15, p 11-18, 2002.
- KRAGH, H. **An introduction to the historiography of science**. Cambridge, Cambridge University Press, 1987. 244 p.
- KRZYZNOWSKI, R. E.; FERREIRA, M. C. G. Avaliação de periódicos científicos e técnicos brasileiros. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 165-175, maio/ago. 1998.
- KUHN, T. S. **O caminho desde A Estrutura**: ensaios filosóficos, 1970-1993, com uma entrevista autobiográfica (Ed. por James Conant e John Haugeland) Tradução de Cezar Mortari. São Paulo: Editora UNESP, 2006. 402p. Traduzido de: The road since Structure.
- _____ **A Estrutura das revoluções científicas**. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 9. ed. 1ª reimp. São Paulo: Perspectiva, 2007. 260 p. Traduzido de: The structure of scientific revolutions (Debates).
- LAKATOS, I.; MUSCRAVE, A. **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. Tradução de Octavio Mendes Cajado. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 1979. 343p.
- LAUDAN, L. **O progresso e seus problemas**: rumo a uma teoria do crescimento científico. Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora Unesp, 2011. 352p. Traduzido de: Progress and its problems: towards a theory of scientific growth.
- LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Tradução de Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 1999.
- LAVOISIER, A. L. **Tratado elementar de química**. Tradução de Fulvio Lubisco. São Paulo: Madras, 2007. 399p. Traduzido de: Traité élémentaire de chimie.
- LEDERMAN, N. G.; WADE, P. D.; BELL, R. L. Assessing the nature of science: what is the nature of our assessments? **Science and Education**, v. 7, p. 595-615, 1998.
- LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of nature of science questionnaire (VNOS): toward valid and meaningful assessment of

learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

LEME, M. A. A. **Investigação das concepções de licenciandos em química sobre a história da ciência**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Institutos de Física, Química e Biociências e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2008, 150p. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ensino de Ciências, Institutos de Física, Química e Biociências e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

LÔBO, S. F.; MORADILLO, E. F. Epistemologia e formação docente em química. **Química Nova na Escola**, n. 17, p. 39-41, maio 2003.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. 100p. (Temas básicos de educação e ensino).

LYONS, J. **Semantics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1977.

MACHADO, L. R. S. Formação de professores para a educação profissional e tecnológica: perspectivas históricas e desafios contemporâneos. *In*: MEC/INEP. (Org.). **Formação de professores para educação profissional e tecnológica**. 1. ed. Brasília: MEC/INEP, 2008, v. 8, p. 67-82.

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

_____. **A formação Inicial e Continuada de Professores de Química: Professores/Pesquisadores**. Ijuí: Editora Unijuí, 2000. 424p. (Coleção Educação em Química).

_____. Prefácio. *In*: ECHEVERRÍA, A. R.; ZANON, L. B. (Orgs.). **Formação superior em química no Brasil**: práticas e fundamentos curriculares. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. p. 9-16.

MALERBA, J. Em Busca de um Conceito de Historiografia: Elementos para uma discussão. **Varia Historia**. n. 27, p.27-47, jul. 2002.

MALHEIROS, R. G.; CARDOSO, W. C. R.; ROCHA, G. O. R. A feminização do magistério no Pará: as mudanças e permanências de discursos sobre a mulher e educação ao longo do século XIX. *In*: ENCONTRO REGIONAL DE HISTÓRIA DA ANPUH-RIO, 15., 2012, São Gonçalo, RJ. **Anais...** São Gonçalo, RJ: UERJ, 2012.

MANGRICH, A. S. Editorial. **Química Nova**, v. 29, n. 5, p. 893, 2006.

MARCUSCHI, L. A. **Análise da conversação**. 5. ed. 6. reimp. São Paulo, SP: Ática, 2003. 93 p.

MARQUES, A. J.; FILGUEIRAS, C. A. L. The luso-brazilian chemist and naturalist Alexandre Antonio Vandelli. **Química Nova**, n. 32, n. 9, p. 2492-2500, 2009.

_____. A química atmosférica no Brasil de 1790 a 1853. **Química Nova**, n. 33, n. 7, p. 1612-1619, 2010.

MARQUES, D. M.; CALUZI, J. J. A história da ciência no ensino de química: algumas considerações *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 5., 2005, Bauru, SP. **Anais...** Bauru, SP: ABRAPEC, p. 1-12, 2006.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 24, n. 1, p. 112-131, abr. 2007.

MARTINS, L. A. P. História da ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, L. A. P.; BRITO, A. P. O. P. M. A História das Ciências e o ensino da genética e evolução no nível médio: um estudo de caso. *In: SILVA, C. C., (Org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p.245-264.

MARTINS, L. A. P. Do *whiggismo* ao *priggismo*. **Boletim de História e Filosofia da Biologia** v. 4, p. 2-4, dez. 2010.

MARTINS, R. A. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v. 9, p. 3-5, 1990.

_____. Que tipo de História da Ciência esperamos ter nas próximas décadas? **Episteme**, n. 10, p. 39-56, 2000a.

_____. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 115-121, 2000b.

_____. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. *In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (Orgs.). Escrevendo a história da ciência: tendências propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004. p. 115-145.

_____. Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação. *In: SILVA, C. C., (Org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p.159-180.

MARTORANO, S. A. A. **A transição progressiva dos modelos de ensino sobre cinética química a partir do desenvolvimento histórico do tema**. São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação – Instituto de Física, Química e Biociências, 2012, 360p. Tese (Doutorado) – Doutorado em Ensino de Ciências, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MASSONI, N. T. Epistemologias do século XX. **Textos de apoio ao professor de física**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa da Pós-Graduação em Ensino de Física, v.16, n.3, 2005. 96 p.

MATOS, J. A. M. G.; CAGNON, J. R.; KOVER, R. X.; ARAÚJO NETO, W. N. Ensino de disciplinas de história da química em cursos de graduação. **Química Nova**, v. 14, n. 4, p. 295-299, 1991.

MATTHEWS, M. R. **Science teaching: the role of history and philosophy of science.** New York, NY: Routledge, 1994. 256p.

_____. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.2, n.3, p.164-214, 1995.

MEIRELLES, E. Um período de reformas. **Nova Escola**, ano 28, n. 265, p. 82-84, set. 2013.

MELÃO, W. S.; SOARES, M. T. C. Implicações do novo ENEM na perspectiva dos professores de matemática do ensino médio. **Série-Estudos – Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB**, Campo Grande, MS, n. 33, p. 213-223, jan./jun. 2012.

MESQUITA, N. A. S.; SOARES, M. H. F. B. Aspectos históricos dos cursos de Licenciatura em Química no Brasil nas décadas de 1930 a 1980. **Química Nova**, v.34, n.1, p.165-174, 2011.

MICHELS, M. H. Gestão, formação docente e inclusão: eixos da reforma educacional brasileira que atribuem contornos à organização escolar. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11, n. 33, p. 406-560, set./dez. 2006.

MIGUEL, L. R.; VIDEIRA, A. A. P. A distinção entre os “contextos” da descoberta e da justificação à luz da interação entre a unidade da ciência e a integridade do cientista: o exemplo de William Whewell. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 33-48, jan./jun. 2011.

MONK, M.; OSBORNE, J. F. Placing the history and philosophy of science on the curriculum: a model for the development of pedagogy. **Science Education**, v. 81, n. 4, p. 405-424, 1997.

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

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 2. ed. rev. Ijuí: Editora Unijuí, 2011. 224p. (Coleção Educação em Ciências).

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Rio de Janeiro: DP&A, 2006. 248p.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L.I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v.23, n.2, p.273-283, 2000.

MOSLEY, M.; LYNCH, J. **Uma história da ciência: experiência, poder e paixão**. Tradução de Ivan WeiszKuck. Rio de Janeiro: Zahar, 2011. 288p. Traduzido de: The story of science: power, proof and passion.

NAGLE, J. As unidades universitárias e suas licenciaturas: educadores x pesquisadores. *In*: CATANI, D. B.; MIRANDA, H. T.; FISHMANN, R.; MENESES, L.

C. (Orgs.). **Universidade, Escola e Formação de Professores**. São Paulo: Brasiliense, 1986. p.161-172.

NICOLA, U. **Antologia ilustrada de Filosofia: das origens à Idade Moderna**. 1. ed. 4. reimp. São Paulo: Globo, 2005. 479p.

OKI, M. C. M. O conceito de elemento da antiguidade à modernidade. **Química Nova na Escola**, v. 16, p. 21-25, 2002.

_____. **A História da Química possibilitando o conhecimento da natureza da ciência e uma abordagem contextualizada de conceitos químicos: um estudo de caso numa disciplina do curso de Química da UFBA**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Educação, 2006, 430p. Tese (Doutorado) – Doutorado em Educação, Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O ensino de história da química contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

OLIOSI, E. C. **Os estudos de Joseph Priestley (1733-1804) sobre a teoria da eletricidade**. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2010, 122p. Tese (Doutorado) – Doutorado em História da Ciência, São Paulo, 2010.

OLIVEIRA, L. H. M.; CARVALHO, R. S. Um olhar sobre a história da química no Brasil. **Revista Ponto de Vista**, v. 3, p. 27-37, 2006.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, A. P. B. História da ciência e ensino de física: uma análise meta-históricográfica. *In*: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Orgs.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFERN, 2012, p. 41-64.

PAIS, L. C. **Didática da matemática: uma análise da influência francesa**. 2. ed. Belo Horizonte (MG): Autêntica, 2008. 128p.

PAIXÃO, F.; CACHAPUZ, A. Mudanças na prática de ensino da química pela formação dos professores em história e filosofia das ciências. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 31-36, nov. 2003.

PAULILO, A. I. Reforma educacional e sistema público de ensino no Distrito Federal entre as décadas de 1920 e 1930. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO, 3., 2004, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, PR: SBHE, 2004.

PENA, F. L. A. Sobre a presença do Projeto Harvard no sistema educacional brasileiro. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, 1701-1704, 2012.

PEREIRA, J. E. D. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. **Educação & Sociedade**, ano XX, n.68, p.109-125, dez. 1999.

_____. **Formação de professores: pesquisas representações e poder**. Belo Horizonte (MG): Autêntica, 2000. 168p. (Trajetória, 4).

_____. Sinais e evidências da crise das licenciaturas no Brasil. *In*: PINHO, S. Z. de (org.). **Formação de educadores**: dilemas contemporâneos. São Paulo: Editora Unesp, 2011. p.89-101.

_____. Formação do educador: uma breve história da perspectiva monocultural para a intercultural. *In*: CONGRESSO DE EDUCAÇÃO DO SUDOESTE GOIANO, 26., 2011, Jataí, GO. **Anais...** Jataí, GO: UFG, 2011.

PIAGET, J.; GARCIA, R. **Psicogênese e história das ciências**. Tradução de Giselle Unti. 1. ed. Petrópolis: Vozes, 2011. 376 p. Traduzido de: *Psychogenesis and the History of Science* (Textos Fundantes de Educação).

PORLÁN, R. A.; RIVERO, A. G.; MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. **Enseñanza de las ciencias**, v. 15, n.2, 155-171, 1997.

_____. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: estudios empíricos y conclusiones. **Enseñanza de las Ciencias**, n. 16, v. 2, p. 271-288, 2003.

PORTO, P. A. História e filosofia da ciência no ensino de química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. *In*: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Orgs.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011. p.159-180. (Coleção Educação em Química).

PRESTES, M. E. B.; CALDEIRA, A. M. A. Introdução à importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 1-16, 2009.

PRESTES, M. E. B. O whiggismo proposto por Herbert Butterfield. **Boletim de História e Filosofia da Biologia** 4 (3): 2-4, set. 2010. Versão *online* disponível em <<http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-04-n3-Set-2010.pdf>>. Acesso em 26 abr. 2011.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. **Diccionario de la lengua española**. 22. ed. 2001. Disponível em <<http://www.rae.es/rae.html>>. Acesso em: 12 jan. 2014, às 13h24min.

REVEL, J. **História e historiografia**: exercícios críticos. Tradução de Carmem Lúcia Druciak. Curitiba: Editora da UFPR, 2010. 264 p. (Pesquisa).

ROCHA-E-SILVA, M. O novo qualis, ou uma tragédia anunciada. **Clinics**, v. 64, n. 1, p. 1-4, 2009.

_____. Qualis 2011-2013 – os três erros. **Jornal Vascular do Brasil**, v. 10, n. 2, p. 103-104, 2011.

ROQUE, N. F. Química por meio de teatro. **Química Nova na Escola**, v. 25, p. 27-29, 2007a.

_____. Uma festa no céu: peça em um ato focalizando o desenvolvimento da química a partir do século XVIII. **Química Nova na Escola**, v. 25, p. 30-33, 2007b.

ROUANET, L. P. Crítica contemporânea ao positivismo. **Filosofia, Ciência & Vida**, ano 7, n. 91, p. 65-71, fev. 2014.

RUFATTO, C. A.; CARNEIRO, M. C. A importância da história e da filosofia da ciência para o ensino de ciências. *In*: CARNEIRO, M. C. (Org.). **História e filosofia das ciências e o ensino de ciências**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011. p. 30-53.

RUSSELL, C. A. Whigs and professionals. **Nature**, n. 308, p. 777-778, 1984.

ROSENBERG, A. **Introdução à filosofia da ciência**. Tradução de Alessandra Sledschlag Fernandes e Rogério Bettoni. São Paulo: Edições Loyola, 2009. 264p. Traduzido de: *Philosophy of science: a contemporary introduction*.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em Química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

SANTOS, A. F.; OLIOSI, E. C. A importância do ensino de ciências da natureza integrado à história da ciência e à filosofia da ciência: uma abordagem contextual. **Revista da FAEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 39, p. 195-204, jan./jun. 2013.

SANTOS, N. P. Laboratório químico-prático do Rio de Janeiro – primeira tentativa de difusão da química no Brasil (1812-1819). **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 342-348, 2004.

SAVIANI, D. Uma estratégia para reformulação dos cursos de pedagogia e licenciatura. **Em Aberto**, Brasília, ano 1, n. 8, p. 13-18, ago. 1982.

_____. Pedagogia e formação de professores no Brasil: vicissitudes dos dois últimos séculos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO, 4., 2006, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, GO: SBHE, 2006.

_____. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Educação**, v. 14, n. 40, p. 143-155, jan./abr. 2009.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002.

_____. A pesquisa no ensino de química e a importância da Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 49-54, nov. 2004

_____. Apontamentos sobre a história do ensino de química no Brasil. *In*: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Orgs.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011. p. 51-75. (Coleção Educação em Química).

SCHÖN, D. A. **The reflective practitioner: how professional think in action**. New York: Basic Books, 1983. 384p.

SILVA, C. P.; FIGUEIRÔA, S. F. M.; NEWERLA, V. B.; MENDES, M. I. P. Subsídios para o uso da história das ciências no ensino: exemplos extraídos das geociências. **Ciência & Educação**, v.14, n.3, p.497-517, 2008.

SILVA, F. C. V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. O ensino e aprendizagem de radioatividade: análise de artigos em periódicos nacionais e internacionais. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA/ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA, 16., 2012, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, BA: ENEQ, 2012.

SILVA, J. L. P. B.; MORADILLO, E. F.; PENHA, A. F.; PIMENTEL, H. O.; CUNHA, M. B. M.; OKI, M. C. M; BOTELHO, M. L.; BEJARANO, N. R. R.; LÔBO, S. F. A dimensão prática da formação na licenciatura em química da Universidade Federal da Bahia. *In*: ECHEVERRÍA, A. R.; ZANON, L. B. (Orgs.). **Formação superior em química no Brasil: práticas e fundamentos curriculares**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. p. 93-118. (Coleção Educação em Química).

SILVA, M. G. L.; NÚÑEZ, I. B. **Concepções alternativas: conceitos espontâneos e científicos**. Catalogação da publicação na Fonte. UFRN/Biblioteca Central "Zila Mamede". (s.d.).

SILVA, R. M. G.; LIMA, V. A.; ALBUQUERQUE, Y. D. T. Uma proposta para o curso de licenciatura em química: em busca de outros caminhos e olhares na formação de professores. *In*: ECHEVERRÍA, A. R.; ZANON, L. B. (Orgs.). **Formação superior em química no Brasil: práticas e fundamentos curriculares**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. p. 225-240. (Coleção Educação em Química).

SILVEIRA, F. L. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos, **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 219-230, dez. 1996.

SILVEIRA, H. E. **A história da ciência em periódicos brasileiros de química: contribuições para formação docente**. Campinas, São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, 2008, 256p. Tese (Doutorado) – Doutorado em Educação, Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SILVEIRA, H. E. Novas interpretações históricas sobre a descoberta do oxigênio. **ComCiência** [online], n.120, jul. 2010. Disponível em: < <http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=58&id=738>>. Acesso em: 07 jun. 2013.

SIQUEIRA, M. C. **A legislação educacional sobre a formação de professores**. São Paulo: Universidade Cidade de São Paulo, 2012, 98p. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Educação, Universidade Cidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

STRATHERN, P. **O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química**. Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002. 264 p.

SOMMERMAN, A. **Inter ou transdisciplinaridade?: da fragmentação disciplinar ao novo diálogo entre os saberes**. 2. ed. São Paulo: Paulus, 2008. 78p. (Questões Fundamentais da Educação, 7).

TANURI, L. M. História da formação de professores. **Revista Brasileira de Educação**, n. 14, p. 61-88, mai./jun./jul./ago. 2000 (Número Especial – 500 anos de educação escolar).

TEIXEIRA, E. S.; EL-HANI, C. N.; FREIRE JR., O. Concepções de estudantes de física sobre a natureza da ciência e sua transformação por uma abordagem contextual do ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 1, n. 3, p. 111-123, 2001.

_____. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física, **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID-NETO, J. Investigando a pesquisa educacional: um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de biologia no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 261-282, 2006.

TORRESI, S. I. C.; PARDINI, V. L.; FERREIRA, V. F. 30 anos de sucesso. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 3, 2007.

TRINDADE, L. S. P. **A alquimia dos processos de ensino e de aprendizagem em química**. São Paulo: Madras, 2010. 127p.

TRINDADE, L. S. P.; RODRIGUES, S. P.; SAITO, F.; BELTRAN, M. H. R. História da ciência e ensino: alguns desafios. *In*: BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. (Orgs.). **História da ciência: tópicos atuais**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010. p. 119-132.

VANIN, J. A. **Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2005. 119 p., (Polêmica).

VIDAL, D. G. Ensaio para a construção de uma ciência pedagógica brasileira: o Instituto de Educação do Distrito Federal (1932-1937). **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v.77, n.158, p.239-258, jan/abr. 1996.

VIDAL, P. H. O.; CHELONI, F. O.; PORTO, P. A. O Lavoisier que não está presente nos livros didáticos. **Química Nova na Escola**, n. 26, p.29-32, nov. 2007.

VIDEIRA, A. A. P. Breves considerações sobre a natureza do método científico. *In*: SILVA, C. C., (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p.23-40.

VIGNER, G. Thèmes, champs lexicaux et activités discursives. **Le Français dans le monde**, p. 134-145, ago./set.1989. (número especial).

VILLANI, A. Filosofia da ciência e ensino de ciência: uma analogia. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.169-181, 2001.

WANDERSEE, J. H. The history of cognition: implications for science education research. **Journal of Research in Science Teaching**, v.29, n.4, p.423-434, 1992.

WANG, H. A.; MARSH, D. D. Science instruction with a humanistic twist: teacher's perception and practice in using the history of science in their classrooms. **Science & Education**, v. 11, p. 169-189, 2002.

ZUCCO, C.; PESSINE, F. B. T.; ANDRADE, J. B. Diretrizes curriculares para os cursos de Química. **Química Nova**, v. 22, n. 3, p. 454-461, 1999.

APÊNDICE A: Termo de compromisso para participação na pesquisa.

TERMO DE COMPROMISSO

Eu, _____, abaixo assinado, autorizo que os trabalhos realizados por mim na disciplina QUIM5027 – História da Química, cursada no primeiro semestre letivo de 2013, sejam divulgados em dissertação de mestrado, comunicações científicas em congressos e periódicos, resguardada a minha identidade.

Serra Talhada, ____ de _____ de _____.

(Estudante participante)

Eu, Hemerson Henrique Ferreira do Nascimento, abaixo assinado, comprometo-me a manter em sigilo a identidade do estudante identificado ao lado, ao utilizar seus trabalhos realizados na disciplina informada como dados de pesquisa em dissertação de mestrado, comunicações científicas em congressos e periódicos.

Serra Talhada, ____ de _____ de _____.

(Responsável pela pesquisa)

APÊNDICE B: Ficha de identificação do perfil dos estudantes.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL DO ESTUDANTE

Nome: _____

Data de nascimento: ___/___/_____ Sexo: () Masculino () Feminino

Telefone/Celular: (___) _____ - _____ e-mail: _____

Curso: _____ IES (sigla): _____

Ano de ingresso no curso: _____ Semestre de ingresso: () 1^o () 2^o

Semestre em curso (aproximado): _____

Já teve alguma experiência com História e/ou Filosofia da Ciência? Se sim, qual?

Qual a sua expectativa em relação à disciplina (História da Química)?

Você aceita participar da pesquisa desenvolvida nesta disciplina desde que seja mantido o devido sigilo quanto a sua participação?

APÊNDICE C: Questionário VNOS-C (traduzido do original em língua inglesa).

VIEWS OF NATURE OF SCIENCE QUESTIONNAIRE

VNOS – Modelo C*

Nome: _____

Por gentileza, responda a cada uma das seguintes questões [no verso da folha], incluindo exemplos quando possível. Não existem respostas “certas” ou “erradas”, a pesquisa tem interesse apenas em suas opiniões acerca de algumas questões sobre a ciência.

1. O que é ciência para você? O que torna a ciência (ou disciplinas científicas como a Física, a Biologia, etc.) diferente de outras formas de investigação (e.g., Religião e Filosofia)?
2. O que é um experimento?
3. O desenvolvimento do conhecimento científico **exige** experimentos?
 - Se sim, explique o porquê. Dê um exemplo para defender o seu posicionamento.
 - Se não, explique o porquê. Dê um exemplo para defender o seu posicionamento.
4. Depois que os cientistas elaboram uma teoria científica (a exemplo da teoria atômica ou da teoria da evolução), a teoria nunca muda?
 - Se você acredita que as teorias científicas não se modificam, explique o porquê. Justifique a sua resposta com exemplos.
 - Se você acredita que as teorias científicas, de fato, se modificam:
 - a) Explique por que isso acontece.
 - b) Explique por que nos damos o trabalho de aprender teorias científicas. Justifique a sua resposta com exemplos.
5. Há alguma diferença entre teoria e lei científica? Ilustre a sua resposta com um exemplo.
6. Com frequência, os livros didáticos de Ciências representam o átomo como um núcleo central composto de prótons (partículas carregadas positivamente) e nêutrons (partículas neutras) com elétrons (partículas carregadas negativamente) orbitando esse núcleo. Até que ponto os cientistas estão certos a respeito da

estrutura do átomo? De que evidência, especificamente, **você** acha que os cientistas se utilizaram para determinar o aspecto do átomo?

7. Os livros didáticos de Ciências, comumente, definem espécie como um grupo de organismos que compartilham características similares e que podem cruzar entre si gerando uma prole fértil. Até que ponto os cientistas estão certos quanto à caracterização de espécie? De que evidência, em específico, **você** acha que os cientistas se utilizaram para determinar o que é uma espécie?

8. Acredita-se que, há cerca de 65 milhões de anos, os dinossauros foram extintos. Das hipóteses formuladas pelos cientistas para explicar a extinção, duas desfrutaram de maior apoio. A primeira, formulada por um grupo de cientistas, sugere que um enorme meteorito atingiu a Terra há 65 milhões de anos e isto conduziu a uma série de eventos que causaram a extinção. A segunda hipótese, elaborada por um outro grupo de cientistas, sugere que massivas e violentas erupções vulcânicas foram responsáveis pela extinção. Como estas **diferentes conclusões** são possíveis se os cientistas de ambos os grupos tiveram acesso e se utilizaram do **mesmo conjunto de dados** para deduzi-las?

9. Há quem alegue que a ciência é impregnada de valores sociais e culturais, isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, pretensões filosóficas e normas intelectuais da cultura na qual é praticada. Outros alegam que a ciência é universal, transcende fronteiras físicas e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e pelas normas intelectuais da cultura em que é praticada.

- Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique o porquê. Justifique a sua resposta com exemplos.
- Se você acredita que a ciência é universal, explique o porquê. Justifique a sua resposta com exemplos.

10. Os cientistas realizam experimentos/investigações quando tentam encontrar respostas para as questões que propõem. Os cientistas usam de criatividade e imaginação durante essas investigações?

- Se sim, então, em que estágios da investigação você acredita que os cientistas usam de imaginação e criatividade: concepção e planejamento, coleta de dados, período pós-coleta? Por favor, explique por que os cientistas usam a imaginação e a criatividade. Forneça exemplos, se conveniente.
- Se você acredita que os cientistas não usam imaginação e criatividade, por favor, explique o porquê. Forneça exemplos, se conveniente.

REFERÊNCIA

LEDERMAN, N. G. Views of nature of science questionnaire (VNOS): toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

APÊNDICE D: Questionário QLCEH.

QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS E HISTORIOGRÁFICAS

Nome: _____

Data: ___/___/___

(A IDENTIFICAÇÃO É OBRIGATÓRIA)

- Por gentileza, responda a cada uma das seguintes questões.
- Não existem respostas “certas” ou “erradas”. É de interesse apenas a sua opinião acerca de algumas questões sobre a ciência.

1. O que é *ciência* para você? O que torna a ciência (ou disciplinas científicas como Física, Química e Biologia) diferente de outras formas de investigação (e.g., Religião e Filosofia)?

2. Existem diferentes modelos *epistemológicos* que tentam explicar o desenvolvimento do conhecimento científico. Como você se posiciona com relação a esta questão, isto é, como você acredita que ocorre este desenvolvimento?

3. Há quem alegue que a ciência é impregnada de *valores* sociais e culturais, isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, pretensões filosóficas e normas intelectuais da cultura na qual é praticada. Outros alegam que a ciência é *universal*, transcende fronteiras físicas e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e pelas normas intelectuais da cultura em que é praticada.

- Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique o porquê. Justifique a sua resposta com exemplos.
- Se você acredita que a ciência é universal, explique o porquê. Justifique a sua resposta com exemplos.

4. Na História da Ciência, como em qualquer outra especialidade da história, a *narrativa* dos acontecimentos que se sucederam ao longo do tempo pode atender a diferentes perspectivas, conforme seja delimitado um período, região, fato ou personagem desta história. Além disso, as ideologias do narrador – seja este um historiador, um professor ou apenas um curioso – são determinantes da forma como os acontecimentos são detalhados. Narre, mesmo que sucintamente, algum episódio da História da Ciência que você julgue interessante como forma de exemplificar a escolha por uma perspectiva.

5. Para um grande número de professores, o livro didático é o principal recurso utilizado aula por ser relativamente disponível, não obstante fazer bom uso dele não seja algo trivial. Contudo, tratando-se de História da Ciência, o livro didático é

reportado como material insuficiente e percebe-se a necessidade de recorrer a *fontes* de outra natureza. Em que aspectos o livro didático falha e a que se atribuem tais falhas? A que fontes é possível recorrer?

6. Conteúdos complementares são aqueles considerados *essenciais* para uma formação humanística, interdisciplinar e gerencial (e.g. história e filosofia), por isso devem ser oferecidos de forma abrangente nas IES, como recomenda a Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação no Parecer 1.303/2001 – Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química. Que momento, nos cursos de licenciatura, parece mais apropriado para uma reflexão a respeito do papel da História e da Filosofia da Ciência na formação de professores?

7. A concretização do perfil idealizado do químico (licenciado ou bacharel) está ligada a um conjunto de *competências* e *habilidades* relacionadas à História e à Filosofia da Ciência que devem ser desenvolvidas neste profissional. Que competências e habilidades são estas?

APÊNDICE E: Protocolo de entrevista.

PROTOCOLO DE ENTREVISTA

Sobre o conceito de ciência e os critérios de demarcação

- A Alquimia é ou não uma Ciência?
- Há diferenças entre a Alquimia e a Química Moderna? Comente.

Sobre o método na Ciência

- Existe um “Método Científico”? Justifique a sua resposta.
- Se sim, quais as etapas do dito “Método”?

Sobre a origem e o desenvolvimento do conhecimento científico

- Como nascem os novos conhecimentos químicos?
- Qual o papel da observação e das hipóteses na produção do conhecimento científico?
- Qual a diferença entre teorias e leis científicas?
- Numa situação de conflito, uma teoria deve ser abandonada? O que gera o abandono de uma teoria?

Sobre a abordagem contextual

- Como você avalia a estratégia de “estudos de casos históricos”?
- O que você achou do caso estudado (a derrubada da Teoria do Flogístico e a descoberta do oxigênio)?

APÊNDICE F: Levantamento bibliográfico – Química Nova (QN)

PESQUISA EM PERIÓDICOS (2002-2012)

PERIÓDICO: Química Nova (Online) – QN			CRITÉRIO DE SELEÇÃO		
ISSN: 0100-4042	EXTRATO: A2	ÁREA: Ensino			
PERÍODO DISPONÍVEL: 1978-2013	TOTAL DE VOLUMES DISPONÍVEIS: 36				
FONTE(S): QN (http://quimicanova.sbq.org.br/qn/QN_OnLine_Geral.htm); SciELO (http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issues&pid=0100-4042&lng=pt&nrm=iso)					

QT.	TÍTULO	AUTOR	v.	n.	ANO	pp.	RESUMO
1	História da química e da geologia: Joseph Black e James Hutton como referências para educação em ciências	Sicca, Natalina Aparecida L.; Gonçalves, Pedro Wagner	25	4	2002	689-695	Através do estudo dos trabalhos de Black e Hutton são apontadas as inter-relações entre as duas ciências que se estabelecem no século XVIII, além disso, a explicitação deste vínculo é defendida como positiva para o ensino.
2	Entre a batuta e o tubo de ensaio: a carreira admirável de Alexandre Borodin	Filgueiras, Carlos A. L.	25	6a	2002	1040-049	A curiosa carreira dupla do químico e professor russo que também foi um músico de destaque; trabalho biográfico e que trata da humanização da figura do cientista.
3	A química do estanho no século 18, ou como uma consulta se transformou num projeto de pesquisa	Filgueiras, Carlos A. L.	25	6b	2002	1211-219	A possível contaminação por arsênico através de objetos de estanho na França do século XVIII propicia a elaboração de um projeto de pesquisa moderno para a época e cujo relato nos permite, hoje, compreender o pensamento e a prática passados.
4	Os primeiros desenvolvimentos do conceito helmontiano de gás: parte II	Porto, Paulo Alves	26	1	2003	142-246	As primeiras interpretações científicas e filosóficas do conceito de gás criado por Van Helmont, as crenças em

							torno da matéria gasosa e a resistência em adotar o termo próprio do sistema iatroquímico.
5	Da geração espontânea à química prebiótica	Zaia, Dimas A. M.	26	2	2003	260-264	Revisão histórica sobre a geração espontânea, incluindo uma discussão sobre a hipótese de Operin-Haldane, e aspectos da química prebiótica em função de “como surgiu a vida na Terra”.
6	Fritz Feigl: sua obra e novos campos técnico-científicos por ela originados	Espinola, Aída	27	1	2004	160-176	O extenso legado científico de Feigl inclui novos conceitos químicos e descrições precisas de diferentes processos reacionais em várias publicações. As descobertas deste cientista tem inúmeras aplicações e são citadas extensivamente ainda 30 anos após o seu falecimento.
7	Laboratório químico-prático do Rio de Janeiro: primeira tentativa de difusão da Química no Brasil (1812- 1819)	Santos, Nadja Paraense dos	27	2	2004	342-348	O achado de um documento de referência traz a possibilidade de explorar a história do Laboratório, primeira tentativa de difusão da Química no Brasil, revelando o caráter pragmático da ciência à época com apuro historiográfico.
8	A química na educação da Princesa Isabel	Filgueiras, Carlos A. L.	27	2	2004	349-355	A Química, ciência pela qual D. Pedro II tinha grande apreço, ocupou um papel de destaque na formação da sua filha mais velha, Isabel. Documentos da época resgatam as diferenças entre a educação dada às mulheres comuns no século XIX e aquela destinada a herdeira do Império.
9	Linus Pauling: por que Vitamina C?	Ferreira, Ricardo	27	2	2004	356-357	Uma curta revisão em torno dos aspectos da vida de Puling que o levaram a interessar-se pela vitamina C e consumi-la em doses altíssimas nos últimos 20 anos de sua vida a fim de manter a boa saúde.

10	Reflexões sobre a contribuição da Carnot à primeira lei da termodinâmica	Nascimento, Cássius K.; Braga, João P.; Fabris, José D.	27	3	2004	513-515	A revelação de que Carnot conhecia conceitos acerca do que, mais tarde, outros cientistas exploraram como equivalente mecânico do calor e conservação da energia, apontam evidências de sua contribuição pioneira para a Primeira Lei da Termodinâmica.
11	A evolução dos reagentes químicos comerciais através dos rótulos e frascos	Afonso, Júlio Carlos; Aguiar, Renata de Melo	27	5	2004	837-844	As mudanças pelas quais passaram, desde 1870 e durante o século XIX, os rótulos e embalagens de reagentes químicos comercializados; a adição de informações relevantes às etiquetas e variedade de materiais de que eram fabricados os recipientes.
12	A evolução da balança analítica	Afonso, Júlio Carlos; Silva, Raquel Medeiros da	27	6	2004	1021-027	Em função do valor que a balança adquiriu na pesquisa em Química, são relatados os melhoramentos em sua sensibilidade e no processo de pesagem – evolução diante do modelo de pratos adotado por 40 séculos –, sobretudo a partir do fim do século XVIII.
13	Sobre o desenvolvimento da análise volumétrica e algumas aplicações atuais	Terra, Juliana; Rossi, Adriana Vitorino	28	1	2005	166-171	O apelo tecnológico dos métodos instrumentais de análise deslumbra as novas gerações de químicos; aqui é resgatado o valor histórico que o método clássico de tritrimetria teve para o desenvolvimento da ciência e da indústria desde o século XVIII até hoje.
14	Os produtos naturais e a química medicinal moderna	Viegas Jr, Cláudio; Bolzani, Vanderlan da Silva; Barreiro, Eliezer J.	29	2	2006	326-337	No Oriente e no Ocidente os produtos naturais tomaram lugar central na produção de fármacos e no tratamento de desordens de saúde ao longo da história; este percurso é relatado por meio da História da Química envolta nos processos.

15	A química newtoniana	Mocellin, Ronei Clécio	29	2	2006	388-396	A obra de Newton exerceu um papel de destaque no desenvolvimento da ciência e trouxe à luz uma questão epistemológica: seria a Química apenas um ramo da Física? É apresentado o programa newtoniano e como Lavoisier se coloca entre este e as singularidades da Química.
16	Justus Von Liebig, 1803-1873. Parte 1: vida, personalidade, pensamento	Maar, Juergen Heinrich	29	5	2006	1129-137	Em alusão aos 200 anos de Liebig, a primeira parte deste trabalho biográfico trata das origens, da vida, da educação, das ideias e da influência do químico no século XIX. São apresentados, ainda, aspectos do seu modelo de ensino, o papel dos seus alunos para o desenvolvimento da Química e suas conexões com a química latino-americana.
17	O inacreditável emprego de produtos químicos perigosos no passado	Pimentel, Luiz Cláudio Ferreira; Chaves, Camille Rodrigues; Freire, Layla Alvim Alves; Afonso, Júlio Carlos	29	5	2006	1138-149	Um panorama da aplicação de produtos químicos para vários fins comerciais no século XIX, sem qualquer preocupação em informar os consumidores ou com o bem-estar destes; o objetivo é a eficiência e o desenvolvimento tecnológico em função da indústria química até o estabelecimento de um protocolo de segurança.
18	Do termoscópio ao termômetro digital: quatro séculos de termometria	Pires, Denise Prazeres Lopes; Afonso, Júlio Carlos; Chaves, Francisco Artur Braun	29	6	2006	1393-400	A termoquímica vista a partir da evolução do termômetro desde o termoscópio (séculos XVI a XX), as variações dos modelos das escalas de medida e a associação a instrumentos como o densímetro para fins industriais na atualidade.
19	25 anos de quimiometria no Brasil	Barros Neto, Benício de; Scarmínio, Ieda S.; Bruns, Roy E.	29	6	2006	1401-406	O desenvolvimento da quimiometria, ramo específico da Química Analítica, no Brasil, é descrito em três fases a partir da introdução e uso de

							microcomputadores para a execução de atividades acadêmicas e industriais.
20	Marcos da história da radioatividade e tendências atuais	Xavier, Allan Moreira; Lima, André Gomes de; Vigna, Camila Rosa Moraes; Verbi, Fabíola Manhas; Bortoleto, Gisele Gonçalves; Goraieb, Karen; Collins, Carol Hollingworth; Bueno, Maria Izabel Maretti Silveira	30	1	2007	83-91	Momentos marcantes da história da radioatividade como a descoberta dos raios-X, das partículas α e β , novos elementos e acontecimentos de impacto como o Projeto Manhattan, além de alguns acidentes nucleares e a produção e aplicação deste tipo de energia são abordados.
21	De Svante Arrhenius ao peagâmetro digital: 100 anos de medida de acidez	Gama, Michelle da Silva; Afonso, Júlio Carlos	30	1	2007	232-239	O estabelecimento do conceito de pH com a teoria eletrolítica de Arrhenius, a proposta de uma escala de pH por Sørensen e o reconhecimento do novo parâmetro até a invenção do peagâmetro contam um centenário de uma das histórias da Química.
22	A síntese da amônia: alguns aspectos históricos	Chagas, Aécio Pereira	30	1	2007	240-247	Numa revisão do histórico da síntese da amônia, é explicada a sua importância, o contexto em que se estabelece o ciclo do nitrogênio, a relação deste elemento com a agricultura e, em adição, são apresentados alguns dados biográficos de Fritz Haber e Carl Bosch.
23	A rota dos estudos sobre a cochonilha em Portugal e no Brasil no século XIX: caminhos desconhecidos	Ferraz, Márcia Helena Mendes	30	4	2007	1032-037	Análise das medidas tomadas pelo governo português quanto à exploração do valioso corante químico natural cochonilha no Brasil. A história em torno da disputa comercial e das formas de extração do corante a partir do inseto nativo.
24	Passando da doutrina à prática: Ezequiel Corrêa dos Santos e a farmácia nacional	Santos, Nadja Paraense dos	30	4	2007	1038-045	Biografia de Ezequiel Corrêa dos Santos, personagem indiretamente ligado à História da Química no Brasil devido às atividades práticas próprias dos boticários à época, além de suas

							conexões com o ensino.
25	Vladimir Prelog e a estereoquímica das moléculas orgânicas: um centenário de nascimento	Rezende, Claudia M.	30	4	2007	1046-053	Biografia do químico croata Vladimir Prelog, marcada pela pesquisa sobre estereoquímica de moléculas e reações orgânicas – o que lhe rendeu um Nobel –, e seu mais famoso trabalho, o sistema CIP para centros quirais, comemorando o seu centenário em 2006.
26	Descrições de técnicas da química na produção de bens de acordo com os relatos dos naturalistas viajantes no Brasil colonial e imperial	Vita, Soraya; Luna, Fernando J.; Teixeira, Simonne	30	5	2007	1381-386	As crônicas dos naturalistas europeus que exploraram o Brasil constituem um vasto acervo historiográfico através do qual são relatadas técnicas para produção de anil (corante) e cal, extração e purificação de salitre e cloreto de sódio, bem como formas de aplicação destes materiais.
27	70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil	Suarez, Paulo A. Z.; Meneghetti, Simoni M. Plentz	30	8	2007	2068-071	A busca por alternativas para o uso de combustíveis fósseis é retomada a intervalos regulares e o biodiesel, surgido há 70 anos, ganha destaque no cenário político brasileiro de pesquisa e desenvolvimento tecnológico como substituto mais indicado, sobretudo após a crise do petróleo.
28	Humphry Davy e as cores dos antigos	Beltran, Maria Helena Roxo	31	1	2008	181-186	O exame dos estudos de Davy sobre as “cores dos antigos” mostra a sua preocupação com a aplicação prática do conhecimento e questões relacionadas ao progresso que influenciam as propostas de uma Filosofia Química.
29	O fabrico e uso da pólvora no Brasil colonial: o papel de Alpoim na primeira metade do século XVIII	Piva, Teresa C. C.; Filgueiras, Carlos A. L.	31	4	2008	930-936	Quando da invasão da colônia pelos franceses, o Brigadeiro Alpoim destaca-se pelo papel pioneiro ensinando sobre a manufatura e uso da pólvora – sobre a qual escreveu

							extensivamente ao longo do século XVII. Seu trabalho é, assim, uma das primeiras formas de tecnologia química desenvolvidas no país.
30	Algumas controvérsias sobre a origem da vida	Zaia, Dimas A. M.; Zaia, Cássia Thaís B. V.	31	6	2008	1599-602	Na tentativa de explicar qual a origem da vida, o embate de teorias gera controvérsias de importância histórico-filosófica, e, neste caso, em específico, são evidenciadas as relações que se estabelecem com a Química no debate.
31	Joseph Neng Shun Kwong: a famous and obscure scientist	Reif-Acherman, Simón	31	7	2008	1909-911	Biografia do químico Joseph Neng Shun Kwong, figura de importância para a Química e para a Engenharia Química, mas desconhecido dos holofotes da ciência no geral.
32	Um panorama da nanotecnologia no Brasil (e seus macro-desafios)	Fernandes, Maria Fernanda Marques; Filgueiras, Carlos A. L.	31	8	2008	2205-213	O desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil se insere num contexto histórico maior e uma análise dos últimos 20 anos mostra como isto tem ocorrido e quais são as perspectivas.
33	<i>Alographia dos álcalis...</i> de Frei Conceição Veloso: um manual de química industrial para produção da potassa no Brasil colonial	Luna, Fernando J.	31	8	2008	2214-220	O trabalho de Veloso, "Flora Alographica", é explorado como manual para a produção de potassa no Brasil, revelando uma história das técnicas e da tecnologia química na produção deste material com aplicações variadas e de importância industrial já no século XVIII.
34	Ciência como cultura: paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar	Santos, Maria Eduarda Vaz Moniz dos	32	2	2009	530-537	Presumindo a ciência como valioso componente da cultura humana, é levantada a discussão sobre a necessidade de repensar questões epistemológicas básicas para uma mudança paradigmática que permita articular ciência/tecnologia e sociedade, traduzindo a sua dinâmica e complexidade evolutiva.

35	A química orgânica na consolidação dos conceitos de átomo e molécula	Camel, Tânia de Oliveira; Koehler, Carlos B. G.; Filgueiras, Carlos A. L.	32	2	2009	543-553	As teorias formuladas com a Química Orgânica e o surgimento dos conceitos de valência e estrutura molecular levam a uma precisa distinção entre átomo e molécula; é a história deste contexto que conta sobre sua consolidação.
36	Controvérsias sobre o atomismo no século XIX	Oki, Maria da Conceição Marinho	32	4	2009	1072-082	Revisão dos aspectos históricos envolvidos na controvérsia entre atomistas e anti-atomistas no século XIX, bem como das questões científicas, filosóficas e metodológicas que suportam o debate sobre o tema – incluindo o Congresso de Karlsruhe e o trabalho de Jean Perrin.
37	The pre-history of cryoscopy: what was done before Raoult?	Reif-Acherman, Simón	32	6	2009	1677-684	A crioscopia é considerada uma das bases da teoria moderna das soluções e da Físico-química; são identificados, então, na sua história, os diferentes momentos que conduziram o cientista francês, Raoult, a elaboração da lei que leva o seu nome.
38	Quinina: 470 anos de história, controvérsias e desenvolvimento	Oliveira, Alfredo Ricardo Marques de; Szczerbowski, Daiane	32	7	2009	1971-974	A história da substância que foi, por séculos, a única esperança contra a malária e cuja exploração quase levou a extinção da árvore <i>Cinchona</i> , as controvérsias que cercam a sua produção e as profundas mudanças sociais causadas pelo desenvolvimento científico.
39	The luso-brazilian chemist and naturalist Alexandre Antonio Vandelli	Marques, Adílio J.; Filgueiras, Carlos A. L.	32	9	2009	2492-500	Herdeiro das tradições científicas luso-brasileiras através de seu pai (Domenico Vandelli) e de seu sogro (José Bonifácio), Alexandre te o seu trabalho como naturalista, pouco conhecido no Brasil, apresentado pela primeira vez.

40	Alucinógenos naturais: um voo da Europa Medieval ao Brasil	Martinez, Sabrina T.; Almeida, Márcia R.; Pinto, Angelo C.	32	9	2009	2501-507	A importância histórica e o uso de plantas alucinógenas por diferentes civilizações são abordados num resgate, desde a Idade Média, de exemplos como beladona, meimendo e mandrágora em perspectiva com plantas da flora brasileira utilizadas para os mesmos fins.
41	Johann Andreas Cramer e o "ensaio químico mineral" no século XVIII	Bortolotto, Andréa; Ferraz, Márcia Helena Mendes	33	5	2010	1220-224	Uma análise de "Elements of the Art of Assaying Metals", de Cramer, em que se propõe um método de ensaio mineral baseado no comportamento químico dos corpos procura reafirmar as contribuições da Química para a identificação, extração e classificação dos minerais no século XVIII, além de propor uma nova forma de discussão da história.
42	A química atmosférica no Brasil de 1790 a 1853	Marques, Adílio J.; Filgueiras, Carlos A. L.	33	7	2010	1612-619	Pouco se conhece sobre as investigações da Química atmosférica no Brasil no final do século XVIII. Dada a relevância do assunto, é importante saber que houve aqui estudiosos preocupados em pesquisar o tema. São apresentadas, então, duas abordagens do estudo da ciência atmosférica – uma na era colonial e a outra já em meados do período imperial.
43	Substitutos do "novo" mundo para as antigas plantas raras: um estudo de caso dos bálsamos	Alfonso-Goldfarb, Ana Maria; Ferraz, Márcia H. M.; Beltran, Maria Helena Roxo	33	7	2010	1620-626	A certeza de que o "verdadeiro bálsamo" se perdera fez com que várias outras substâncias com propriedades similares fossem descritas e exploradas pelos europeus na América. São analisados dois momentos distintos da entrada das novas variedades de bálsamo para a farmacopeia e na medicina.

44	Calorímetro de gelo: uma abordagem histórica e experimental para o ensino de química na graduação	Tavares, Guilherme W.; Prado, Alexandre G. S.	33	9	2010	1987-990	Breve revisão histórica de estudos sobre o calor desde o século XVIII, passando por Black e Lavoisier com sua teoria do calórico, de modo a subsidiar a atividade prática proposta (construção de um calorímetro).
45	The history of the rectilinear diameter law	Reif-Acherman, Simón	33	9	2010	2003-010	Histórico da formulação da “lei do diâmetro retilíneo” para determinação do volume crítico das substâncias, incluindo as modificações matemáticas, úteis para determinação do parâmetro, e as crescentes aplicações do princípio dos estados correspondentes nas últimas décadas.
46	Série histórica da composição química de pilhas alcalinas e zinco-carbono fabricadas entre 1991 e 2009	Silva, Bruno Oliveira da; Câmara, Sílvio Carrielo; Afonso, Júlio Carlos; Neumann, Reiner; Alcover Neto, Arnaldo	34	5	2011	812-818	Breve apanhado histórico da evolução da pilha desde seus primeiros modelos até a situação atual, passando por Volta e a pilha de Leclanché, abrindo espaço para discutir a determinação de metais em baterias produzidas num período de vinte anos.
47	Aspectos históricos da visita de Marie Skłodowska Curie a Belo Horizonte	Nascimento, Cássius Klay; Braga, João Pedro	34	10	2011	1888-891	Em celebração do centenário do recebimento do Nobel por Marie Curie e do Ano Internacional da Química, a visita da famosa cientista e de sua filha ao emergente Instituto do Radium de Belo Horizonte é contada como um marco da História da Química no Brasil.
48	Investigando a presença da história da ciência em livros didáticos de Química Geral para o ensino superior	Fernandes, Maria Angélica Moreira; Porto, Paulo Alves	35	2	2012	420-429	Crítica, de um ponto de vista historiográfico atual, a três livros didáticos de Química para o Ensino Superior numa análise que tem foco na História da Ciência e como esta é incluída no ensino de química: eixo orientador, mero ornamento ou banco de curiosidades.

49	The contributions of Henri Victor Regnault in the context of organic chemistry of the first half of the nineteenth century	Reif-Acherman, Simón	35	2	2012	438-443	Descrição de duas das mais importantes descobertas de Regnault no campo da Química Orgânica e das características que identificam seu método de pesquisa, que o colocaram involuntariamente no meio de algumas polêmicas sobre a classificação de compostos orgânicos que caracterizaram este período da Ciência.
----	--	----------------------	----	---	------	---------	---

Fonte: Produção própria.

APÊNDICE G: Levantamento bibliográfico – Química Nova na Escola (QNEsc)**PESQUISA EM PERIÓDICOS (2002-2012)**

PERIÓDICO: Química Nova na Escola (Online) – QNEsc			CRITÉRIO DE SELEÇÃO	
ISSN: 0187-893X	EXTRATO: B1	ÁREA: Ensino	Item [campo] lexical por esgotamento de título, palavras-chave, resumo e texto	
PERÍODO DISPONÍVEL: 1995-2013	TOTAL DE VOLUMES DISPONÍVEIS: 35			
FONTE(S): QNEsc (http://qnesc.sbg.org.br/online/)				

QT.	TÍTULO	AUTOR	v.	n.	ANO	pp.	RESUMO
1	Visões de ciência e sobre o cientista	Luis Kosminsky e Marcelo Giordan	15	–	2002	11-18	Investigação acerca das concepções de estudantes do Ensino Médio e breve apanhado de epistemologias.
2	Espectrometria de massa e RMN multidimensional e multinuclear: revolução no estudo de macromoléculas biológicas	Luiz Alberto Colnago, Fábio C.L. Almeida e Ana Paula Valente	16	–	2002	9-14	Referências pontuais ao desenvolvimento da técnica de espectrometria de massa desde J.J. Thompson até a história contemporânea dos laureados de 2002 (traz curtas biografias destes).
3	O conceito de elemento da antiguidade à modernidade	Maria da Conceição Marinho Oki	16	–	2002	21-25	Evolução histórica do conceito de elemento desde a Antiguidade até o século XX.
4	Biblioteca Alexandrina: a fênix ressuscitada	Attico I. Chassot	16	–	2002	32-35	Retrato da nova biblioteca e da sua importância para a História das Ciências.
5	A importância da vitamina C na sociedade através dos tempos	Antônio Rogério Fiorucci, Márlon Herbert Flora Barbosa Soares e Éder Tadeu Gomes Cavalheiro	17	–	2003	3-7	Aspectos históricos do isolamento, identificação e usos da vitamina C, incluindo prevenção e cura do escorbuto.
6	A descoberta da estrutura do DNA: de Mendel a Watson e Crick	Otávio Henrique Thiemann	17	–	2003	13-19	Relato ilustrativo da ciência em comemoração ao cinquentenário da descoberta e suas consequências.

7	Os noventa anos de <i>Les Atomes</i>	Aécio Pereira Chagas	17	–	2003	36-38	Comemora o aniversário da obra de Jean Perrin que evidencia a existência de átomos e moléculas.
8	Epistemologia e a formação docente em química	Soraia Freaza Lôbo e Edilson Fortuna de Moradillo	17	–	2003	39-41	Crítica à racionalidade técnica e reflexão sobre a importância das questões epistemológicas para a formação docente.
9	Origem, produção e composição química da cachaça	Paulo C. Pinheiro	18	–	2003	3-8	Breve histórico da produção de cachaça desde o período colonial e seu impacto socioeconômico.
10	Nobel 2003. Canais de água a e de íons: processos da vida na escala molecular	Romeu C. Rocha-Filho	18	–	2003	9-12	É feita uma retrospectiva de fatores que conduziram à descoberta dos canais de transporte acompanhada de dados biográficos básicos dos ganhadores.
11	Mudanças na prática de ensino da química pela formação dos professores em história e filosofia das ciências	Fátima Paixão e António Cachapuz	18	–	2003	31-36	Proposta de um programa de formação docente baseado em HFC com vistas a uma prática de ensino inovadora.
12	Um debate seiscentista: a transmutação de ferro em cobre	Paulo Alves Porto	19	–	2004	24-26	Resgate de uma controvérsia do século XVII, pensadores e suas manifestações sobre a possibilidade de transmutação.
13	A radioatividade e a história do tempo presente	Fábio Merçon e Samantha Viz Quadrat	19	–	2004	27-30	Reflexos da radioatividade após a Segunda Guerra Mundial numa nova perspectiva historiográfica.
14	Prêmio Nobel de Química 2004: proteólise ATP-dependente de proteínas marcadas com ubiquitina	Marilene Demasi e Etelvino J. H. Bechara	20	–	2004	15-20	O desenvolvimento dos estudos sobre degradação proteica que levaram ao Nobel de 2004, bem como uma breve biografia de cada um dos laureados.
15	Paradigmas, crises e revoluções: a história da química na perspectiva kuhniana	Maria da Conceição Marinho Oki	20	–	2004	32-37	Principais conceitos da epistemologia kuhniana em dois episódios da História da Química analisados por Kuhn.
16	Duzentos anos da teoria atômica de Dalton	Carlos Alberto L. Filgueiras	20	–	2004	38-44	A Teoria Atômica de Dalton e o fim da especulação puramente abstrata em torno da constituição da matéria.
17	Rotação de luz polarizada por moléculas	Olga Bagatin, Fernanda Ibanez	21	–	2005	34-38	Abordagem histórica do trabalho de

	quirais: uma abordagem histórica com proposta de trabalho em sala de aula	Simplício, Silvana Maria de Oliveira Santin e Ourides Santin Filho					Louis Pasteur sobre a polarização da luz por cristais.
18	Metátese em síntese orgânica e o Prêmio Nobel de Química de 2005: do plástico à indústria farmacêutica	Vitor F. Ferreira e Fernando de C. da Silva	22	-	2005	3-9	A história contemporânea da descoberta da metátese contada de forma breve, apesar de sua importância para a síntese orgânica. São apresentadas curtas biografias dos laureados.
19	Química pré-biótica: sobre a origem das moléculas orgânicas na Terra	Maria Márcia Murta e Fabio Almeida Lopes	22	-	2005	26-30	A origem da vida na Terra explicada através da evolução química da síntese de moléculas orgânicas.
20	Prêmio Nobel de Química 2006: os mecanismos estruturais da transcrição em eucariotos	Bettina Malnic	24	-	2006	3-6	O contexto da pesquisa de Kornber, além de uma breve biografia sua, é resgatado desde a década de 80 até o Nobel pelo detalhamento do mecanismo de transcrição.
21	Química por meio de teatro	Nidia Franca Roque	25	-	2007	27-29	A História da Química no século XVIII retratada através do teatro como meio de desenvolver a compreensão sobre temas da Química.
22	Uma festa no céu - peça em um ato focalizando o desenvolvimento da química a partir do século XVIII	Nidia Franca Roque	25	-	2007	30-33	Peça teatral que trata da história da Química Pneumática com vistas à discutir a visão de ciência no século XVIII.
23	O Congresso de Karlsruhe e a busca de consenso sobre a realidade atômica no século XIX	Maria da Conceição Marinho Oki	26	-	2007	24-28	O primeiro Congresso Internacional da área e no qual foram tratadas questões que trazer coerência para as disputas na Química.
24	O Lavoisier que não está presente nos livros didáticos	Paulo Henrique Oliveira Vidal, Flavia Oliveira Cheloni e Paulo Alves Porto	26	-	2007	29-32	Confronto entre informações de uma fonte primária e as trazidas nos livros didáticos com fins de levantar reflexões.
25	O processo de elaboração de teoria atômica de John Dalton	Hélio Elael Bonini Viana e Paulo Alves Porto	CT	7	2007	4-12	Aspectos da construção da teoria atômica de Dalton e de um modelo capaz de explicar o comportamento dos gases, além da aproximação com outras discussões correntes.

26	A noção clássica de valência e o limiar da representação estrutural	Waldmir Nascimento de Araújo Neto	CT	7	2007	13-24	A importância que o conceito de valência assume na “Teoria Estrutural”, surgindo como ferramenta heurística em lugar da simples representação simbólica adotada então.
27	Avaliação das competências de pensamento científico	José Antonio Chamizo e Mercè Izquierdo	27	–	2008	4-8	Proposta de avaliação das competências de pensamento através dos diagramas heurísticos de Toulmin.
28	Consensos sobre a natureza da ciência: a ciência e a tecnologia na sociedade	Ángel Vázquez-Alonso, Maria Antonia Manassero-Mas, José Antonio Acevedo-Díaz e Pilar Acevedo-Romero	27	–	2008	34-50	Investigação de consensos científicos através de questionário a fim de definir bases curriculares de uma educação científica voltada para a natureza da ciência.
29	Michael Faraday e <i>A História Química de Uma Vela</i> : um estudo de caso sobre a didática da ciência	José Otavio Baldinato e Paulo Alves Porto	30	–	2008	16-23	Análise das estratégias didáticas utilizadas por Faraday em uma de suas conferências divulgando a ciência.
30	Um Prêmio Nobel por uma proteína brilhante	Vadim R. Viviani e Etelvino J. H. Bechara	30	–	2008	24-26	Um trabalho basicamente biográfico acerca da vida e obra de japonês Osamu Shimamura, ganhador do Nobel de 2008 pela descoberta de uma proteína bioluminescente.
31	A imagem da ciência no cinema	Marcia Borin da Cunha e Marcelo Giordan	31	1	2009	9-17	Além de relacionar momentos da História da Ciência com representações no cinema, trata da imagem da ciência, um aspecto epistemológico.
32	Representação de temas científicos em pintura do século XVIII: um estudo interdisciplinar entre química, história e arte	Ana Paula Gorri e Ourides Santin Filho	31	3	2009	184-189	Aspectos históricos, filosóficos e científicos são discutidos a partir de representação pictórica dos pneumáticos.
33	A história da síntese de elementos transurânicos e extensão da tabela periódica numa perspectiva fleckiana	Cristhiane Cunha Flôr	31	4	2009	246-250	A epistemologia fleckiana como orientação para análise de um episódio da História da Química e seus desdobramentos.
34	Uma família de químicos unindo Brasil e Portugal: domingos Vandelli, José	Adílio Jorge Marques e Carlos A. L. Filgueiras	31	4	2009	251-256	O desenvolvimento da Química no Brasil e em Portugal a partir do

	Bonifácio de Andrada e Silva e Alexandre Vandelli						interesse de naturalistas de uma mesma família.
35	A História e a Arte Cênica como recursos pedagógicos para o ensino de Química: uma questão interdisciplinar	Marilde Beatriz Zorzi Sá, Eliane Maria Vicentin e Elisa de Carvalho	32	1	2010	9-13	A ênfase dada ao contexto histórico para o bom entendimento da Ciência e para os processos de ensino.
36	A história sob o olhar da química: as especiarias e sua importância na alimentação humana	Ronaldo da Silva Rodrigues e Roberto Ribeiro da Silva	32	2	2010	84-89	Com o objetivo promover uma alfabetização científica e o trabalho interdisciplinar, é explorada a relação do momento histórico (navegações) com a Química.
37	O Prêmio Nobel de Química em 2010: união direta de carbonos sp^2 e sp	Timothy J. Brocksom, Leandro de C. Alves, Glaudeston D. Wulf, André L. Desiderá e Kleber T. de Oliveira	32	4	2010	233-239	Alguns fatos históricos a respeito da formação de ligações carbono-carbono são trazidos à trelha da descoberta que recebeu o Nobel. Também são apresentados dados biográficos dos laureados.
38	O despertar da radioatividade ao alvorecer do século XX	Rodrigo da Silva Lima, Luiz Cláudio Ferreira Pimentel e Júlio Carlos Afonso	33	2	2011	93-99	Resumo do impacto da radioatividade na vida cotidiana 30 anos depois da sua descoberta, mudanças de visão ao longo do século XX.
30	Nobel em Química 2011: descoberta dos quasicristais, uma nova classe de sólidos	Ignez Caracelli	33	4	2011	206-210	Alguns aspectos do desenvolvimento do estudo dos cristais são tratados até a descoberta dos quasicristais de Daniel Shechtman, cuja biografia é resumida no trabalho.
40	Penicilina: efeito do acaso e momento histórico no desenvolvimento científico	Carolina Maria Fioramonti Calixto e Éder Tadeu Gomes Cavalheiro	34	3	2012	118-123	A necessidade de antibióticos na II Guerra Mundial que ofereceu fatores para a descoberta do medicamento.
41	A utilização de vídeos didáticos nas aulas de química do ensino médio para abordagem histórica e contextualizada do tema vidros	José Luiz da Silva, Débora Antonio da Silva, Cleber Martini, Diane Cristina Araújo Domingos, Priscila Gonçalves Leal, Edemar Benedetti Filho e Antonio Rogério Fiorucci	34	4	2012	189-200	Abordagem do tema "vidro" numa perspectiva histórica através de vídeos, uma experiência realizada com alunos do Ensino Médio por participantes do PIBID.
42	Prêmio Nobel de Química de 2012: a transdução celular de sinais por estímulos externos	Rafael V. C. Guido, Glaucius Oliva e Adriano D. Andricopulo	34	4	2012	278-282	Estudos sobre receptores acoplados à proteína G tornaram R. J. Lefkowitz e B. K. Kobilka ganhadores do Nobel em 2012 e, a despeito da ausência de um contexto histórico de sua

								descoberta, breves resumo de suas biografias são apresentados.
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fonte: Produção própria

APÊNDICE H: Levantamento bibliográfico – Revista Educación Química (REQ).

PESQUISA EM PERIÓDICOS (2002-2012)

PERIÓDICO: Revista Educación Química (REQ)			CRITÉRIO DE SELEÇÃO	
ISSN: 0187-893X	EXTRATO: B1	ÁREA: Ensino	Item [campo] lexical por esgotamento de título, palavras-chave, resumo e texto	
PERÍODO DISPONÍVEL: 1989-2013	TOTAL DE VOLUMES DISPONÍVEIS: 24			
FONTE(S): REQ (http://www.educacionquimica.info/busqueda.php)				

QT.	TÍTULO	AUTOR	v.	n.	ANO	pp.	RESUMO
1	El ciclo celular y el Premio Nobel de Medicina 2001	Jorge Vázquez Ramos	13	1	2002	8-11	<p>Informações biográficas sobre os ganhadores do Nobel de Medicina de 2001, Leland Hartwell e Paul Nurse, e o percurso da pesquisa até a láurea. O prêmio foi outorgado pelas descobertas dos fatores e mecanismos moleculares que se mostraram fundamentais para a regulação do ciclo celular, permitindo avanços vertiginosos nas pesquisas.</p>
2	Aproximación a los orígenes de la química moderna	Juan Quílez Pardo	13	1	2002	45-54	<p>O trabalho traz uma síntese de aspectos relacionados ao desenvolvimento experimental e ao surgimento de um sistema de nomenclatura orientado pelo conceito de substância. Assim, a origem da Química moderna é deslocada para outros focos além da Alquimia, valorizando-se o papel da linguagem como ruptura definitiva para tanto.</p>
3	Alexis Thérèse Petit	Jaime Wisniak	13	1	2002	55-60	<p>Um pouco da vida pessoal e da carreira do prodígio da ciência francesa, Alexis Thérèse Petit. São</p>

							apresentados pontos de sua infância pouco conhecida, seu trabalho com Dulong e o alcance de suas contribuições para a ciência e a engenharia.
4	Aproximación a los orígenes del concepto de equilibrio químico: algunas implicaciones didácticas	Juan Quílez Pardo	13	2	2002	101-112	Uma análise histórica das ideias sobre afinidade é desenvolvida com o intuito de proporcionar uma melhor compreensão do conceito de equilíbrio químico. A discussão em torno das tabelas de afinidade do século XVIII, da contribuição de Berthollet e mesmo das formulações de Guldberg e Waage é apresentada como subsídio para o ensino de Química.
5	Michel Eugène Chevreul	Jaime Wisniak	13	2	2002	133-141	Trabalho de cunho biográfico sobre o francês Chevreul que, mesmo vindo de uma família de médicos, interessou-se pela Química. Ativo até os 103 anos, quando faleceu, Chevreul marcou a ciência não somente pelos seus trabalhos sobre as cores e seus amplos estudos sobre a química das gorduras, tendo se envolvido também com Psicologia e História e Filosofia da Ciência.
6	Rosalind Franklin (1920-1958): el símbolo de la mujer científica	Andoni Garritz Ruiz	13	3	2002	146-149	Breve biografia de Rosalind Franklin, cientista considerada negligenciada na descoberta da estrutura do DNA. São tratados alguns aspectos da vida de Franklin, desde o seu ingresso em Cambridge – a contragosto do pai – até seus últimos dias como pesquisadora.
7	Bernard Courtois: the discoverer of iodine	Jaime Wisniak	13	3	2002	206-213	Um trabalho biográfico acerca da Courtois, descobridor do iodo e, provavelmente, da morfina. Um cientista que nunca estudou química

							formalmente, mas que, treinado pelo pai, nos forneceu uma importante ferramenta terapêutica. Por não ter patenteado a descoberta, morreu na pobreza.
8	Linus Carl Pauling	Enrique González-Vergara e María Yadhira Rosas Bravo	13	4	2002	226-227	Cronologia de Linus Pauling, desde o seu nascimento e o interesse pela Química ainda na infância, o estudo das ligações químicas e os trabalhos sobre a vitamina C até a sua morte e o seu legado.
9	Henri Moissan: the discoverer of fluorine	Jaime Wisniak	13	4	2002	267-274	Com cunho biográfico, fatos da vida e da carreira de Moissan, descobridor do flúor, são apresentados. Vindo de uma família modesta, alcançou o Nobel de Química em 1906, tendo descoberto um grande número de compostos e formas alotrópicas, inventado uma poderosa caldeira elétrica, entre outras realizações.
10	Kurt Wohl: his life and work	Jaime Wisniak	14	1	2003	36-46	São abordadas a vida pessoal e a carreira do químico alemão Kurt Wohl, suas realizações e, em particular, sua contribuição na aplicação da termodinâmica ao estudo fisiológico das plantas. Wohl é também conhecido entre químicos e engenheiros pelo seu modelo de equilíbrio em soluções reais e pelo estudo dos gases a altas temperaturas e pressões.
11	Henry-Louis Le Châtelier: the significance of applied research	Jaime Wisniak	14	2	2003	105-116	Um pouco da vida e da carreira de Le Châtelier, cientista de enorme reconhecimento pelos seus estudos acerca do deslocamento do equilíbrio químico. Além do princípio que leva o seu nome, Le Châtelier é lembrado por outras tantas realizações como seu trabalho em metalurgia, que nos

							forneceu o termopar ródio-platina, padrão internacional para medição de temperatura.
12	Notas breves sobre la historia de flujos de fluidos	Antonio Valiente Barderas	14	3	2003	166-173	Um estudo sobre o fluxo dos fluidos desde a pré-história e como as pesquisas em torno desses materiais se desenvolveu ao longo dos séculos. São apresentadas curtas biografias de vários investigadores e cientistas que se dedicaram ao estudo dos fluidos, desde Arquimedes e da Vinci até Boyle e Lord Rayleigh.
13	Amontons y la construcción de la idea de la existencia de un cero absoluto	Alexandre Madeiros, Carlos Antonio López Ruiz	14	3	2003	174-179	A ideia de um zero absoluto é, quase sempre, associada ao nome de Lord Kelvin e, por vezes, a outras personalidades do século XX como Rankine, Gay-Lussac e Regnault. O artigo é uma tentativa de resgatar as contribuições pioneiras de Guillaume Amontons, já no século XVII, um personagem ilustre e frequentemente esquecido.
14	Louis-Bernard Guyton de Morveau	Jaime Wisniak	14	3	2003	180-190	Um dos cientistas mais importantes do século XVIII, de Morveau integrou o grupo francês que derrubou a teoria do flogístico abrindo espaço para a Química Moderna. Além deste fato, o texto trata de sua contribuição para o estudo das afinidades químicas e para o estabelecimento de um sistema de nomenclatura, o que permitiu o desenvolvimento da educação superior num período crítico para a ciência na França.
15	Tabla Periódica: grupos 3 a 7	Alma Saucedo Yáñez e Aníbal Bascuñán Blaset	14	3	2003	s/n	Nomenclatura, dados de descobrimento e origem do nome dos elementos dos grupos 3 a 7 da tabela periódica.

16	Guillaume-François Rouelle	Jaime Wisniak	14	4	2003	240-248	Num panorama em que o cientista se destaca pela quantidade de publicações e não pela qualidade de seus ensinamentos, Rouelle aparece como figura menor no desenvolvimento da ciência. Em lugar de levar suas pesquisas ao grande público, Rouelle preferiu apresentar os resultados destas aos seus alunos, dentre os quais Lavoisier, Diderot e Proust. Estes entre outros aspectos históricos são tratados.
17	Grupos 8 a 12	Alma Saucedo Yáñez e Aníbal Bascuñán Blaset	14	4	2003	s/n	Nomenclatura, dados de descobrimento e origem do nome dos elementos dos grupos 8 a 12 da tabela periódica.
18	Henry Cavendish	Jaime Wisniak	15	1	2004	59-70	Breve biografia do cientista inglês Henry Cavendish, o lorde excêntrico que descobriu o gás hidrogênio, permitindo assim determinar a composição da água e por um fim na teoria do flogístico. Ainda desenvolveu estudos sobre o calor e a eletricidade e é conhecido pelo famoso experimento (que leva o seu nome) para determinação da densidade da Terra.
19	Los premios Nobel em superconductividad	Roberto Escudero	15	1	2004	78-81	Em 2003, o Nobel de Física foi outorgado a dois russos e um americano: Alexis A. Abrikosov, Vitaly L. Ginzburg, e Anthony J. Leggett. Os dois primeiros trabalharam sempre com supercondutividade, enquanto Leggett dedicou-se ao estudo da superfluidez do hélio 3. O trabalho traz algo resumido dos laureados e sobre a pesquisa.
20	Gilbert Newton Lewis	María Yadhira Rosas Bravo e Enrique González Vergara	15	1	2004	82-83	Cronologia de Lewis, seu ingresso ainda aos 14 anos na Universidade de

							Nebraska, sua passagem por Harvard e pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) e a pesquisa acerca da valência e da estrutura das moléculas e átomos que trouxe grandes contribuições para a Química do século XX e, em particular, para a teoria das ligações.
21	André-Marie Ampère: the chemical side	Jaime Wisniak	15	2	2004	166-176	A despeito de serem aos conceitos de corrente elétrica e magnetismo que, normalmente, nos referimos quando se fala em Ampère, este cientista também deu contribuições à Química. Num retrato de sua vida e sua carreira, são trazidas as contribuições a respeito da constituição da matéria e sua participação na história da descoberta dos halogênios.
22	Grupo 18	Alma Saucedo Yáñez e Aníbal Bascuñán Blaset	15	2	2004	184	Nomenclatura, dados de descobrimento e origem do nome dos elementos do grupo 18 da tabela periódica.
23	Pierre Joseph Macquer	Jaime Wisniak	15	3	2004	300-311	Um tanto da biografia de Macquer, cientista francês que durante algum tempo atuou como médico, mas que terminou por dedicar-se à Química. Suas investigações a cerca da platina são conhecidos, embora o maior destaque se deva ao seu "Dicionário de Química", uma tentativa de organizar os conhecimentos disponíveis à época. Um firme partidário da teoria do flogístico, Macquer insistiu em reconciliá-la com as descobertas de Lavoisier.
24	Lantânidos	Aníbal Bascuñán Blaset e Alma Saucedo Yáñez	15	3	2004	s/n	Nomenclatura, dados de descobrimento e origem do nome dos elementos lantanídeos da tabela periódica.

25	François Auguste Victor Grignard	Jaime Wisniak	15	4	2004	425-431	Aspectos biográficos da vida e da carreira de Grignard que, tendo encontrado dificuldades ao longo de sua formação, terminou por envolver-se com a Química. A reação que recebeu seu nome, relacionada com a síntese de derivados organometálicos (intermediários em inúmeras reações), rendeu-lhe inclusive a outorga do Nobel de Química em 1912.
26	Actínidos	Alma Saucedo Yáñez e Aníbal Bascuñán Blaset	15	4	2004	s/n	Nomenclatura, dados de descobrimento e origem do nome dos elementos actinídeos da tabela periódica.
27	Conceptos fundamentales en Química: valencia	José Antonio Chamizo, Marina Yolanda Gutiérrez	15	E	2004	359-365	Dada a importância do conceito de valência, por ser fundante no Ensino de Química, este é revisto numa perspectiva histórica desde a Antiguidade. Tanto para a Química Orgânica quanto para aquela dos compostos de coordenação, o conceito de valência é central, além de fornecer um modelo geral para a combinação [e fórmulas] das substâncias. É examinado também como o conceito é trazido em livros didáticos no México.
28	Transuránidos	Alma Saucedo Yáñez e Aníbal Bascuñán Blaset	15	E	2004	s/n	Nomenclatura, dados de descobrimento e origem do nome dos elementos ditos transurânicos da tabela periódica.
29	Development of the concept of absolute zero temperature	Jaime Wisniak	16	1	2005	104-113	Desde muito cedo, a ideia de um “zero absoluto” de temperatura foi introduzida na história da ciência. Embora cientistas como Gay-Lussac se opusessem a tal possibilidade, esta foi, pouco a pouco, tomando espaço entre outros cientistas e

							mesmo filósofos. O trabalho seminal de Lord Kelvin permitiu estabelecer, por fim, o valor de $-273,15^{\circ}\text{C}$.
30	En busca de la Piedra Filosofal: O ¿debería todo químico moderno saber algo de alquimia? Parte II: Historia de la alquimia como búsqueda de conocimiento y práctica	Juvencio Robles e Lucio Bribiesca	16	2	2005	338-346	Um convite à análise e reflexão sobre a Alquimia – um tópico pouco estudado da história da Química – enquanto prática e busca por conhecimento. Seguindo os desenvolvimentos desde a Antiguidade até a separação entre Alquimia e Química, discute-se a plausibilidade de introduzir este tema na forma de seminário ou numa disciplina de História e Filosofia da Química nos cursos de Química a fim de que temas desta natureza sejam tratados apropriada e criticamente por alunos e professores.
31	Charles-Adolphe Wurtz	Jaime Wisniak	16	2	2005	347-359	Figura de destaque no ramo da síntese química, Wurtz é conhecido pela síntese de alcanos pela ação do sódio sobre os seus derivados halogenados. Dentre muitos feitos, descobriu as aminas, os glicóis, a reação aldólica e ainda realizou um estudo sobre o ácido láctico. Aqui são exploradas a sua vida e as suas realizações, que envolvem até mesmo contribuições para a teoria estrutural.
32	Debate sobre cómo cambiar los textos de química para el siglo XXI	Andoni Garritz	16	3	2005	363-369	Neste editorial é apontado o fato de que tanto professores quanto autores de livros didáticos tendem a tratar a Química da mesma forma como a estudaram. A forte tradição empirista pouco tem a ver com a natureza da ciência preconizada hoje, baseada na busca dos diferentes fatores que incidem na construção das teorias científicas.

33	¿Por qué los textos de química general no cambian y siguen una retórica de conclusiones?	Mansoor Niaz	16	3	2005	410-415	Uma análise dos textos de química geral mostra que a maioria destes não utiliza a história e a filosofia da ciência para facilitar a compreensão de conceitos. Há uma visível predominância da retórica de conclusões e de animismo, ignorando os princípios heurísticos que permitiriam aos estudantes perceber o desenvolvimento da ciência. É claro um empirismo com pouco em comum com a natureza da ciência que dá base às teorias.
34	Stanislao Cannizzaro	Jaime Wisniak	16	3	2005	456-468	Canizzaro viveu ativamente o período revolucionário que levou à unificação da Itália. Ao mesmo tempo, sua carreira científica e acadêmica seguia pleno desenvolvimento. Além da reação que recebe o seu nome (redução-oxidação de aldeídos), através do seu "Sunto", Canizzaro ampliou a compreensão sobre os conceitos de átomo, molécula e peso equivalente e a aceitação da hipótese de Avogadro.
35	Consideración de la historia en los libros de texto de química	Andoni Garriz	16	4	2005	498-503	Na perspectiva de uma mudança nos livros didáticos para o século XXI, a questão levantada no editorial é "como inserir aspectos históricos?". Faz realmente algum sentido recuperar o conteúdo histórico e fazer dele plataforma de aprendizagem ou seria mais produtivo atentar diretamente às concepções atuais deixando de lado modelos obsoletos?
36	Anselme Payen	Jaime Wisniak	16	4	2005	568-581	Payen foi um homem dedicado tanto à ciência quanto à indústria, tendo alcançado destaque em ambas. Desenvolveu o processo de produção

							do bórax e o de purificação do açúcar de beterraba. Além disso, tendo estudado fisiologia vegetal por muito tempo, é notável a sua descoberta da enzima decompositora diastase e do papel vital do nitrogênio para o desenvolvimento dos vegetais.
37	En busca de la Piedra Filosofal: O ¿debería todo químico moderno saber algo de Alquimia? Parte I: la Alquimia como sistema de pensamiento	Juvencio Robles e Lucio Bribiesca	16	E	2005	199-207	A primeira parte de um trabalho dedicado ao estudo da Alquimia, momento da história da Química ao qual raramente é dada a devida importância. São inseridas questões de cunho historiográfico como a demarcação do que é ciência para que, então, seja possível compreender como tal corpo de conhecimentos se confundiu com magia/bruxaria e quais as origens e propósitos dessa tradição científica e filosófica.
38	Neón, argón, kriptón, xenón y radón	Laura Gasque	17	1	2006	64-66	São tratados alguns aspectos históricos, descritivos e relacionados à aplicação dos cinco gases nobres mais pesados. Também é apresentada a incipiente química desenvolvida com o xenônio e o criptônio.
39	Émile-Hilaire Amagat and the laws of fluids	Jaime Wisniak	17	1	2006	86-96	Amagat manifestou cedo um interesse por tornar-se técnico em química, mas foi muito além e, dentre suas conquistas, alcançou mesmo a honraria de membro estrangeiro da Royal Society. Conhecido pelas suas pesquisas acerca das leis dos fluidos e do comportamento dos gases e líquidos a altas pressões, Amagat deixou um contribuições para a físico-química moderna com estudos em termodinâmica e sobre a eletricidade

							e o magnetismo.
40	El descubrimiento de los gases nobles	Laura Gasque Silva	17	1	2006	97-99	Em 1894, Lord Rayleigh e Sir William Ramsay identificam um escasso componente do ar, o argônio, primeiro de uma série de gases que comporia uma nova família da tabela periódica. No ano seguinte veio o hélio e, em 1898, Ramsey encontra criptônio, neônio e xenônio num curto espaço de três semanas. Por fim, em 1900, é encontrado o radônio, emanação gasosa do rádio e o mais pesado dos gases nobres.
41	William Hyde Wollaston: the platinum group metals and other discoveries	Jaime Wisniak	17	2	2006	130-143	Inicialmente educado como médico, Wollaston foi um dos mais completos químicos de seu tempo, tendo explorado ramos tão diversos quanto patologia, fisiologia, química, óptica, mineralogia e botânica. Na Química, desenvolveu o primeiro método de isolamento da platina e descobriu o paládio e o ródio além de ter trabalhado com cristalografia e contribuído com diferentes ramos da Física.
42	La chimie dans l'espace	Héctor S. Odetti e Martha Perren	17	2	2006	144-149	Uma abordagem histórica para introduzir o estudo espacial das moléculas. O ponto de partida é estabelecido nas descobertas de Haüy e Binot e a história segue pelo passo definitivo de van't Hoff com sua proposta de arranjo dos átomos no espaço. A teoria em "La chimie dans l'espace", aos poucos, ganhou partidários e hoje é possível, então, que os estudantes representem a realidade tridimensional em papel.
43	Charles Frédéric Gerhardt	Jaime Wisniak	17	3	2006	343-356	Gerhardt foi um dos mais importantes

							químicos do século XIX e suas investigações e teorias tiveram uma poderosa influência no desenvolvimento da ciência. Com a sua teoria dos tipos, tornou mais racional a classificação orgânica e pôs fim ao enfoque dualista, levando adiante o conceito de valência. É notável ainda a sua contribuição no estudo das séries homólogas e na síntese de compostos orgânicos.
44	La imagen descubierta por la Química	Héctor Ramírez García	17	3	2006	357-363	A história de como a química assumiu um papel fundamental para o desenvolvimento da fotografia. Partindo do uso da câmara escura e das imagens tratadas com prata que escureciam sob a luz, vemos como Daguerre incrementa o processo de revelação tornando as imagens permanentes com o uso de uma interessante conjugação de reagentes químicos.
45	La Química en 1906	Aníbal Bascuñán Blaset	17	3	2006	402-403	Na virada para o século XX, a Química, então um corpo de conhecimentos já bem definido, encontrou novas motivações na físico-química (com seus ramos emergentes) e no uso de novas ferramentas matemáticas. Uma rápida retrospectiva histórica toma nomes como os de Nernst, Ostwald e Arrhenius para perceber mudanças na imagem e na forma de ensinar esta ciência em 1906.
46	Ludwig Mond: a brilliant chemical engineer	Jaime Wisniak	17	4	2006	464-475	Algo da biografia de Ludwig Mond, engenheiro alemão de grande visão e que pôs em prática a maior parte de suas descobertas. Foi o primeiro a utilizar o método Solvay na Inglaterra

							e passou boa parte de sua vida aperfeiçoando-o, além disso, foi pioneiro na preparação de carbonilas de metal (a de níquel, em especial, utilizada para extração deste a partir de minérios).
47	Henri Moissan (Premio Nobel de Química, premiado en diciembre de 1906)	Aníbal Bascuñán Blaset	17	4	2006	494-496	Moissan foi o tipo de cientista multifacetado e capaz de levar esta qualidade também para a sua vida pessoal. Vemos, num texto breve, como ele recorria ao uso de analogias problemas e como a necessidade de resolver problemas em química o levou a construção do forno elétrico que permitiu obter elementos mais puros e preparar novos compostos, ampliando os campos de investigação da Química.
48	Evaluación de las competencias de pensamiento científico	José Antonio Chamizo e Mercè Izquierdo Aymerich	18	1	2007	6-11	A partir de contribuições da Filosofia da Ciência, discute-se o sentido da atividade científica tomando a possibilidade de fazer perguntas como uma de suas principais competências. Utilizando-se, então, disto e da caracterização de Toulmin sobre problemas e conceitos, propõe-se avaliar as competências de pensamento científico através de um instrumento identificado como diagrama heurístico.
49	Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la ciencia y la tecnología en la sociedade	Angel Vázquez Alonso, José Antonio Acevedo Díaz, Maria Antonia Manassero Mas e Pilar Acevedo Romero	18	1	2007	38-55	A natureza da ciência é um conteúdo central no currículo da educação científica, mas a sua inclusão é complexa. No texto, são apresentados consensos sobre a natureza da ciência construídos a partir de um questionário do tipo COCTS. Estes consensos poderiam ser incluídos, de fato, no currículo. Além disso, são

							tratadas as implicações destas crenças consensuais.
50	Premio Nobel otorgado a Roger Kornber por su contribución al conocimiento de la base molecular de la transcripción eucarionte	Tzvetanka Dimitrova Dinkova	18	1	2007	65-68	Em 2006, Roger D. Kornberg, filho de Arthur Kornberg (Prêmio Nobel de Medicina), recebeu o prêmio Nobel de Química pelos seus trabalhos sobre transcrição gênica. Kornberg decifrou o processo de cópia da informação genética contida no DNA, que ocorre no RNA mensageiro. Mais um trabalho que trata de aspectos da história da ciência na contemporaneidade.
51	The composition of air: discovery of argon	Jaime Wisniak	18	1	2007	69-84	As investigações sobre a composição do ar passaram por quatro estágios: na Grécia, o ar era um dos quatro constituintes fundamentais do Universo; no fim do século XVIII, era um princípio primário cuja decomposição era impossível; e, ao final do século XIX, sua composição era de 21% de oxigênio e 79% de nitrogênio. Foi só em 1894 que a descoberta da presença de argônio na atmosfera permitiu novos avanços.
52	200 aniversario del nacimiento de Leopoldo Río de la Loza	Andoni Garritz	18	2	2007	99-101	O editorial comemora o bicentenário de Leopoldo Río de la Loza, químico mexicano nascido em 1807 que levou a ciência no país a um estágio bastante singular. É interessante notar que La Loza nasceu não muito tempo depois da formalização da Química como ciência, o que aconteceu em fins da década de 1780 com a publicação do "Tratado Elemental de Química" de Antoine Lavoisier.
53	Las concepciones epistemológicas de los profesores universitarios de química	Mar Mateos, María Basilisa García e Silvia Vilanova	18	2	2007	133-139	Uma descrição das concepções epistemológicas de professores

							universitários de Química. A partir de aplicação de um questionário, as respostas foram classificadas como "realismo ingênuo", "realismo crítico" ou "relativismo". Uma análise quantitativa aponta que as concepções oscilam entre "realismo crítico" e "relativismo" e que são consistentes.
54	John James Waterston: a pioneer of the kinetic theory of gases	Jaime Wisniak	18	2	2007	146-159	Um pouco da vida e da carreira de Waterston que pode ser considerado o último dos pioneiros da teoria cinética. Melhorou a teoria desenvolvida por Herapath e foi o primeiro a publicar o teorema de equiparação da energia. A sua publicação, infelizmente, ficou por muito tempo esquecida até ser encontrada por Lord Rayleigh e publicada postumamente por este.
55	El papel de una madre: Mendeleiev, muerto hace cien años	Andoni Garritz	18	3	2007	178-180	No centenário de morte de Mendeleiev, o editorial coloca em pauta o papel central dos pais na vida das pessoas. Mendeleiev era filho de um professor de Literatura e sua mãe era a dona de uma fábrica de vidro. Maria, a mãe, viúva e após perder a fábrica, percebeu o potencial acadêmico do filho mais novo, decidiu dar-lhe todo apoio e enfrentar as muitas dificuldades que se impuseram na carreira do cientista.
56	Eduard Büchner (1860-1917) Premio Nobel 1907	Aníbal Bascuñán Blaset e Elizabeth Del Moral Ramírez	18	3	2007	235-237	Durante os três últimos séculos, tem sido frequentes os debates entre materialismo e idealismo, vitalismo e mecanicismo. Quando Büchner apresenta seus avanços com a fermentação se a presença de células vivas com resultados experimentais

							contundentes e rigorosos e sem desacreditar aqueles que não compartilham de suas convicções, recebe – Merecidamente – o Prêmio Nobel em 1906.
57	William John Macquorn Rankine: thermodynamics, heat conversion, and fluid mechanics	Jaime Wisniak	18	3	2007	238-249	Rankine foi um cientista, educador e engenheiro muito prolífico e suas contribuições mostram a sua funcionalidade, desde a termodinâmica e a mecânica dos fluidos até temas filosóficos. É particularmente conhecido pelo estudo das máquinas térmicas e pelo desenvolvimento da segunda lei da termodinâmica, além de ter sido primeiro a definir tensão e esforço com rigor.
58	La ley periódica: un análisis histórico, epistemológico y didáctico de algunos textos de enseñanza	Johanna Patricia Camacho González, Rómulo Gallego Badillo e Royman Pérez Miranda	18	4	2007	278-288	Através da reconstrução histórico-epistemológica de um conceito (Lei Periódica) é possível demonstrar a dinâmica das comunidades científicas na construção de conhecimento. Vemos aqui como tal reconstrução é feita e como é apresentada nos livros didáticos. Aspectos de grande relevância, como a distinção entre os contextos de descoberta e justificação, também são tratados.
59	James Watt: the steam engine	Jaime Wisniak	18	4	2007	323-336	James Watt foi um dos mais brilhantes engenheiros e inventores de sua época, os melhoramentos que trouxe à máquina a vapor moderna propiciaram grandes avanços tecnológicos. O nome de Watt também está associado a uma controvérsia científica: quem descobriu que a água não era uma substância elementar, mas formada

							de hidrogênio e de oxigênio na razão 2:1?
60	Modesto Bargalló Ardévol: un químico español que se transformó en mexicano	Andoni Garritz e Ricardo Valdéz	19	1	2008	3-8	Um editorial dedicado a Adévol, falecido em 1981, uma figura importante para o desenvolvimento internacional do Ensino de Química e profundamente comprometido com a História da Ciência.
61	Los Nobel de Química y Física 2007	Emilio Orgaz	19	1	2008	9-12	O trabalho traz, de forma muito breve, de aspectos da biografia dos laureados com o Nobel de 2007 – Albert Fert e Peter Grünber (Física) e Gerhard Ertl (Química) –, bem como da trajetória das suas pesquisas. O prêmio em Física foi dado pela descoberta de uma “Magnetoresistência Gigante” e o de Química, pelos estudos sobre os fenômenos em superfícies sólidas. Um texto que trata da história contemporânea da ciência.
62	The development of dynamite: from Braconnot to Nobel	Jaime Wisniak	19	1	2008	71-81	Descrição do desenvolvimento histórico que levou à criação da dinamite. Braconnot, Pelouze e Sobrero são figuras centrais na descoberta da natureza explosiva e das propriedades dos produtos da reação entre a mistura de ácido nítrico e sulfúrico com carboidratos e poliálcoois entre 1833 e 1850. Tais precedentes permitiram a Alfred Nobel transformar um produto perigoso em algo útil, dando início à moderna indústria de explosivos.
63	Mendeleiev, el que pudo haber sido y no fue	Aníbal Bascuñán Blaset	19	2	2008	152-158	Breve biografia de Mendeleiev, elaborador de um sistema que, por quase cem anos, permitiu descobrir elementos químicos. Sempre incentivado pela mãe, estudou com

							alguns dos maiores cientistas de sua época, dentre os quais Bunsen, Dumas e Erlenmeyer. Participou da Conferência de Karlsruhe (1860) e ainda deu importantes contribuições para a indústria química do seu país. O homem que poderia ter sido um químico nacionalista ganhou o mundo.
64	Conservation of energy: readings on the origins of the first law of thermodynamics. Part I	Jaime Wisniak	19	2	2008	159-171	Os conceitos de matéria e energia sempre ocuparam o pensamento de cientistas e filósofos e, embora muitos cressem na conservação, foi só depois de muito tempo que a primeira lei da termodinâmica chegou a sua forma atual. Nesse decurso, encontramos contribuições de Huygens, Hooke, Bernoulli e Leibniz, entre outros, para que a conservação da energia tenha se tornado um princípio fundamental como o é hoje.
65	Conservation of energy: readings on the origins of the first law of thermodynamics. Part II	Jaime Wisniak	19	3	2008	216-225	Nesta segunda parte sobre a história do desenvolvimento da primeira lei da termodinâmica, são trazidas as contribuições seminais de quatro cientistas: Colding, Mayer, Joule e Helmholtz. Foi esse grupo que deu a expressão do princípio da conservação da energia como o conhecemos atualmente.
66	Antoine Laurent Lavoisier, el revolucionario	Aníbal Bascuñán Blaset	19	3	2008	226-233	Lavoisier é visto a partir de três perspectivas: a versátil, a química e a pública. Primeiro o vemos multifacetado, dedicado a atividades diversificadas e atacando tudo aquilo que é pouco científico e traz prejuízo à nação; o Lavoisier químico é o mais proeminente e traz seus trabalhos mais notáveis; e o lado do homem

							público que explica o contexto de sua morte e o envolvimento político.
67	El pasado y el futuro de la tabla periódica, este fiel símbolo del campo de la química siempre encara el escrutinio y el debate	Eric R. Scerri	19	3	2008	234-241	A tabela periódica é um dos mais poderosos ícones da ciência, capta a essência da Química e permite entender como os elementos combinam-se e comportam-se. Cem anos após a morte de Mendeleev, as origens e o status da classificação periódica são revisados em função dos precursores históricos desse sistema e dos debates sobre a melhor forma de representá-lo.
68	Celebrating 200 years of Julius Adolph Stoeckhardt, the author of <i>Schule der Chemie</i> : using history to learn chemistry	Gisela Boeck	19	4	2008	263-270	Stoeckhardt foi, além de um grande químico, um excelente professor e divulgador da Química. O bicentenário deste cientista apresenta uma oportunidade de explorar a sua vida e a sua carreira – é ele o autor de “Schule der Chemie”, um dos mais bem-sucedidos compêndios de química já elaborados. A partir deste cenário, busca-se explorar formas de aprender e ensinar Química usando de uma abordagem histórica.
69	William Ramsay	Jaime Wisniak	19	4	2008	303-310	Algo da biografia de William Ramsay que foi agraciado com o Prêmio Nobel de Química em 1904 pela descoberta de elementos gasosos inertes no ar e pela determinação do seu lugar no sistema periódico. Ainda ofereceu contribuições significativas à química orgânica, à termodinâmica e ao estudo dos processos radioativos, identificando gases liberados na transmutação de alguns elementos.
70	Aniversario del nacimiento de Max Planck: hace 90 años recibió el Premio Nobel de Física	Andoni Garriz	19	4	2008	338-340	Notas biográficas sobre o físico alemão Max Planck em comemoração aos 150 anos do seu nascimento e

							aos 90 anos de sua premiação com um Prêmio Nobel. Em 1900, Planck comprovou a continuidade que a Física então supunha para a radiação eletromagnética, uma descoberta que revolucionou a história da ciência e cujos frutos mudaram o mundo.
71	Eugène Melchior Peligot	Jaime Wisniak	20	1	2009	61-69	Peligot realizou pesquisas em uma variedade de temas, dentre os quais: açúcares e suas reações; cromo, urânio e ferro e seus sais; composição e estrutura do vidro etc. Com Dumas, de quem foi aluno, isolou álcool metílico, estudou suas reações e introduziu o termo "metileno" na Química. São apresentados, no texto, alguns fatos de sua vida e suas contribuições para a ciência.
72	Argumentación y criterios epistémicos: investigación de las razones de los aprendices como razonamientos	Richard Duschl e Kirsten Ellenbogen	20	2	2009	111-118	As práticas de ampliação e aprofundamento de explicações por meio de teorias e mudança conceitual são dominantes na ciência. É preciso então, incluir e compreender as razões epistêmicas e sociais dessas práticas no processo de aprendizagem. A pesquisa apresentada analisa como os estudantes usam do raciocínio epistêmico para sustentar seus argumentos, algo que pode orientar as ações do professor.
73	Auguste Laurent: radical y radicales	Jaime Wisniak	20	2	2009	166-175	As teorias de Laurent sobre equivalentes e radicais foram fundamentais para por um fim na teoria dualista e estabelecer uma nova abordagem. Tendo sintetizado um grande número de compostos orgânicos, propôs um método racional

							de classificação baseado nos grupos funcionais presentes nas moléculas. Seu radicalismo político e as críticas acres aos erros de outros químicos refrearam a difusão e avanço de suas ideias em vida.
74	La enseñanza experimental y la clasificación de los elementos em los libros de texto franceses y alemanes de la primera mitad del siglo XIX	Andoni Garritz Ruiz	20	3	2009	294-300	Mendeleiev chegou à tabela periódica enquanto escrevia um livro didático para seus alunos, a despeito de tais livros serem, quase sempre, repetitivos e ausentes de inspiração. Ao lado deste, casos de docentes franceses e alemães que, da mesma forma, participaram da construção da tabela periódica são apresentados, de modo a evidenciar como a docência (livros didáticos), em ocasiões notáveis, tem contribuído com a investigação científica.
75	Alexander William Williamson	Jaime Wisniak	20	3	2009	360-368	Alexander William Williamson descobriu acidentalmente a síntese de éteres pela reação de álcool com iodeto de alquila na presença de ácido sulfúrico, um fato decisivo para a derrubada da teoria dual de Berzelius. A despeito de suas incapacidades físicas, foi um dos poucos estudantes que recebeu de Liebig o grau de doutor. Dados de sua biografia são apresentados no texto.
76	Charles Friedel	Jaime Wisniak	20	4	2009	447-455	Mini biografia de Charles Friedel, um dos mais famosos químicos franceses da segunda metade do século XIX. Realizou investigações em mineralogia e, na Química, ao lado de James Mason Crafts, descobriu a reação que recebe seus nomes, uma ferramenta versátil e poderosa na síntese de uma variedade de

							compostos com importante valor industrial.
77	La enseñanza de la química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre	Andoni Garritz	21	1	2010	2-15	A sociedade, a ciência e a tecnologia sofreram grandes mudanças na passagem entre os séculos XIX e XX. Desde então, uma renovação na educação é exigida, pois é necessário entender como os estudantes encaram tais transformações. A discussão nesse entorno é construída com base em dez temas paradigmáticos para o futuro da Educação Química, dentre os quais “a natureza, a história e a filosofia da Química”.
78	The history of catalysis: from the beginning to Nobel Prizes	Jaime Wisniak	21	1	2010	60-69	Embora os efeitos da catálise sejam conhecidos desde a Antiguidade, foi somente no século XVIII que o fenômeno foi plenamente compreendido. Encontramos aqui uma história sobre o processo desde a proposição do termo por Berzelius e as contribuições de cientistas como Döbereiner, Davy e Thenard, até a outorga de dois Prêmios Nobel por estudos a seu respeito.
79	Iónico, covalente y metálico	Guillermo Salas-Banuet e José G. Ramírez-Vieyra	21	2	2010	118-125	A história do desenvolvimento conceitual de um modelo que, ao mesmo tempo, integra e distingue os tipos de ligações químicas. As matrizes triangulares baseiam-se na diferença de eletronegatividade dos compostos binários para classificá-los como iônicos, covalentes ou metálicos. Hans G. Grimm é uma das figuras de destaque aqui, mas não são olvidadas contribuições como as de Linus Pauling.

80	Henry Eyring, fisicoquímico mexicano: reminiscencia de una conferencia y algo más	Mayo Martínez Kahn	21	2	2010	146-149	Henry Eyring, um dos desenvolvedores da Teoria do Estado de Transição ou Teoria do Complexo Ativado, nasceu no México. Este fato abre espaço para o estudo de uma história pontual, com variantes regionais, a partir de uma conferência na qual o cientista tomou parte. Além de explorar traços da nacionalidade e da religiosidade de Eyring, o texto também traz sua cronologia.
81	Esther Luque: primera farmacéutica mexicana	Felipe León Olivares	21	2	2010	150-154	Numa análise da trajetória de Esther Luque enquanto acadêmica e farmacêutica, encontramos um recorte historiográfico bastante pontual, com destaque para o papel da mulher na ciência. O estudo abrange o período entre 1916 e 1941 em que atuou na Escuela Nacional de Ciencias Químicas como contexto geral e explora documentos primários como fontes de pesquisa.
82	Daniel Berthelot Part I: contribution to thermodynamics	Jaime Wisniak	21	2	2010	155-162	Um texto sobre a vida, mas principalmente sobre a carreira de Berthelot. Dentre as suas contribuições científicas estão investigações a respeito de condutividade, termodinâmica, pirometria e fotólise, mas aqui é descrito algo sobre os pesos atômicos e moleculares e o seu trabalho com equações de estado (a equação de van der Waals, por exemplo).
83	Darwin y el desarrollo de otra ley de la termodinámica	Mayo Martínez Kahn e León P. Martínez Castilla	21	3	2010	230-237	O bicentenário de nascimento de Charles Darwin estimula uma revisão bibliográfica sobre a termodinâmica biológica, aquela relacionada à evolução das espécies. A partir disso, a investigação toma o Princípio da

							Máxima Entropia para o estabelecimento de uma Quarta Lei da Termodinâmica, resguardada, claro, a relação histórica com o evolucionista.
84	Daniel Berthelot Part II: contribution to electrolytic solutions	Jaime Wisniak	21	3	2010	238-245	Nesta segunda parte do relato sobre Berthelot, é reconhecido o uso da condutividade elétrica em sua pesquisa sobre o equilíbrio químico em soluções eletrolíticas altamente diluídas. A partir de então, foi possível estudar a cinética dos fluidos dos organismos vivos e desenvolver o chamado método da curva de neutralização para avaliar a marcha das reações. Pelo trabalho com as soluções eletrolíticas, Berthelot recebeu o Prêmio Jecker da Academia de Ciências da França.
85	La historia como una herramienta para promover el aprendizaje	Andoni Garritz	21	4	2010	266-260	A linguagem, os modos e costumes dos cientistas são, frequentemente, inacessíveis ao público em geral, isso restringe o conhecimento numa sociedade democrática. Uma análise de casos históricos no ensino das ciências pode estabelecer uma ponte com o público leigo para que este compreenda o trabalho dos cientistas, que problemas enfrentaram e como os resolveram ao longo do tempo.
86	La ecuación de Charlot, la gráfica de Flood y la gráfica de Gordus	Maria Teresa Ramírez Silva, José Luis Córdova Frunz, José Franco Pérez Arévalo, Annia Galano e Alberto Rojas Hernández	21	4	2010	306-313	O rigoroso tratamento do estado de equilíbrio de uma espécie monoprotica em solução é apresentado a fim de justificar as simplificações feitas para o ensino. As ideias de Charlot, Flood e Gordus são resgatadas para facilitar o trabalho em sala de aula com os cálculos de pH.

87	Daniel Berthelot Part III: contribution to photochemistry	Jaime Wisniak	21	4	2010	314-323	<p>Nesta terceira parte de uma série de trabalhos sobre Berthelot é discutida a sua contribuição para a fotoquímica. Berthelot usou a radiação de uma lâmpada de vapor de mercúrio para efetuar uma série de reações de oxidação e polimerização, mostrando que através da fotólise é possível realizar processos antes possíveis por eletrólise apenas.</p>
88	La incomprendida electronegatividad (trilogía) Parte I: el pensamiento en la electronegatividad cualitativa	María Eugenia Noguez, José G. Ramírez-Vieyra e Guillermo Salas-Banuet	22	1	2011	38-44	<p>A eletronegatividade tem sido um conceito dos mais úteis e também problemáticos da Química, tendo mesmo sua existência questionada, apesar de ter quase cem anos. Apresentar aspectos de sua historia permite avaliar a sua evolução não-linear e, além disso, possibilita compreender como Pauling estabeleceu uma escala quantitativa a partir de tais antecedentes.</p>
89	La paradoja de Levinthal: cuando una contradicción se vuelve lógica	Salomón de Jesús Alas Guardado, Gabriel Merino e Arturo Rojo Domínguez	22	1	2011	51-54	<p>O paradoxo de Levinthal é discutido com uma grande carga histórica que mostra os seus desdobramentos. Quanto tempo um proteína leva para apresentar todas as suas conformações possíveis no espaço tridimensional? Este é um problema essencial para a vida e algumas das respostas a este respeito são revisadas.</p>
90	Émile Ovide Joseph Mathias: thermodynamics of saturated fluids	Jaime Wisniak	22	1	2011	55-62	<p>Há pouca informação disponível sobre a vida e a carreira de Mathias, mas é sabido que ele se dedicou ao estudo da termodinâmica, do magnetismo e dos fenômenos elétricos da atmosfera. Com Cailletet, desenvolveu métodos para medir a correlação entre a densidade de</p>

							gases liquefeitos e seus vapores saturados. É particularmente conhecido pela chamada Lei dos Diâmetros Retilíneos para determinação de volumes críticos.
91	Actitudes sobre la naturaleza de ciencia y tecnología en profesores y estudiantes mexicanos del bachillerato y la universidad públicos: Poyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con Ciencia, Tecnología y Sociedad	Cristina Rueda Alvarado, César Robles-Haro, Angel Vázquez Alonso e Andoni Garritz	22	2	2011	141-154	Alguns dos resultados do Projecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con Ciencia-Tecnología-Sociedad (PIEARCTS) são apresentados. A pobreza nas respostas dos estudantes e professores mexicanos é alarmante e revela um desconhecimento da atual concepção de natureza da ciência e da tecnologia. É preciso melhorar a atualização docente então, tornando este conteúdo prioritário em todos os níveis educacionais.
92	La incomprendida electronegatividad (trilogía) II: volución en la cuantificación de la electronegatividad	María Eugenia Noguez, José G. Ramírez-Vieyra e Guillermo Salas-Banuet	22	2	2011	155-161	O trabalho de Linus Pauling inspirou uma diversidade de propostas para definir uma eletronegatividade (X) universal e sua escala correspondente. São apresentados os primeiros métodos para definir escalas e como cada um se desenvolveu a partir dos anteriores. Desta forma chegamos a diferentes definições para X com unidades e significados físicos diferentes.
93	Can the periodic table be improved?	Ronald L. Rich e Michael Laing	22	2	2011	162-165	Nenhuma tabela periódica é capaz de revelar todas as relações importantes entre os elementos, mas podemos maximizá-las. Iniciamos com um olhar sobre a história das tabelas para, então, promover o ensino através de novos esquemas periódicos e facilitar a descoberta e o uso de similaridades nos materiais,

94	Sidney Young	Jaime Wisniak	22	2	2011	170-180	Um texto biográfico, mas com ênfase na carreira científica de Young. Ele foi pioneiro na separação e especificação de compostos orgânicos, estudou a resistência à fusão abaixo do ponto triplo de substâncias como o gelo e apontou falhas na Lei dos Diâmetros Retilíneos. Em adição, é de grande importância a sua descoberta de um azeótropo ternário utilizado na produção industrial de álcool absoluto.
95	Arte dentro de la Química: la celebración del Año Internacional de la Química	Andoni Garritz	22	3	2011	186-190	Apresenta-se uma relação entre a Química e a Arte, o que constrói, inevitavelmente, uma ponte com a história desta ciência. A arte é representativa em fotografias de elementos e compostos, em estruturas manométricas, em quadros do químico Wilhelm Ostwald e de forma notória em muitas representações alquímicas.
96	Chemistry and Art: Ancient textiles and medieval manuscripts examined through chemistry	Mary Virginia Orna	22	3	2011	191-197	Exame de tecidos peruanos do período pré-colombiano e de antigos manuscritos armênios e bizantinos. A pesquisa com estas fontes concretas permite verificar a relação entre a arte e a química moderna no uso de pigmentos produzidos com receitas da Idade Média, por exemplo. Inevitavelmente, é presente no trabalho uma carga histórica que acompanha essa relação entre ciência e arte.
97	El legado de Leonardo	Antônio Francisco Carrelhas Cachapuz	23	3	2011	198-202	Neste estudo, o interesse recai sobre as novas possibilidades de entender o conhecimento, em particular aquelas fecundas relações epistemológicas entre a química e a arte. Tomando a complexidade de Morin, é

							estabelecida uma ponte com o pluralismo e a transversalidade Leonardo de da Vinci. Aquela relação é explorada inclusive na educação química.
98	La incomprendida electronegatividad (trilogía) III: comprendiendo a la electronegatividad	María Eugenia Noguez, José G. Ramírez-Vieyra e Guillermo Salas-Banuet	22	3	2011	224-231	Existem dezenas de escalas de eletronegatividade, nenhuma muito diferente da de Pauling – nenhuma é perfeita. As escalas são, em sua maioria, resumidas no artigo e avaliadas segundo a diversidade de suas ideias. A eletronegatividade parece ser uma propriedade sem comportamento definido, o que dificulta lhe estabelecer uma escala universal hoje.
99	Amparo Barba en los Laboratorios Syntex	Felipe León Olivares	22	3	2011	249-253	Texto biográfico com ênfase na carreira acadêmica da engenheira química mexicana Amparo Barba Cisneiros. Ela estudou na Escuela Nacional de Ciencias Químicas, onde lecionou e formou algumas das primeiras gerações de engenheiras químicas. A partir de registros historiográficos primários, é narrado um pouco do início da igualdade de gênero no México em termos de desenvolvimento intelectual.
100	Nicolas Clément	Jaime Wisniak	22	3	2011	254-266	Apesar de não ter recebido uma educação formal, Clément tornou-se um cientista brilhante, dedicado à ciência após, muito fortuitamente, ganhar na loteria. Desenvolveu a teoria para fabricação de ácido sulfúrico pelo método das câmaras de chumbo, descobriu a fórmula correta do monóxido de carbono e a composição do pigmento lápis-lazúli e ainda destacou-se na produção

							industrial de alúmen, sulfato ferroso, álcool, etc.
101	Misión cumplida por los científicos españoles durante la II República Española: el IX Congreso de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, celebrado en Madrid	Carlos del Castillo-Rodríguez	22	3	2011	267-270	Um estudo histórico com novas informações biográficas e fotográficas sobre o IX Congresso da União Internacional de Química Pura e Aplicada realizado em Madrid em 1934. O evento ocorreu num período republicano e a sua importância (pela presença dos grandes químicos da época) transformou a capital espanhola no centro mundial da Química por alguns dias.
102	La otra historia de las causas de los accidentes tecnológicos	Horacio García Fernández	22	4	2011	306-317	A ciência e a tecnologia continuam a sofrer julgamentos em função das políticas de comunicação elaboradas para encobrir a responsabilidade de altos gestores e mesmo do governo. O acidente químico em Bophal, Índia (1984), é um exemplo deste tipo de situação e tal episódio da história da ciência recente é analisado de modo a identificar sua origem, andamento e responsáveis.
103	La imagen pública de la química	José Antonio Chamizo	22	4	2011	320-331	Seguindo as propostas de Kuhn e Jensen a respeito das revoluções científicas, a história da química é dividida em cinco grandes revoluções (1770-1790; 1845-1865; 1904-1924; 1945-1965 e 1973-1993) e, através destas, a imagem pública que se projeta da Química é examinada. Uma das questões levantadas é "Em algum momento da história, a Química foi reconhecida de outra forma?".
104	Edward Charles Howard: explosives, meteorites, and sugar	Jaime Wisniak	23	2	2012	230-239	Edward Charles Howard foi um cientista inglês autodidata e que nunca recebeu educação formal em

							Química. Além de informações biográficas, o texto traz algumas contribuições de Howard: descobriu o fulminato de mercúrio, que os meteoritos contêm níquel e que a sua composição única é inexistente na Terra. É também o responsável por projetar vários equipamentos que permitiram uma economia substancial na produção de açúcar.
105	The image of chemistry and curriculum changes	J. A. Linthorst	23	2	2012	240-242	Desde os anos 80, a influência do contexto tem sido crescente nos currículos, o que ocasionou uma mudança positiva na imagem da Química. No artigo, discute-se que a sociedade deve procurar compreender a razão da imagem negativa desta ciência buscando apoio na pesquisa histórica e filosófica, por isso se faz necessária uma mudança também no currículo.
106	Las áreas emergentes de la educación química: naturaleza de la química y progresiones de aprendizaje	Vicente Talanquer e Andoni Garritz	23	3	2012	328-330	A Educação Química tem mudado e continuará mudando em virtude da emergência de novos interesses educacionais. É necessário estar alerta para estas novas ideias a fim de trazer benefícios tanto para o ensino quanto para a pesquisa educacional. O editorial abre espaço para dois tópicos emergentes, um deles a Natureza da Química que diz respeito à Filosofia da Ciência.
107	Hugh Longbourne Callendar	Jaime Wisniak	23	3	2012	396-404	Callendar estudou e desenvolveu o termômetro de resistência de platina, tendo o utilizado para determinar o equivalente mecânico do calor, a temperatura precisa de fusão do enxofre e as propriedades térmicas da água líquida e na forma de vapor. No

							artigo, são apresentados alguns fatos de sua vida e carreira científica.
108	La terminología química durante el siglo XIX: retos, polémicas y transformaciones	Rosa Muñoz Bello e José Ramón Bertomeu Sánchez	23	3	2012	405-410	Uma análise das características da reforma terminológica ocorrida na Química em fins do século XVIII. Por meio de depoimentos de alguns autores espanhóis que traduziram obras da época, são mostradas as razões para a resistência e os problemas enfrentados. Por fim, são tratadas as aplicações didáticas deste estudo histórico e sua situação no todo de pesquisas sobre a circulação do conhecimento científico.
109	Thomas Carnelley	Jaime Wisniak	23	4	2012	465-473	Apesar da vida curta, Carnelley realizou uma investigação fundamental a respeito da relação entre as propriedades físicas dos elementos, seus compostos e sua posição na tabela periódica (regras de Carnelley). Foram os seus argumentos sobre a existência de “gelo quente” que estimularam Ramsey e Young a estudar o diagrama de fases de uma substância pura.
110	James Mason Crafts	Jaime Wisniak	23	E1	2012	162-170	Há pouca informação biográfica disponível sobre a vida de Crafts, o engenheiro de minas norte americano famoso pela reação de Friedel-Crafts, ferramenta poderosa na síntese de compostos orgânicos. Além do trabalho com síntese, Crafts publicou extensivamente na área de termometria, na qual se pode destacar o trabalho com calibração de termômetros.
111	Filosofía de la química o historia y filosofía de la ciencia como guía para	Mansoor Niaz	23	E2	2012	244-247	Dado o interesse da comunidade científica em conhecer o

	comprender el desarrollo de la química						desenvolvimento da Química no contexto histórico, o editorial apresenta alguns episódios que podem ajudar a compreender a origem epistemológica desta disciplina. Espera-se que compreendendo como a Química se desenvolve seja possível desempenhar o papel docente de uma forma muito mais efetiva.
112	Presentation of origin of the covalent bond in turkish general chemistry textbooks: a history and philosophy of science perspective	Mansoor Niaz e Bayram Costu	23	E2	2012	257-264	Uma análise da origem das ligações covalentes (de Lewis) em livros didáticos da Turquia sob a perspectiva da História e da Filosofia da Ciência (HFC). Do que se pode perceber, os livros não seguem, no geral, a perspectiva da HFC, que poderia estimular o interesse dos estudantes e facilitar a aprendizagem, mas sim uma interpretação indutivista da origem das ligações químicas.
113	Using the origin of chemical ideas to enhancean understanding of the chemistry of air: issues and challenges for including mathematics in the teaching and learning of chemistry	Kevin C. de Berg	23	E2	2012	265-270	O artigo tenta mostrar como a História da Química (e epistemologia) e a Matemática podem se combinar para, potencialmente, aumentar a compreensão dos estudantes de como as ideias químicas se desenvolvem. Para mostrar a importância desta relação, foi utilizada uma narrativa sobre as propriedades físicas e químicas do ar, construída a partir dos trabalhos de Boyle e Lavoisier, por estudantes universitários.
114	De la construcción del conocimiento científico a su enseñanza: distintas explicaciones sobre la estructura del benceno	María Gabriela Lorenzo e Andrea Soledad Farré	23	E2	2012	271-279	A revisão da evolução histórica das formas de representação do benzeno deixa clara a dinâmica de construção do conhecimento científico. Fatores diversos influenciaram o

							conhecimento da estrutura deste composto, desde a teoria estrutural até a dos orbitais moleculares. O trabalho tem potencialidades tanto para a formação de professores quanto para o desenvolvimento de investigações com alunos.
115	El Congreso de Karlsruhe: los inicios de una comunidade científica	Royman Pérez Miranda, Rómulo Gallego Badillo e Adriana Patricia Gallego Torres	23	E2	2012	280-289	No artigo, é analisado o papel epistemológico e histórico do Congresso no reconhecimento da Química como disciplina científica. Reunindo os mais proeminentes químicos da época, foram discutidos os conceitos de átomo, molécula e equivalente, além de uma notação racional para os compostos. Embora os acordos não tenham sido prontamente estabelecidos, nasce uma comunidade científica. Destaca-se a figura de Cannizzaro.
116	Understanding stoichiometry: towards a history and philosophy of chemistry	Mansoor Niaz e Luis A. Montes	23	E2	2012	290-297	Utilização da História e da Filosofia da Química (HFQ) para facilitar o entendimento sobre estequiometria pelos estudantes. As leis das proporções (definidas e múltiplas) são apresentadas a um grupo de controle através de estratégias tradicionais e a um grupo experimental através da dialética construtivista. No segundo grupo, a perspectiva da HFQ desenvolvida levou a uma avaliação crítica das leis ponderais e do seu papel na educação química.
117	La naturaleza de la química	José Antonio Chamizo, Irys Pacheco e Daniela Castillo-Leo	23	E2	2012	298-304	A partir de uma reflexão histórica sobre as particularidades da Química, que a diferenciam de outras ciências, foi realizado um estudo primário a respeito da natureza da Química. Alunos de licenciaturas diversas com

							alguma relação com a Química responderam a um questionário que busca reconhecer, em que medida, são capazes de perceber tais diferenças.
118	Chemistry: why the subject is difficult?	Liberato Cardellini	23	E2	2012	305-310	É notório o número cada vez menor de alunos que estuda Química, mas qual a razão disto? O estudo explora a importância da Filosofia da Química como facilitadora da compreensão de conceitos, tornando esta ciência relevante ao apresentá-la como um empreendimento humano. A inclusão de elementos de filosofia e história da química conduz a uma compreensão do progresso científico, revelando seu caráter criativo e tentativo.

Fonte: Produção própria.

APÊNDICE I: Levantamento bibliográfico – Revista Virtual Química (RVq).

PESQUISA EM PERIÓDICOS (2002-2012)

PERIÓDICO: Revista Virtual de Química – RVq			CRITÉRIO DE SELEÇÃO	
ISSN: 1984-6835	EXTRATO: B2	ÁREA: Ensino		
PERÍODO DISPONÍVEL: 2009-2013	TOTAL DE VOLUMES DISPONÍVEIS: 05			
FONTE(S): RVq (http://www.uff.br/RVQ/index.php/rvq/issue/archive); DOAJ (http://www.doaj.org/doaj?func=openurl&issn=19846835&genre=journal)				

QT.	TÍTULO	AUTOR	v.	n.	ANO	pp.	RESUMO
1	GFP: uma ferramenta brilhante para a visualização da vida	Florence M. Cordeiro de Farias	1	1	2009	2-8	Um breve relato da trajetória dos laureados com o Nobel de 2008 pela descoberta da proteína fluorescente GFP. O texto, de cunho biográfico, e detalhista no que diz respeito à vida dos cientistas.
2	A estranha e contraditória relação entre os químicos e a química teórica	André Gustavo H. Barbosa	1	3	2009	212-226	Numa breve análise histórica, o autor mostra como a linguagem da Química evoluiu independentemente de outras ciências até o final do século XIX, quando, na década de 1920, a química teórica se estabelece a partir do advento da mecânica quântica.
3	Histórico da evolução da química medicinal e a importância da lipofilia: de Hipócrates e Galeno a Paracelsus e as contribuições de Overton e de Hansch	Luciano J. Nogueira, Carlos A. Montanari, Claudio L. Donnici	1	3	2009	227-240	Estudo introdutório acerca da história da Química Medicinal com um olhar atento à importância da lipofilia na produção de medicamentos. Tomam destaque figuras tais como Hipócrates, Galeno e Paracelso, entre outras.
4	As formulações de tintas expressivas através da história	Vinicius M. Mello, Paulo A. Z. Suarez	4	1	2012	2-12	O trabalho trata da tecnologia de produção de tintas para pintura

							(expressivas) desde a pré-história. São retratados os óxidos e hidróxidos, o surgimento da aquarela, guache e nanquim, a evolução das resinas sintéticas e tendências para o século XXI.
5	Dorothy Crowfoot Hodgkin: uma vida dedicada à ciência	Maria D. Vargas	4	1	2012	85-100	Biografia da química Dorothy Hodgkin, uma das quatro mulheres ganhadoras do Nobel até então. Uma vida dedicada aos estudos sobre cristalografia e à missão de paz, oferecendo contribuições seminais para a História da Ciência.
6	Lise Meitner: a intérprete da cisão nuclear	Raquel Gonçalves-Maia	4	2	2012	173-192	Texto biográfico em torno da vida e dos estudos de Lise Meitner, a "Little Lady", que, junto de Otto Hahn, descobriu o protactínio e, posteriormente, interpretou a cisão nuclear.
7	Estudos sobre a noção de representação estrutural na Educação em Química a partir da Semiótica e da Filosofia da Química	Waldmir Nascimento de Araújo Neto	4	6	2012	719-738	O estudo das representações das estruturas químicas é acompanhado de uma revisão da elaboração destas ao longo da história. Aspectos ontológicos e epistemológicos de uma filosofia específica da Química suportam o trabalho.
8	Dos raios-X à estrutura biomolecular: D. Hodgkin, R. Franklin e A. Yonath	Raquel Gonçalves-Maia	4	6	2012	818-839	Desde que von Laue e Bragg possibilitaram o estudo dos cristais pela difração de raios-X, muitos pesquisadores dedicaram-se à investigação de moléculas vitais através da técnica. Nesse contexto, são apresentadas as biografias de três cientistas (mulheres) e sua representativa atividade na área da cristalografia.

Fonte: Produção própria

ANEXO A: Ementa da disciplina História da Química (10230) – UFRPE

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
 Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos 52171-900 Recife- PE
 Fone: 0xx-81-3302-1000 www.ufrpe.br

PROGRAMA DA DISCIPLINA

IDENTIFICAÇÃO

DISCIPLINA: História da Química	CÓDIGO: 10230
CARGA HORÁRIA TOTAL : 60 horas	NÚMERO DE CRÉDITOS: 3
CARGA HORÁRIA SEMANAL: TEÓRICAS: 4 PRÁTICAS: 0 TOTAL: 4	
PRÉ-REQUISITOS: Química Analítica II	
CO-REQUISITOS: nenhum	

EMENTA

Origens da química aplicada e da alquimia. Alquimia na idade média europeia. O renascimento e a latroquímica. Química pneumática. Estudos sobre a combustão. A descoberta do oxigênio e a revolução química. Leis ponderais e teoria atômica. Origens da química orgânica e da Físico-Química. A revolução quântica.

CONTEÚDOS

UNIDADES E ASSUNTOS

- 1 - O papel da história da química.
- 2 - Relações entre ciência e filosofia.
- 3 - As origens da química aplicada e da alquimia.
- 4 - A ciência grega.
- 5 - A ciência em Alexandria.
- 6 - Alquimia árabe.
- 7 - A alquimia na Europa.
- 8 - O renascimento e a latroquímica.
- 9 - O mecanismo e a nova visão da química.
- 10 - Estudos sobre combustão e calcinação de metais.
- 11 - A descoberta dos gases.
- 12 - Lavoisier e a revolução química.
- 13 - Estabelecimento das leis ponderais e da teoria atômica de Dalton.

- 14 - Oposição do positivismo ao desenvolvimento da teoria atômica.
- 15 - Desenvolvimento da química orgânica.
- 16 - Físico-química no século XIX.
- 17 - Estabelecimento da lei periódica dos elementos.
- 18 - Surgimento de modelos para a estrutura do átomo.
- 19 - O desenvolvimento da química quântica.
- 20 - A história da química no Brasil.

BIBLIOGRAFIA

- ALVES, R. Filosofia da Ciência.
- ELIADE, M. Forgerens er Alchimistes.
- GOLDFARB, A. M. Da alquimia a Química.
- KUHN, T. S. A estrutura das revoluções científicas. (Cap. I)
- MASSAIN, R. Chemie er Chimistes.
- METZGER, H. Les doutrines chimiques en France du debut du XVII ene a la fin du XVIII siécie.
- OLIVA, A. Epistemologia – A Cientificidade em Questão.
- PARTINGTON, A. A Short History of Chemistry.

Emissão

Data: 07/12/1992

Responsável: CTA do Departamento de Química

ANEXO C: Ementa da disciplina “Fundamentos Filosóficos Históricos e Sociológicos da Educação”.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
 Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos 52171-900 Recife- PE
 Fone: 0xx-81-3302-1000 www.ufrpe.br

PROGRAMA DA DISCIPLINA

IDENTIFICAÇÃO

DISCIPLINA: Fundamentos Filosóficos Históricos e Sociológicos da Educação

CÓDIGO: 05139

DEPARTAMENTO: Educação **ÁREA:** Planejamento e Administração Escolar

CARGA HORÁRIA TOTAL : 60 horas **NÚMERO DE CRÉDITOS:** 4

CARGA HORÁRIA SEMANAL: TEÓRICAS: 4 PRÁTICAS: 0 TOTAL: 4

PRÉ-REQUISITOS: nenhum **CO-REQUISITOS:** nenhum

EMENTA

Interpretação das diferentes concepções e práticas educacionais explicitando os pressupostos teórico-metodológicos subjacentes e suas implicações nas ações desenvolvidas no âmbito da prática pedagógica, numa perspectiva filosófica, histórica e sociológica.

CONTEÚDOS

UNIDADES E ASSUNTOS

UNIDADE I - FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA PRÁTICA PEDAGÓGICA

- Educação e Ensino - conceitos
- As teorias da educação: teorias não-críticas (pedagogia tradicional, nova e tecnicista); teorias críticos-reprodutivistas (escola com AIE, escola dualista, sistema de ensino violência simbólica).
- Escola democrática.
- O papel do educador e da escola no processo de transformação social.

UNIDADE II – HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO

- Antiguidade, Idade Média e Contemporaneidade.
- Brasil: Colônia, República, Anos 1930 e Contemporaneidade

UNIDADE III – A SITUAÇÃO DA EDUCAÇÃO NO BRASIL

- Panorama educacional brasileiro: visão histórica.

- As condições concretas de ensino nas escolas brasileiras, particularizando o caso das escolas agrícolas.
- Propostas pedagógicas numa perspectiva de transformação social.
- As Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e os Planos Nacionais de Educação.

BIBLIOGRAFIA

BRANDÃO, CARLOS R. **A Questão Política da Educação Popular**. S.P., Brasiliense, 1978.

_____. **O que é Educação**. Brasiliense, 2001.

ENGELS, F. **A Dialética da Natureza**. R.J., Paz e Terra, 1985.

FREIRE, PAULO. **Ação Cultural para a Liberdade**. R.J., Paz e Terra, 1978.

_____. **Concepção Dialética da Educação**. R.J., Paz e Terra, 1971.

GADOTTI, M. **Concepção Dialética da Educação**. S.P., Cortez, 1988.

_____. **Pensamento Pedagógico Brasileiro**. S.P., Ática, 1988.

LOMBARDI, JOSÉ CLAUDINEL, SAVIANI, DERMEVAL, SANFELICE, JOSÉ LUIZ (orgs). **Capitalismo, Trabalho e Educação**. Campinas, Autores Associados.

NIDELCOFF, TEREZA. **Uma Escola para o Povo**. S.P., Brasiliense, 1979.

ROMANELLI, OTAIZA. **História da Educação no Brasil**. Petrópolis, Vozes, 1998.

ROSA, M^a DA GLÓRIA. **História da Educação através de Textos**. S.P., Cultrix, 2004.

SORJ, BERNARDO. **A Nova Sociedade Brasileira**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2000.

Emissão:

Data:

Responsável:

ANEXO D: Ementa da disciplina “Didática”.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
 Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos 52171-900 Recife- PE
 Fone: 0xx-81-3302-1000 www.ufrpe.br

PROGRAMA DA DISCIPLINA**IDENTIFICAÇÃO**

DISCIPLINA: Didática	CÓDIGO: 05268
DEPARTAMENTO: Educação	ÁREA: Métodos e Técnicas de Ensino
CARGA HORÁRIA TOTAL : 60 horas	NÚMERO DE CRÉDITOS: 4
CARGA HORÁRIA SEMANAL: TEÓRICAS: 2 PRÁTICAS: 2 TOTAL: 4	
PRÉ-REQUISITOS: nenhum	CO-REQUISITOS: nenhum

EMENTA

A formação do educador, o processo ensino-aprendizagem, planejamento das práticas pedagógicas; objetivos, conteúdos, procedimentos, recursos e avaliação do processo ensino-aprendizagem.

CONTEÚDOS**UNIDADES E ASSUNTOS**

1. A Didática no Contexto das Ciências da Educação: Sua contribuição na formação do educador.
2. O Processo Ensino-Aprendizagem: A Prática Pedagógica e os pressupostos teóricos metodológicos que apoiam. A relação professor-aluno e suas implicações no ensino-aprendizagem. O Currículo escolar e a prática pedagógica; em busca da interdisciplinaridade no cotidiano da sala de aula.
3. Planejamento de Ensino: Conceito/etapas características/necessidades. Definição dos objetivos de ensino. Seleção e organização seqüencial de ensino. Organização das atividades de ensino. Definição dos procedimentos de avaliação.

BIBLIOGRAFIA

ABREU, M^a CÉLIA E MASETO, MARCOS T. **O Professor Universitário em Sala de Aula.** 5^a ed. SP., Editores Associados, 1993.

ALVES, RUBEM. **Estórias de quem Gostam de Ensinar.** Cortez: Autores

- Associados, 1993.
- ALVITE, M MERCEDES CAPELO. **Didática e psicologia**. SP., Ed. Loyola, 1987.
- BORDENAVE, JUAN DIAZ. **Estratégias de Ensino Aprendizagem**. Petrópolis, Ed. Vozes, 1977.
- CANDAU, VERA MARIA. **A Didática em Questão**. Petrópolis, Ed. Vozes, 1983.
- _____. **Rumo a uma Nova Didática**. Petrópolis, Ed. Vozes, 1988.
- CUNHA, M^a IZABEL. **O Bom Professor e sua Prática**. SP., Ed. Papyrus, 1992.
- FERREIRA, FRANCISCO WHITAKER. **Planejamento Sim ou Não**. RJ., Ed. Paz e Terra, 1983.
- HOFFMAN, JUSSARA. **Avaliação: Mito e Desafio uma Perspectiva Construtivista**. 3^a ed. Porto Alegre, 1992.
- _____. **A Avaliação Mediadora: Uma prática em Construção da Pré-Escola à Universidade**. Porto Alegre, Educação e Realidade, 1993.
- LIBÂNEO, JOSÉ CARLOS. **Democratização da Escola Pública**. SP., Ed. Loyola, 1988.
- MIZUKAMI, M^a DAS GRAÇAS N. **Ensino: As Abordagens do Processo**. SP., EPU, 1986.
- SAUL, ANA MARIA. **Avaliação Emancipatória**. Petrópolis, Ed. Cortez, 1988.
- SAVIANI, DERMEVAL. **Escola e Democracia**. SP., Cortez: Autores Associados, 1983.
- _____. **Pedagogia História-Crítica: Primeiras Aproximações**. 2^o ed. SP., Cortez, 1991.
- VEIGA, ILMA PASSOS ALENCASTRO. **Repensando a Didática**. Campinas, SP., 1992.
- _____. **A Prática Pedagógica do Professor de Didática**. 3^a ed., SP., Papyrus, 1994.

Emissão

Data:

Responsável: