

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FLÁVIO TAJIMA BARBOSA

**O ESTADO DO CONHECIMENTO DAS PESQUISAS SOBRE HISTÓRIA E  
FILOSOFIA DA CIÊNCIA EM PERIÓDICOS DA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS:  
UM OLHAR PARA A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**

CURITIBA

2016

FLÁVIO TAJIMA BARBOSA

**O ESTADO DO CONHECIMENTO DAS PESQUISAS SOBRE HISTÓRIA E  
FILOSOFIA DA CIÊNCIA EM PERIÓDICOS DA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS:  
UM OLHAR PARA A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e em Matemática, no curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Joanez Aparecida Aires

CURITIBA

2016

## PARECER

Defesa de Dissertação de **FLÁVIO TAJIMA BARBOSA**, intitulada "**O ESTADO DO CONHECIMENTO DAS PESQUISAS SOBRE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA EM PERIÓDICOS DA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS: UM OLHAR PARA A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**", para obtenção do Título de Mestre em Educação em Ciências e em Matemática.

De acordo com o Protocolo aprovado pelo Colegiado do Programa, a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados arguiu, nesta data, o candidato acima citado. Procedida à arguição, a Banca Examinadora é de Parecer que o candidato está **apto ao Título de MESTRE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA**, tendo merecido as apreciações abaixo:

BANCA	ASSINATURA	APRECIÇÃO
Profª. Drª. Joanez Aparecida Aires (orientadora)		Aprovado
Prof. Dr. Helder Eterno da Silveira		Aprovado
Prof. Dr. João Amadeus Pereira Alves		Aprovado

Curitiba, 01 de Dezembro de 2016.



Prof. Dr. Emerson Rolkouski  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação  
em Educação em Ciências e em Matemática



## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, que durante toda a vida, e mais uma vez, me incentivaram a buscar conhecimento e a sempre dar o melhor de mim.

A minha noiva Evelin, pela paciência, compreensão e força sem fim, dedicadas durante a realização deste trabalho.

Aos meus irmãos, que sempre estiveram ao meu lado e cujas palavras serviram de motivação para dar continuidade aos estudos.

Aos meus tios Sérgio e Leila Kikuti, que sem hesitar me ofereceram “pouso” quando precisei, fazendo sempre com que me sentisse em casa.

À Prof. Joanez Aparecida Aires, minha orientadora, a quem devo a realização deste trabalho. Sem ela nada disso teria sido possível. Agradeço eternamente pela confiança.

Aos professores Helder Eterno da Silveira e João Amadeus Pereira Alves, pelas valiosas contribuições que deram a este trabalho no momento da qualificação.

Aos professores do PPGECM, em especial os professores Leonir Lorenzetti, Sérgio Camargo e José Carlos Cifuentes, pelo conhecimento compartilhado.

Aos professores do departamento de Filosofia, Eduardo Barra e Ronei Mocelin, que gentilmente abriram as portas do departamento e permitiram que eu conhecesse um pouco mais sobre a Filosofia da Ciência.

Aos colegas de Mestrado, pelas brilhantes discussões durante as aulas, que fizeram com que eu percebesse que o conhecimento não tem fim.

E mais uma vez a esta universidade, que me proporcionou uma educação de qualidade.

A todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

*Na verdade só sabemos o quão pouco sabemos*

*– com o saber cresce a dúvida.*

*(Goethe)*

## RESUMO

A inserção da abordagem História e Filosofia da Ciência (HFC) no Ensino de Ciências tem recebido atenção por parte dos documentos oficiais, bem como dos pesquisadores da área. Tal abordagem pode possibilitar ao aluno a compreensão sobre o fazer científico e suas limitações, os aspectos históricos envolvidos no seu desenvolvimento e a percepção da Ciência como uma atividade humana. Nesse sentido, conhecer o que está sendo produzido em termos de pesquisa em HFC é fundamental para que se possa delinear as tendências e os temas que vêm sendo privilegiados. Tendo por base todas as considerações trazidas até aqui, este trabalho procurou responder à seguinte pergunta de pesquisa: qual o estado do conhecimento sobre a abordagem História e Filosofia da Ciência nos artigos publicados em periódicos nacionais que tratam da educação em química? Assim, a presente pesquisa tem como objetivo apresentar o estado do conhecimento sobre a abordagem História e Filosofia da Ciência, tendo como objeto artigos que tratam da Educação em Química, publicados em dez dos principais periódicos da área de Ensino de Ciências brasileiro, desde as primeiras publicações de cada revista até o ano de 2015. Os artigos foram analisados segundo descritores gerais e específicos. Nos “descritores gerais” foram levantados os autores, as instituições e sua dependência administrativa, os conteúdos químicos abordados, os níveis de ensino envolvidos, as metodologias e os instrumentos de pesquisa, bem como a classificação dos trabalhos em categorias. Também foram apresentadas as propostas didáticas, os autores mais influentes e as contribuições observadas nestas pesquisas para o Ensino de Química, a fim de compreender seus objetivos, suas características didático-pedagógicas e sua evolução ao longo dos anos. Em seguida, foram investigados os “descritores específicos”, a partir dos quais se buscou identificar as concepções sobre Natureza da Ciência (NdC) presentes nos artigos, por meio de uma análise epistemológica das categorias relacionadas a essas concepções. Para a análise dos descritores foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD). O principal escopo na identificação das concepções sobre NdC, para além de mapear os trabalhos produzidos sobre HFC em Educação em Química, é subsidiar os professores na compreensão da perspectiva de HFC, de modo que lhes possibilitem encontrar elementos que norteiem suas práticas em sala de aula ao utilizar esta abordagem. Os descritores gerais foram bastante diversificados, mostrando uma variedade de autores e temas pesquisados nos trabalhos. A subcategoria *estudo histórico do desenvolvimento de teorias* foi a que mais apresentou artigos, seguida da subcategoria *propostas didáticas*. Em relação aos descritores específicos, a quantidade de trabalhos que apresentaram visões de enfrentamento supera a quantidade de trabalhos que apresentaram visões deformadas. No entanto, não pudemos concluir que com o passar dos anos os artigos vêm demonstrando cada vez menos visões deformadas. Tanto as visões de enfrentamento quanto as visões deformadas estão distribuídas de maneira quase uniforme ao longo dos anos. Com esta pesquisa, buscou-se também desenvolver um material que subsidie os professores no enfrentamento dos inúmeros desafios relacionados ao emprego da abordagem HFC, por meio da utilização dos diferentes artigos analisados.

Palavras-chave: História e Filosofia da Ciência, Natureza da Ciência, Ensino de Química, Estado do Conhecimento.

## ABSTRACT

The insertion of the History and Philosophy of Science approach (HFC) in Science Education has received attention from official documents, as well as researchers. Such an approach may enable the student to understand the scientific work and its limitations, the historical aspects involved in its development and perception of science as a human activity. In this sense, to know what is being produced in terms of research on HFC is essential so that it is possible to outline the trends and themes that have been privileged. Based on all the considerations brought up to date, this study sought to answer the following research question: what is the state of knowledge about the approach History and Philosophy of Science in articles published in national journals dealing with education in chemistry? Thus, this study aims to present the state of knowledge on the History and Philosophy of Science approach, having as object articles dealing Chemical Education, published in 10 leading journals of the Brazilian science education area, since the first publications of each magazine until 2015. The articles were analyzed according to general and specific descriptors. In "General Descriptors", were raised the authors, institutions and administrative dependency, covered chemical content, education levels involved, the methodologies and research tools, as well as the classification of work in categories. Were also presented the educational proposals, the most influential authors and the contributions noted in research for Chemistry Teaching in order to understand the objectives and didactic and pedagogical characteristics of the products, and the development of the area over the years. In the second part we investigated the "Specific Descriptors", from which sought to identify the conceptions of Nature of Science (NoS) in articles through an epistemological analysis of categories related to these concepts. For the analysis of these descriptors was used Textual Analysis Discourse (ATD). The main objective of identifying the conceptions of NoS, in addition to mapping the work produced on HFC in Education in Chemistry, is in order to support teachers in understanding HFC approach, so that they can find information to guide their practices classroom when using this approach. The general descriptors were quite diverse, showing a variety of authors and subjects studied in the works. The subcategory *study of the development of theories* was the most submitted articles, followed by subcategory *didactic proposals*. Regarding the specific descriptors, the amount of work that had coping visions is greater than the amount of work that had distorted visions. However, we could not conclude that over the years the articles are showing less and less distorted visions. Both coping and deformed visions are distributed almost evenly to over the years. With this research, we also sought to provide a material that can support teachers in addressing the numerous challenges related to the use of HFC approach through the use of different articles analyzed.

Keywords: History and Philosophy of Science, Nature of Science, Chemistry Education, State of Knowledge.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – HISTOGRAMA DOS ARTIGOS POR ÁREAS DE CONTEÚDO EM 8 DAS 10 REVISTAS ANALISADAS.....	114
FIGURA 2 – DISTRIBUIÇÃO REFERENTE À DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA DOS ARTIGOS PUBLICADOS. ....	125



## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – QUANTIDADE DE ARTIGOS PUBLICADOS, QUANTIDADE DE ARTIGOS HFC, QUANTIDADE DE ARTIGOS HFC NO ENSINO DE QUÍMICA NO PERÍODO E PERIÓDICOS ANALISADOS. ....	113
GRÁFICO 2 – PUBLICAÇÕES NO PERÍODO ANALISADO REFERENTE À HFC NO ENSINO DE CIÊNCIAS E À HFC NO ENSINO DE QUÍMICA. ....	117
GRÁFICO 3 – DISTRIBUIÇÃO DAS REGIÕES GEOGRÁFICAS A QUAL PERTENCEM OS ARTIGOS. ....	122
GRÁFICO 4 – CATEGORIZAÇÃO DOS TRABALHOS EM RELAÇÃO AO CONHECIMENTO QUÍMICO .....	138

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – REVISTAS DE ENSINO DE CIÊNCIAS .....	100
QUADRO 2 – DESCRITORES GERAIS .....	107
QUADRO 3 – ANO DE INÍCIO DE PUBLICAÇÃO E ANO DA PRIMEIRA PUBLICAÇÃO EM HFC DE CADA REVISTA ANALISADA. ....	110
QUADRO 4 – ANO DA PRIMEIRA PUBLICAÇÃO EM HFC NO ENSINO DE QUÍMICA DE CADA REVISTA ANALISADA.....	111
QUADRO 5 – NÚMERO TOTAL DE ARTIGOS PUBLICADOS SOBRE HFC EM CADA REVISTA NO PERÍODO ANALISADO.....	111
QUADRO 6 – NÚMERO TOTAL DE ARTIGOS PUBLICADOS SOBRE HFC NO ENSINO DE QUÍMICA EM CADA REVISTA NO PERÍODO ANALISADO.....	112
QUADRO 7 – QUANTIDADE DE ARTIGOS PUBLICADOS SOBRE A ABORDAGEM HFC E SOBRE A ABORDAGEM HFC NO ENSINO DE QUÍMICA NO PERÍODO .....	116
QUADRO 8 – AUTORES COM MAIOR NÚMERO DE PUBLICAÇÕES .....	119
QUADRO 9 – REGIÃO GEOGRÁFICA A QUAL PERTENCEM OS ARTIGOS .....	121
QUADRO 10 – INSTITUIÇÕES DE ENSINO A QUAL PERTENCEM OS ARTIGOS .....	122
QUADRO 11 – DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO. ....	124
QUADRO 12 – NÍVEL DE ENSINO A QUE SE REFEREM OS ARTIGOS .....	125
QUADRO 13 – CATEGORIA A QUAL PERTENCEM OS TRABALHOS .....	127
QUADRO 14 – SÍNTESE DA PROPOSTA DIDÁTICA PRESENTE EM C&E3. ....	134
QUADRO 15 – METODOLOGIA DE ANÁLISE APRESENTADA NOS ARTIGOS..	140
QUADRO 16 – INSTRUMENTOS DE PESQUISA UTILIZADOS NOS ARTIGOS ..	143
QUADRO 17 – PRINCIPAIS REFERENCIAIS TEÓRICOS UTILIZADOS NOS ARTIGOS.....	145
QUADRO 18 – CATEGORIAS A PRIORI DEFINIDAS PARA ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES SOBRE NDC PRESENTES NOS ARTIGOS. ....	147
QUADRO 19 – CATEGORIAS A PRIORI UTILIZADAS PARA ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES SOBRE NDC PRESENTES NOS ARTIGOS. ....	149

QUADRO 20 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO AS4.....	152
QUADRO 21 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO AS4 .....	155
QUADRO 22 – QUANTITATIVO DE VISÕES DEFORMADAS PRESENTES NOS ARTIGOS .....	160
QUADRO 23 – QUANTITATIVO DE VISÕES DE ENFRENTAMENTO PRESENTES NOS ARTIGOS .....	160
QUADRO 24 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'CIÊNCIA NÃO INFLUENCIADA POR FATORES EXTERNOS' .....	161
QUADRO 25 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'CIÊNCIA COMO ATIVIDADE INDIVIDUAL' .....	162
QUADRO 26 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'OBSERVAÇÃO NEUTRA E EM BUSCA DA DESCOBERTA CIENTÍFICA' .....	163
QUADRO 27 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'MÉTODO CIENTÍFICO CLÁSSICO' .....	165
QUADRO 28 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'CONHECIMENTO CIENTÍFICO VERDADEIRO E DEFINITIVO' .....	166
QUADRO 29– ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'LINEARIDADE DA CIÊNCIA' .....	167
QUADRO 30 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'REALISMO INGÊNUO' .....	168
QUADRO 31 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'WHIGGISMO' .....	169
QUADRO 32 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'CIÊNCIA INFLUENCIADA POR FATORES EXTERNOS' .....	170
QUADRO 33 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'CIÊNCIA COMO ATIVIDADE COLETIVA' ....	171

QUADRO 34 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'OBSERVAÇÃO INFLUENCIADA POR UMA TEORIA' .....	172
QUADRO 35 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'PLURALISMO METODOLÓGICO' .....	174
QUADRO 36 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'CARÁTER HISTÓRICO E DINÂMICO DA CIÊNCIA' .....	175
QUADRO 37 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'UNIFICAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO' .....	176
QUADRO 38 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'RUPTURAS E/OU CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS' .....	177
QUADRO 39 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'CIÊNCIA COMO ATIVIDADE IMAGINATIVA E CRIATIVA' .....	178
QUADRO 40 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'MODELOS COMO REPRESENTAÇÃO DA REALIDADE' .....	180
QUADRO 41 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'CIÊNCIA COMO ATIVIDADE HUMANA' .....	181

## LISTA DE SIGLAS

AC	– Análise de Conteúdo
AD	– Análise do Discurso
ALXD	– Revista Alexandria
AS	– Revista Acta Scientiae
ATD	– Análise Textual Discursiva
C&E	– Revista Ciência & Educação
CTS	– Ciência-Tecnologia-Sociedade
ENEC	– Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências
EPEC	– Revista Experiências em Ensino de Ciências
HC&E	– Revista História da Ciência & Ensino
HFC	– História e Filosofia da Ciência
IENCI	– Revista Investigações em Ensino de Ciências
LD	– Livro Didático
NdC	– Natureza da Ciência
PNLD	– Programa Nacional do Livro Didático
PNLEM	– Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
PUC-SP	– Pontifícia Universidade Católica - São Paulo
QNEsc	– Revista Química Nova na Escola
RBHC	– Revista Brasileira de História da Ciência
RBPEC	– Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências
UEL	– Universidade Estadual de Londrina
UEM	– Universidade Estadual de Maringá
UFBA	– Universidade Federal da Bahia
UFMT	– Universidade Federal do Mato Grosso
UFRGS	– Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	– Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRPE	– Universidade Federal Rural de Pernambuco

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas  
UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
USP – Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2</b>	<b>A NATUREZA DA CIÊNCIA E O ENSINO DE CIÊNCIAS</b> .....	23
2.1	ASPECTOS CONSENSUAIS DA NATUREZA DA CIÊNCIA.....	29
2.1.1	O Mito do Método Científico.....	32
2.1.2	A Natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico.....	37
2.1.3	Não há observação neutra em relação à teoria.....	44
2.1.4	A Ciência é mutável, dinâmica.....	47
2.1.5	Caráter social do desenvolvimento científico.....	52
2.2	A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	57
2.2.1	A NdC contextualizada por meio da História da Ciência.....	62
2.2.2	O Projeto <i>History and Philosophy in Science Teaching</i> (HIPST).....	66
2.2.3	Sobre a formação de professores em HFC.....	70
<b>3</b>	<b>PESQUISAS SOBRE HFC EM PERIÓDICOS E EVENTOS</b> .....	79
3.1	AS PESQUISAS ENVOLVENDO O ESTADO DO CONHECIMENTO NO ENSINO DE QUÍMICA.....	81
3.2	PESQUISAS QUE TRATAM DO ESTADO DO CONHECIMENTO EM HFC NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	86
<b>4</b>	<b>CAMINHOS DA PESQUISA</b> .....	99
4.1	DESCRITORES GERAIS.....	106
4.1.1	Ano de Publicação.....	110
4.1.2	Autores dos Artigos.....	119
4.1.3	Região Geográfica.....	121
4.1.4	Instituição de Ensino.....	122
4.1.5	Dependência Administrativa.....	124
4.1.6	Nível de Ensino.....	125
4.1.7	Categorias dos Trabalhos.....	126
4.1.7.1	Propostas Didáticas.....	133
4.1.8	Conteúdo Químico.....	137
4.1.9	Metodologia de Análise.....	139
4.1.10	Instrumento de Pesquisa.....	143
4.1.11	Referenciais Teóricos.....	144
4.2	DESCRITORES ESPECÍFICOS.....	146
4.2.1	Análise dos Descritores Específicos.....	149

4.2.1.1	Visões Deformadas.....	161
4.2.1.1.1	Ciência não influenciada por fatores externos.....	161
4.2.1.1.2	Ciência como atividade individual .....	162
4.2.1.1.3	Observação neutra e em busca da descoberta científica .....	163
4.2.1.1.4	Método científico clássico .....	164
4.2.1.1.5	Conhecimento científico verdadeiro e definitivo .....	166
4.2.1.1.6	Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.....	167
4.2.1.1.7	Linearidade da Ciência .....	167
4.2.1.1.8	Realismo Ingênuo .....	168
4.2.1.2	Visões de Enfrentamento.....	170
4.2.1.2.1	Ciência influenciada por fatores externos.....	170
4.2.1.2.2	Ciência como atividade coletiva .....	171
4.2.1.2.3	Observação influenciada por uma teoria.....	172
4.2.1.2.4	Pluralismo metodológico .....	174
4.2.1.2.5	Caráter histórico e dinâmico da Ciência .....	175
4.2.1.2.6	Unificação do conhecimento científico .....	176
4.2.1.2.7	Rupturas e/ou controvérsias científicas.....	177
4.2.1.2.8	Ciência como atividade imaginativa e criativa .....	178
4.2.1.2.9	Modelos como representação da realidade (emergente) .....	179
4.2.1.2.10	Ciência como atividade humana (emergente) .....	181
<b>5</b>	<b>A HFC NOS PERIÓDICOS: UM REFERENCIAL PARA A FORMAÇÃO E AÇÃO DOCENTE.....</b>	<b>183</b>
5.1	EXPERIMENTAÇÃO.....	183
5.2	TEORIA ÁCIDO-BASE.....	185
5.3	ATOMISMO .....	186
5.4	NOÇÃO DE ELEMENTO E SUBSTÂNCIA .....	188
5.5	RADIOATIVIDADE:.....	190
5.6	TEORIA DO FLOGÍSTICO.....	191
5.7	ELETROQUÍMICA .....	193
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>195</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>203</b>
	<b>APÊNDICE A – LISTA DE ARTIGOS CODIFICADOS .....</b>	<b>213</b>
	<b>APÊNDICE B – CATEGORIAS A QUAL PERTENCEM OS TRABALHOS.....</b>	<b>226</b>
	<b>APÊNDICE C – PROPOSTAS DIDÁTICAS.....</b>	<b>227</b>
	<b>APÊNDICE D – CONTEÚDO QUÍMICO DOS ARTIGOS.....</b>	<b>235</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A Ciência, especialmente aquela desenvolvida durante os séculos XVI e XVII, nominada Ciência Moderna ou Ciências Naturais, corresponde a um dos maiores empreendimentos que o ser humano já foi capaz de construir. A Ciência nasce do desejo humano de conhecer o mundo e, a partir do conhecimento, atenuar o medo decorrente dos fenômenos naturais, que outrora pareciam transparecer a ira dos deuses contra o homem. A Ciência permitiu à humanidade ir além do natural, possibilitando a criação do artificial e a previsão dos fenômenos naturais. Pelo menos era esse o ideal da Ciência Moderna. Todavia, com o passar do tempo, referido ideal de Ciência foi perdendo força e começando a ser questionado, tendo em vista as consequências, nem sempre só positivas, que a Ciência imprimia à natureza que outrora desejou dominar.

No intuito de tentar compreender o que de fato era a Ciência e, principalmente, entender os meandros de sua construção, é que comecei a ler sobre a Filosofia da Ciência. A leitura de autores como Thomas Kuhn e Karl Popper, permitiu descobrir que muito do que eu pensava sobre a Ciência, suas certezas e verdades, poderiam não ser definitivas. Ao contrário, a Ciência seria, como outras áreas do conhecimento, uma construção humana, uma interpretação do mundo e, portanto, sempre dinâmica, nunca acabada. Sendo assim, aquela minha compreensão de uma Ciência verdadeira, que até então havia tomado como certa e indubitável, acabara de cair por terra. Um mundo novo e instigante havia se descortinado, e a Ciência para mim nunca mais foi a mesma. Pensei então que de alguma forma, a Filosofia da Ciência poderia ser inserida no ensino, para que os alunos pudessem, assim como eu, ter contato com essa outra forma de ver a Ciência. Foi a partir de tais reflexões que encontrei a História e Filosofia da Ciência (HFC) como tema de pesquisa no Ensino de Ciências.

Em meados de 2013, eu havia decidido iniciar uma carreira na docência após algumas boas experiências como professor voluntário, e assim dar aulas passou a ser um objetivo de vida. Iniciei um curso de licenciatura a fim de ter um maior proximidade com a área e procurar conhecimentos docentes, já que eu não tinha formação específica, pois minha graduação inicial foi em Engenharia Química.

No curso de licenciatura tive contato com alguns documentos oficiais, como as Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná e os Parâmetros Curriculares Nacionais, os quais enfatizavam o emprego da HFC como uma abordagem diferenciada para o Ensino de Ciências. Esse fato fez com que eu passasse a ver o Ensino de Ciências com outros olhos, já que durante o período em que atuei na docência, sempre me questioneei a respeito dos conteúdos que eram ensinados, e como os livros e apostilas os abordavam. Percebi que estes eram dogmáticos e descontextualizados, com muitas fórmulas e exercícios, que ao invés de possibilitarem ao aluno conhecer um mundo novo, apenas o entendiam e causavam aversão às Ciências.

Foi então que decidi ingressar no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná, que tinha como uma das linhas de pesquisa a HFC. O meu objetivo era estudar mais sobre o tema e realizar uma pesquisa que pudesse contribuir para que o Ensino de Ciências contemplasse aspectos sobre os processos de construção da Ciência para além dos produtos desta. Para mim, o estudante de Ciências deveria compreender o que é a Ciência, quais fatores influenciam a sua construção, bem como as suas limitações. Motivado pelo pensamento de que isso poderia de fato ser transformado em realidade, iniciei o mestrado, tendo como premissa que a HFC constitui-se numa abordagem que pode promover uma educação transformadora. Ou seja, pode fazer com que o aluno compreenda o empreendimento científico como uma construção humana, passível de modificações e, dessa forma, tal abordagem pode contribuir para a autonomia intelectual em relação à Ciência.

A aprendizagem científica deve propiciar ao aluno a possibilidade de participar na tomada de decisões dos problemas científico-tecnológicos presentes na sociedade de forma crítica, bem como deve levá-lo a compreender que os processos de construção do conhecimento científico possuem um caráter dinâmico. No entanto, o que se encontra nas escolas, segundo Pozo e Crespo, são práticas que “tendem a estar mais centradas em tarefas rotineiras ou delimitadas, com escasso significado científico, do que em verdadeiros problemas com conteúdo *científico*”. (POZO; CRESPO, 2009, p. 17, grifo do autor).

De modo geral, o conteúdo científico é apresentado de maneira dogmática e descontextualizada, valorizando-se apenas os produtos da Ciência. Há uma ênfase

em fórmulas e tabelas, que muitas vezes têm como único objetivo a sua memorização sem que haja uma maior preocupação em ensinar os processos de construção dos conceitos envolvidos. A falta de sentido do conhecimento científico não só limita o entendimento dos alunos sobre sua utilidade ou aplicabilidade, mas também diminui seu interesse pela Ciência. Assim, segundo Pozo e Crespo (2009), além de os alunos adotarem compreensões inadequadas em relação à Ciência, também há uma falta de interesse pela aprendizagem desta disciplina.

Nesse sentido, Forato, Martins e Pietrocola (2012) argumentam que o aprendizado não deve ficar restrito apenas a um entendimento dos conceitos científicos. Pode também propiciar uma compreensão sobre o processo de construção de tais conceitos, ou seja, pode contribuir para um aprendizado *sobre* a Ciência. Tala e Vesterinen (2015) também consideram que um aspecto importante a ser desenvolvido no Ensino de Ciências é a percepção de como a Ciência opera e de como os cientistas trabalham.

A inclusão da HFC no Ensino de Ciências pode permitir que o aluno compreenda, principalmente, que a Ciência é construída por pessoas que ao longo da história da humanidade vêm elaborando explicações para os fenômenos que as cercam, visando ao entendimento do mundo em que vivem. Assim, a Ciência é uma construção plural e nunca individual. Esta concepção leva a uma maior humanização da Ciência, pois se contrapõe àquela visão da Ciência apenas como resultado de *insights* de mentes brilhantes de indivíduos que descobrem coisas ao acaso, ocasionando uma compreensão restrita da Ciência.

Por essas razões, os documentos oficiais (BRASIL, 2002) também orientam sobre a importância da inserção da abordagem HFC no Ensino de Ciências, a qual possibilita a compreensão da Natureza da Ciência (NdC), bem como seus pressupostos e objetivos. Os documentos ainda enfatizam o fato de que essa abordagem traz à tona questionamentos que permitem ao aluno a formação de um senso crítico em relação ao que lhe é ensinado, além de fornecer subsídios para uma abordagem contextualizada e interdisciplinar, aspectos estes que vêm sendo requisitados cada vez mais no Ensino de Ciências.

Segundo Höttecke, Henke e Riess (2012), tal inserção pode possibilitar ao aluno uma melhor compreensão e maior autonomia frente ao mundo científico-

tecnológico que o cerca, permitindo que compreenda “a relação dos conteúdos científicos com o contexto social, formando alunos capazes de verem as questões éticas e os efeitos das pesquisas científicas” (GANDOLFI; FIGUEIRÔA, 2013, p.2), de tal maneira que possam tomar decisões conscientes e se posicionar frente ao novo e desconhecido.

Dessa maneira, de acordo com Forato, Pietrocola e Martins, saber articular o conhecimento científico com os conteúdos sociais é fundamental para uma “compreensão contextualizada desses saberes, inscritos na dinâmica e na complexidade da vida humana”. (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p.29). Sendo assim, a abordagem HFC, de acordo com Henke e Höttecke (2015), permite construir visões mais adequadas sobre os aspectos sociais, epistemológicos e metodológicos da Ciência. É nesse sentido que o Ensino de Ciências ao colocar o aluno no centro de sua aprendizagem, contribui para o desenvolvimento de um aprendizado autônomo e contínuo ao longo da vida.

Tendo em vista todas as potenciais contribuições que a abordagem HFC pode trazer ao Ensino de Ciências, as publicações que tratam do tema encontram lugar de destaque nos periódicos da área de Ensino de Ciências brasileiro e de outros países. Tais publicações demonstram que já existe um número considerável de pesquisas sobre o tema nas subáreas de física, química, biologia, geologia, dentre outras, o que permite concluir que há uma preocupação crescente em ensinar sobre a NdC. Ou seja, sobre o conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico, os quais são tratados no bojo da HFC. Assim, conhecer o que está sendo produzido em termos de pesquisa em HFC, logo sobre NdC, é fundamental para que se possa delinear as tendências e os temas que vêm sendo privilegiados e, principalmente, servir de referencial para a utilização da HFC na formação de professores.

Para que pesquisadores da área, bem como, professores em formação inicial e continuada possam conhecer como está constituído esse campo de conhecimento no Brasil, consideramos relevante investigar como tal abordagem vem sendo tratada nas pesquisas da área de Ensino de Ciências. Fizemos este estudo por meio da análise das propostas didáticas, das metodologias utilizadas, dos conteúdos abordados, dos instrumentos de constituição e de dados, dos autores

mais influentes e, principalmente, das visões sobre a NdC que estão presentes nos artigos, procurando compreender a evolução desta área de pesquisa.

Nesse sentido, os resultados de tais análises podem ajudar pesquisadores e professores a compreender quais as contribuições que a abordagem HFC oferece ao Ensino de Química brasileiro. A presente pesquisa buscou mapear e refletir sobre esta área de conhecimento, já que pesquisas do tipo estado do conhecimento podem contribuir para uma visão mais ampla e sistemática do que vem sendo produzido, bem como indicar problemáticas para pesquisas futuras.

Tendo por base todas as considerações trazidas até aqui, este trabalho procurou responder à seguinte pergunta de pesquisa: qual o estado do conhecimento sobre a abordagem História e Filosofia da Ciência, nos artigos publicados em periódicos nacionais que tratam da Educação em Química?

O objetivo geral consiste em delinear o estado do conhecimento sobre a abordagem HFC nos artigos publicados nos principais periódicos nacionais da área de Ensino de Ciências que tratam dessa abordagem no Ensino de Química. Objetiva-se também, a partir desta investigação, apresentar uma compilação dos artigos analisados permitindo ao professor de Química, em formação inicial e/ou continuada, ter acesso de modo mais fácil e sistematizado a esta produção, de modo a subsidiá-lo tanto no aprofundamento da compreensão sobre HFC quanto para utilização em sala de aula.

Para isso, o capítulo 1 é dedicado às discussões a respeito da HFC no Ensino de Ciências, procurando apresentar os aspectos epistemológicos e historiográficos que norteiam tais questões. São debatidas as visões consensuais sobre a NdC que mais se adequam à educação em Ciências, e que fornecem subsídios para uma compreensão mais realista do fazer científico. Ainda, são examinadas as formas como o tema vem sendo abordado no Ensino de Ciências, procurando mostrar seus principais encaminhamentos.

No capítulo 2 são apresentadas pesquisas sobre HFC em periódicos e em eventos da área de Ensino de Ciências. Buscou-se encontrar informações que pudessem subsidiar as discussões do presente trabalho, como categorias nas quais os trabalhos foram enquadrados, bem como quantitativos sobre as pesquisas em

HFC no país. O capítulo 3 traz relatos dos caminhos metodológicos, bem como a análise dos periódicos, procurando apresentar o estado do conhecimento das pesquisas em HFC no Ensino de Química.

O capítulo 4 dedica-se a investigar a HFC nos periódicos, constituindo um referencial para a formação docente. São apresentados artigos que se complementam em conteúdo químico e concepções sobre NdC, servindo como subsídio para o professor que queira utilizar a abordagem HFC.

Nas considerações finais expomos a evolução das pesquisas na área, apresentando os principais resultados dos “Descritores Gerais e Específicos” utilizados nesta pesquisa, identificando potencialidades e/ou lacunas, bem como os temas que têm recebido maior atenção, procurando assim, contribuir com a área de pesquisa.

## 2 A NATUREZA DA CIÊNCIA E O ENSINO DE CIÊNCIAS

As questões que norteiam as discussões a respeito da NdC são bastante controversas. Não há um consenso entre epistemólogos, historiadores e sociólogos da Ciência a respeito de quais concepção de NdC seriam as que melhor definiriam o empreendimento científico. Busca-se neste capítulo apresentar algumas das controvérsias existentes sobre o tema e, em seguida, delinear as visões consensuais sobre a NdC que mais se adequam à educação em Ciências.

A História e a Filosofia da Ciência, quando tomadas em conjunto, são instrumentos de grande valia para um melhor entendimento sobre a Natureza da Ciência (MATTHEWS, 1995; MARTINS, 2006; McCOMAS, 2008; PEDUZZI; MARTINS; FERREIRA, 2012). Essas duas áreas de conhecimento se complementam, oferecendo uma possibilidade de mudança no modo de compreender a Ciência e, conseqüentemente, no modo dela ser ensinada.

Segundo Loguercio e Del Pino (2006), historicamente, o Ensino de Ciências caracteriza-se por ser conteudista, a-histórico, dogmático, desinteressante e descontextualizado, o que tem produzido alunos desmotivados, que aprendem pouco ou quase nada sobre os conceitos científicos, e menos ainda sobre o que é a Ciência. Os documentos oficiais também realçam a problemática encontrada no Ensino de Ciências e a necessária readequação do modelo atual.

A compreensão das Ciências da Natureza como área de estudos tem por base uma visão epistemológica que busca a ruptura com uma das visões que se tornou mais hegemônica dentro do ideal da modernidade. Desse ideal se concretizou, no sistema escolar, um projeto educacional de concepção positivista, exclusivamente disciplinar, parcelar, reducionista e enciclopedista de Ciência, bem como uma supremacia das Ciências da Natureza sobre outras Ciências e outros campos do conhecimento. (BRASIL, 2006, p.104).

Segundo Matthews (1995), a HFC fornece algumas respostas para a crise no Ensino de Ciências, visto que essa abordagem permite que se enriqueça o conteúdo a partir de informações colhidas da história e da filosofia. Ainda segundo o autor, o que torna tão promissora uma aproximação entre essas áreas do conhecimento e o Ensino de Ciências é que

[...] podem humanizar as Ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de Ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de Ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da Ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das Ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas. (MATTHEWS, 1995, p.165).

Uma formação mais crítica em relação às Ciências possibilita ao aluno uma visão menos ingênua a respeito dos fatos científicos com que se depara. O autoritarismo científico, proclamado por meio do cientista, pode ser questionado e debatido entre os cidadãos. De acordo com Allchin (2011), a confiança no cientista não pode ser cega. O cidadão bem informado deve ser capaz de compreender, mesmo que minimamente, os assuntos científicos debatidos em sociedade, de modo que possa reconhecer evidências relevantes sobre os fatos em questão. Para tanto, é necessária uma atitude reflexiva sobre o fazer científico, que só se faz possível por meio de uma educação científica adequada.

O sistema educacional ocidental, segundo Pozo e Crespo (2009), tem como função formativa essencial fazer com que os futuros cidadãos interiorizem a cultura em que vivem, desenvolvendo as capacidades necessárias para acessar os produtos culturais. Nesse sentido, a educação científica pode possibilitar ao aluno entender a Ciência como uma produção humana, cultural, permeada de incertezas. Já não se trata de transmitir aos alunos conhecimentos como se fossem verdades acabadas, mas ajudá-los a compreender que a Ciência é dinâmica, é uma construção humana e é nesse processo, que a abordagem HFC pode trazer grande contribuição, pois, por um lado, a Filosofia da Ciência tem buscado entender a gênese do conhecimento científico, seu desenrolar, suas formas de atuação e seus mecanismos internos de desenvolvimento. Por outro, a historiografia moderna tem apontado uma série de rupturas e discontinuidades no desenvolvimento histórico da Ciência, mudando a maneira de olhar o passado. Juntas, oferecem a possibilidade de uma abordagem diferenciada para o Ensino de Ciências, fornecendo subsídios para compreender o que vem sendo denominado de NdC.

Segundo Moura (2014), a NdC é entendida como um dos aspectos mais fundamentais que dizem respeito à construção, ao estabelecimento e à organização



do conhecimento científico. Refere-se, de uma maneira geral, à epistemologia e à sociologia da Ciência, aos valores e às crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento.

No entanto, no que diz respeito a uma concepção adequada de Ciência, parece não haver um consenso sobre o que a caracterizaria. Conforme ressaltam Lederman et al. (2002), quando filósofos, historiadores e sociólogos da Ciência discutem questões específicas sobre a NdC, as divergências entre os pontos de vista dificultam uma definição singular sobre o que seria a NdC. Dada a complexidade do assunto, e tendo em vista que as concepções têm mudado ao longo da história, este desacordo reflete a dificuldade que o tema suscita.

Irzik e Nola (2011) sustentam que tentar caracterizar as diferentes Ciências como possuindo aspectos comuns, também chamados aspectos consensuais, pertencentes a todos os domínios do conhecimento científico, é muito geral e muito amplo, e que dessa maneira, perde-se muito em capturar o complexo processo de geração de conhecimento nas diferentes disciplinas e contextos. Os autores ainda sustentam que a Ciência é muito heterogênea para que possa se encaixar em um modelo de visões consensuais, preferindo tratar o tema com o conceito de semelhança familiar. Nessa linha, eles procuram identificar de que modo as Ciências são similares ou diferentes, buscando nelas um senso de unidade.

Os autores classificaram as características comuns das diferentes Ciências de maneira sistemática em termos de categorias, que dão uma descrição estrutural da NdC, classificadas da seguinte forma: atividades; objetivos e valores; metodologias e regras metodológicas; e produtos. Para os autores, as Ciências partilham de semelhanças em seus objetivos e produtos possuindo, de certa maneira, regras metodológicas que as caracterizam. Assim,

[...] a Ciência é um sistema cognitivo cujas atividades investigativas possuem um número de objetivos que ela tenta alcançar com a ajuda de suas metodologias e regras metodológicas, e que quando exitosa, produz um número de resultados, fundamentalmente, conhecimento. (IRZIK; NOLA, 2015, p. 602).

Segundo estes autores, embora as Ciências sejam diferentes em relação aos métodos que utilizam, possuem semelhanças que permitem caracterizá-las

como pertencentes a uma mesma família, com as mesmas bases e fundamentos teóricos, procedimentais e metodológicos.

No entanto, para Moura (2014), a concepção de semelhança familiar deixa a questão da NdC muito ampla e aberta. Os autores que a defendem não assumem um posicionamento filosófico definido, e não havendo características específicas em relação ao modo como o conhecimento científico é gerado ou justificado, eles caem em uma generalização que torna o seu uso pedagógico de difícil aplicabilidade.

Tala e Vesterinen (2015) sugerem que o estudo da NdC seja realizado de acordo com aquilo que os cientistas fazem, ou seja, deve ser feito com os cientistas. Salientam que a análise sobre NdC pode ser realizada em diferentes contextos, investigando casos autênticos de práticas de pesquisa. Para os autores, os cientistas geralmente estão dispostos a discutir os pressupostos de seu trabalho, já que muitos concordam que existem alguns aspectos que são consensuais. Todavia, muitos discordam em relação a alguns pontos quando se tenta aplicar esses aspectos na prática, por exemplo, na questão se uma investigação científica é ou não orientada por uma hipótese, quando químicos e biólogos disseram que “sim”, e geólogos e astrônomos disseram que “não”. (WONG; HODSON, 2010). O contexto nesse caso parece essencial para a definição de tal aspecto.

Wong e Hodson (2008) também concordam neste ponto. Para os autores, a imagem de Ciência apresentada nos livros-texto contrasta com aquilo que os cientistas fazem no laboratório. Eles salientam que as perspectivas de NdC que os praticantes ativos na comunidade científica possuem dizem respeito a práticas diárias, ao modo como suas pesquisas são conduzidas, e não tanto a questões epistemológicas mais amplas. Assim, os autores argumentam que os cientistas não reconhecem a si próprios ou suas práticas nos estudos etnográficos publicados nos últimos anos.

No entanto, conforme salienta Abd-El-Khalic (2012), o ensino da NdC deve ser positivo e pragmático. Como destacado anteriormente, a perspectiva de NdC que os cientistas possuem, diz respeito a práticas diárias, e não a questões epistemológicas. Os cientistas de fato fazem Ciência e, nitidamente, fazem-na com sucesso. Mas Abd-El-Khalic argumenta que os filósofos da Ciência seguem os rastros dos cientistas, buscando descrever, analisar e compreender o que eles

fazem, na tentativa de conceitualizar e teorizar o empreendimento científico. Os cientistas, para este autor, não necessariamente refletem sobre o próprio trabalho, e não o reconstruem sob uma visão epistemológica, já que não precisam. Eles são treinados em comunidades científicas, que não os incitam a tratar de questões epistemológicas, ao menos não conscientemente ou explicitamente. Os autores ainda argumentam que muitos cientistas nunca refletem seriamente sobre essas questões. A opinião dos cientistas é de fato importante para caracterizar a NdC. No entanto, aquela não deve ser privilegiada frente a outros estudos deste gênero.

Todos os dias estudantes são ensinados sobre a NdC em sala de aula, mesmo concordando ou discordando a respeito de haver aspectos consensuais. O professor, ao ensinar Ciência ao aluno, a apresenta de acordo com alguma concepção de NdC. Nesse sentido, o objetivo de se introduzir a NdC nas escolas é que ela tenha um nível de generalidade que a torne relevante ao Ensino de Ciências. De acordo com Abd-El-Khalic (2012), as controvérsias existentes não podem ser simplesmente deixadas de lado, ignorando-se posicionamentos que contestam como o conhecimento é produzido ou validado. Segundo o autor, pode-se permanecer fiel às controvérsias que dizem respeito à NdC, enquanto que, simultaneamente, deve-se evitar os perigos de perder toda a discussão devido às discordâncias associadas ao tema. A finalidade de se abordar a NdC é que os estudantes possam desenvolver uma base conceitual que os permitam compreender a natureza das teorias científicas. Abd-El-Khalic sustenta que as teorias têm como função unificar e explicar os diversos fenômenos, bem como gerar questões frutíferas que guiarão futuras investigações. A ideia de um possível consenso em relação a alguns aspectos das diferentes Ciências é possível, e para o autor, “não há outro meio de se alcançar um efetivo ensino da NdC”. (ABD-EL-KHALIC, 2012, p.365).

Nesse sentido, apesar dos dissensos epistemológicos, alguns pontos de tangência podem ser encontrados entre as várias posições assumidas sobre a NdC. Efflin, Glennan e Reisch (1999) discutem possíveis consensos envolvendo a NdC que seriam adequados para o Ensino de Ciências, já que, o que se busca na Filosofia da Ciência são subsídios para uma visão mais adequada sobre a Ciência, e não, necessariamente, imersões filosóficas sobre os modos de conhecer. Relatam que há um consenso de que

o principal propósito da Ciência é adquirir conhecimento sobre o mundo físico, [...] há uma ordem subjacente no mundo que a Ciência procura descrever da maneira mais simples e compreensível, [...] a Ciência é dinâmica, mutável e experimental, [...] não há um único método científico. (EFFLIN; GLENNAN; REISCH, 1999, p.109, tradução nossa).

Os autores concluem que é possível ensinar sobre as Ciências levando em consideração alguns pressupostos básicos que envolvem os aspectos filosóficos da Ciência. Como exemplo, sugerem evitar discutir visões extremadas como o realismo ou o antirrealismo, ou que a Ciência é fruto de aspectos exclusivamente sociais. Um fator importante a ser ressaltado é que, apesar das discordâncias, o ensino pode favorecer uma crítica à concepção ingênua da NdC.

Segundo Matthews (1995), a postura teórica do professor sobre a NdC pode ser transmitida de forma explícita ou implícita, influenciando a visão que o aluno formará a respeito do que seja a Ciência. O professor sempre transmitirá ao aluno uma visão de Ciência, por mais que não esteja consciente de tal ato. Gil-Pérez et al. (2001) realizaram um estudo que procurava identificar possíveis deformações na visão de professores, em formação inicial e em formação continuada, sobre a NdC. O resultado deste trabalho foi que as deformações conjecturadas eram praticamente as mesmas, inclusive na frequência com que cada uma foi mencionada. Os autores evidenciaram concepções empírico-indutivistas, ateóricas, a-históricas, dogmáticas, elitistas, exclusivamente analíticas, acumulativas e lineares dos processos de construção do conhecimento científico, além de individualistas e socialmente neutras. Essas visões deformadas geralmente aparecem associadas entre si, concluem os autores, como resultado de uma “imagem global ingênua da Ciência que se foi decantando, passando a ser socialmente aceite”. (GIL-PÉREZ et al., 2001, p.134).

O conhecimento científico aparece como obra de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo. Segundo Cachapuz et al. (2011), este tipo de deformação contempla a atividade científica como algo simples, próximo do sentido comum. Não se realizam esforços para mostrar o seu caráter coletivo, que exige a integração de diferentes classes de conhecimentos, dificilmente assumidos por uma única pessoa. Ainda segundo os autores, acredita-se que os resultados obtidos por um só cientista basta para a criação de uma teoria. Esquece-se que toda

investigação responde a problemas, os quais, com frequência, têm uma vinculação direta com as necessidades humanas.

Uma demanda necessária no Ensino de Ciências é que as concepções reducionistas e empobrecidas não sejam veiculadas em sala de aula. A ideia de uma verdade absoluta estabelecida por um único método científico e universal vai de encontro com os aspectos consensuais sobre a NdC que têm sido discutidos na literatura, como forma de superar visões deformadas sobre o fazer científico.

Nesse sentido, Moura (2014) salienta que o conjunto de concepções ditas “consensuais” a respeito da NdC podem ser discutidas com alunos e professores. A NdC, segundo Lederman (2006, p. 4), refere-se aos “preceitos epistemológicos subjacentes às atividades da Ciência e às características do conhecimento resultante”. Sendo assim, estudar a NdC significa “compreender como o homem constrói o conhecimento científico em cada contexto e em cada época, tendo como base suas concepções filosóficas, ideológicas e metodológicas”. (MOURA, 2014, p. 37).

A reflexão sobre tais concepções podem proporcionar não uma visão “correta” ou “única” sobre a NdC, mas uma imagem da Ciência menos ingênua e mais próxima daquilo que vem sendo discutido entre os filósofos, historiadores e sociólogos da Ciência. Assim, o capítulo a seguir visa discutir cada um dos aspectos ditos consensuais da NdC.

## 2.1 ASPECTOS CONSENSUAIS DA NATUREZA DA CIÊNCIA

A busca pelas características essenciais que definem o conhecimento científico tem sido objeto de pesquisa de filósofos, historiadores, sociólogos e educadores de Ciências que veem nas visões consensuais da NdC uma possível solução para a crise no Ensino de Ciências. Tais aspectos têm como objetivo ensinar aos alunos de Ciências o modo como o conhecimento científico é construído, fundando-se, para tanto, nos pontos em que há consenso entre os epistemólogos da Ciência. Nesse sentido, estudar a NdC no contexto contemporâneo, segundo Tala e Vesterinen (2015), dá ao estudante condições para

que possa interpretar a Ciência de seu tempo, permitindo compreender as aplicações científicas em sua vida cotidiana, participar de discussões públicas sobre a Ciência atual, bem como avaliar o seu impacto na sociedade.

Segundo McCain (2015), as várias disciplinas científicas assemelham-se muito na confiança em evidências, no uso de hipóteses e teorias, na lógica utilizada, dentre outros aspectos. O autor ainda salienta que as diferentes Ciências utilizam-se, em algum momento, de evidências empíricas na explicação de um fenômeno, que devem incluir informações precisas sobre o fenômeno que pretende explicar. Além disso, as disciplinas científicas, em certo ponto, utilizam leis para dar explicações. Em vista disso é que se pode utilizar o conceito de “aspectos consensuais da NdC” para descrever o que vem a ser a Ciência.

Gil-Pérez et al. (2001, p. 35) categorizaram uma série de tópicos que foram definidos como “características essenciais do trabalho científico”, sendo considerados como elementos essenciais da NdC e que fornecem subsídios para que uma imagem não distorcida da Ciência seja veiculada. Observam que, apesar das divergências, há aspectos comuns às diferentes vertentes do pensar sobre a Ciência, tratando-se então de “evitar que algumas árvores nos impeçam de ver a floresta”.

Os autores citam como aspectos consensuais o fato de que o conhecimento científico tem como característica o pluralismo metodológico, não havendo um único método científico, sendo as hipóteses os guias para a experimentação. O ceticismo em relação aos resultados obtidos também é um pressuposto básico do cientista, que busca encontrar uma coerência global, procurando explicar o maior número de fenômenos possíveis. E deve se atentar ainda que na tentativa de compreender como um fato foi originado, o contexto pode ser analisado de modo a evitar reducionismos. (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Segundo Forato, Pietrocola e Martins, algumas concepções da NdC que são importantes para a formação de professores e alunos incluem

[...] a compreensão da Ciência como uma atividade humana; entender a Ciência se desenvolvendo em um contexto cultural de relações humanas; conhecer sobre as Ciências e não apenas os conteúdos científicos; possibilitar certo conhecimento metodológico como um antídoto à interpretação empírico-indutivista da Ciência. (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 32-33).

Os autores acreditam que esses preceitos sejam básicos para que se possa compreender a NdC. Em oposição ao que geralmente é veiculado nos livros didáticos, onde os cientistas aparecem como grandes homens que, em momentos de *insight* e isolados, fazem grandes descobertas, a imagem de Ciência que pode ser construída é aquela onde o contexto social exerce influência sobre o cientista. Este, enquanto ser humano e, portanto, sujeito a erros, usa a criatividade e a imaginação na formulação de hipóteses e é também influenciado por outros cientistas, outras ideias, já que não vive num mundo à parte, sendo o empreendimento científico, sobretudo, um empreendimento humano. Nesse sentido é que se faz importante o conhecimento dos processos do fazer científico e não apenas seus produtos.

Tendo em vista que discutir a respeito da NdC envolve uma escolha sobre os principais aspectos a serem considerados, toma-se como base os trabalhos de Gil-Pérez et al. (2001), Lederman et al. (2002) e McComas, Almazroa e Clough (1998). Os aspectos consensuais que estes autores apresentam possuem pontos em comum, os quais serão utilizados neste trabalho, e resumem-se em cinco tópicos abrangentes listados abaixo.

- O mito do método científico;
- A natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico;
- Não há observação neutra em relação à teoria;
- A Ciência é mutável, dinâmica;
- O caráter social do desenvolvimento científico.

As concepções sobre NdC contempladas por estes 5 tópicos descrevem aspectos essenciais do fazer científico, apesar das divergências existentes na literatura. Tais aspectos, quando estudados em sala de aula, com o auxílio de estudos de caso da História da Ciência, de maneira explícita e reflexiva, permitem que uma visão mais autêntica do fazer científico possa ser construída. O nível de profundidade com que os tópicos podem ser tratados dependerá do grau escolar trabalhado, bem como de conhecimentos prévios dos alunos. Nesse sentido, à medida que os alunos ganharem maior compreensão desses aspectos, as divergências poderão ser mais bem discutidas, de modo a permitir que, com o

passar do tempo, possam adotar um posicionamento próprio a respeito da NdC. Detalharemos a seguir cada um dos tópicos.

### 2.1.1 O Mito do Método Científico

Segundo Oliva (2010), o encantamento intelectual e a desproteção física impelem o homem a tentar compreender o espetáculo do mundo. O autor ressalta que “a busca de conhecimento está, desde o início, associada à necessidade de saciar a curiosidade intelectual e à de ter algum tipo de controle sobre a ambiência”. (OLIVA, 2010, p. 7). O conhecimento é então necessário para a sobrevivência humana, e nesta empreitada, o empreendimento científico tornou-se hegemônico em nossa sociedade.

De acordo com Chalmers (1993), ao caracterizar uma área do conhecimento como científica, confere-se a ela um *status* de confiabilidade e veracidade, pois presume-se que o método utilizado para gerar conhecimento se dá a partir de pressupostos fortemente embasados. Uma das ideias mais difundidas e arraigadas do método, de acordo com Videira (2006), é a de que este conduziria os cientistas a um conhecimento verdadeiro e bem fundamentado, fato este que explicaria o sucesso da Ciência.

Com o surgimento da filosofia e da Ciência modernas, o que ocorreu a partir do século XVI, os filósofos, ou mais precisamente, os epistemólogos, passaram a se preocupar não apenas com a determinação dos modos que podem conduzir a descobertas de conhecimento verdadeiro, mas também com a capacidade de justificar por que esse conhecimento é verdadeiro. (VIDEIRA, 2006, p. 23).

Essa justificativa seria dada pela presença do método científico, que teria a função de demarcação entre o conhecimento científico e as outras formas de produção intelectual humana. Ou seja, só seriam consideradas científicas as atividades que utilizassem do método científico. Pode-se dizer que a primeira proposta que tentou sistematizar o método foi aquela idealizada pelos empiristas.

A proposta dos empiristas para que um conhecimento verdadeiro sobre a natureza fosse concebido era a de que o observador deveria coletar a maior quantidade de dados possíveis sobre os fenômenos. Então, a partir destes dados, e



utilizando a inferência indutiva, indubitavelmente obteriam conhecimento. A imaginação e a criticidade seriam alheias à produção do conhecimento.

Segundo Durant (1996), o empirismo é tomado como metodologia científica a partir do *Novum Organum*, de Francis Bacon, e tem como pressuposto epistemológico a experimentação e o verificacionismo, de modo a enfatizar a evidência. Para Bacon, ainda segundo Durant (1996), a filosofia natural do século XVI precisava de um novo método para torná-la fértil, e seria a observação que traria essa mudança. O homem seria então conduzido ao verdadeiro conhecimento da natureza.

Para os empiristas, a natureza deveria ser dominada e não mais contemplada, aos moldes do aristotelismo. “O grande erro dos filósofos gregos foi passarem tanto tempo dedicados à teoria, e tão pouco à observação”. (DURANT, 1996, p. 137). Para que houvesse a dominação do homem sobre a natureza, era necessário que se entendesse os seus mecanismos de funcionamento, pois aprendendo as leis da natureza, poderia-se dominá-la.

De acordo com Nascimento Júnior (1998), para os empiristas, observações rigorosas a partir de casos particulares levariam a generalizações que permitiriam formular conclusões gerais, por meio de um processo denominado indução. Conforme salienta Oliva (1990), a observação e a indução caracterizariam o método científico.

A vigência de tal critério de demarcação fez com que a observação tendesse a ser encarada como a única forma de refrear nosso pendor ao especulativismo fatalmente vazio e de garantir a posse de um conhecimento que, por se basear na lógica intrínseca dos fenômenos, pode atuar sobre a natureza transformando-a sempre que possível e desejável. (OLIVA, 1990, p. 13).

Dessa maneira, haveria um conjunto de regras cuja adequada manipulação não teria como deixar de gerar conhecimento. O observador, estando livre de preconceitos e de falsas noções, coleta dados que, inevitavelmente, o conduziria à compreensão dos fenômenos da natureza. Durant (1996, p.137) salienta que para Bacon, “o homem, como ministro e intérprete da natureza, faz e compreende aquilo que suas observações da ordem da natureza [...] lhe permitem; e não sabe nem é capaz de mais”. Assim sendo, o homem estaria limitado àquilo que os dados sensórios lhe proporcionam, e a abstração seria um impedimento ao conhecer.

Entretanto, a nova perspectiva instaurada pelos desdobramentos da Ciência do século XX fez com que novas questões epistemológicas fossem postas em pauta. A teoria da relatividade restrita proposta por Albert Einstein, em 1905, mudou a forma como se pode perceber o tempo e o espaço, assim como o advento dos fenômenos quânticos fez questionar a objetividade dos dados sensórios. A geometria não euclidiana, a mecânica não newtoniana de Einstein, a física não maxwelliana de Bohr, dentre outras, de acordo com Nascimento Júnior (2000), evidenciaram um conhecimento oposto às teorias anteriormente vigentes.

Desde então, tanto o fazer quanto o pensar científicos foram relativizados, conforme afirma Barbosa (2003), e a relação entre sujeito e objeto deixou de ser pensada como objetiva. Segundo Oliva (1990, p. 11), começou-se a notar que as prescrições estabelecidas pelo empirismo tradicional revelavam-se “incapazes de apreender e justificar as mudanças ocorridas nos sistemas de produção de conhecimento natural”.

O cientista passa então a determinar o que é observado, e “pode possuir várias perspectivas do real sem deixar de ser coerente com seus princípios”. (BARBOSA, 2003, p. 35). Um mundo único e singular para todo e qualquer observador torna-se, dessa forma, utópico. De acordo com Paiva (1997), a busca por certezas definitivas e por verdades unívocas não mais se adequa a essa nova Ciência, e faz-se necessário reconsiderar as suposições adotadas pelos empiristas. Torna-se então imprescindível repensar os ditames que caracterizariam o método científico.

A questão a respeito do que seria o método científico e suas características, é usualmente deixada a cargo dos filósofos da Ciência. No entanto, o que estes acreditam ser o método, muitas vezes não coincide com a opinião daqueles que o empregam. De acordo com Videira (2006), até recentemente, quando os cientistas eram interrogados pelos filósofos a respeito de como era o método que empregavam, as respostas dadas pelos últimos não estavam em consonância com o que os cientistas acreditavam que faziam. Dessa maneira, ainda segundo o autor, a dúvida que permeava ambas as comunidades era referente a qual método efetivamente se usa nas Ciências.

De acordo com Fourez (1995), na prática científica, nem sempre são utilizados critérios puramente racionais. Compreender o método científico como um processo em que há etapas específicas a serem seguidas não totaliza o trabalho do cientista, já que, muitas vezes, as teorias surgem em contextos que não obedecem a uma lógica notadamente científica. Uma proposição científica, ainda segundo o autor, é aceitável quando se refere a uma série de critérios práticos, que pretendem fornecer explicações de como se dá um determinado fenômeno ou evento. O autor salienta que para “considerar um resultado científico como aceito e aceitável, os cientistas põem em jogo toda uma série de critérios que se pode mais facilmente determinar *a posteriori* do que *a priori*”. (FOUREZ, 1995, p. 85). Nesse sentido, a Ciência poderia ser entendida como uma tentativa de organização do mundo, de maneira a permitir que se tenha uma ação mais ordenada. No entanto, não haveria uma maneira específica para que houvesse tal ordenação.

Videira (2006) destaca que nessa empreitada metodológica, a intenção dos filósofos da Ciência era encontrar princípios metodológicos baseados na universalidade, rigidez, fixidez, eternidade e infalibilidade. Segundo os cientistas, a crença a respeito da existência de um método científico teria sido criada pelos filósofos, que foram alvos de críticas pelos primeiros, justamente por terem transformado regras de conduta em princípios. Os caminhos que levam à descoberta na Ciência, segundo os cientistas, podem ser diferentes e múltiplos, bem como os processos para justificá-los.

Além de perceberem que a descoberta científica aconteceria por meio de caminhos diferentes, os cientistas também se deram conta de que, caso o método científico realmente existisse, ele imporá à Ciência fronteiras inaceitáveis, já que muitas questões que despertavam a curiosidade não poderiam ser por eles respondidas ou mesmo investigadas.

Em suma, aquilo que caracteriza o método científico e é responsável pela sua existência é a postura, ou atitude, adotada pelo cientista e não um certo conjunto de regras fixas e eternas. O cientista exige e só fica satisfeito quando certos procedimentos são realizados e quando os resultados obtidos obedecem a regras, que não são dadas e fixadas a priori, antes do problema em questão começar a ser investigado. (VIDEIRA, 2006, p. 36).

A Ciência, dessa forma, não teria regras e procedimentos específicos que trariam à tona novas descobertas. Não haveria uma técnica para encontrar leis e

criar novas teorias. O que tornaria a Ciência diferente de outras realizações humanas seria a atitude de quem a pratica e as realizações que possibilita. Tentar pensar o método como único seria impor restrições ao conhecimento.

A filosofia e a Ciência, sendo campos distintos do conhecimento, guardariam suposições e objetivos que as diferenciariam. Para Richard Feynman, segundo Videira (2006), os filósofos tentam universalizar algo que para o cientista é provisório, corrigível e substituível. A existência de um método universal de fazer Ciência, aos moldes dos empiristas, não seria possível, visto que os desenvolvimentos que a Ciência tem alcançado requerem uma atitude de pluralismo metodológico. A descoberta não se submete a nenhuma regra, não obedece a nenhuma lógica que a torne à prova de erros. Como salienta o epistemólogo Paul Feyerabend em sua obra *Contra o Método*:

A ideia de um método que contenha princípios firmes, imutáveis e absolutamente obrigatórios para conduzir os negócios da Ciência depara com considerável dificuldade quando confrontada com os resultados da pesquisa histórica. Descobrimos, então, que não há uma única regra, ainda que plausível e solidamente fundada na epistemologia, que não seja violada em algum momento. Fica evidente que tais violações não são eventos acidentais, não são o resultado de conhecimento insuficiente ou de desatenção que poderia ter sido evitada. Pelo contrário, vemos que são necessárias para o progresso. (FEYERABEND, 2007, p. 37).

O epistemólogo apresenta diversos exemplos em sua obra que corroboram a tese de que um método que defina o fazer científico limitaria suas potencialidades criativas. Analisando o contexto da descoberta, percebe-se que, com frequência, os cientistas empregam procedimentos proibidos por regras metodológicas. Para o autor, a Ciência é uma complicada mistura de procedimentos.

De acordo com Videira (2006), o estabelecimento de um critério de demarcação entre o científico e as outras atividades de produção humana seria apenas uma idealização. A metodologia científica lida com o que poderia ser feito, e muitas vezes não há uma correspondência com o que é. Aquela só pode ser elaborada caso desconsidere-se a prática científica. Antes, segundo Feyerabend (2007), o método científico pode ser pensado como um dispositivo temporário em vez de uma linha delimitadora fundamental.

Como bem salienta Woodcock (2014), não há uma descrição universal englobando o que cada cientista faz, embora cada cientista contribua como um todo

para a sua disciplina. É fato que o cientista, como enfatizam Lederman et al. (2002, p. 501, tradução nossa), “observa, compara, mede, testa, especula, hipotetiza, cria ideias e ferramentas conceituais, e constrói teorias e explicações”, mas a ideia de um único método científico é um mito. A origem moderna desse equívoco pode ser atribuída a Francis Bacon, que propôs um método para a geração de conhecimento verdadeiro. Seria por meio da observação “pura” dos fenômenos que se chegaria à verdade, conforme já foi apresentado, sobre o método empírico-indutivista.

Assim, conhecer em alguma medida como se dá o desenvolvimento de uma teoria científica, assim como o fato de não haver algum tipo de mecanismo regulador específico que dite a maneira como o método científico é utilizado pelos cientistas, e que a Ciência depende em grande parte de aspectos que não podem ser generalizados, pode ajudar o aluno de Ciências a compreender melhor o conteúdo específico que está sendo estudado. Nesse sentido, alguns pontos importantes que influenciam a prática científica merecem ser apresentados ao aluno, como o fato de a Ciência depender, em grande parte, da imaginação do cientista.

### 2.1.2 A Natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico

A geração de conhecimento científico envolve imaginação e criatividade. A Ciência, de acordo com Lederman et al. (2002), não é uma atividade inteiramente ordenada e racional, mas envolve, em grande medida, a invenção de explicações e entidades teóricas, o que requer muita criatividade por parte dos cientistas. Nesse sentido, entidades como os átomos, por exemplo, são antes modelos teóricos funcionais do que cópias fiéis da realidade.

Segundo Abd-El-Khalic (2012), a geração de conhecimento científico envolve a criatividade humana uma vez que os cientistas desenvolvem explicações, modelos teóricos e entidades. A criatividade está presente em todas as etapas da investigação, inclusive na constituição de dados, e é particularmente relevante na interpretação e nas conclusões obtidas a partir deles.

Segundo Irzik e Nola (2011), a criatividade e a imaginação têm um papel importante na Ciência, já que teorias e leis vão muito além de observações e dados

experimentais, e por isso, não são redutíveis a uma objetividade intrínseca. As inferências e construções de teorias e hipóteses requerem muita imaginação e criatividade, posto que não há um método ou metodologia que mecanicamente as gerem. Por esta razão, sempre haverá espaço para a criatividade na construção de modelos, teorias e descoberta de leis na Ciência.

No entanto, no Ensino de Ciências em todos os níveis de Ensino, a imagem que se tem da Ciência é outra. Esta, quando apresentada aos estudantes, muitas vezes é tomada como objetiva, impessoal, e mecânica. Ao aluno não é ensinado que a atividade científica requer elementos subjetivos, tais como quais hipóteses testar, quais pesquisas realizar e quais detalhes publicar ou reter. De fato, segundo Woodcock (2014), se a Ciência obteve tanto êxito nas explicações dos fenômenos investigados, é justamente devido às diferenças individuais. A criação de ideias científicas não pode ser reduzida a uma fórmula, a um passo a passo que deve ser seguido rigorosamente. Da mesma maneira, as avaliações de hipóteses, que envolvem tamanha complexidade não podem ser reduzidas a um processo mecânico.

De maneira geral, a prática científica, de acordo com Cachapuz et al. (2011), pode ser vista como um processo composto de três fases: a criação, a validação e a incorporação de conhecimentos. A primeira fase está relacionada com a geração de hipóteses, enquanto que a validação se refere aos testes a que a hipótese é sujeita, e a última trata do processo social de aceitação e registro do conhecimento científico. Ainda de acordo com os autores, trata-se de “um processo complexo, que pode ter origem na imaginação fértil, inspiradora, porventura em ideias especulativas, à qual subjaz um fundo reflexivo”. (CACHAPUZ et al., 2011, p. 94).

A questão da imaginação no fazer científico, aliada à criatividade, foi enfatizada por Gaston Bachelard, professor e filósofo francês. Segundo Lopes (1993), Gaston Bachelard vivenciou um período de construções revolucionárias na Ciência e de grandes mudanças na racionalidade humana que desmantelaram o monumento cristalizado da Ciência. Ainda segundo o autor, o epistemólogo procurou expor em sua obra o rompimento com o conhecimento do passado, questionando dogmatismos e monismos científicos, estabelecendo o descontínuismo na razão. Segundo Lopes (1996), Gaston Bachelard organizou uma epistemologia não-

normativa, que questionava a possibilidade de definir de forma definitiva e universal o que é Ciência.

De acordo com Bachelard, a Ciência do século XIX ainda era marcada por um realismo ingênuo, de cunho empírico-indutivista. O cientista manipulava objetos, aprendia com o fenômeno e encontrava a evidência na clareza de suas intuições. No entanto, para o epistemólogo, os dados imediatos que se apresentavam à consciência seriam confusos, ambíguos, destituídos de clareza. O objeto dado pela experiência seria destituído de razão, sendo necessária uma organização racional do que fora observado. Assim, segundo Bachelard,

Agora os objetos é que são representados por metáforas, e é sua organização que representa a realidade. Ou seja, o que agora é hipotético é *nosso* fenômeno; porque nossa apreensão imediata do real só funciona como um dado confuso, provisório, convencional, e essa apreensão fenomenológica precisa ser arrolada e classificada. A reflexão é que vai dar sentido ao fenômeno inicial, sugerindo uma *sequência orgânica de pesquisas*, uma perspectiva racional de experiências. (BACHELARD, 2008, p. 13, grifo do autor).

A sua crítica ao empirismo tem como base a tese de que uma Ciência que preza apenas pelo sensório não tem condições de atingir o essencial. Dessa forma, “o problema filosófico da verificação das teorias então se modifica. A exigência empirista que reduz tudo à experiência, exigência ainda tão nítida no século XIX, perdeu a primazia”. (BACHELARD, 2008, p.14). O autor salienta que um contato direto e primeiro com o fenômeno fornece no máximo fatos não científicos, vagos, mal definidos. A observação primitiva seria, portanto, ilusória, e o valor a ela atribuído insuficiente para compreender os fenômenos que estão para além da mera aparência. Dessa maneira,

[...] a experiência transcende a observação. Ora, assim que se transcendem as fronteiras da observação imediata, descobre-se a profundidade metafísica do mundo objetivo. O véu de Maya é retirado. A intuição criticada revela-se ilusória. Eis de imediato uma confirmação de meu otimismo racionalista: o mundo oculto sob o fenômeno é mais claro que o mundo aparente. As primeiras constituições numéricas são mais sólidas que as aglomerações fenomenais. Além disso, as fronteiras da experimentação são de certo modo menos opacas, menos opressoras que as fronteiras naturais da observação primeira. (BACHELARD, 2008, p. 74).

As aparências, para o filósofo, seriam fonte de enganos, erros, e o conhecimento científico deveria se estruturar com a superação constante destes erros. Conforme afirma Lopes (1996), para Bachelard a Ciência não captura o real. Ela indica a direção e a organização intelectual, e por meio do racionalismo aplicado,

que concilia matemática e experiência, leis e fatos, é que se ordenam os termos confusos do fenômeno imediato. Seria a parte abstrata das analogias que permitiria as variações da experimentação, a descoberta de novos fenômenos que não se apresentavam de imediato.

A observação e a evidência experimental não deixariam de fazer parte do processo de validação do conhecimento científico (McCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998). A questão é que apenas estes aspectos não seriam suficientes para a compreensão dos fenômenos naturais. Nesse sentido, o conhecimento passaria continuamente por um processo de ordenação, e não seria por mera coincidência que os fatos se coordenariam aos nossos esquemas mentais. No racionalismo aplicado, segundo Bachelard (1996), a ordem seria provada, organizada racionalmente. A relação abstrato-concreto estabeleceria uma correspondência entre os pensamentos experimentais e os pensamentos algébricos. A Ciência não mais reproduziria o real, mas o criaria.

A criatividade e a abstração do cientista seriam aspectos fundamentais da Ciência, sendo que os fatos, em grande medida, dependeriam da inventividade para serem construídos. Como bem ressalta Lederman et al. (2002), a Ciência envolve a criação de explicações e de entidades teóricas, o que requer uma dose de criatividade por parte dos cientistas.

Para Bachelard, eram justamente as questões que deveriam orientar os cientistas nas soluções de problemas. Se aquelas fossem mal formuladas, a teoria também o seria, já que “todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído”. (BACHELARD, 1996, p. 18). Desse modo, era necessário aprender a formular claramente as questões, de forma que estas ultrapassassem a fronteira da observação primitiva.

Quando a questão é formulada com nitidez, percebe-se que uma posição verdadeiramente sensorial da Ciência já não é possível. [...] Sempre a experimentação sai do domínio da observação primeira, a ponto de se poder afirmar que a experiência mais procura contradizer do que confirmar a observação. [...] Tal é o caso da termologia que procura explicações cinéticas, da óptica que procura explicações mecânicas, da química que procura explicações elétricas. [...] Vê-se que o pensamento científico não o estuda numa análise, e sim numa síntese; impõe-lhe esquemas estranhos a seus traços fenomenológicos aparentes; tenta descobrir-lhe as formas pelas deformações. Em suma, ele se apresenta como nitidamente heterogêneo ao fenômeno primitivo. (BACHELARD, 2008, p.72).



Assim, o eterno recomeçar, o permanente processo de reconstrução do saber científico, exprime a marca dos pressupostos de Bachelard. A postura adotada por Bachelard (1996) em relação à Ciência é de que esta deveria se dar como a reforma de uma ilusão, num processo de constante evolução, de constante superação de obstáculos. O conhecimento científico, portanto, não estaria encerrado a uma visão estanque e definitiva. Pelo contrário, seria dinâmico e vivo. Segundo o epistemólogo, não haveria verdade inquestionável, já que toda ideia teria caráter efêmero, estando sujeita a tornar-se obsoleta. As “verdades” seriam eternamente reconstruídas, e a imaginação juntamente com os questionamentos seriam a alavanca que faria o conhecimento progredir. As hipóteses é que guiarão futuras investigações.

A hipótese é frequentemente descrita como uma conjectura orientada, que procura oferecer uma possível resposta a uma questão ou solução a um problema. (WOODCOCK, 2014). Em contextos científicos genuínos, o iniciante primeiramente aprende sobre a disciplina – teorias, conceitos – para então estar em posição capaz de formular hipóteses interessantes que visem aos problemas da disciplina.

A criatividade intelectual está envolvida e encontra inspiração em leituras, reflexões, e discussões tanto quanto em fazer observações. O apelo à criatividade não é uma negação de que há técnicas de descoberta de hipóteses – p.ex., o uso de analogias ou técnicas corretivas de tentativa e erro – mas, ao invés disso, quando e como aplicar essas técnicas talvez requeira perspicácia e experiência. (WOODCOCK, 2014, p. 2091, tradução nossa).

As hipóteses levantadas pelos cientistas envolvem grande dose de subjetividade. As dúvidas e os questionamentos dependem do conhecimento prévio e das experiências anteriores que os cientistas possuem, e o modo como o tema será tratado depende da imaginação do cientista. No entanto, as hipóteses devem ser validadas, e para tanto, precisam passar por alguns critérios de avaliação que as tornem aceitas pela comunidade científica, pelos pares. As hipóteses são filtradas pela comunidade científica, e o processo de revisão por pares<sup>1</sup> é decisivo nesta etapa, já que nela se decide quais propostas obterão financiamento e quais artigos serão publicados. Segundo Woodcock (2014), a partir de diferentes hipóteses, as mesmas consequências observacionais podem ser deduzidas. Sendo assim, apenas

---

<sup>1</sup> Trata-se de uma avaliação crítica de manuscritos de pesquisas. O processo de revisão por pares é realizado por especialistas na área em questão e que não fazem parte do estudo. Sendo assim, pode ser considerado uma extensão importante do processo da ciência.

a ocorrência das consequências não é critério suficiente para a escolha de uma das hipóteses.

Ainda de acordo com Woodcock (2014), para o filósofo da Ciência, Karl Popper, uma hipótese não poderia ser confirmada, apenas falseada, no que ficou conhecido como falsificacionismo. Segundo o filósofo, se a hipótese gera uma previsão com sucesso, isto não significa que ela seja verdadeira, mas que ela passou por mais um teste, evitando o falseamento. Nesse sentido, segundo Woodcock (2014), existe certa objetividade na Ciência, devido ao fato de que as ideias e os resultados obtidos são expostos a críticas de pessoas com visões diferentes, que possuem outras crenças e vieses pessoais. Estas divergências provocam conflitos e competitividade entre as explicações, teorias e hipóteses. A objetividade em Ciência é obtida por um processo de consenso intersubjetivo.

Não há, no entanto, unanimidade entre os filósofos da Ciência sobre a melhor maneira de se avaliar uma hipótese. Há algumas considerações, além da adequação empírica, que são utilizadas como critério de avaliação: simplicidade, consistência lógica, consistência com teorias aceitas em outros domínios, abrangência de explicação, poder preditivo, fecundidade para futuras pesquisas, dentre outras, denominadas “virtudes teóricas”. (McCain, 2015). Estas virtudes são soberanas, especialmente quando há mais de uma hipótese compatível com os dados disponíveis. Mais recentemente, um posicionamento que tem recebido a atenção nas discussões é a Inferência à Melhor Explicação (IME), onde, por meio de critérios específicos de escolha, pode-se determinar qual das hipóteses que competem na explicação de um determinado fenômeno é a melhor.

A ideia da IME é que as virtudes explicativas são um guia para a verdade. Como bem salienta McCain (2015), a explicação que fornece o entendimento mais profundo é aquela que tem a maior possibilidade de ser a verdadeira. Dessa maneira, quando várias hipóteses são avaliadas, compara-se suas várias virtudes, por exemplo, poder explanatório e simplicidade. Infere-se então que a explicação mais “virtuosa” é provavelmente a verdadeira.

Entretanto, cabe salientar que por mais que algumas teorias forneçam as melhores explicações, elas são tentativas, no sentido de que talvez ocorra a

necessidade de que sejam revistas, devido ao surgimento de novas evidências ou de uma teoria mais abrangente.

O conhecimento científico é um constante jogo de hipóteses e expectativas lógicas, um constante vaivém entre o que pode ser e o que “é”, uma permanente discussão e argumentação/contrargumentação entre a teoria e as observações e as experimentações realizadas. (CACHAPUZ et al., 2011, p. 95).

Nesse processo de busca da melhor explicação, a obtenção de dados significativos é fundamental, sendo a intervenção experimental necessária como meio capaz de trazer a informação epistemológica relevante e necessária. A experiência científica é dependente do enquadramento teórico do sujeito, que o orienta, o questiona e o submete a um interrogatório de respostas não definitivas.

A experiência enquadra-se num método pouco estruturado, que comporta uma diversidade de caminhos, ajustando-se ao contexto e à própria situação investigativa. Os seus resultados são lidos como elementos (possíveis) de construção de modelos interpretativos do mundo e não cópias (e muito menos fiéis) do real. A experimentação científica encerra múltiplos fatores não apenas tecnológicos, mas histórico-culturais, ético-morais, políticos, religiosos, que condicionam e, em muitos casos, reorientam e recentram a atividade de pesquisa, como construção e produção social do conhecimento científico, como empreendimento humano que toma opções e tomadas de posição não neutras, mas carregadas de valores. A experiência, enquadra-se num processo não de saber-fazer, mas de reflexão sistemática, de criatividade e mesmo de invenção. (CACHAPUZ et al., 2011, p. 98).

Apenas os dados obtidos a partir das observações não fazem com que novos conhecimentos sejam produzidos. A criatividade na elaboração de hipóteses é necessária, pois só assim pode-se atingir o conhecimento novo. A imaginação é o que leva a alcançar novos horizontes. São os questionamentos que movem a Ciência, sendo que as previsões e o controle que as respostas possibilitam, são vistas como secundárias em relação às primeiras. Segundo Custódio, Cruz e Pietrocola,

[...] o valor da Ciência residiria em que ela constitui a melhor estratégia sistemática e organizada até hoje inventada para responder perguntas sobre o porquê de a natureza ser com ela é. A explicação científica é nada mais do que a resposta histórica a este ‘por que’. (CUSTÓDIO; CRUZ; PIETROCOLA, 2011, p. 181).

Cabe lembrar que a resposta é fornecida por cientistas, seres comuns, que cometem erros, que utilizam de suas crenças e expectativas para elaborar e legitimar suas ideias. Cada cientista busca uma resposta aos seus questionamentos, e o faz utilizando a criatividade e a imaginação, e é por isso que, segundo Moura

(2014), não há um modelo único de cientista, já que cada um se faz dentro de seu próprio contexto.

Assim, compreender o conhecimento científico como uma atividade criativa fornece elementos para que o aluno possa, ele mesmo, especular sobre as possíveis causas dos fenômenos que observa. Sendo este um aspecto da NdC tão importante no cotidiano dos cientistas, o professor de Ciências pode dar abertura ao aluno para que ele questione, elocubre, busque de alguma maneira uma resposta para o problema colocado, aproximando-se assim, da prática científica real.

### 2.1.3 Não há observação neutra em relação à teoria

A observação é um dos pressupostos fundamentais para que uma teoria científica seja validada. De acordo com Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002), para os empiristas-clássicos a Ciência começa com a observação, devendo o observador registrar de maneira fidedigna o fato observado para, a partir daí, estabelecer uma série de enunciados dos quais derivam as leis e teorias científicas. Porém, ainda segundo os autores, as nossas mentes não estão em branco quando fazemos uma observação, “pois nós interpretamos os dados sensoriais que a nossa mente apreende, como se fossem conhecimentos anteriores”. (PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002, p. 135).

Para Chalmers (1993), a observação não é determinada somente pela imagem formada na retina do observador: “O que um observador vê, isto é, a experiência visual que um observador tem ao ver um objeto, depende em parte de sua experiência passada, de seu conhecimento e de suas expectativas”. (CHALMERS, 1993, p.42). Portanto, a ideia de um observador neutro, despido de preconceções é um mito. Os fatos científicos não são dados, e sim construídos. Conforme ressaltam Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002, p.136), “nós vemos o mundo por meio das lentes teóricas constituídas a partir do conhecimento anterior”.

Os fatos não são simplesmente dados, não podem ser descobertos por qualquer indivíduo. É somente por meio de certa expectativa que eles tornam-se

objetos de nossa atenção. Augusto Comte, pai fundador do positivismo<sup>2</sup>, em seu *Curso de Filosofia Positiva*, salienta que por mais que a filosofia positiva se funde em observações, é necessário que haja uma teoria qualquer para entregar-se à observação. Nas palavras do próprio Comte:

Se, contemplando os fenômenos, não os vinculássemos de imediato a algum princípio, não apenas nos seria impossível combinar essas observações isoladas e, por conseguinte, tirar daí algum fruto, mas seríamos inteiramente incapazes de retê-los; no mais das vezes, os fatos passariam despercebidos aos nossos olhos. (COMTE, 1978, p. 39).

Ainda que sua filosofia positiva tenha sofrido duras críticas por ser demasiadamente objetiva, excluindo a subjetividade do processo de conhecer, o filósofo já anunciava a necessidade de se criar algumas teorias para que o fato pudesse ser observado. As observações, portanto, precisam ser construídas por aquele que observa, já que, por si mesmas, não proporcionam a compreensão do mundo.

Uma observação possui um foco de atenção e é guiada por considerações teóricas. Busca-se encontrar nexos de causalidade entre os fenômenos, procurando-se assim constituir relações que proporcionem uma lógica entre os eventos. Existe uma certa intencionalidade no ato de observar. Assim, como salienta Pessoa Júnior (2011), quando se observa algo no mundo, tem-se uma expectativa sobre o que será percebido. Essa expectativa influencia o julgamento a respeito do que está sendo observado.

A construção de teorias científicas depende da observação. É baseado nela que os cientistas conduzem suas pesquisas. Mas, é a partir de problemas iniciais, questões que merecem ser solucionadas, que as observações são realizadas. Elas nunca acontecem no vazio. As observações são carregadas de teoria, bem como as teorias são confirmadas pelas observações. É na relação de interdependência entre teoria e observação que se constroem as teorias.

[...] o aprendizado não vai da observação para a teoria, mas sempre envolve ambos os elementos. A experiência surge com pressupostos teóricos, e não antes dele, e uma experiência sem teoria é tão incompreensível quanto o é (presumidamente) uma teoria sem experiência: elimine parte do conhecimento teórico de um sujeito perceptivo e você tem uma pessoa completamente desorientada e executar a mais simples das ações. (FEYERABEND, 2007, p. 210).

---

<sup>2</sup> Corrente filosófica que surgiu na França, no começo do século XIX, com Auguste Comte (1798-1857), defende a ideia de que a única forma de conhecimento verdadeiro é o conhecimento científico, rejeitando a teologia e a metafísica e cujo método consiste na observação dos fenômenos por meio da experiência sensorial.

É nesse sentido que, o cientista, ao se deparar com um fato não previsto pela teoria, encontra anomalias no conhecimento até então edificado. Se não houvesse uma teoria que guiasse a observação, fatos estranhos passariam despercebidos. Afinal de contas, se o cientista não fosse conduzido por um constructo teórico, qual fenômeno deveria observar entre os muitos que se apresentam a sua frente?

Assim como as teorias, os fatos científicos também são construídos por cientistas, pessoas que, de acordo com Lederman et al. (2002), tentam de alguma maneira, por meio da criatividade e inventividade, dar interpretações a respeito do mundo. É possível gerar diferentes interpretações a partir das mesmas observações. A observação, conforme Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002), não é o ponto de partida. O fato científico depende de elaboração teórica e tecnológica à época, integrantes de um real existente ou possível. Prova disso são os instrumentos de medida, como o osciloscópio, que cria um gráfico de uma ou mais diferenças de potencial. Nesse caso, o cientista pode escolher o que medir, o que será observado, e se não houvesse uma teoria subjacente, tal instrumento não poderia ter sido construído. “A observação é assim entendida como um processo seletivo, estando a pertinência de uma observação ligada ao contexto do próprio estudo [...]”. (PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002, p.136).

Praia, Cachapuz e Gil-Pérez ressaltam a importância dessas constatações no Ensino de Ciências, já que é comum associar a “descoberta” científica a observações fortuitas. Destacam que é interessante desenvolver estratégias de ensino que permitam a reflexão sobre o significado da observação. A Ciência, fundamentada em hipóteses, tem como um dos critérios de validação a observação, que deve corroborar as hipóteses, podendo então, converter-se em teoria. O mesmo pressuposto pode ser adotado em sala de aula, com os alunos confrontando hipóteses que eles mesmos sugerem com a observação. Como bem salientam os autores

Se quisermos afastar, ultrapassar mesmo, quer o indutivismo, quer o realismo ingênuo na escola, temos que conscientizar os alunos por meio de atividades adequadas que as observações desligadas da teoria não são uma base segura para afrontar, interrogar e analisar a realidade, não são um bom ponto de partida e não são independentes da teoria. (PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002, p.137).

O Ensino de Ciências é capaz de contribuir para que os alunos compreendam que a Ciência é um processo constante de mudanças na forma de

pensar, e que a verdade não é algo a ser alcançado. Os alunos podem compreender que não há um critério externo que permita verificar a certeza a respeito de algum posicionamento, apenas o “reconhecimento de que não há como chegar a verdades e certezas, apenas a teorias, tentativas de valor epistêmico incerto, dignas somente de aceitação provisória”. (OLIVA, 2005, p. 13).

#### 2.1.4 A Ciência é mutável, dinâmica

O conhecimento científico, embora confiável e durável, conforme salienta Lederman et al. (2002), não é absoluto. As teorias, leis e modelos estão sujeitos a mudanças. Poder conhecer o que está por trás dos fenômenos, o que definitivamente os rege, a verdade, não é possível. Como salientado no item anterior, o conhecimento depende em grande parte da imaginação e criatividade humanas, e nesse sentido, será sempre relativo.

A corrente de pensamento dos ditos “relativistas” argumenta que as teorias serão sempre relativas ao indivíduo ou à comunidade que a elas aderem, não havendo, portanto, aproximação progressiva com a verdade, como enfatizara Bachelard. De acordo com Chalmers (1993, p.138), “as decisões e escolhas feitas por cientistas ou grupos de cientistas serão governadas por aquilo a que aqueles indivíduos ou grupos atribuem valor”, e sendo assim, o progresso será relativo.

Não haveria, por conseguinte, um critério universal que ditasse uma decisão logicamente convincente para o cientista. É na perspectiva de que há fatores externos ao fazer científico que influenciam seus aspectos internos, que Thomas Kuhn, na obra *A estrutura das revoluções científicas*, publicada originariamente em 1962, pensou na Ciência em termos de paradigma: um conjunto de regras, normas, crenças, teorias, que fornece o modelo de problemas e soluções aceitáveis por certo período à comunidade científica. Dessa maneira, o modo como o cientista vê o mundo é determinado pelo paradigma em que a comunidade se encontra, e a ideia de progresso, tão valorizada por Bachelard, é relativizada. Para Kuhn (2013), as revoluções científicas, verdadeiras rupturas epistemológicas, seriam mudanças de concepções de mundo.

Peduzzi (2006) afirma que a obra de Kuhn representa um marco dentro da história e da Filosofia da Ciência, procurando romper com a filosofia empírico-indutivista da Ciência e, ao mesmo tempo, criticando o seu desenvolvimento linear e cumulativo, assemelhando-se nesse aspecto ao epistemólogo Bachelard.

Segundo Peduzzi (2006, p. 65, grifo do autor), para Kuhn a Ciência se desenvolve por meio de uma “sequência de períodos denominados de *Ciência normal*, onde o desenvolvimento é cumulativo, alternados por períodos de *crise-revolução*, durante os quais ocorrem profundas mudanças conceituais”. Dessa forma, o período de Ciência normal seria aquele quando o desenvolvimento se daria por meio da adesão da comunidade a um paradigma, sendo este um modelo ou padrão aceito. É o paradigma que, segundo Kuhn (2013, p. 72), “proporciona modelos dos quais brotam as tradições coerentes e específicas”. É este que fornece leis, teorias, aplicações e instrumentação que preparam o futuro cientista para ser membro de determinada comunidade científica.

Kuhn (2013) argumenta que em períodos de Ciência normal, os cientistas procuram resolver problemas que emergiram do próprio paradigma, sendo que a sua definição e resolução devem se pautar em função daquele. Assim, de acordo com Beltran, Saito e Trindade (2014), o sucesso ou insucesso na resolução de um problema pelo cientista estaria relacionado com a capacidade e habilidade do pesquisador em solucioná-lo, e não com as regras impostas pelo paradigma.

Contudo, a Ciência normal invariavelmente traria à tona problemas que se mostrariam resistentes à solução. Segundo Peduzzi (2006), surgem então períodos de crise, que apresentam “anomalias” que não haviam sido previstos pelo paradigma em questão, e inicia-se um período de Ciência “extraordinária”, que gera instabilidades. Conceitos fundamentais são criticamente examinados e provocam verdadeiras revoluções na Ciência. Nesse período, vários novos paradigmas concorrem para substituir o anterior. Conforme afirmam Beltran, Saito e Trindade, “é nesse período que a comunidade científica pautaria sua escolha (do novo paradigma) em motivos nada racionais” (2014, p. 70), sendo estes determinados por fatores sociais, econômicos, políticos e até religiosos. A adoção de um novo paradigma em substituição ao anterior seria o que Kuhn denomina de revolução científica.



A adoção de um paradigma seria então fundamental para que se estabelecesse a Ciência normal, e após uma revolução, o cientista teria uma nova visão de mundo, e o paradigma anterior não seria mais comensurável com o novo modelo. A adoção de um novo paradigma provocaria uma verdadeira mudança de concepção de mundo.

Guiados por um novo paradigma, os cientistas adotam novos instrumentos e orientam seu olhar em novas direções. E o que é ainda mais importante: durante as revoluções, os cientistas veem coisas novas e diferentes quando, empregando instrumentos familiares, olham para os mesmos pontos já examinados anteriormente. É como se a comunidade profissional tivesse sido subitamente transportada para um novo planeta, onde objetos familiares são vistos sob uma luz diferente e a eles se apregam objetos desconhecidos. (KUHN, 2013, p.201).

Após uma revolução, é como se os cientistas reagissem a um mundo diferente. Quando o indivíduo começa a lidar com seu novo mundo, todo o seu campo visual se altera. Isso acontece, em geral, após um período intermediário, durante o qual a visão encontra-se simplesmente confundida. (KUHN, 2013).

O que um homem vê depende tanto daquilo que ele olha como daquilo que sua experiência visual-conceitual prévia o ensinou a ver. Sendo assim, para Kuhn, a educação teria papel primordial no modo como o estudante vê o mundo, já que com o treinamento científico, aquele se torna um habitante do mundo do cientista, vendo o que o cientista vê. No entanto, “esse mundo no qual o estudante penetra não está fixado de uma vez por todas [...] ele é determinado conjuntamente pelo meio ambiente e pela tradição específica de Ciência normal na qual o estudante foi treinado”. (KUHN, 2013, p. 202).

Ao mudar o paradigma, Kuhn afirma que os dados que os cientistas coletam dos objetos são diferentes em si mesmos. “Defrontado com a mesma constelação de objetos que antes, e tendo consciência disso, ele os encontra, não obstante, totalmente transformado em muitos de seus detalhes”. (KUHN, 2013, p. 214). A história da química fornece exemplos que corroboraram tais afirmações.

Lavoisier viu oxigênio onde Priestley viu ar desflogistizado e outros não viram absolutamente nada. Contudo, ao aprender a ver o oxigênio, Lavoisier teve também que modificar sua concepção a respeito de muitas substâncias familiares. [...] devido à descoberta do oxigênio, Lavoisier passou a ver a natureza de maneira diferente. [...] após ter descoberto o oxigênio, Lavoisier passou a trabalhar em um mundo diferente (KUHN, 2013, p. 210).

Nesse sentido, há uma alteração na forma visual, e os componentes são vistos de uma nova maneira. Muitas medições e manipulações antigas tornam-se irrelevantes e são substituídas por outras. Há assim, a possibilidade de solução de um problema que antes parecia obscuro. Segundo Kuhn, o cientista passa então a selecionar as manifestações ocorridas no laboratório que são relevantes para a justaposição de um paradigma com a experiência imediata.

O novo paradigma, entretanto, não estaria mais próximo da “verdade”. Ele seria melhor na “resolução de quebra-cabeças nos contextos frequentemente diferentes aos quais são aplicados”. (KUHN, 2013, p. 318). É nesse sentido que Kuhn acredita no progresso científico dentro de um paradigma.

Ouvimos frequentemente dizer que teorias sucessivas se desenvolvem sempre mais perto da verdade ou se aproximam mais e mais desta. Aparentemente, generalizações desse tipo referem-se não às soluções de quebra-cabeças, ou predições concretas derivadas de uma teoria, mas antes à sua ontologia, isto é, ao ajuste entre as entidades com as quais a teoria povoa a natureza e o que ‘está realmente aí’. [...] Parece-me que não existe maneira de reconstruir expressões como ‘realmente aí’ sem auxílio de uma teoria; a noção de um ajuste entre a ontologia de uma teoria e sua contrapartida ‘real’ na natureza parece-me ilusória por princípio (KUHN, 2013, p. 319, grifo do autor).

O progresso científico estaria então relacionado com o período de Ciência normal. A comunidade científica seria um instrumento eficiente para resolver problemas, e sua resolução deveria levar ao progresso. Quanto ao período da Ciência extraordinária, a noção de progresso estaria relacionada com a vitória do grupo defensor de um determinado paradigma. Como bem salienta Kuhn

Alguma vez o grupo vencedor afirmará que o resultado de sua vitória não corresponde a um progresso autêntico? Isso equivaleria a admitir que o grupo vencedor estava errado e seus oponentes certos. Pelo menos para a facção vitoriosa, o resultado de uma revolução deve ser o progresso. (KUHN, 2013, p. 269).

Com isso, o conhecimento científico não passaria da simples crença da existência de vencedores. Seriam os fatores externos ao fazer científico que imporiam a ideia de progresso na transição de um paradigma a outro. De acordo com Oliveira e Condé (2002), o conhecimento científico seria a propriedade comum de um grupo.

Sua noção de paradigma como algo que circunscreve o que o cientista observa e problematiza, e a consideração de que diferentes paradigmas científicos são incomparáveis ('incomensuráveis') teria fomentado uma abordagem sócio-construtivista das Ciências, que procura compreender a prática e o desenvolvimento científico como equivalente ao de qualquer outra instituição social, isto é, como fruto de negociações e acordos entre grupos (OLIVEIRA; CONDÉ, 2002, p. 2).

Dessa forma, a Ciência não é mais entendida apenas como um constructo de argumentos conceituais e lógicos, mas passa a ser uma construção social. Os fatores determinantes na construção do conhecimento científico não são neutros, desprovidos de interesse. Entretanto, conforme salientam Oliveira e Condé (2002), isso não significa que os fatos sejam inteiramente construídos a partir de fatores externos à Ciência, como interesses e forças sociais. Estes exercem grande influência no empreendimento científico, mas sendo esta entendida como uma prática de resolução de quebra-cabeças, há que se considerar as resistências naturais àqueles fatores.

Conclui-se que Kuhn, conforme salienta Peduzzi (2006), defende a tese de que cientistas em diferentes paradigmas veem os fenômenos naturais de forma distinta. As interpretações a respeito da evidência experimental seriam diferentes, baseadas em seu constructo teórico. Segundo Chalmers (1993), um paradigma refere-se ao modo como o mundo é visto e descrito, e as revoluções que ocorrem na Ciência são necessárias para que esta progrida, permitindo o surgimento de novas visões de mundo. No entanto, não existem, de acordo com o último autor, procedimentos indutivos para se chegar a paradigmas perfeitamente adequados, sendo que todos são, em alguma medida, inadequados à sua correspondência com a natureza. Daí o fato de que o conhecimento científico constitui-se numa "tentativa" de se compreender a natureza e seus fenômenos.

Ao considerar que o desenvolvimento científico ocorre por revoluções, Kuhn (2013) vê a Ciência não mais como um processo cumulativo de conhecimento, mas decorrente de sucessivas rupturas. A substituição de um paradigma por outro é um processo revolucionário, já que as teorias tornam-se, em certa medida, incomensuráveis. Como salienta Feyerabend (2007, p. 364), o processo evolutivo da Ciência em Kuhn, entende que ela está "incorporada em um contexto (cultural) mais amplo – um contexto que valoriza desenvolvimentos – e é interpretada dessa

maneira”. O progresso, não é mais visto como um dado objetivo, mas se torna algo relativo, um valor que depende do contexto em que está inserido.

A perspectiva mais aceita na contemporaneidade a respeito de como o conhecimento científico evolui leva em consideração as continuidades e rupturas do desenvolvimento científico. De acordo com Saito (2013), as atuais tendências historiográficas tentam compreender a Ciência tal como ela era vista no passado, buscando “contextualizar o conhecimento científico, valorizando o processo de construção deste conhecimento”. (SAITO, 2013, p. 190). A Ciência do passado, nessa perspectiva, pode ser estudada levando-se em consideração fatores externos, a lógica interna, as controvérsias, enfim, tudo o que a caracteriza, procurando ser o mais fidedigno possível à época. Nesse sentido, no Ensino de Ciências, o estudo de textos históricos permite compreender a epistemologia das Ciências por meio do entendimento da mentalidade da época. O aluno pode ser levado a compreender quão complexa e dinâmica é a Ciência, e como ela é influenciada tanto por fatores internos quanto externos.

#### 2.1.5 Caráter social do desenvolvimento científico

A Filosofia da Ciência de viés positivista, especialmente aquela desenvolvida durante o Círculo de Viena<sup>3</sup>, procurava fazer uma distinção entre dois contextos essenciais da gênese de uma teoria científica: o da descoberta e o da justificativa. Segundo Miguel e Videira (2011), essa distinção contextual foi cunhada pelo filósofo alemão, Hans Reichenbach (1891-1953), em 1938, que pretendia expressar a diferença entre o modo que o pensador encontra seu teorema e o modo como o apresenta ao público.

Uma teoria seria então concebida em duas etapas distintas, o momento da descoberta e o da justificativa. De acordo com Hoyningen-Heune (1987), a análise

---

<sup>3</sup> Associação fundada na década de 1920, por um grupo de lógicos e filósofos da ciência, tendo por objetivo fundamental chegar a uma *unificação* do saber científico pela eliminação dos conceitos vazios de sentido e dos *pseudoproblemas* da metafísica e pelo emprego do famoso critério da *verificabilidade* que distingue a ciência (cujas proposições são verificáveis) da metafísica (cujas proposições inverificáveis devem ser suprimidas).

do contexto da descoberta procura desvelar o modo como a teoria foi concebida, levando-se em consideração fatores históricos, sociais e psicológicos que estariam relacionados com o desenvolvimento da mesma. Esta seria uma etapa eminentemente empírica, não estando sujeita a nenhum princípio lógico. A ação da imaginação e da criatividade seriam aspectos factuais da gênese de uma teoria.

No que concerne ao contexto da justificativa, o que está em questão são “os enunciados e os aspectos normativos de verificação e aceitação do valor de verdade de uma teoria, a reconstrução lógica desta e o exame de sua adequação em relação às evidências empíricas”. (MIGUEL; VIDEIRA, 2011, p. 34). Esta seria a etapa relegada aos filósofos da Ciência, que deveriam justificar uma teoria por meio de uma construção racional.

Justamente pela existência de fatores não-rationais no ato de descoberta de uma teoria, é que os empiristas lógicos desconsideraram o contexto da descoberta, relegando a ela um papel secundário. Para aqueles, segundo Silva (2009), a verdade científica seria composta inicialmente de uma avaliação lógica para o alcance do significado, e posteriormente, de uma verificação empírica, determinando assim, o que há de mais importante e relevante a ser compreendido e dito sobre a Ciência. A Filosofia da Ciência nada teria a aprender com a história, a sociologia e a psicologia. Estas é que teriam de tomar importantes lições da Filosofia da Ciência.

No entanto, quando o foco de atenção dos estudiosos começou a se voltar para as condições reais da atividade de produção do conhecimento científico, o caráter idealizado da Filosofia da Ciência pareceu se chocar com o que os cientistas realmente faziam. De acordo com Silva (2009), durante a década de 1920, a influência exercida pela história e sociologia da Ciência tornou-se cada vez mais notória, e Karl Mannheim (1893 – 1947) foi um dos responsáveis por lançar essa nova tendência a respeito das questões do conhecimento humano.

[...] Mannheim defende que o conhecimento, sobretudo o conhecimento científico, está indissociavelmente ligado ao processo social mais amplo, revelando assim a relação entre o conhecimento e a sociedade. [...] A sociologia do conhecimento de Mannheim estaria mais preocupada com a reconstrução histórica processual e relacional do conhecimento, com a epistemologia e com a metafísica subjacentes. Grosso modo, a proposta de Mannheim era considerar todo um sem-número de processos relacionais interligados ao conhecimento. (SILVA, 2009, p. 61).

Para Mannheim não deveria haver a distinção entre o contexto da descoberta e o da justificativa, opondo-se às concepções dos neopositivistas. A então Sociologia do Conhecimento de Mannheim pretendia unificar diferentes princípios para constituir a base de análise dos problemas que vinham sendo encontrados pela diferenciação. Contudo, segundo Silva (2009), o autor não deixa claro como realizar tal indistinção, sendo duramente criticado por tal atitude, gerando então, um período de abandono de suas teorias unificadoras.

Ainda conforme Silva (2009), surge nesse período uma outra vertente sociológica, tendo como representante o americano Robert Merton (1910 – 2003). Essa nova sociologia ancoraria-se na distinção entre os diferentes contextos, sendo que a relação entre sociedade e produção de conhecimento ficaria a cargo das análises ditas “externas”. Esta seria uma sociologia mais cientificista, orientada pelas tendências neopositivistas, configurando o que viria a chamar-se “Querela Internalismo *versus* Externalismo”.

A corrente internalista, apresentada por Beltran, Saito e Trindade (2014), pressupõe que a Ciência seja autônoma, neutra e com uma dinâmica própria, não sendo influenciada pela sociedade de seu tempo. A reconstrução histórica nessa perspectiva deve ser racional, omitindo tudo que não diga respeito à própria Ciência. Já a perspectiva dita externalista acerca da História da Ciência, interessa-se pelos fatores não-intelectuais, sejam eles econômicos, políticos, sociais, e até mesmo religiosos presentes no desenvolvimento científico. Considera a Ciência como sendo uma atividade humana, repleta de subjetividade e que é influenciada pelo contexto em que se desenvolve, sendo, portanto, necessária uma análise social da prática científica. Segundo Oliveira e Silva (2011), esta abordagem histórica sofreu grande resistência dos praticantes da história interna, que consideraram a história externa como uma ameaça à objetividade e racionalidade da Ciência.

Para Silva (2010), já na década de 1960, os trabalhos de Thomas Kuhn colocariam em xeque a diferenciação da querela “Internalismo *versus* Externalismo”. Para Kuhn, os fatores externos estariam indissociavelmente atrelados às questões do desenvolvimento científico, e embora ambas as abordagens tivessem relativa autonomia, seriam complementares no processo de produção de conhecimento. A concentração nos fatores externos do fazer científico diria respeito ao período de

Ciência extraordinária quando ocorreriam as negociações sociais da comunidade científica. Em oposição, no período de Ciência normal, o desenvolvimento histórico poderia concentrar-se nas questões teóricas, internas da Ciência, durante o momento de dominação de um paradigma. Kuhn pôde então, estabelecer uma narrativa plural no que se refere tanto aos aspectos mais amplos do contexto quanto aos aspectos ditos internos. “Kuhn reuniu as histórias internas e externas da Ciência, que no passado estiveram muito separadas”. (SILVA, 2010, p. 58).

É com base no ponto de vista de que os contextos se sobrepõem, que os defensores de sua indistinção argumentam que seria um erro supor que a descoberta não faz parte da construção científica. Conforme afirmam Raicik e Peduzzi (2013), tanto o contexto da descoberta quanto o da justificativa podem ser analisados sob uma mesma perspectiva. Não há como distinguir temporalmente os dois contextos e, segundo Hoyningen-Huene (1987), a História da Ciência fornece exemplos contundentes de que não há um recorte temporal claro que os diferencie.

De acordo com Raicik e Peduzzi (2014), o contexto histórico permite avaliar o processo científico, os elementos subjetivos, econômicos, culturais e filosóficos que estão presentes neste meio e influenciam os trabalhos desenvolvidos. Um ensino que esteja preocupado em discutir *sobre* a Ciência pode levar em consideração tanto os fatores internos quanto os fatores externos do fazer científico, sendo por isso, inadequada a distinção entre o processo e o resultado científico. Nesse sentido, episódios da História da Ciência permitem “examinar a Ciência como uma atividade passível de subjetividade e possibilitam compreender a incoerência da separação entre o contexto da descoberta e da justificativa na análise do desenvolvimento da Ciência”. (RAIČIK; PEDUZZI, 2014, p. 30).

A História da Ciência proporciona ao epistemólogo elementos concretos sobre os quais ele pode refletir. De acordo com Martins (2000, p. 53), “uma epistemologia normativa que propusesse uma caracterização de Ciência totalmente incompatível com tudo o que já se fez até hoje na prática científica seria inadequada”. Aspectos descritivos da Ciência do passado permitem validar o empreendimento científico e conhecer de modo mais incisivo os fatores que estão diretamente envolvidos no seu processo de desenvolvimento.

Segundo Matthews (1995), a investigação histórica do desenvolvimento da Ciência é necessária não apenas pelo fato de que permite a compreensão daquilo que existe no presente, mas também pelo fato de que apresenta novas possibilidades.

A História da Ciência esteve durante algum tempo dividida entre os que a analisavam sob aspectos internos e os que a avaliavam sob aspectos externos. Contudo, a moderna historiografia da Ciência vem ao encontro dessa concepção, e procura, numa reconstrução do passado, levar em consideração tudo que esteve relacionado à alguma descoberta do passado. Sabe-se, no entanto, que a história deve ser fabricada, não sendo simplesmente apresentada aos olhos do historiador. Sendo assim, como ressalta Matthews (1995), a objetividade na História da Ciência é, num certo nível, impossível.

A própria reconstrução histórica sofre influência da epistemologia, do tipo de Ciência que o historiador pensa estar trazendo à tona. Todo historiador, segundo Laudan (1977), assume pressupostos em relação às características da Ciência. Ele pode, por exemplo, decidir o quanto de importância dar a discussões de experimentos de cientistas, suas teorias, suas notas de estudos etc. O historiador da Ciência é guiado pelos seus pressupostos em relação ao que é mais importante no fazer científico. É fundamental lembrar que o papel do historiador é o de explicar o motivo pelo qual teorias e experimentos foram aceitos, rejeitados ou modificados no passado.

Por meio da História da Ciência, é possível evidenciar que o conhecimento científico é sempre perspectivístico, dependente do contexto em que se encontra, não havendo, portanto, a possibilidade da Ciência alcançar o objetivismo e a universalidade que almeja.

Na defesa do conhecimento científico, são geralmente alegadas supostas virtudes suas tais como a objetividade, a validade universal e a independência de preconceitos, ao passo que a crítica apela para limitações e compromissos que seriam detectáveis no conhecimento científico, por exemplo, a sua incapacidade de refletir os aspectos emotivos da experiência humana ou a sua conivência com os poderes (econômicos e políticos) de que depende a atividade científica. (CUPANI, 2004, p.13).

Dessa maneira, a Ciência e suas realizações estariam atreladas à época em que foram construídas, e o contexto teria papel fundamental na definição de sua



natureza. É nesse sentido que a História da Ciência se faz tão importante na compreensão do que de fato vem a ser o fazer científico e sua dinamicidade.

A Ciência, sendo uma construção humana, não surge no vazio, ou simplesmente do nada. Ela emerge de problemas que devem ser resolvidos, e sendo assim, há uma forte influência da sociedade nos rumos que a Ciência poderá tomar. Como salientam Lederman et al. (2002, p. 501, tradução nossa), “a Ciência afeta e é afetada pelos vários elementos e esferas intelectuais da cultura na qual está imersa”. O conhecimento científico surge das relações de complementaridade e oposição existentes entre a razão, a experiência, a imaginação e a verificação. Esse conhecimento não pode, de modo algum, ser dissociado da vida humana e das relações sociais. Assim, o professor de Ciências deve mostrar ao aluno que a Ciência desenvolvida em laboratórios não está alheia aos problemas sociais, econômicos e políticos, e que, na maioria das vezes, é influenciada por estes fatores.

## 2.2 A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Os aspectos apresentados como sendo consensuais a respeito da NdC oferecem possibilidades para que uma visão menos ingênua e mais coerente com a prática científica seja transmitida aos alunos. O Ensino de Ciências pode possibilitar a compreensão do que é, e como ocorre a construção do conhecimento científico.

Segundo Pozo e Crespo (2009), de maneira geral, o que o cientista compreende é a relação entre sua teoria e a parte da realidade interrogada por meio de certos métodos ou instrumentos. Como exemplo, os autores citam os átomos ou os fótons, que não existem realmente, sendo antes constructos teóricos, que não estiveram sempre aí, esperando para serem descobertos. São as teorias, mais uma vez, que guiam as observações. A Ciência é então um processo socialmente definido de elaboração de modelos para interpretar a realidade.

Os alunos podem, portanto, ter uma educação científica que lhes permita dar sentido ao mundo, interpretando-o e compreendendo-o de maneira crítica e

autônoma. Assim, eles aprendem a construir seu próprio julgamento ou ponto de vista.

Os alunos da educação científica precisam não tanto de mais informação (embora possam precisar também disso), mas sobretudo de capacidade para organizá-la e interpretá-la, para lhe dar sentido. E, de maneira muito especial, como futuros cidadãos, mais do que tudo, vão precisar de capacidade para buscar, selecionar e interpretar a informação. A escola não pode mais proporcionar toda a informação relevante, porque esta é muito mais móvel e flexível do que a própria escola; o que ela pode fazer é formar os alunos para que possam ter acesso a ela e dar-lhe sentido, proporcionando capacidades de aprendizagem que permitam uma assimilação crítica da informação. (POZO; CRESPO, 2009, p. 24).

Os estudantes devem aprender a aprender, tendo em vista que o conhecimento científico não mais se constitui de verdades eternas e absolutas, mas verdades dinâmicas que possuem data de vencimento. Conviver com a diversidade de perspectivas e com a relatividade das teorias, juntamente com a existência de interpretações múltiplas de toda informação pode auxiliar à educação científica. E esse processo de mudança de perspectiva em relação à Ciência, tanto por parte dos alunos como também dos professores, envolve, naturalmente, compreender a NdC.

Compreender a NdC permite que os alunos adquiram visões mais adequadas sobre a prática científica, além de impactar positivamente as atitudes e interesses dos alunos frente à Ciência. (HÖTTECKE; SILVA, 2011, HENKE; HÖTTECKE, 2015).

Não se trata, no entanto, da substituição dos conteúdos da Ciência pela HFC, e muito menos se deseja que os alunos saibam resolver controvérsias entre diferentes correntes filosóficas ou identificar qual história é verdadeira ou falsa por meio da historiografia. O que se espera é que os alunos:

Considerem o fato de que há perguntas a serem feitas e que comecem a refletir não somente sobre as respostas para estas perguntas, mas, sobretudo, sobre quais respostas válidas e que tipos de evidências poderiam sustentar tais respostas. (MATTHEWS, 1995, p. 168).

A Ciência não deve ser um processo de identificação de verdades sobre o mundo. Ao invés disso, de acordo com Abd-El-Khalic (2013), pode ser um processo flexível e multidirecional de pensar e aprender, que envolva experiências de aprendizagem baseadas em investigações que aproximem os estudantes das verdadeiras práticas científicas. Para tanto, ainda segundo o autor, é necessário que se ensine *com e sobre* a NdC.

Capps e Crawford (2013) também argumentam que o Ensino de Ciências pode ser baseado na investigação, uma vez que ela tem o potencial de melhorar o entendimento das Ciências e o engajamento dos alunos. Este tipo de abordagem oferece um contexto para começar a aprender sobre a natureza da investigação, bem como sobre a natureza do conhecimento científico, já que promove o questionamento, o planejamento, as explicações com base nas evidências e a comunicação dos resultados. Nesse sentido, o ensino por investigação<sup>4</sup> usa processos da investigação científica e de conhecimentos científicos, podendo ajudar os alunos a aprender sobre a Ciência e sobre o fazer Ciência.

Apesar de não ser a única maneira de se ensinar Ciência, a investigação é importante, pois expõe o aluno a um tipo de aprendizado que se assemelha ao trabalho dos cientistas, permitindo a compreensão de como se dá a prática científica. Além disso, ajuda os estudantes a desenvolverem um entendimento mais profundo da Ciência e, sobretudo, promove o pensamento crítico.

As habilidades necessárias para a investigação incluem levantar e identificar questões, planejar e conduzir experimentos, coletar dados e conectar os dados como evidência para explicações. A investigação científica e a NdC estão relacionadas, já que ambas englobam as várias atividades e processos empregados pelos cientistas para responder questões e desenvolver explicações e modelos usando a lógica e o pensamento crítico. Capps e Crawford (2013) salientam que engajar os estudantes em investigações é um meio de promover um contexto para reflexões sobre a NdC, pois permite que se compreenda a importância das observações, da subjetividade, da criatividade e dos aspectos culturais associados ao desenvolvimento do conhecimento científico.

No entanto, esta não é uma tarefa simples. O professor deve ser capaz de fazer com que os alunos se dediquem a responder questões científicas usando os dados como evidência, e também de ajudar os estudantes a compreenderem a natureza tentativa da Ciência, e que esta é um produto da imaginação humana. Tudo isso depende das habilidades e experiências do professor como investigador, bem como do seu entendimento sobre a NdC. Em sua pesquisa, Capps e Crawford

---

<sup>4</sup> Entende-se que o Ensino por Investigação é aquele que possibilita ao aluno, no que diz respeito ao processo de produção do conhecimento, identificar padrões a partir de dados, propor explicações com base em evidências, construir modelos e realizar previsões. (CARVALHO, 2013).

(2013) constataram que nenhum dos 26 professores participantes abordou em suas aulas a NdC de forma explícita, e que muitos acreditavam estar ensinando a Ciência com investigação, quando na realidade não estavam. Se o entendimento sobre a NdC e as investigações por parte dos professores é inadequado, eles evitarão essas abordagens. O que os autores sugerem é que quando questões a respeito da NdC surgirem durante as aulas, elas sejam discutidas explicitamente, já que apenas as investigações não são suficientes para provocar reflexões nos alunos sobre a NdC.

Segundo Rudge et al. (2014), historicamente duas abordagens distintas têm sido enfatizadas no ensino da NdC: a implícita e a explícita. A abordagem implícita presume que por meio do processo de fazer Ciência, com atividades investigativas, os alunos desenvolverão por si sós concepções mais elaboradas sobre NdC. Já a abordagem explícita, também chamada explícita reflexiva, entende que a NdC pode ser tratada como uma atividade instrucional planejada, garantindo que a atenção do aluno seja voltada para as questões da NdC. Nesta abordagem, o estudante é levado a discutir e refletir sobre as relações entre a NdC e o conteúdo trabalhado em sala, buscando desenvolver um entendimento próprio sobre as questões que são colocadas.

De acordo com Lederman (2006), o termo explícito nesse caso, não é sinônimo de direto. O termo refere-se à abordagem que faz os aspectos da NdC visíveis em sala de aula. Ou seja, os estudantes são levados a discussões que os façam refletir sobre o que fizeram durante as investigações e quais as implicações dessas atividades para o conhecimento, dentro de uma perspectiva epistemológica. Fazer com que os alunos investiguem sem reflexões “explícitas” não é uma maneira eficiente de se ensinar sobre a NdC.

Um outro aspecto a ser salientado é que a inclusão de um ensino *com* a NdC visa desenvolver e implementar ambientes de aprendizado de Ciências que levem em consideração o entendimento dos aspectos epistemológicos de geração e validação do conhecimento científico. No entanto, segundo Höttecke, Henke e Riess (2012), a implementação de um ensino *sobre* e *com* a NdC não se refere a um tipo de abordagem específica. Os autores ressaltam que pesquisadores relataram ganhos substanciais no entendimento da NdC usando abordagens explícito-reflexivas incorporadas a estudos de caso de episódios históricos, práticas

científicas autênticas, contextos baseados em investigação, argumentação e estratégias metacognitivas.

No ensino sobre NdC com investigação, os professores devem possuir entendimentos plausíveis sobre o tema, para que desenvolvam ambientes de aprendizado em consonância com aqueles próximos às práticas científicas. Os professores podem, portanto, ser encorajados para que aprendam sobre investigação e NdC, já que os seus conhecimentos afetam sua prática em sala de aula. Abd-El-Khalic (2013) ressalta que professores que internalizaram um entendimento íntegro de aspectos centrais da NdC, e que compreendem a importância desses aspectos para o Ensino de Ciências, têm uma maior tendência a abandonar o “ensino tradicional” de Ciências e adotar práticas que favoreçam autênticos aspectos da NdC.

Dessa forma, além de os professores aprenderem sobre a NdC, eles podem também ser instruídos em como ensinar a NdC. Como bem ressalta Lederman (2006), os professores têm uma tendência a gastar menos tempo ensinando aquilo que não valorizam, e sendo assim, por mais que compreendam a NdC, talvez não a ensinem a seus estudantes. A formação de professores pode, portanto, valorizar o fato de que não se trata de apenas mais um conteúdo a ser ensinado, e sim, uma mudança de atitude frente à Ciência.

No entanto, a implementação efetiva da HFC no Ensino de Ciências ainda é um desafio. Höttecke e Silva (2011) salientam que a problemática que envolve implementar a HFC é a mesma que envolveria qualquer outro tipo de inovação curricular. A atitude do professor frente a alguma inovação curricular pode impedir ou potencializar o seu processo de implementação. Portanto, compreender a hesitação, ou mesmo a recusa dos professores em ensinar com a HFC é um pré-requisito para a superação dos obstáculos ainda presentes na utilização desta abordagem. Assim, de acordo com Höttecke e Riess (2009), os esforços para a implementação da HFC não podem ignorar as perspectivas dos professores, suas crenças sobre o ensino e a aprendizagem, seus objetivos, sua compreensão epistemológica e suas dúvidas sobre a relevância da HFC.

Höttecke e Silva (2011) ainda citam que os resultados encontrados em várias conferências realizadas entre 2008 e 2010 que discutiam a implementação da

HFC no Ensino de Ciências, realizadas em diferentes países europeus, apontaram que um dos principais problemas ainda encontrado para que haja uma utilização mais efetiva da HFC é a falta de conceitos essenciais de como implantá-la em sala de aula. Os autores relatam que os professores em geral não sabem como a HFC pode ajudar no ensino de conteúdos científicos, além de considerarem os últimos como o objetivo mais importante no ensino. A história, por exemplo, serviria apenas como uma anedota ou como guia introdutório de um novo tópico.

Henke e Höttecke (2015) argumentam que alguns dos obstáculos ainda encontrados para que haja uma mudança educacional envolvem a estrutura organizacional tradicional das escolas, o ensino centrado no professor, a falta de conhecimentos e habilidades dos professores, bem como a resistência à mudança que alguns apresentam, devido principalmente à idade, à experiência e ao aprendizado acadêmico.

A forma como a Ciência é vista pelos alunos também pode ser levada em consideração. Höttecke e Silva (2011) destacam que os alunos de modo geral, consideram a Ciência como um conhecimento com menos “margem de erro”. Conseqüentemente, as aulas de Ciências oferecem pouco espaço para discussões, onde os alunos venham a ter a possibilidade de se expressar. De maneira geral, os alunos veem a Ciência como um corpo de conhecimento caracterizado por fatos a serem aprendidos.

As aulas de Ciência podem, portanto, enfatizar atividades centradas nos alunos, e não tanto no professor. Assim, aqueles assumem uma posição ativa no processo de ensino e aprendizagem, e não mais apenas recebem o conhecimento transmitido pelo professor. A sala de aula, segundo Höttecke, Henke e Riess (2012), pode ser um espaço para discussões e negociações de ideias, juntamente com os procedimentos de geração e avaliação de evidências científicas.

### 2.1.1 A NdC contextualizada por meio da História da Ciência

McComas e Kampourakis (2015) salientam que mesmo com uma lista de aspectos-chave da NdC, o desafio que se apresenta aos professores é como abordá-los de modo que sejam atraentes aos alunos. Os autores ressaltam que a

NdC é melhor compreendida quando é contextualizada, pois dessa forma os estudantes aprendem sobre a NdC enquanto exploram o conteúdo tradicional das Ciências. A História da Ciência oferece oportunidades para os alunos realizarem estudos de caso, por meio do exame de eventos históricos relevantes ou explorando algo da história pessoal dos cientistas ou de suas descobertas. Além disso, possibilita a “reflexão e discussão da gênese e da transformação de conceitos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades, bem como a análise dos diversos modelos de elaboração de conhecimentos”. (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014, p. 101).

No entanto, a inclusão da História da Ciência no Ensino de Ciências deve ser planejada tão cuidadosamente como requer qualquer outro material instrucional. De acordo com Forato, Pietrocola e Martins (2011), o uso da História da Ciência no Ensino de Ciências exige cautela, já que qualquer narrativa histórica encerra uma visão da Ciência e dos processos de sua construção. O principal problema, segundo os autores, é que nos ambientes educacionais ainda são encontradas reconstruções históricas de cunho empírico-indutivista ingênua sobre a construção da Ciência. Interpretações descontextualizadas também são um problema, já que narrativas que analisam o passado anacronicamente, com valores, ideias e crenças de outra época, são geralmente preconceituosas, “selecionando e enaltecendo conceitos e teorias ‘similares’ aos aceitos no presente”. (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 37). Dessa forma, os autores apontam três elementos que merecem ser considerados na escolha de determinado conteúdo histórico que vise elucidar questões relativas à NdC: “o tema histórico deve favorecer os objetivos epistemológicos pretendidos, deve estar adequado ao ambiente educacional em questão, e deve contemplar aspectos viáveis para as possibilidades do professor poder tratar o tema adequadamente”. (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 44). Assim, um aspecto-chave para a minimização de tais problemas seria um curso de formação de professores que contemplasse a abordagem histórica dos conteúdos científicos, de modo que o professor pudesse identificar anacronismos e erros históricos presentes nos textos.

Procurando oferecer subsídios para uma abordagem histórica, McComas e Kampourakis (2015) apresentam em seu trabalho uma série de exemplos históricos que ilustram a perspectiva da NdC para cada uma das principais Ciências (biologia, química, geologia e física). Cada aspecto da NdC, corresponde a um texto histórico

a respeito de determinado conteúdo científico que pode ser trabalhado em sala de aula, mostrando como o professor pode incentivar as discussões entre os alunos. Por meio da História da Ciência, os professores promovem debater com os alunos sobre a NdC, entrelaçando as discussões com os conteúdos propriamente científicos. Acreditam com isso estarem encorajando professores de Ciências a incorporarem o conhecimento proporcionado pela NdC ao conteúdo curricular, de maneira explícita e contextualizada, assim como recomendam décadas de pesquisa em Ensino de Ciências.

De acordo com Guerra, Braga e Reis, as aulas de Ciências do Ensino Médio<sup>5</sup> devem incluir discussões de elementos da NdC que não apresentem divergências entre os especialistas, permitindo que os estudantes desenvolvam ideias apropriadas sobre a Ciência. Reconhecem que as características de cada época ou episódio científico podem ser realçadas para os estudantes, de modo que estes compreendam que a Ciência é um “sistema de conhecimento contruído por indivíduos incorporados em um contexto sociocultural”. (GUERRA; BRAGA; REIS, 2013, p. 1487, tradução nossa). Os autores descrevem um trabalho onde implementaram um projeto pedagógico utilizando uma abordagem histórico-filosófica da Ciência. Para tanto, eles selecionaram seis temas que podiam ser ensinados independentemente, com um cientista histórico representando cada tema. O propósito era enfatizar o contexto de cada personagem, ao invés de sua biografia. Foram desenvolvidos materiais que incorporassem diálogos e discussões entre os cientistas, bem como controvérsias histórico-filosóficas do período. Os autores salientam que o propósito de tal projeto não foi ensinar o conteúdo apresentado, e sim contextualizar o desenvolvimento de cada tema.

Na visão dos autores, os estudantes tendem a apreciar mais a Ciência caso os professores utilizem uma abordagem histórico-filosófica que guie as discussões a respeito de um dado conteúdo científico. Assim, elucida-se a interação entre Ciência e sociedade e enfatiza-se que a construção do conhecimento científico ocorre por meio de diálogos e disputas entre diferentes escolas de pensamento. Os autores ainda sugerem que os professores discutam os limites da Ciência e sua capacidade

---

<sup>5</sup> No texto original o autor utiliza o termo *secondary schools*, que neste caso optamos por traduzi-lo como “ensino médio”, já que representam níveis de aprendizagem similares.



para responder questões levantadas pelos cientistas ao longo da história, reforçando a ideia de que os cientistas não se encontram isolados da sociedade.

Segundo Tolvanen et al. (2014), uma vez que os estudantes estejam familiarizados com os fatos históricos, eles se tornam mais receptivos ao aprendizado de detalhes mais complexos do fato científico e também das questões associadas à NdC. O uso de múltiplos exemplos de teorias e investigações tiradas da História da Ciência pode auxiliar os estudantes a compreenderem o que exemplos distintos possuem em comum em se tratando de NdC.

Rudge et al. (2014) defendem que com a utilização de episódios da História da Ciência para o ensino da NdC, os estudantes podem ser levados a apresentarem suas próprias ideias a respeito das causas de um determinado fenômeno. Desse modo, ao invés de o professor simplesmente rejeitá-las por serem falsas, poderá usá-las para demonstrar que no passado, cientistas defenderam as mesmas ideias. Assim, os alunos poderão refletir sobre o que as teorias representam na Ciência e como elas são avaliadas. Os autores demonstram que o objetivo de tal abordagem é engajar os estudantes no que diz respeito às ideias que trazem à sala de aula, motivando discussões e fazendo com que levem em consideração explicações alternativas, de modo que compreendam como as teorias são criadas. No entanto, segundo Tolvanen et al. (2014), ambas as ideias não podem ser vistas como idênticas, já que enquanto os estudantes se esforçam em aprender a Ciência, os cientistas do passado se esforçavam para criar aquela Ciência. A História da Ciência não é apenas um complemento ao conteúdo, mas o ponto central para o entendimento de conceitos, tanto científicos como da NdC.

Experimentos também podem ser utilizados numa abordagem histórica. Segundo Tolvanen et al. (2014), utilizar réplicas de experimentos históricos permite que os estudantes compreendam o papel da experiência na História da Ciência e na produção de conhecimento. As réplicas podem ser tanto históricas quanto físicas. Nas primeiras, o experimento é repetido utilizando equipamentos os mais autênticos possíveis, enquanto que nas réplicas físicas, o experimento é repetido utilizando equipamentos modernos. Utilizar experimentos históricos pode ajudar os estudantes a entenderem os processos de produção do conhecimento científico.

Sendo assim, o aluno pode ser levado a compreender que o experimento não é uma mera ilustração da teoria. O experimento por si só questiona, interroga, problematiza, conduz, muitas vezes, a outras hipóteses. A experiência é uma atividade que envolve muitas ideias, muitos tipos de compreensões, bem como muitas capacidades. Como bem ressaltam Arruda, Silva e Laború (2001), a teoria não se relaciona com os fatos, em função de sua verificação ou falseamento, mas em vista de sua adaptação. Dessa maneira, mencionando o *empirismo construtivo* de van Fraasen, para os autores “a teoria antecipa a intervenção da natureza sobre ela própria, selecionando os aspectos relevantes da natureza; a experiência, por sua vez, comprovará a adequabilidade empírica da teoria”. (ARRUDA; SILVA; LABURÚ, 2001, p. 102). Para tanto, compreender o experimento como adequação empírica da teoria, e também como guia da continuação da sua construção ou complementação, é essencial para que se compreenda a relação existente entre teoria e experimento. A realização de experimentos históricos pode auxiliar nesse processo, já que para realizá-los é necessário que antes se conheça a teoria subjacente à construção daqueles instrumentos, bem como sua função na construção da teoria. Os experimentos históricos permitem, portanto, que o aluno conheça a História da Ciência fazendo Ciência.

De acordo com Tolvanen et al. (2014), o contexto histórico pode ser constituído de modo a favorecer o aprendizado da NdC, e o estudo de caso pode fornecer elementos para a compreensão de alguns aspectos da NdC. Os estudos de caso em História da Ciência são vistos pelos autores como atividades que possibilitam aos alunos desenvolverem ativamente seus próprios conceitos. A omissão de alguns detalhes históricos, matemáticos ou científicos também pode ser justificada pelo fato de que a distorção pode ser irrelevante para o aprendizado da NdC, sendo que o nível de precisão deve ser adequado para o Ensino de Ciências.

### 2.2.2 O Projeto *History and Philosophy in Science Teaching* (HIPST)

Na tentativa de solucionar alguns dos problemas referentes ao desenvolvimento e implantação da HFC no Ensino de Ciências, a União Europeia fundou, em 2008, o projeto de *History and Philosophy in Science Teaching* (HIPST),

que inclui 10 parceiros de 7 países europeus. O projeto tem como pressupostos básicos métodos centrados no aluno, como aprendizagem investigativa, experimentos com réplicas, discussões semiestruturadas e atividades de dramatização (HÖTTECKE; RIESS, 2009). De acordo com estes autores, atividades como experimentação, observações e discussões são estratégias muito promissoras de acordo com estudos que levaram em consideração o interesse dos alunos em HFC.

Por outro lado, atividades como ler ou ouvir textos podem facilmente se tornar experiências passivas, com pouco potencial para atrair a atenção dos alunos (HÖTTECKE; HENKE; RIESS, 2012). Estes autores defendem atividades centradas no aluno, de modo a permitir que este se envolva de maneira ativa no processo de ensino-aprendizagem, discutindo, argumentando e defendendo algum ponto de vista, propiciando o desenvolvimento de um pensamento criativo, reflexivo e autônomo. Argumentam que isto pode ser alcançado por meio de atividades que possibilitem ao estudante um envolvimento maior com a geração e avaliação das evidências científicas. Também salientam que, ao se usar a HFC, há que se justificar claramente o uso dessa abordagem para os alunos, sendo que eles devem entender que

O estudo de conhecimentos do passado compreende aquilo que os cientistas já tomaram como sendo válido, útil e apropriado, e que, ainda assim, foram criticados ao longo do tempo. Entretanto, conhecer a Ciência passada e o seu desenvolvimento histórico pode nos ajudar a compreender o conhecimento científico atual e as razões para crer que o conhecimento atual é válido, útil e apropriado. (HÖTTECKE; HENKE; RIESS, 2012, p.1.237, tradução nossa).

O projeto HIPST visa ao desenvolvimento de materiais que auxiliem no ensino do conteúdo científico, tomando como base a epistemologia, os processos e os contextos da Ciência. Para tanto, utiliza o desenvolvimento de estudos de caso históricos para o processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Höttecke e Riess (2009), o conceito de ensino e aprendizagem com estudos de caso considera a Ciência de maneira detalhada, a fim de destacar aspectos gerais da Ciência, da epistemologia, do conteúdo científico e da NdC. Os estudos de caso podem ser utilizados dentro de uma abordagem narrativa, focando em uma história juntamente com uma ideia central. Ressaltam que assim,

possibilitam expandir a visão de alunos e professores para além dos conteúdos e produtos da Ciência, de modo que possa ser vislumbrado o fazer científico e o contexto em que são realizados.

Os estudos de caso permitem que aspectos da NdC sejam exemplificados. Höttecke, Henke e Riess (2012) destacam a importância dos experimentos, das teorias, dos modelos e das habilidades específicas do cientista ou de seus ajudantes. Também enfatizam a necessidade de se mostrar a interrelação existente entre sociedade, cultura e Ciência. A Ciência pode ser apresentada como uma construção humana e social, incluindo perspectivas das motivações dos cientistas, conflitos e controvérsias entre diferentes teorias. Os autores destacam que o projeto considera a Ciência como um processo não-linear, um empreendimento caracterizado por desvios e erros contrabalanceados por soluções criativas e uma natureza autocorretiva.

No projeto HIPST, o aluno é levado a aprender Ciência em um contexto histórico, e sendo assim, o foco do ensino se altera. O aprendizado deixa de ser apenas relacionado à aquisição de conhecimento e passa a focar nos processos de se fazer Ciência. No entanto, deve-se levar em consideração que tanto o aluno como o professor estão habituados com os padrões tradicionais de Ensino de Ciências, onde o conhecimento científico é apresentado como “verdadeiro”. Essa questão merece ser levada em consideração, já que, segundo Höttecke, Henke e Riess (2012), não é provável que os alunos aceitem essa perspectiva sem nenhuma resistência. Antes de os alunos estimarem a importância que a abordagem histórica e epistemológica representa para o seu próprio aprendizado, e não a verem como uma perda de tempo, eles devem ser levados a terem o máximo possível de experiências proveitosas com a HFC. Esta é uma das principais razões pela qual os autores consideram que o desenvolvimento de atividades centradas no aluno é importante para o ensino com a abordagem HFC.

Dentre as atividades centradas no aluno desenvolvidas no projeto HIPST estão o ensino com réplicas de experimentos históricos e o aprendizado por investigação direcionada. Höttecke, Henke e Riess (2012) salientam que atividades que proporcionem uma reflexão explícita sobre a NdC são consideradas como centrais para que os alunos compreendam os processos da construção do

conhecimento científico. Nessa perspectiva, o papel dos experimentos é crucial, já que a História da Ciência oferece ótimos exemplos que podem servir como guias para que os estudantes desenvolvam os próprios experimentos, e os comparem com aqueles descritos pelos cientistas do passado. Fontes históricas como cartas, anotações de diários de laboratório ou artigos dos cientistas constituem-se em instrumentos que auxiliam nas experimentações e na elaboração de respostas às questões que surgirem durante o processo investigativo.

As réplicas de experimentos históricos apresentam como vantagens o alto grau de autenticidade e a contextualização. Por meio das réplicas, os alunos são levados a aprender habilidades práticas e a manipular materiais, associando a isso uma compreensão teórica do instrumento e também do fenômeno em estudo. Durante o experimento, as observações realizadas e os dados gerados devem ser interpretados, dando ensejo a reflexões sobre a natureza das observações e o papel dos instrumentos na geração de novos conhecimentos na Ciência.

Dentro do projeto, ainda segundo Höttecke, Henke e Riess (2012), os professores apresentam os tópicos gerais que serão trabalhados em sala de aula, juntamente com várias atividades de investigação apropriadas. São os professores quem decidem o contexto histórico no qual as atividades serão inseridas, e é partir da questão de pesquisa que envolve este contexto que os alunos iniciam suas atividades, que são elaboradas e planejadas pelos próprios estudantes. Eles são auxiliados em seu trabalho e na interpretação dos resultados pelo material de instruções e pela orientação do professor.

O projeto HIPST visa a um modelo de ensino onde os interesses, as ideias prévias e as crenças do aluno a respeito de um determinado conteúdo científico são explorados. O conteúdo científico é então analisado, classificado e estruturado de acordo com as necessidades dos alunos. O modelo de ensino que o projeto se propõe a realizar, não é uma mera redução a algum conteúdo científico ou a algum conteúdo da História ou Filosofia da Ciência. O que os autores do projeto defendem é uma reconstrução dos aspectos científicos, históricos e filosóficos sob uma perspectiva educacional.

Sendo assim, o Ensino de Ciências pode trazer aos alunos reflexões e problematizações sobre a Ciência, buscando ressaltar que o conhecimento científico é construído em um espaço e tempo específicos, sendo estes fatores algumas vezes determinantes nesse processo. As salas de aula, conforme ressaltam Vital e Guerra (2014), precisam se tornar espaços de questionamentos, e não de transmissão unilateral do conhecimento científico. O aluno pode compreender o problema existente em se adotar uma visão de Ciência linear e cumulativa, algorítmico, distante dos problemas sociais e realizado apenas por grandes gênios. Para tanto, o contato com as controvérsias históricas pode auxiliar nesse mister, levando o aluno a compreender a pluralidade dos métodos científicos, o papel da criatividade na elaboração de teorias e como o pensamento divergente produz muitas ideias e desenvolve muitas possibilidades a partir de um único ponto de partida.

### 2.2.3 Sobre a formação de professores em HFC

A tradição cultural científica presente nas escolas ainda é vista como uma coleção de fatos a serem transmitidos, e privilegia a transmissão de conteúdos tidos como “verdades” absolutas das Ciências naturais. Desse modo, segundo Vesterinen e Aksela (2013), a discussão de dimensões epistemológicas e sociológicas das Ciências causa estranhamento aos professores que ainda não estão familiarizados com tal abordagem. Uma das razões para tal estranhamento talvez se dê pelo fato de que ensinar utilizando a NdC e outras perspectivas humanísticas não esteja em alinhamento com a imagem que os professores possuem do que seja o Ensino de Ciências e, portanto, a NdC é vista como algo separado das metas da educação científica. Na visão dos professores, de acordo com as autoras, os conhecimentos e habilidades necessários para a implementação da abordagem com a NdC talvez estejam mais relacionados com uma cultura de ensino da área de humanas do que com a área científica.

Monk e Osbourne (1997, p. 411) argumentam que uma das razões para a não utilização da História da Ciência em sala de aula é a descrença, por parte dos professores, de que o conteúdo histórico adicionará algo aos seus conhecimentos e

as suas habilidades. Tal opinião é justificável, uma vez que o professor raramente tem a oportunidade de pensar sobre como lidar com materiais de História da Ciência ao longo de sua formação. Nessa perspectiva, o professor provavelmente não será capaz de utilizar os estudos históricos como recursos pedagógicos em suas aulas. (MOURA, 2012).

A mudança pedagógica exige uma compreensão sólida da NdC que se deseja ensinar, pois os professores não mudarão suas atitudes enquanto acreditarem que a Ciência é um conjunto de verdades, descobertas por cientistas, e que saber Ciência é memorizar e repetir estas verdades ou parte delas. Segundo Maldaner (2006), a imagem que muitos professores têm da Ciência é a de uma aproximação progressiva a uma verdade preexistente à qual se chegará, mais cedo ou mais tarde, pela observação e medidas sempre mais rigorosas. Ainda de acordo com o autor, os professores em geral confundem os objetos teóricos e as idealizações com os objetos reais da Ciência. E sendo assim, essa é a imagem de Ciência que os professores apresentam aos alunos, mesmo que de maneira implícita, já que a concepção que muitos professores possuem é construída a partir de um conhecimento tácito e não reflexivo. É importante que o professor compreenda, conforme ressalta Maldaner (2006), que as produções científicas fazem parte de uma realidade criada, e não se confundem com os objetos reais da Ciência.

Porém, esse tipo de reflexão não faz parte da formação de professores, e estes acabam sendo influenciados por posições positivistas, que prevalecem em toda sua formação, e que se perpetuam em sua vida profissional. Assim, segundo Maldaner (2006, p. 108), “reflexões epistemológicas devem contemplar o conhecimento científico produzido como sistema conceitual coerente e poderoso de agir sobre o mundo concreto para modificá-lo e recriá-lo”.

Ao introduzir reflexões epistemológicas na formação inicial e continuada de professores, deseja-se romper com um pensamento de Ciência, largamente hegemônico, cuja base pode ser buscada nas filosofias realistas, com a tentativa de transmissão de verdades científicas definitivas e neutras. Para Moura (2012), o ato de refletir sobre a própria prática constitui-se no momento em que o professor pensa sobre si mesmo enquanto educador. Ao reconhecer os erros, os acertos, as

dificuldades, o professor vai construindo uma visão crítica de sua prática, transformando-a.

Dessa maneira, espera-se que as aulas de Ciências contemplem questões mais amplas da sociedade, não bastando apenas criar novos currículos, produzidos por especialistas e que considerem elementos da HFC; precisa-se que os professores conheçam sobre o assunto e este faça parte de suas crenças. (MALDANER, 2006).

No entanto, a relação entre compreender a NdC e a sua implementação no Ensino de Ciências não é simples. Vesterinen e Aksela (2013) observam que um ganho conceitual a respeito da NdC não leva necessariamente a sua utilização no planejamento das aulas nem ao uso em sala. Para que haja uma adequação dos entendimentos sobre a NdC em sala de aula, os professores necessitam de conteúdo pedagógico relacionado à NdC. Ainda segundo estes autores, um conhecimento pedagógico consolidado permitiria aos professores falar confortavelmente sobre questões da NdC, conduzir discussões, responder rapidamente e apropriadamente às questões, esclarecer equívocos, dar bons exemplos etc.

Nota-se, assim, que “a simples incorporação de disciplinas de conteúdos históricos não implica na sua automática utilização pelo futuro professor em suas aulas ou na promoção de uma visão mais abrangente de Ciência”. (MOURA, 2012, p. 84). Não basta estruturar cuidadosa e fundamentalmente um currículo se o professor não receber um preparo adequado para aplicá-lo. Contudo, o problema não se resolve apenas proporcionando aos professores instruções mais detalhadas, por meio de manuais ou cursos de formação continuada, faz-se necessário uma profunda revisão da formação acadêmica inicial e permanente.

A formação de professores poderia enfatizar a importância do entendimento da NdC para o ensino, e as habilidades necessárias para o desenvolvimento de tal abordagem. Para realçar o conteúdo pedagógico relacionado à NdC, os professores necessitam de oportunidades para reflexão e discussão sobre as questões da NdC e orientações práticas para o ensino da NdC. (VESTERINEN; AKSELA, 2013).



Nesse sentido, existem inúmeros desafios relacionados ao desenvolvimento de conhecimento de conteúdo pedagógico relacionado à NdC como: o fato de não se saber a melhor forma de utilização de tal abordagem; os materiais instrucionais serem poucos, inadequados ou inexistentes e os conhecimentos e as habilidades dos professores em relação ao tema serem insatisfatórios. (VESTERINEN; AKSELA, 2013).

Assim, os cursos que discutem aspectos da NdC poderiam utilizar diferentes argumentos sobre a importância do entendimento público da Ciência e das dimensões da alfabetização científica, de modo que fornecessem aos professores um panorama que justificasse a inclusão de dimensões filosóficas, históricas e sociológicas entre os objetivos da educação científica. Dessa maneira, deve haver, segundo Vesterinen e Aksela (2013), uma associação entre o entendimento dos professores a respeito da NdC e suas crenças em relação ao Ensino de Ciências, além de discussões sobre as razões e justificativas para a sua inserção na educação científica.

Em uma pesquisa realizada sobre um curso de NdC para professores de Química, Vesterinen e Aksela (2013) relatam que aquele forneceu aos professores novas perspectivas sobre a Química, um novo panorama conceitual para pensar e discutir sobre a pesquisa científica, e unir os diferentes modelos e teorias da disciplina em um todo mais coerente. Os autores ainda destacam que, apesar de todo o conteúdo estudado durante o curso não poder ser abordado em nível médio de Ensino, conhecer os aspectos centrais de NdC é importante como parte do conhecimento geral ou como um recurso para o ensino.

Silva (2014) analisou algumas das Instituições de Ensino de Superior (IES) que apresentam em seu currículo disciplinas que, supostamente, podem subsidiar discussões sobre a NdC aos futuros professores de Física, devido ao seu caráter de cunho histórico-filosófico. O autor investigou o entendimento dos alunos de Licenciatura em Física, da Universidade Federal do Piauí, no que diz respeito à inserção da HFC na sala de aula e, principalmente, se eles são motivados à elaboração de estratégias didáticas embasadas nela. Analisando a ementa do curso, que tem a finalidade de narrar um longo trecho da História da Física em um curto espaço de tempo, concluiu que durante o curso faltam momentos oportunos para

discussão de fatores historiográficos, didáticos e metodológicos que auxiliem o professor que pretende inserir a HFC na sala de aula de forma adequada. O autor sugere a necessidade de discussões, com os futuros professores, de aspectos da Historiografia da Ciência (por exemplo, tipos de fontes de pesquisa e principais vícios historiográficos), os quais possibilitem, dentre outros pontos, a identificação de problemas em textos encontrados em livros, materiais didáticos e, principalmente, na internet, como também de aspectos relacionados à epistemologia da Ciência. Dessa maneira, segundo o autor, o professor terá ferramentas adequadas para orientá-lo na escolha dos textos históricos que serão empregados em sala de aula e, principalmente, incentivar seu uso de forma correta.

Sendo assim, se o intuito é trabalhar a História da Ciência na formação de professores, permitindo uma visão mais abrangente do tema, é imperativa uma mudança nas ações. Não "basta que tenhamos disciplinas de HFC nas licenciaturas. É preciso refletir sobre o como fazer". (MARTINS, 2007 apud MOURA, 2012, p. 83).

Segundo Londero (2015), uma questão importante quando o professor conhece a HFC, está em poder compreender os seus alunos, pois inúmeras vezes, o raciocínio encontrado em sala de aula é muito semelhante àquele que um dia a Ciência já considerou como correto. Portanto, o entendimento de como os conceitos foram construídos ao longo da história facilita o aprendizado de sua concepção final.

A utilização da História da Ciência no Ensino se depara com o desafio de sua implantação em sala de aula, pois a ideia comumente adotada é a de que o conteúdo histórico serve para contextualizar o Ensino de Ciências. No entanto, a História da Ciência pode ser um recurso pedagógico não só para a contextualização, mas também para ensinar conceitos científicos. (MOURA; SILVA, 2014). Na literatura especializada, são diversos os trabalhos que discutem a inclusão de conteúdos históricos nas mais variadas instâncias educacionais, desde o Ensino Médio até a formação de professores. (MOURA, 2012).

O conteúdo histórico, segundo Abd-El-Khalick (2013), pode ser tratado como um problema a ser enfrentado, pensado e questionado. Sendo assim, selecionar episódios da História da Ciência contribui para tornar mais significativas questões aparentemente simples da Ciência e, como consequência, promover uma visão mais adequada do processo de construção do conhecimento científico.

O professor precisa conhecer a história das Ciências, não só como um aspecto básico da cultura científica geral, mas como uma forma de associar os conhecimentos científicos com os problemas que originaram sua construção, sem os quais tais conhecimentos apresentam-se como construções arbitrárias. (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Pode-se assim, desvendar quais foram as complicações e os obstáculos epistemológicos que tiveram que ser superados, o que constitui uma ajuda imprescindível para compreender as dificuldades dos alunos e também como evoluíram os referidos conhecimentos, evitando visões estáticas e dogmáticas que deformam a natureza do trabalho científico. (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Levando em consideração a complexidade do tema e o modo como se pode abordá-lo no Ensino de Ciências, soa irreal pensar que um único curso de formação de professores possa transformar completamente as atitudes e crenças a respeito do Ensino de Ciências que os professores possuem. Tais crenças e atitudes muitas vezes são produtos de uma escola de cultura científica com crenças bastante tradicionais sobre o ensino e aprendizado. Assim, como a reflexão possui um papel central na mudança de tais crenças, faz-se fundamental que se pense acerca da cultura do Ensino de Ciências, não apenas por algumas semanas, mas durante todo o curso de formação. Dessa maneira, segundo Vesterinen e Aksela (2013), os professores formadores podem fazer esforços para que discussões a respeito dos aspectos epistemológicos e sociológicos da Ciência estejam presentes em várias etapas do ciclo de formação. Estudar a História da Ciência é, dessa forma, colocar o professor como parte desta história, aperfeiçoando sua postura crítica e ativa em relação à Ciência. (MOURA, 2012, p. 73).

No entanto, por mais que os professores tenham um contato próximo com a História da Ciência, é utópico esperar que eles estejam completamente familiarizados com uma história, filosofia e sociologia da Ciência precisas. Vesterinen e Aksela (2013) argumentam que eles podem cooperar com pequenos casos históricos para ensinar aspectos centrais da NdC. Porém, mesmo com um pequeno número de exemplos, podem desenvolver competências adequadas para o uso de abordagens históricas.

Ao se problematizar episódios históricos da Ciência, os professores podem fazer com que os alunos tenham uma compreensão mais abrangente da Ciência e das questões envolvidas em sua construção. Segundo Moura (2012), a problematização de acontecimentos históricos implica que estes não sejam abordados como uma simples coleção de anedotas a serem introjetadas automaticamente na mente dos alunos, mas como uma reunião de elementos a serem colocados em discussão. Ao se problematizar episódios históricos, são extraídos pontos que podem ser tratados como problemas.

Os contextos formam as diferentes dimensões de estudo pelas quais os episódios históricos podem ser tratados. De forma integrada, “os contextos concebem uma visão abrangente dos episódios, dos conceitos científicos que os permeiam, de seus aspectos epistemológicos, filosóficos e sociológicos e da forma como podem ser trabalhados no Ensino de Ciências”. (MOURA, 2012, p. 93). A formulação de um problema a partir dos fatos históricos pode partir de diversas fontes. Pode-se problematizar um conceito científico presente no episódio e tratá-lo de forma a analisar sua estrutura teórica e seu processo de construção, revelando características inerentes ao fazer científico. Por outro lado, ainda segundo Moura (2012), pode-se colocar como problema a influência de questões sociais e culturais na aceitação ou rejeição de ideias científicas, analisando seus processos de recepção, propagação ou negação pela comunidade científica e as questões extracientíficas envolvidas.

No entanto, é importante também que o docente tenha alguns cuidados ao utilizar a História da Ciência. Como bem ressalta Martins (2001), é indispensável o gosto pela leitura; a compreensão de que seus preconceitos e expectativas podem levar a uma apreciação anacrônica dos episódios históricos; o cuidado para não fazer afirmações categóricas e muitas generalizações; e senso crítico para poder fazer uma seleção adequada das fontes que serão usadas em seus estudos e em sala de aula.

É essencial evitar ideias distorcidas propagadas por pseudo-histórias<sup>6</sup>. Mesmo no ambiente escolar, nunca se deve utilizar uma História da Ciência

---

<sup>6</sup> A história que seleciona fatos de interesse, e que erra ao omitir eventos relevantes ao entendimento de determinado período ou contribuição científica.

simplificada: é necessário seguir as tendências da moderna historiografia da Ciência, que podem ser utilizadas no Ensino de Ciências guiadas por noções adequadas do que seja a Ciência e como ela é construída. (FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2012).

Assim, elaborar textos e criar atividades que utilizem a HFC na escola requer mais que um conhecimento superficial sobre estas duas áreas. Os textos e atividades devem ser capazes de promover a interação dos estudantes com o tema em questão. Não é suficiente que o texto esteja absolutamente correto do ponto de vista historiográfico, se ele não atinge seus objetivos em sala de aula. Não é uma tarefa fácil envolver os estudantes nos tópicos sugeridos. O professor deve ter conhecimento didático e certo grau de familiaridade com metodologias educacionais para utilizar as propostas que abordam a HFC. A preparação de cursos em diferentes contextos requer conhecimento histórico, filosófico e pedagógico. (FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2012).

Em vista disso é crucial a discussão e adoção de novas abordagens para o estudo da História da Ciência, de modo que promova o desenvolvimento dos cursos de formação de professores de Ciências. Estas novas abordagens “devem evidenciar o caráter dinâmico da Ciência, menos autoritário e construído com a colaboração de homens e mulheres comuns que trabalharam para sua consolidação”. (MOURA, 2012, p. 91). Nessa mesma perspectiva, também é possível trabalhar sobre a questão dos materiais didáticos, incentivando atividades que preparem os futuros professores a elaborarem seus próprios materiais, a partir da consulta adequada de fontes primárias e secundárias, sempre levando em conta os perigos das distorções históricas. (TOLVANEN et al., 2014).

Contornar a falta de preparo dos professores no que diz respeito a habilidades em HFC é uma das tarefas para uma maior implementação desta abordagem no Ensino de Ciências. Prepará-los para identificar, analisar e então questionar certas manifestações anacrônicas, além dos conteúdos específicos da HFC, é uma das etapas necessárias para tal concretização. O material didático também poderia incluir alguns guias e avisos sobre certas questões inesperadas e como lidar com elas. (FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2012).

No entanto, as mudanças necessárias para uma efetiva implementação da NdC precisa ir além da educação científica, de modo que fatores externos como os documentos oficiais, livros didáticos e vestibulares também enfatizem a importância da história, filosofia e sociologia da Ciência no Ensino de Ciências. As propostas baseadas na NdC devem alcançar nível nacional para realmente atingir as mudanças tão caras ao ensino. (VESTERINEN; AKSELA, 2013).

Buscando compreender como a área de Ensino de Ciências tem utilizado a abordagem HFC, o próximo capítulo será dedicado a demonstrar algumas pesquisas que já foram realizadas no país em relação ao tema. Será apresentada de que maneira o Ensino de Química tem utilizado tal abordagem, bem como pesquisas do estado do conhecimento sobre HFC já realizadas no país, de modo que os dados encontrados possam fornecer indicadores de produção que auxiliem no desenvolvimento desta pesquisa.

### 3 PESQUISAS SOBRE HFC EM PERIÓDICOS E EVENTOS

A HFC apresenta-se como uma abordagem privilegiada para o ensino do que vem sendo denominada NdC. Como discutido no capítulo anterior, esta temática é de fundamental importância no Ensino de Ciências, já que possibilita a formação de cidadãos mais críticos em relação aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos que permeiam a sociedade contemporânea.

Assim, o objetivo deste capítulo consiste em mapear algumas pesquisas desenvolvidas sobre HFC, publicadas em periódicos e eventos, destacando inicialmente a presença da HFC no Ensino de Ciências, e em seguida, como a área vem se consolidando ao longo dos anos no cenário brasileiro.

Em um trabalho publicado por Matos et al. (1991), apresenta-se questões relacionadas ao ensino da História da Química em universidades brasileiras, enfatizando que a temática ocupa um lugar bem menos importante do que já ocupou na formação dos químicos. Os autores relatam que dos 574 cursos envolvidos na formação do químico, (listados e aprovados pela *American Chemical Society*), apenas 37 contavam com disciplinas específicas de História da Química, sendo que destes, 11 cursos já há dois anos não as ofereciam por falta de alunos. Apesar do aparente descaso com a disciplina, os autores enfatizam uma série de vantagens em se utilizar a História da Química no ensino, argumentando que, do ponto de vista didático

[...] dá aos alunos uma nova visão dos cientistas e da Ciência, aumentando assim suas motivações; auxiliar no entendimento dos resultados científicos atualmente aceitos, de difícil intuição, por meio do estudo de suas gêneses e desenvolvimentos; dar a conhecer concepções antigas, abandonadas no desenvolvimento da Ciência, que são ainda hoje concepções do senso comum compartilhadas pelos alunos," já quanto "ao ponto de vista da competência científica, a História da Ciência é considerada um elemento chave para a compreensão de resultados mais complexos, além de fornecer ao futuro professor a possibilidade de entender e ensinar a base, a fundamentação da Ciência. (MATOS et al., 1991, p. 296).

Nesse sentido, tendo em vista as potenciais contribuições que a abordagem HFC pode trazer ao Ensino de Ciências, Schirmer e Sauerwein (2014) analisaram as revistas de Ensino de Ciências e de Ensino de Física mais bem avaliadas pela CAPES no país, no período de 2001 a 2010, procurando verificar as propostas de sala de aula utilizando HFC. Constataram que de 1.799 artigos analisados, 283

(16%) estavam relacionados à HFC, que representa um número expressivo, visto que a área de Ensino de Ciências possui aproximadamente 16 áreas de pesquisa, sendo a HFC uma delas.

Buscando encontrar subsídios para elaboração de uma proposta didática utilizando a abordagem HFC, Gandolfi (2013) realizou um levantamento correspondente ao período compreendido entre 1993 e 2013, a respeito da inserção da HFC no Ensino de Química. Na análise dos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais qualificados nos estratos superiores da área de Ensino de Ciências (estratos A1 a B2 na classificação do Qualis/CAPES à época), a autora encontrou 44 trabalhos (21 em língua portuguesa, 19 em língua inglesa e 4 em língua espanhola) que apresentam sugestões e propostas para o Ensino de Química a partir da História e/ou da Filosofia da Ciência. Em relação ao exame dos resumos de teses e dissertações defendidas no Brasil e disponíveis no Banco de Teses da Capes, 22 sugestões foram analisadas, destacando-se que algumas delas já estavam relacionadas diretamente dentre as 44 publicações encontradas nos periódicos. Todavia, a autora salienta que este número, embora crescente, ainda é pequeno quando se leva em consideração que a análise foi realizada a partir de um extenso banco de teses e dissertações e em 17 periódicos diferentes, que retratam um período de 20 anos de publicações.

Em outro trabalho, o qual objetivou encontrar tendências de pesquisas em HFC apresentadas no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC (2001-2007) e no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física EPEF (2000-2008), Queirós, Batisteti e Justina (2009) analisaram 2.973 trabalhos apresentados nestes eventos, dos quais 152 (5,1%) tratavam de HFC. Apesar da porcentagem ser relativamente baixa, os autores observaram que com o passar dos anos houve um aumento no número de trabalhos que contemplavam HFC.

Esses trabalhos demonstram que já existe um número considerável de pesquisas no país sobre o tema e que este vem se consolidando no Ensino de Ciências, nas subáreas de Física, Química, Biologia, Geologia dentre outras, o que permite concluir que há uma preocupação crescente em se ensinar sobre a NdC. Mesmo com o pequeno crescimento das pesquisas, o volume de informações disponíveis garante significativa contribuição, e desse modo, o campo de



investigação tem conseguido alcançar um nível de relevância cada vez maior, ganhando destaque e resultados importantes para a consolidação desta área. Assim, conhecer o que está sendo produzido em termos de pesquisa é fundamental para que se possa delinear as tendências e os temas que têm sido privilegiados, de modo que uma visão panorâmica das produções possa ser o elemento norteador de futuras pesquisas.

### 3.1 AS PESQUISAS ENVOLVENDO O ESTADO DO CONHECIMENTO NO ENSINO DE QUÍMICA

Alguns pesquisadores brasileiros têm se dedicado a desenvolver trabalhos do tipo “estado do conhecimento” no Ensino de Química, já que, desde os anos 1980, as pesquisas dedicadas a este tema têm se destacado como um novo campo de investigação no país (FRANCISCO; QUEIROZ, 2011).

Segundo Francisco e Queiroz (2011), o estabelecimento de pesquisas na área tem como marco inicial a realização do Primeiro Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), organizado em 1980 por Ático Chassot, no Rio Grande do Sul; e em 1982, o Primeiro Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), realizado no Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas. Desde então, tem se verificado um crescimento no número destas pesquisas, evidenciando sua importância e apreciação pelos pesquisadores.

Dentre os primeiros trabalhos que buscaram analisar o desenvolvimento da área de Ensino de Química, destaca-se o levantamento realizado por Bejarano e Carvalho (2000). Os autores coletaram informações em bancos de dados de teses de doutoramento e dissertações de mestrado defendidas no Brasil, no período de 1972 a 1995, que se referiam às produções das pesquisas sobre Ensino de Ciências em geral, analisando então, a produção em Ensino de Química. Também utilizaram o banco de dados da Associação Nacional de Pesquisa em Educação (ANPED-1997), como forma de atualizar os dados da primeira fonte em relação ao ano de 1996. Além disso, os autores examinaram outras duas revistas da área, a *Química Nova* e a *Química Nova na Escola*, no período de 1995 a 1998. Em relação às dissertações e teses analisadas no período, os autores encontraram 70 trabalhos

que tratam do Ensino de Química, e dentre eles, os que têm como foco temático a Filosofia da Ciência e a História da Ciência, representam 8,57% (6 trabalhos) e 4,28% (3 trabalhos) respectivamente, totalizando 12,85% (9 trabalhos). Em relação ao banco de dados da ANPED, no ano de 1996 foram levantadas 10 teses e dissertações, sendo que nenhuma delas tratava da temática HFC. Na revista *Química Nova*, no período analisado os autores encontraram 30 artigos que se referiam ao Ensino de Química, no entanto, os autores não relatam nenhuma referência a artigos que tratam de HFC. Já a revista *Química Nova na Escola* apresentou no período de 1995 – 1998 um total de 72 artigos, sendo que 11,11% (8 artigos) tratam de História da Ciência. Denota-se que os autores encontraram um total de 17 trabalhos que tratam da temática HFC nas 4 fontes analisadas. Verifica-se com isso, que do total de trabalhos analisados, 9,34% tratavam de HFC, mostrando que o tema tem se mostrado presente no Ensino de Química desde o seu surgimento.

Um outro trabalho que merece atenção é um estudo realizado por Schnetzler (2002), no qual a autora apresenta o “estado da arte” da pesquisa em Ensino de Química nos 25 anos de existência da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) (1977-2002). A autora analisou nesse período 956 comunicações de pesquisa das reuniões anuais da SBQ, constatando um crescente aumento no número de trabalhos apresentados ao longo dos anos, com um marcante desenvolvimento na década de 90. A autora examinou também a revista *Química Nova*, publicação da SBQ, desde o seu número inicial até final de 2001, totalizando 173 artigos na seção de educação do referido periódico. Em relação às comunicações sobre ensino apresentadas nas reuniões anuais da SBQ, a autora não menciona nenhuma pesquisa referente à abordagem HFC no período analisado, sendo que as temáticas mais frequentes são relativas à aprendizagem, dificuldades e concepções dos alunos (57%) e às concepções e dificuldades de professores (20%). Na revista *Química Nova*, a autora constata apenas dois artigos que abordam aspectos históricos e filosóficos no Ensino de Química.

Um dado interessante diz respeito à importância da revista *Química Nova na Escola* (QNEsc) para a área de educação química em nosso país: no período analisado pela autora, que compreende os anos de 1994 a 2001 (14 números e 4 cadernos temáticos), a revista publicou e divulgou 177 artigos, contrastando com

173 publicados na seção de educação da revista *Química Nova* durante 24 anos. No entanto, a autora não quantifica os focos temáticos de que tratam as publicações.

Matielo e Bretones (2010) realizaram um levantamento preliminar descritivo de teses e dissertações em Ensino de Química defendidas de 1973 até 2008, junto aos arquivos do Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC) da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e do Banco de Teses da CAPES, disponível na internet. Os autores localizaram 428 trabalhos relacionados à pesquisa no Ensino de Química produzidos entre 1973 e 2008. Relatam que até o final de década de 1980, a produção de trabalhos relacionados ao Ensino de Química apresentava uma média de dois trabalhos por ano. Já na década seguinte, nos anos 1990, ocorreu um aumento progressivo para nove trabalhos anuais. E na última década, evidenciou um desenvolvimento representativo na média de 35 trabalhos. No mesmo banco de teses, relatam também, que há predominância de trabalhos desenvolvidos na região Sudeste, que foi responsável pela produção de 55,1% dos trabalhos. Em relação ao nível escolar, 64% dos estudos eram direcionados ao Ensino Médio e 30,6% ao Ensino Superior. No entanto, devido a um recorte realizado pelos autores, que analisaram as pesquisas que tratavam da experimentação no Ensino de Química, não há mais informações referentes à quantidade de trabalhos que tratam da abordagem HFC.

Francisco e Queiroz (2008) relatam um trabalho onde o foco de estudo foram as reuniões anuais da SBQ, compreendendo o período de 1999 a 2006, encontrando um total de 1.008 trabalhos referentes ao Ensino de Química. Dentre todos os trabalhos apresentados nas reuniões, este total representa 6,71% dos resumos apresentados nos encontros, demonstrando uma demanda razoável para a área, frente às outras áreas clássicas da Química (Analítica, Orgânica, Inorgânica, Ambiental etc.). Cabe salientar que ao categorizar o total de trabalhos apresentados nas reuniões por seção, os autores constataram a presença de 64 trabalhos referentes à História da Química, dissociando-os da seção Ensino de Química. Isso pode ser justificado pelo fato de que, para os autores, quando o trabalho faz referência à História da Química, deve necessariamente ter alguma relação com o ensino.

História da Ciência – estudos de revisão bibliográfica em fontes primárias e secundárias que resgatam acontecimentos, fatos, debates, conflitos e circunstâncias da produção científica em determinada época do passado próximo ou remoto, e as articulações entre eles. Necessariamente, esses estudos devem explicitar alguma relação com o ensino na área de Ciências como: fundamentação de currículos, programas de formação de professores, concepções 'espontâneas' dos estudantes e outras implicações para o processo de ensino-aprendizagem. (FRANCISCO; QUEIROZ, 2008, p. 2105).

Nesse sentido, os autores encontraram 8 resumos que tratavam do Ensino de Ciências tendo como foco a HFC, sendo 5 deles classificados como trabalhos de pesquisa/investigação e os demais como relatos de experiência. Em 6 trabalhos é relatada a contextualização histórica de determinados conteúdos de Química, que visam uma melhor compreensão por parte dos alunos. Nos outros é investigado como a História da Ciência pode auxiliar a compreensão da teoria atômica de Dalton e propõem um novo enfoque didático para a Lei de Dalton das pressões parciais. Em relação à Filosofia da Ciência, os autores não identificaram trabalhos que apresentassem este tema como foco principal. Apenas 3 resumos continham como foco secundário a Filosofia da Ciência, todos classificados como trabalhos de pesquisa. Dessa forma, concluem que há focos temáticos, dentre eles a História da Ciência e a Filosofia da Ciência, que são pouco privilegiados, indicando a existência de assuntos e questionamentos que precisam ser mais amplamente investigados no contexto da pesquisa em Ensino de Química.

Em outro trabalho, semelhante ao relatado anteriormente, Francisco e Queiroz (2011) discutiram as principais características e tendências da produção acadêmica brasileira sobre o Ensino de Química no Brasil, a partir da análise de dissertações de mestrado e teses de doutorado produzidas nos Programas de Pós-Graduação alocados na área de Ensino, sendo 46 vinculados à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior (CAPES), no período compreendido entre 2000 a 2008. Como resultado, encontraram 154 trabalhos (152 dissertações de mestrado e 2 teses de doutorado). Os autores constataram o crescimento da produção de documentos ao longo do tempo, de uma dissertação em 2000, para 34 dissertações e uma tese em 2008, o que pode ser atribuído, ainda segundo os autores, ao reconhecimento de vários Programas de Pós-Graduação pela CAPES entre 2001 e 2002, principalmente na região Sul do país. No total, foram reconhecidos seis programas no período, sendo que quatro deles pertencentes à região Sul, um à Região Norte e outro à região Nordeste. Em relação ao foco

temático dos trabalhos, um trabalho tinha como foco a Filosofia da Ciência e quatro a História da Ciência, totalizando cinco trabalhos que se relacionam à temática HFC, o que sugere, segundo os autores, uma pesquisa mais vigorosa a seu respeito como premente.

Milaré (2013) desenvolveu um trabalho que tinha como objetivo principal identificar e caracterizar as pesquisas em Ensino de Química desenvolvidas na Universidade de São Paulo (USP), no período de 2006 a 2009, nos Programas de Pós-Graduação nas áreas de Educação, Ensino de Ciências e Química. Procurou caracterizar as dissertações e teses quanto aos aspectos técnicos, metodológicos e teóricos, utilizando como referência algumas categorias propostas por Ludwig Fleck. Foram encontrados 55 trabalhos, sendo que 67,3% eram oriundos do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Em relação ao foco temático, encontrou apenas um trabalho que tratava da História da Química no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (USP), e não foram observados trabalhos referentes ao foco temático Filosofia da Ciência.

Desse modo, pode-se verificar que há um número bastante considerável de pesquisas que tratam do estado do conhecimento no Ensino de Química, demonstrando a evolução que a área tem tido. É possível verificar também que, mesmo em menor quantidade, as pesquisas que tratam da abordagem HFC estão presentes no cenário brasileiro, consolidando-se como uma das áreas na qual seus pesquisadores têm se dedicado. Esse processo ocorre em grande medida devido à ampliação da comunidade de pesquisadores envolvidos com o tema, com o surgimento de programas de pós-graduação que contemplam a HFC, e também devido aos documentos oficiais, que nos últimos anos vêm enfatizando a necessidade de se trabalhar os conteúdos científicos em suas bases histórico-filosóficas.

A produção acadêmica em HFC no Ensino de Ciências também tem sido objeto de pesquisa de alguns autores que buscam compreender como tem ocorrido a dinâmica das pesquisas nessa área.

Desse modo, considerando a semelhança entre as pesquisas acima e a presente dissertação, apresentar alguns trabalhos que já caracterizaram as pesquisas que abordam a HFC no Ensino de Ciências pode auxiliar o

desenvolvimento deste trabalho, visto que possibilita extrair alguns parâmetros que contribuem para a análise da produção acadêmica na área de HFC.

### 3.2 PESQUISAS QUE TRATAM DO ESTADO DO CONHECIMENTO EM HFC NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Alguns trabalhos do estado do conhecimento em HFC no Ensino de Ciências já foram realizados no país nos últimos anos. (SILVEIRA, 2008; ROGADO, 2007; BEZERRA, 2014; VILAS BOAS, 2012; VITAL; GUERRA, 2014). No entanto, devido à constante atualização das publicações nesta área do conhecimento, são necessárias pesquisas que contribuam para a caracterização do seu desenvolvimento. Nesse sentido, a semelhança desta dissertação com alguns desses trabalhos pode auxiliar na caracterização e construção de parâmetros de análise para o estudo sobre a pesquisa em História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química no Brasil.

Silveira (2008), em sua tese de doutorado intitulada *A História da Ciência em periódicos brasileiros de química: contribuições para formação docente*, analisou a produção de História da Ciência veiculada nas revistas brasileiras *Química Nova* e *Química Nova na Escola*, no período de 1978 a 2004. O autor justificou a análise dos periódicos devido ao fato de poderem fornecer subsídios teóricos e epistemológicos dos conteúdos tratados em sala de aula, abrindo caminhos para que os docentes revejam sua prática à luz da gênese dos conceitos científicos e da relação destes com a sociedade. Assim, a escolha pela História da Ciência é justificada pelo autor.

Partimos da premissa que a História da Ciência permite uma compreensão dos processos de produção e apropriação do conhecimento científico e escolar, bem como para a constituição de uma epistemologia a respeito da natureza da Ciência, e ainda colabora para um melhor processo de ensino-aprendizagem na escola. (SILVEIRA, 2008, p. 11).

Desse modo, o objetivo da investigação foi estudar a produção de História da Ciência em periódicos brasileiros de química e as motivações e interesses de seus proponentes, de modo a proporcionar alguns apontamentos e reflexões sobre a possibilidade de utilização desta produção na formação docente. As revistas escolhidas foram a *Química Nova* (QN) e a *Química Nova na Escola* (QNEsc). O

autor ressalta que o estudo da produção de História da Ciência nestes periódicos pode auxiliar no mapeamento dos grupos agentes colaboradores da área e na definição de um quadro sobre a inserção da História da Ciência no Ensino de Química no Brasil.

No trabalho, foi feito um recorte da produção de 1978 (início da Revista QN) até 2004 (ano de início da investigação) para a Revista QN, e para a QNEsc, de 1995 (início das publicações) a 2004. O número total de publicações sobre História da Ciência na revista QN foi de 90 artigos, distribuídos ao longo de vinte e sete anos, e 24 trabalhos na QNEsc em nove anos do periódico, totalizando 114 publicações.

As produções foram analisadas a partir de uma perspectiva sociológica, utilizando as ideias de campo científico, propostas pelo sociólogo francês Pierre Bourdieu. Com isso, buscou compreender como foram construídos e quem são seus produtores, preocupando-se também com os sujeitos e os lugares de produção. Silveira (2008) admitiu, como proposição inicial que, apesar de existir uma produção de História da Ciência nesses periódicos, parece não fazer referência à principal atividade investigativa de seus proponentes, uma vez que publicam mais trabalhos em áreas da química como analítica, orgânica, físico-química, educação do que em História da Ciência. Ressaltou também que essa produção não necessariamente articula-se com a formação de professores de Química e seu ensino, não sendo provavelmente esta a preocupação primeira dos autores revelada pelas publicações, principalmente na QN.

Segundo os resultados da pesquisa, 25 autores são responsáveis por mais da metade (73,68%) da produção presente na QN e na QNEsc. Ou seja, dos 114 artigos de História da Ciência nos dois periódicos, redigidos por 72 autores, 88 trabalhos foram publicados por apenas 25 autores. Outro fato encontrado pelo autor é que do total de artigos analisados, 47 foram publicados por apenas cinco autores, em sua maioria, individuais. Este número é bastante expressivo, uma vez que corresponde a 41,22% do total dos trabalhos. O autor ainda ressalta que a produção de História da Ciência nos periódicos investigados está muito relacionada aos trabalhos destes cinco pesquisadores que, nas palavras de Bourdieu, acumularam uma quantidade de capital simbólico relativo à História da Ciência nas revistas QN e

QNEsc que lhes garante posição e prestígio neste campo científico, bem como em sua área específica, que tem como critério de avaliação a quantidade de publicações.

Silveira (2008) declara que em alguns artigos dos periódicos investigados observou a preocupação manifestada pelos autores em relacionar seus trabalhos sobre a História da Ciência com a escola e a formação de professores. Desse modo, selecionou um acervo de artigos e os relacionou a uma série de saberes<sup>7</sup> sobre a natureza do conhecimento científico que pensa poder contribuir na formação dos professores de Ciência, possibilitando-lhes uma imagem da Ciência mais próxima da realidade e de seu desenvolvimento.

Silveira (2008) argumenta que os artigos da QNEsc fornecem subsídios para a formação docente e para a educação científica, já que considera ser esta a perspectiva do periódico. Relata que em alguns artigos da QNEsc, encontrou referências a questões metodológicas do Ensino de Química, indicando que este deve ter um componente histórico para colaborar na construção conceitual da química. Dos artigos da QN, ressalta que apenas três, ao longo do texto, destacam que a finalidade da publicação é auxiliar na formação de professores e sua prática na escola. O autor lembra que a intenção dos trabalhos de História da Ciência no periódico QN não é prioritariamente atender a educação científica nas escolas, mas que podem ser propostos como subsídios para formação docente.

Ainda foi verificada nessa mesma tese, a atenção dada em alguns artigos ao trabalho coletivo da Ciência e a consideração de que o conhecimento científico faz parte de uma cultura científica, na qual estão presentes aspectos ideológicos, sociais, econômicos, estéticos e políticos. A visão minimalista e simplista de Ciência, segundo Silveira (2008), pode ser superada pela leitura desses artigos, que, de forma implícita ou, em sua maioria, explicitamente, apresentam a Ciência num contexto mais complexo que os materiais didáticos e a mídia em geral.

O autor ainda ressalta a importância dada à História da Ciência nacional, tema abordado em alguns dos artigos analisados.

---

<sup>7</sup> Os saberes estabelecidos pelo autor foram baseados nos trabalhos de Solbes e Traver (2001), Matthews (1995) e Cudmani e Sandoval (2004). Referem-se, de maneira geral, a aspectos sobre a natureza do conhecimento científico tidos como consensuais entre os educadores de ciências.



Pensando a escola como um mecanismo que possibilita ao indivíduo questionar o meio em que vive, e adquirir um corpus de conhecimento capaz de integrá-lo neste meio, de forma crítica e cidadã, é importante o reconhecimento, via História da Ciência local, das elaborações científicas feitas ali. Isso implica o estudo de aspectos da historiografia latino-americana, que deveria estar presente na educação científica. (SILVEIRA, 2008, p. 191).

Nesse sentido, considera que perceber as especificidades dos diversos tipos de conhecimento em diferentes épocas pode enriquecer a perspectiva do professor em relação à NdC e desconstruir a ideia de que o saber científico tem uma data de nascimento, que é a partir dali que tudo se inicia.

Assim, o autor conclui que os artigos não demonstram ingenuidade na abordagem dos conteúdos de História da Ciência e são marcados pela historiografia moderna. Identifica nos textos, marcas de discussões realizadas por historiadores contemporâneos da Ciência, por exemplo, a “superação de uma História da Ciência ingênua; contraposição a dogmas e verdades científicas; valorização da história nacional da química; resgate da memória das instituições; trabalho com fontes primárias e secundárias”. (SILVEIRA, 2008, p. 208). O autor argumenta que a produção em História da Ciência veiculada nos periódicos QN e QNEsc está, até certo ponto, concatenada com as novas tendências da história e da História da Ciência, ao abordar temas não usuais e pela forma de tratar os temas mais tradicionais.

Por fim, propõe que a leitura dos artigos pelos professores em formação pode colaborar na mudança de suas concepções sobre a Ciência e sua natureza, o que, possivelmente, irá alterar a prática docente, principalmente no tocante às escolhas metodológicas, seleção de conteúdos e postura diante do conhecimento científico.

Rogado (2008), em sua tese de doutorado, intitulada *O lugar da História da Ciência em investigações sobre Educação Química no Brasil: refazendo o caminho e apontando alternativas*, desenvolveu uma investigação sobre os diferentes olhares que pesquisadores da área de Química detêm sobre a inserção da abordagem da História da Ciência no processo da Educação Química. O trabalho teve como fonte as produções catalogadas no banco de dados dos cinco Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) ocorridos no Brasil, no período de 1997-2005.

O autor buscou responder às seguintes indagações: Como se caracteriza a inserção da História da Ciência nos trabalhos brasileiros de pesquisa em Educação Química apresentados nos ENPEC? Em relação aos trabalhos brasileiros de pesquisa em Educação Química apresentados nos ENPEC que utilizam a História da Ciência quais as proposições para a Didática das Ciências? Quais as contribuições para uma educação científica e tecnológica complexa e crítica para a sociedade contemporânea?

A investigação procurou identificar, em um universo de 1.877 trabalhos encaminhados aos ENPEC(s) durante o período de 1997-2005, de diferentes áreas de saber, quais os que efetivamente traziam um enfoque investigativo, sobretudo, para a área de Educação Química. Apenas 10 contemplaram os objetivos da investigação e foram analisados.

Segundo Rogado(2008), as categorias utilizadas no trabalho foram pensadas a partir de uma concepção de História da Ciência que não apenas retrata padrões de cientificidade de uma época ou na exposição histórica, mas, evidencia o sentido epistemológico conferido à História das Ciências, já que, a trajetória histórica desse saber oferece reflexões para a compreensão de sua natureza.

Assim, o autor definiu as categorias utilizadas para análise dos trabalhos do seguinte modo:

**VALOR INTRÍNSECO:** implica em compreender os episódios fundamentais relativos à inserção da História da Ciência na abordagem dos estudos em Educação Química. Na análise observamos a finalidade/objetivo da inserção da História da Ciência no trabalho, como a História da Ciência é inserida na proposição de investigação, qual é a justificativa de sua proposição. A noção de valor não é a do valor instrumental, mas, o valor que uma coisa tem em si.

**MUTABILIDADE E INSTABILIDADE DO PENSAMENTO CIENTÍFICO ATUAL:** significa que a Ciência é mutável e instável, ou seja, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que se opõem à ideologia cientificista e ao dogmatismo, frequentes nos textos científicos e nas aulas de Ciências. Na análise observamos como se caracteriza o procedimento metodológico da investigação em relação à abordagem da História da Ciência e quais procedimentos foram adotados nos estudos em relação à História da Ciência.

**VISÃO INTEGRADA E INTERDISCIPLINAR:** procura investigar a compreensão mais complexa dos conceitos científicos, seu desenvolvimento/aperfeiçoamento a partir de uma visão integrada e interdisciplinar do desenvolvimento das Ciências. Na análise procuramos observar como isso se caracteriza nas investigações em Educação Química e suas interações disciplinares, em particular com a História da Ciência, e suas contribuições para a Didática das Ciências. (ROGADO, 2008, p. 71).

De acordo com Rogado (2008), na categoria *Valor Intrínseco*, a maior parte das investigações configura-se como pesquisas exploratórias, seguidas de pesquisas explicativas e descritivas. Os objetos de interesse dos estudos, na maioria, voltam-se à investigação da aplicação da História da Ciência como método/metodologia do ensino em Química visando identificar e analisar as bases epistemológicas de conceitos/modelos, motivar a dinâmica de aula descrevendo fatos históricos e despertar interesses interdisciplinares com outros saberes das Ciências Humanas. O autor também evidencia os trabalhos como método analítico para investigar a abordagem da História da Ciência em livros didáticos e reconhecendo a História da Ciência como fonte de pesquisa e seu potencial heurístico.

Na categoria *Mutabilidade e Instabilidade*, os resultados sobre os procedimentos teórico-metodológicos das investigações indicam que as pesquisas recorreram principalmente à análise qualitativa e uma única investigação apresentou abordagem quali-quantitativa. Os procedimentos se apoiaram, sobretudo, em oito estudos documentais-bibliográficos, um de natureza pesquisa ação e uma pesquisa experimental comparativa. O autor indica que, os trabalhos tendem a demonstrar explícita ou implicitamente que o caminho para a explicação dos problemas das pesquisas persegue um esclarecimento do pensamento científico como algo sujeito a transformações, tendo a História da Ciência ora como contexto para a compreensão epistemológica de conceitos/modelos, ora valorizando o relato/memória histórico, ora apresentando a relação História, Filosofia e Sociologia da Ciência como relações importantes na Educação Química.

Em relação à categoria *Visão Integrada e Interdisciplinar*, todas as pesquisas trataram especialmente do desenvolvimento dos conceitos científicos, segundo sua peculiaridade, em concepções de alunos, professores, produção de textos didáticos e contextualização histórica de temas na área do saber químico. Aqui a característica predominante foi a contextualização histórica relacionando ora Química e História; Química, História e Filosofia; e Química, História, Filosofia e Sociologia da Ciência, na busca da compreensão do fenômeno químico. O autor relata que apesar de todos os trabalhos valorizarem a interdisciplinaridade, poucos evidenciaram esse tratamento no desenvolvimento das investigações sobre as Ciências.

O autor relata como principais constatações:

- Avanço no ensino-aprendizagem e nas práticas pedagógicas com o apoio da História da Ciência e das concepções alternativas na formação inicial e continuada de professores;
- Desenvolvimento de um aprendizado mais dinâmico, agradável, interativo, interessante, motivador, humanizado;
- O não tratamento da disciplina Química como mera tradução da Ciência Química;
- Inserção da História da Ciência no ensino como possível caminho de superação do paradigma tradicional com geração de imagens distorcidas de conceitos científicos por meio de abordagens ahistóricas e apromatizadoras;
- Melhor compreensão de conceitos e modelos científicos;
- Utilização da História da Ciência no ensino das diferentes áreas da Ciência como articulação de saberes. (ROGADO, 2008, p. 109).

Silveira (2008) conclui que ainda há um número reduzido de trabalhos sobre História e Epistemologia da Química, evidenciando um lugar de pouco destaque para a História da Ciência. Também, no que se refere aos trabalhos investigados, destaca a concentração das pesquisas geográfica e institucionalmente nas universidades estaduais e federais, localizadas nas regiões Sul e Sudeste, que são responsáveis pela maior parte da produção.

Dentre os trabalhos que tratam do estado do conhecimento da abordagem HFC no Ensino de Ciências de modo geral, dois chamaram a atenção e serão relatados brevemente. O levantamento em ambos os trabalhos foi realizado de maneira semelhante, por meio da busca de termos específicos no título, resumo e palavras-chave. No entanto, o que merece destaque nestes dois trabalhos foram as categorias apresentadas pelos autores para classificação dos trabalhos, que utilizaram da Análise Textual Discursiva (ATD) para construção das categorias. Acreditando que essas categorias em muito se assemelham com aquelas que se pretende utilizar no presente trabalho, a seguir detalha-se cada uma delas, buscando assim, parâmetros para a análise dos artigos que serão discutidos nesta dissertação.

Bezerra (2014), em sua dissertação, intitulada *Análise de propostas didáticas de História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Física*, buscou exemplos de intervenção didática de HFC presentes nos periódicos e eventos da área de Ensino de Ciências. O objetivo do trabalho foi analisar as propostas didáticas de HFC, buscando reconhecer os benefícios que essa área de pesquisa pode trazer para os professores de Física em sua prática de ensino, como ela pode

ser utilizada em sala de aula, quais as dificuldades que se pode enfrentar e como articular a HFC com outros enfoques metodológicos.

O autor consultou cinco periódicos: a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Física na Escola (FnE), Ciência & Educação (C&E) e a Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), e dois eventos: o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), todos da área de Ensino de Ciências. Os trabalhos foram separados por meio das palavras-chave, títulos e resumos. Foi selecionado um total de 668 trabalhos relacionados com o tema HFC. Bezerra (2014) classificou os trabalhos de acordo com as seguintes categorias, obtidas por meio da leitura dos artigos utilizando como metodologia de análise a Análise Textual Discursiva.

**Biografias** – Onde o artigo se presta a mostrar a vida e obra de um determinado cientista, de forma a homenageá-lo.

**Concepções** – Trabalhos que buscam estudar as origens das opiniões, dos conhecimentos prévios e das atitudes de alunos e professores frente ao conhecimento científico.

**Desenvolvimento de instrumentos e sistemas** – O foco aqui está no contexto histórico e filosófico da criação de um instrumento ou na produção de um sistema tecnológico.

**Estudos históricos do desenvolvimento de teorias** – buscam mostrar todo o contexto envolvido na elaboração de teorias nos dando subsídios para compreender com mais profundidade a Ciência.

**Filosofia** – Aqui temos trabalhos preocupados em definir a natureza das teorias científicas, do fazer Ciência e de questionamentos filosóficos.

**História nacional** – Temos alguns trabalhos que contemplam o desenvolvimento da Ciência em nosso país.

**Livro didático** – Pesquisas em livros didáticos são bem tradicionais. Nesta categoria incluem os trabalhos que visam analisar e criticar a forma como a Ciência aparece nesses livros.

**Propostas didáticas** – Objeto de análise mais minuciosa desta dissertação. Mostram o enfoque histórico e filosófico da Ciência em ação.

**Fontes primárias e traduções comentadas** – Esta última categoria mostra diversos trabalhos traduzidos para o português de artigos históricos importantes. (BEZERRA, 2014, p. 102).

O autor ressalta que pelo fato de a Educação Básica ser o foco da pesquisa, analisou 47 intervenções didáticas, que propõem o uso adequado de textos históricos, seminários, reprodução de experimentos, dramatizações, debates e produção de texto. Como o objetivo do trabalho era a análise das propostas didáticas relativas à HFC, o autor caracterizou os trabalhos que se enquadravam nas Intervenções Didáticas, de acordo com categorias emergentes, descritas a seguir.

**Compreensão de teorias e conceitos** – Essas propostas utilizam-se da HFC como estratégia de ensino na problematização e contextualização do conteúdo científico. Conferindo significado ao conceito por mostrar sua formação histórica.

**Discussão sobre a NdC e seu método** – Os artigos buscam trabalhar outros aspectos além do conteúdo curricular. Há uma preocupação em ensinar sobre a NdC, na esperança de passar uma visão coerente desta área. Desfazendo certos mitos e interpretações errôneas do método científico e dos sujeitos que atuam no desenvolvimento deste campo.

**Compreensão de conceitos e manipulação de aparatos experimentais** – Aqui, além dos objetivos já listados na primeira categoria, existe uma preocupação muito forte na experimentação. Estas propostas desenvolvem a construção de artefatos e a reprodução de experimentos históricos. Incentivando o estudante a praticar a Ciência, manipulando seus instrumentos.

**A relação entre a Ciência e o contexto social** – Enfatiza questões como a influência dos fatores socioculturais sobre o desenvolvimento de teorias científicas e a relação entre desenvolvimento técnico e científico.

**Receptividade à HFC** – Existe nesses trabalhos o interesse em avaliar a receptividade da metodologia junto aos alunos e professores participantes da intervenção didática. (BEZERRA, 2014, p. 108).

O panorama geral relatado pelo autor mostrou que apesar de haver uma grande comunidade trabalhando em encaminhamentos didáticos, ainda existem regiões do país que estão alheias a esse movimento. Observou que o número de propostas apresentadas pelas revistas e eventos da área de Ensino de Ciências foi muito pouca, considerando-se um período de 40 anos, o que revela um descompasso entre esta produção e a relevância que vem sendo dada a HFC no Ensino de Ciências. Conclui que a análise das 47 propostas permitiu resumir como a HFC está sendo utilizada em parte de nosso país. Relata que nas aulas de Física ela se tornou uma ferramenta eficaz quando o desejo é problematizar e contextualizar o conteúdo científico e, por isso, ela vem sendo utilizada para dar significado ao conteúdo, por meio da leitura de textos históricos e do debate.

Já Vilas Boas (2012), em sua dissertação, cujo título é *A Natureza da Ciência no Ensino de Ciências conforme artigos publicados em periódicos nacionais e o seu ensino por meio de narrativas históricas*, realizou um levantamento em periódicos de Ensino de Ciências, procurando artigos que tratavam da relação entre HFC e o Ensino de Ciências. O autor buscou esboçar uma resposta para a questão: "De que modo efetivamente poderia ocorrer, como desejado pelos teóricos do Ensino de Ciências, uma compreensão de NdC a partir de HFC?", desenvolvendo, como parte do trabalho, um levantamento bibliográfico de artigos em determinados periódicos nacionais com o objetivo de evidenciar a presença, na literatura de Ensino de Ciências, de pesquisas que envolvam NdC e HFC em suas discussões. O

levantamento foi realizado em nove revistas nacionais de Ensino de Ciências: Ciência e Educação, Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (EPEC), Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Cadernos de Pesquisa (CdP), Química Nova na Escola (QNE), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e Revista Brasileira de História da Ciência. Os 37 artigos selecionados compreendem um período de 15 anos, desde o ano 1996 até 2010 constituindo o *corpus* da pesquisa.

Como metodologia de análise, o pesquisador utilizou a ATD, identificando 18 temas condutores de NdC a partir dos 37 artigos analisados, listados em quatro grandes áreas temáticas.

A primeira delas trata da *Historiografia/História da Ciência*, que compreende os modos pelos quais o conhecimento científico foi historicamente construído, ressaltando-o como uma atividade humana e/ou socialmente construída e passível de substituição.

Já a segunda área temática refere-se às *Concepções de Ciência*, que caracteriza as diversas visões de Ciência, promovendo uma reflexão sobre a própria Ciência e sobre o pensamento divergente. Ainda procurando avaliar concepções de Ciência, a terceira área temática busca compreender as *Concepções de NdC* presentes em livros didáticos, textos de divulgação científica, além de apurar as concepções docentes e/ou discentes.

A última área temática listada por Vilas Boas (2012) é o *Ensino de Ciências*, que trata de questões de Alfabetização Científica, orientação didática para as práticas docentes em Ciências e também trabalhos empíricos com alunos quando estes se deparam com materiais teóricos sobre NdC. Trata-se, portanto, de uma categoria que busca fornecer subsídios para a aplicação da NdC em sala de aula.

Vilas Boas (2012) conclui que alguns dados numéricos relativos à quantidade de artigos publicados que atenderam aos critérios de seleção da pesquisa mostram que, com o passar dos anos, houve um aumento das publicações sobre HFC e NdC na área de Ensino de Ciências, o que indica que a NdC pode estar ganhando mais importância nas pesquisas da área.

Já um último trabalho que merece ser mencionado é o artigo de Vital e Guerra (2014), no qual as autoras apresentam dados de um levantamento a respeito de estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional em ensino de Física. Apesar de ter avaliado apenas 12 trabalhos produzidos entre os anos de 2010 e 2011, as autoras procuraram destacar aqueles que fossem oriundos de programas de pós-graduação, que tivessem como linha de pesquisa a HFC e que trabalhassem explicitamente com o ensino de Física. As informações obtidas indicaram a ocorrência de três instituições no perfil selecionado: Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – Rio de Janeiro (CEFET-RJ). O mestrado profissional é uma modalidade de pós-graduação na qual os professores são incentivados a elaborar, implementarem e avaliarem produtos educacionais que efetivem a aplicação do conhecimento gerado e adquirido pelo mestrando. Foram selecionadas 12 dissertações de mestrado profissional que apresentaram propostas educacionais que privilegiavam a HFC como o caminho para se trabalhar, em sala de aula, reflexões sobre a Ciência e, assim, abordar a NdC.

Na pesquisa de Vital e Guerra (2014), os trabalhos foram identificados da seguinte maneira: quatro da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), um da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e sete do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, do Rio de Janeiro (CEFET-RJ). As autoras salientam que, de maneira geral, as referências feitas à NdC ao longo das dissertações evidenciam o tratamento dado ao tema pelos autores. A ocorrência do termo nas introduções, nas seções destinadas à fundamentação teórica, nas descrições dos produtos educacionais e nas referências bibliográficas de todas as dissertações revela a coerência do diálogo estabelecido entre a literatura especializada, os objetivos propostos pelos autores e suas opções metodológicas. Salientam também a crença dos autores nas possibilidades de utilização da HFC como forma de discutir e transformar visões distorcidas da Ciência.

As autoras conseguiram identificar que, a partir das fontes utilizadas como referência, as dissertações descrevem produtos educacionais que valorizam propostas didáticas inovadoras que possam representar uma alternativa aos problemas que o ensino de Física tem enfrentado e que promovam melhorias na



aprendizagem dos alunos. Dentro os autores mais citados nos trabalhos avaliados destacam-se o artigo de Matthews (1995), presente em todas as dissertações, o capítulo de livro publicado por Martins (2006), presente em 10 dissertações e o artigo de Gil-Pérez et al. (2001), presente em 8 dissertações.

Dentre as estratégias didáticas encontradas nas dissertações, Vital e Guerra (2014) salientam a preocupação dos autores das dissertações em evitar práticas que se caracterizassem pela mera transmissão oral dos conteúdos. As sequências didáticas apresentaram experimentos, leitura e discussão de textos, júris simulados, elaboração de resumos, aula expositiva com apoio de slides, vídeos, debates, questionários, mapas conceituais, desenhos, dinâmicas, pesquisa, cartazes e jogos. As autoras ainda relatam que os resultados encontrados foram satisfatórios e animadores do ponto de vista da participação dos alunos.

Considerando os trabalhos analisados, verifica-se que 11 apresentaram leituras de textos que abordavam episódios históricos, demonstrando a importância que os professores atribuíram à leitura como instrumento para a aquisição de conhecimentos. Associados a questionários, os textos exibiam fragmentos da História da Ciência relacionados ao conteúdo de Física abordado. No entanto, o que se observou em sala de aula, foram as dificuldades encontradas pelos alunos em relação aos questionários, devido ao fato de os professores terem optado por uma leitura parafrástica. Neste tipo de leitura, cabe ao aluno descobrir no texto um único sentido, já dado pelo autor, que lhe permite responder a questões propostas ao final da leitura.

Vital e Guerra (2008) também salientam que quando foram promovidos debates com o objetivo de identificar a visão dos alunos e promover discussões explícitas sobre aspectos da NdC, o que se observou foi a predominância da visão do professor sobre os pontos de vista dos alunos, evidenciando, em alguns casos, a imposição de uma visão considerada adequada sobre a NdC.

O júri simulado foi uma estratégia didática utilizada com o objetivo de promover o debate sobre as questões controversas e temas polêmicos da História da Ciência. No decorrer da atividade, os alunos foram organizados em grupos de debatedores e, por meio de réplicas e tréplicas, articularam diferentes argumentos, análises e críticas sobre a questão em debate. Já os jogos e os vídeos foram

propostos pelos professores com a finalidade de dinamizar a aprendizagem dos conteúdos e oferecer aos alunos mais uma maneira de constatar o esforço empreendido pelos cientistas em sua busca para compreender a natureza. De maneira geral, as autoras salientam que esses recursos didáticos promoveram bons resultados junto aos alunos.

Como conclusão, as autoras relatam que ao relacionar os instrumentos didáticos utilizados pelos professores com suas expectativas, os resultados obtidos não foram inteiramente satisfatórios. Os obstáculos revelados na apresentação dos resultados referiam-se, em grande parte, a inconsistências no conhecimento da disciplina por parte dos alunos e professores e à dificuldade demonstrada na utilização de alguns procedimentos didáticos. Destacam que tanto professores quanto alunos, na maioria das vezes, têm uma vivência em relação ao ensino da Física permeada pelo formalismo geométrico esvaziado de sentido. Por outro lado, foram observadas evidências de progressos em relação à aprendizagem dos conceitos científicos abordados. Além disso, várias propostas promoveram a incorporação de aspectos adequados da NdC.

De maneira geral, os trabalhos mostram que a HFC está presente no Ensino de Ciências, ganhando, com o passar dos anos, cada vez mais atenção dos pesquisadores. Há um indicativo que trabalhos de qualidade têm sido produzidos pelos pesquisadores brasileiros, apontando uma possível superação das visões ingênuas e estereotipadas da Ciência que predominavam há alguns anos no Ensino de Ciências. Acredita-se que os trabalhos aqui apresentados possam fornecer parâmetros para a caracterização dos artigos que serão analisados na presente dissertação, servindo como guia para a criação de algumas categorias, que contribuirão para responder à indagação do autor, que é a de compreender qual o estado do conhecimento das pesquisas em HFC no Ensino de Química no Brasil.

O próximo capítulo é destinado a discorrer sobre a metodologia e análise desenvolvidas para a realização deste trabalho, apontando os caminhos percorridos ao longo desta pesquisa.

#### 4 CAMINHOS DA PESQUISA

A presente pesquisa foi realizada a partir de Descritores Gerais e Específicos. Os primeiros buscaram fornecer uma visão ampla e sistemática do que vem sendo produzido, enquanto que os segundos forneceram elementos para uma análise histórico-epistemológica dessas produções. Por meio dos descritores, buscou-se conhecer o panorama das publicações em HFC no Ensino de Química nos periódicos da área de Ensino de Ciências.

As pesquisas que buscam fornecer uma visão panorâmica sobre a produção de um determinado tema num dado período são denominadas de “Estado da Arte”. De caráter bibliográfico, pretendem por meio de uma revisão sistemática, fornecer parâmetros para futuras pesquisas, pois possibilitam encontrar tendências, lacunas e contradições no material que se tem produzido numa área específica. Possibilitam, de acordo com Soares e Maciel (2000), uma compreensão do estado do conhecimento alcançado em um determinado momento, sendo por isso, de fundamental importância para que os pesquisadores saibam os caminhos que estão sendo delineados, passo tão importante no processo de evolução da Ciência.

Esse tipo de pesquisa procura “identificar experiências inovadoras investigadas que apontem alternativas de solução para os problemas da prática”. (ROMANOWSKI; ENS, 2006, p. 39). Segundo Soares (1991), ao analisar o processo de evolução de uma determinada área do conhecimento ao longo de um dado período, procura-se identificar as transformações ocorridas neste campo do saber, as temáticas privilegiadas em cada época, o público envolvido, as metodologias empregadas e os referenciais utilizados. Identifica o que ainda não foi feito e o que poderia ser feito. Procura contribuições para problemas que são comuns a diferentes pesquisadores, na tentativa de abarcar uma massa de conhecimento em um único lugar, servindo como um guia para os que buscam soluções e veem na pluralidade e multiplicidade uma alternativa aos problemas.

A presente investigação objetivou delinear o estado do conhecimento das pesquisas sobre História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química em artigos publicados nos dez principais periódicos da área de ensino de Ciências, no período de 1985 a 2015.

Para a localização dos artigos foi realizada consulta nos dez periódicos selecionados. Segundo Gil (2008), os periódicos constituem, atualmente, o meio mais importante para a comunicação científica e graças a eles é que “vem-se tornando possível a comunicação formal dos resultados de pesquisas originais e a manutenção do padrão de qualidade na investigação científica”. (GIL, 2008, p. 62). Para Rocha e Salvi (2010), a opção por utilizar revistas científicas como fonte de pesquisa é uma forma otimizada de contato com grande parte da produção teórica produzida atualmente e que, por isso, as próprias revistas acabam se firmando como excelentes veículos de circulação mais rápidos e práticos entre pesquisadores, professores e especialistas das mais diversas áreas.

O critério de seleção das revistas foi baseado na amplitude e divulgação que tais revistas possuem, servindo como referência da produção nacional em Ensino de Ciências, bem como a classificação Qualis A e B. O QUADRO 1 apresenta a lista das revistas consultadas, bem como o Qualis CAPES do ano de 2016 relativo à área de Ensino.

QUADRO 1 – REVISTAS DE ENSINO DE CIÊNCIAS

<b>Revista</b>	<b>Qualis Capes Ensino (2016)</b>
Ciência & Educação	A1
Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências	A2
Investigações em Ensino de Ciências	A2
Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências	A2
Acta Scientiae	B1
Alexandria	B1
Experiências em Ensino de Ciências	B1
Química Nova na Escola	B1
Revista Brasileira de História da Ciência	B1
História da Ciência e Ensino	B4

FONTE: O autor (2016).

A seguir uma breve descrição de cada uma das revistas de Ensino de Ciências:

A *Revista Ciência & Educação* foi criada em 1995, como decorrência de ações que visavam à implantação do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista (UNESP), e vem sendo publicada,

desde então, ininterruptamente, encontrando-se no volume 21 na data de realização deste trabalho. Tem como missão publicar artigos científicos sobre resultados de pesquisas empíricas ou teóricas e ensaios originais sobre temas relacionados à educação em Ciências, educação matemática e áreas relacionadas. No que tange a aspectos concernentes à HFC, apresenta uma grande quantidade de artigos sobre essa temática, sendo que no ano de 2004, teve uma edição especial em que foram publicados apenas artigos envolvendo HFC. No entanto, para esta pesquisa, não foram considerados artigos produzidos por autores estrangeiros, advindos de universidades localizadas em outros países, já que o foco principal são os trabalhos produzidos em âmbito nacional. O mesmo critério foi adotado para todas as revistas selecionadas para esta pesquisa.

A *Revista Acta Scientiae* teve sua origem em 1999, mediante publicação de artigos oriundos dos pesquisadores das áreas de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) – Canoas (RS). O foco do periódico é a publicação de artigos originais e de revisão, entendidos como artigos de pesquisa científica, devidamente embasados na literatura científica e em metodologia explícita, relevantes para a área de Ensino de Ciências e Matemática. Apesar de a revista ter seu primeiro número no ano de 1999, as primeiras publicações não se referiam ao Ensino de Ciências. A partir do volume 7 (n. 1, 2005, Jan-Jun) a revista passa a publicar artigos exclusivamente da área de Ensino de Ciências e Matemática. Sendo assim, as edições utilizadas nesta pesquisa iniciam-se a partir do ano de 2002, volume 4, número 2, já que a revista de número 1 daquele mesmo volume não apresenta artigos, apenas relatos de palestras, grupos de discussão e oficinas.

A *Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* é publicação do Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais (CECIMIG), órgão de pesquisa e extensão no Ensino de Ciências da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFMG. A Revista está em seu 17º volume e teve o primeiro número editado no segundo semestre de 1999. A Revista publica artigos de pesquisa inéditos (relatos de pesquisa empírica ou ensaios teóricos) de interesse ao campo da Educação em Ciências atendendo a um público de pesquisadores e estudantes de pós-graduação das áreas de Educação Científica, Ensino das

Ciências da Natureza (Biologia, Física, Química, GeoCiências e Astronomia), da Educação em Saúde e Educação Ambiental, bem como um público de formação inicial e continuada das Licenciaturas no campo das Ciências Naturais, de áreas afins e outros profissionais da Educação Básica envolvidos com a educação em Ciências. Nos primeiros volumes da revista, uma das seções intitulava-se *Perspectivas*, apresentando artigos com discussões sobre questões metodológicas, teóricas e práticas relevantes, sobretudo, para o pesquisador e o estudante de pós-graduação do campo de educação em Ciências e que, portanto, foi considerada nesta pesquisa.

A *Revista Experiências em Ensino de Ciências* teve seu primeiro número em dezembro de 2006 e foi concebida e publicada pelo Grupo de Ensino do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em convênio com o Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências (PIDEC), oferecido pela Universidade de Burgos (UBU), Espanha. Atualmente é publicada pelo Grupo de Ensino do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Tem como um dos objetivos publicar estudos relacionados ao ensino e à aprendizagem de conteúdos científicos e matemáticos que analisem a gestão em aula, o grau de envolvimento do estudante na aprendizagem, a avaliação de dificuldades e os avanços frente à aplicação de metodologias de ensino. O periódico encontrava-se no volume 10 na data de realização desta pesquisa.

A *Revista Alexandria*, iniciada em 2008, encontra-se em seu oitavo volume. É uma publicação do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Segue a mesma tendência das revistas anteriores, com publicações na área de Ensino de Ciências e de Matemática, atentando para artigos direcionados para o desenvolvimento da cidadania e para a teoria e prática que caracterizam o ensino das Ciências.

A *Revista Investigações em Ensino de Ciências* é uma publicação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e teve sua primeira publicação em 1996, estando na época desta pesquisa em seu vigésimo volume. A revista é voltada exclusivamente para a pesquisa na área de ensino/aprendizagem de Ciências (Física, Química, Biologia ou Ciências Naturais quando enfocadas de maneira integrada), focando em artigos que

tratam de investigação, revisão da literatura, fundamentação teórica, metodologia da pesquisa educacional, crítica (ou defesa) e comentários.

Já a *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* é o periódico oficial da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Foi criada em 2001 e lançada oficialmente no III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (III ENPEC, Atibaia, SP, 7 a 10 de novembro de 2001). Desde então, tem sido publicada regularmente, com periodicidade quadrimestral, sendo o último volume o 15º. Tem como objetivo publicar artigos de pesquisa originais na área de Educação em Ciências. Considera que a pesquisa nestas áreas pode se relacionar a outras áreas (como Epistemologia, HFC, Linguística, Matemática, Psicologia e Sociologia da Educação etc.), e sendo assim, os artigos publicados devem ter uma clara contribuição para a Educação em Ciências.

A *Química Nova na Escola* é uma publicação da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), que publica também a revista *Química Nova* e o *Journal of the Brazillian Chemical Society*. Foi fundada em maio de 1995 e encontra-se no volume 37. Tem como missão publicar resultados de pesquisa com o propósito de fornecer significativas contribuições para a formação inicial e continuada e para a prática docente do professor da educação básica, constituindo-se em um espaço aberto para o debate e a reflexão sobre o ensino e a aprendizagem em Química. A maioria dos artigos analisados por esta pesquisa encontra-se na seção História da Química, e de acordo com os editores, "Esta seção contempla a história da química como parte da História da Ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído". (CHASSOT, 1995). Vale ressaltar que há uma preocupação em salientar o aspecto construtivo do conhecimento científico, alinhando-se, dessa maneira, com as concepções sobre NdC da moderna Filosofia da Ciência.

A *Revista Brasileira de História da Ciência* é a continuação da *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, criada em 1985, e permanece sendo publicada por essa associação, com periodicidade semestral, estando em seu oitavo volume. Na *Revista Brasileira de História da Ciência*, os números 3 e 4 não constavam no site da SBHC e, portanto, foram excluídos desta pesquisa. Salienta-se também que, pelo fato de a revista tratar de História da Ciência, todos os artigos referem-se a esse campo de pesquisa. No entanto, no presente trabalho, objetiva-se

encontrar artigos que estejam relacionados ao uso da História da Ciência no Ensino de Ciências. Dessa maneira, a seleção de artigos baseou-se naqueles que tratam da relação História da Ciência e Ensino e que trazem em seu corpo subsídios para o Ensino de Ciências. Para a seleção dos artigos, foram lidos título e resumo, buscando palavras-chave outras que aquelas utilizadas para a seleção de artigos nas demais revistas, tais como Ensino, Formação de Professores, Educação.

A revista *História da Ciência e Ensino: Construindo interfaces* teve sua primeira publicação em 2010, estando no seu volume 12. É afiliada ao Programa de Pós-Graduação em História da Ciência da Pontifícia Universidade Católica (PUC). Os editores da revista ressaltam que o periódico é dirigido a educadores e pesquisadores em Educação e em História da Ciência, e que tem por objetivo responder a uma constante solicitação de educadores, apresentando tendências e propostas que possam contribuir para a construção de interfaces entre História da Ciência e Ensino. Assim, buscando incrementar esse diálogo, os editores deste periódico esperam trazer ao leitor material que contribua para estimular e aprofundar reflexões e discussões, bem como elaboração de novas propostas de interação entre História da Ciência e Ensino para sala de aula.

Em um primeiro momento da pesquisa, foram selecionados todos os artigos que tratavam da abordagem HFC no Ensino de Ciências, a fim de quantificar o que a área tem produzido ao longo dos anos. Posteriormente, foram compilados apenas os que tratavam do Ensino de Química. Esta quantificação forneceu um panorama da posição ocupada pela Química nas pesquisas em HFC no Ensino de Ciências.

A seleção dos artigos foi realizada com base nas seguintes palavras-chave: História e Filosofia da Ciência, História da Ciência, Filosofia da Ciência, Natureza da Ciência, presentes no título, resumo e palavras-chave. Quando a compreensão do assunto abordado no artigo não era clara, devido à ausência de informações nessas fontes, lia-se o artigo na íntegra para uma melhor compreensão e categorização. Na leitura o foco estava na centralidade da presença da temática HFC nas discussões apresentadas pelos autores. Entende-se também que a pesquisa envolve a subjetividade do pesquisador. Quando os termos utilizados na busca não estavam presentes, mas havia indicativos de que o trabalho referia-se à temática, como as palavras *epistemologia, construção do conhecimento científico, visões de Ciência,*



*concepções de Ciência, conceitos de Ciência, historicidade, contextualização histórica* e outros termos semelhantes, o texto foi lido na íntegra, verificando se ele se adequava à proposta deste trabalho. Aqui coube a avaliação do pesquisador, e tendo-se em vista que o processo envolveu uma escolha, a subjetividade foi fator determinante na escolha dos artigos. Em muitos deles, nenhuma das palavras-chave estava presente, mas a leitura do resumo permitia encontrar elementos que forneciam indícios de que o artigo tratava do tema desta pesquisa. Sendo assim, o conhecimento do pesquisador em relação ao tema foi fator decisivo na seleção dos artigos. Acredita-se, porém, que todos os artigos selecionados se referem à problemática da pesquisa.

O estudo de alguns artigos na íntegra também ocorreu devido ao fato de apresentarem no resumo a expressão *História da Química* e tratarem do tema de maneira muito sucinta ao longo do trabalho, o que não caracterizava o escopo desta investigação. Muitos trabalhos apresentaram a palavra história no resumo e, no entanto, o tratamento do tema seguia a abordagem tracional, já criticada pela historiografia atual, a qual corresponde a pequenas introduções historiográficas em que se apresenta apenas os principais nomes e seus feitos, numa perspectiva internalista, cumulativa, linear e individual. Estes trabalhos não foram considerados na presente pesquisa por não terem a história da química como seu principal objeto, sendo assim, uma análise mais aprofundada do tema se torna de difícil execução, já que na maioria deles, a história da química é utilizada apenas como introdução ao tema. Alguns exemplos são os trabalhos de Rocha-Filho (1996), Santos et al. (2001) e Fiorucci, Soares e Cavalheiro (2001) que, ao apresentarem a História da Química, fazem um relato centrado no presente, que tende a “ênfatisar certos princípios de progresso no passado de modo a produzir uma história que é apenas uma ratificação, se não uma glorificação, do presente”. (BUTTERFIELD, 1931, *apud* SILVA, 2014, p. 55), caracterizada como *whiggismo*.

Importante também ressaltar o fato de que o presente trabalho se refere especificamente à utilização da abordagem HFC no Ensino de Química e que os artigos selecionados para análise limitaram-se apenas àqueles que tratam desta área de conhecimento. No entanto, o levantamento inicial realizado por meio da busca das palavras-chave História e Filosofia da Ciência, Filosofia da Ciência, História da Ciência e Natureza da Ciência, revelou uma gama de artigos que

poderiam subsidiar reflexões sobre a natureza do conhecimento científico, em qualquer área do Ensino de Ciências, incluindo a própria Química. Há artigos, como os de Rufatto e Carneiro (2009) e Greca e Freire Jr. (2004), que tratam de aspectos da NdC relevantes e que podem fornecer contribuições para o Ensino de Ciências. Entretanto, a fim de realizar uma análise mais aprofundada que subsidiasse reflexões sobre o Ensino de Química brasileiro, tais artigos foram excluídos da investigação, por não terem como área de conteúdo a Química.

Conforme dito alhures, foram desconsiderados artigos de autores internacionais, já que a pesquisa busca subsídios para a compreensão do estado do conhecimento da abordagem HFC no Ensino de Química brasileiro. Sendo assim, nas revistas citadas, foram selecionados apenas os artigos desenvolvidos em âmbito nacional.

A Revista *Alexandria*, publicada pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), bem como a Revista *Experiências em Ensino de Ciências*, publicada atualmente pela Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), não apresentaram nenhuma publicação referente ao Ensino de Química, por esta razão não foram consideradas. No entanto, julgamos ser esse um dado importante, pois demonstra que há uma carência de publicações em HFC nos periódicos mencionados.

Para a constituição e análise, os dados foram divididos em duas partes: Descritores Gerais e Descritores Específicos.

A partir dos dados constituídos por meio dos Descritores Gerais e Específicos, um processo inferencial ou intuitivo, pode-se ir além do diretamente evidenciado pelos textos, possibilitando assim, a construção e a expressão das novas compreensões, por parte do pesquisador, acerca do material investigado.

#### 4.1 DESCRITORES GERAIS

Nos *Descritores Gerais* foram levantados os autores, as instituições e sua dependência administrativa, os conteúdos químicos abordados, os níveis de ensino envolvidos, as metodologias e os instrumentos de pesquisa, bem como a

classificação dos trabalhos em categorias. Também foram apresentadas as propostas didáticas, os autores mais influentes e as contribuições observadas nessas pesquisas para o Ensino de Química, a fim de se compreender os objetivos, características didático-pedagógicas, bem como a evolução da área ao longo dos anos. Os descritores tiveram por base aqueles apresentados por Megid Neto (1999) em sua tese de doutorado, uma vez que os objetivos propostos para esta dissertação estão em consonância com os propósitos do trabalho deste autor.

Os descritores gerais utilizados neste trabalho estão no QUADRO 2 abaixo.

QUADRO 2 – DESCRITORES GERAIS

Descritores gerais
1. Ano de publicação
2. Autores
3. Região geográfica
4. Instituição de ensino
5. Dependência administrativa
6. Nível de ensino
7. Categoria do trabalho
8. Conteúdo químico
9. Metodologia de análise
10. Instrumento de pesquisa
11. Principais referências

FONTE: O autor (2016).

A partir dos Descritores Gerais, buscou-se caracterizar os trabalhos. Nos itens de 1 a 6, verificou-se o 'Ano de publicação', quem são os 'Autores', a qual 'Região geográfica' pertencem, a quais 'Instituições de ensino' estão vinculados, qual a 'Dependência administrativa' das instituições e quais 'Níveis de ensino' foram privilegiados.

O item 7 dos Descritores Gerais, denominado 'Categoria do trabalho', refere-se a uma série de subcategorias definidas *a priori*, baseadas nos trabalhos de Bezerra (2014) e Vilas Boas (2012). Essas subcategorias dizem respeito, de maneira geral, ao problema de pesquisa presente nos trabalhos e permitem agrupá-los de modo que se possa verificar quais as tendências e temáticas privilegiadas.

Abaixo são apresentadas cada uma das subcategorias baseadas em Bezerra (2014) e Vilas Boas (2012) definidas *a priori*, bem como sua respectiva descrição.

1. **Biografias:** trabalhos que se prestam a mostrar a vida e obra de um determinado cientista, de forma a homenageá-lo.
2. **Concepções de professores:** trabalhos que buscam estudar as origens das opiniões, dos conhecimentos prévios e das atitudes de professores frente ao conhecimento científico.
3. **Concepções de alunos:** trabalhos que buscam estudar as origens das opiniões, dos conhecimentos prévios e das atitudes de alunos frente ao conhecimento científico.
4. **Análise de livro didático:** esta categoria incluem os trabalhos que visam analisar e criticar a forma como a Ciência aparece nesses livros.
5. **Estudos históricos do desenvolvimento de teorias:** trabalhos que buscam mostrar todo o contexto envolvido na elaboração de teorias, oferecendo subsídios para compreender com mais profundidade a Ciência.
6. **Currículo:** trabalhos que ressaltam a relevância de se considerar a construção do conhecimento científico em suas bases filosóficas e as relações socioeconômicas e políticas que o constituem em diferentes tempos e espaços históricos, bem como as possibilidades de inserção destas perspectivas nos currículos de Ciências e nas disciplinas específicas.
7. **Formação de professores:** trabalhos que enfatizam a relevância de cursos de formação inicial e continuada que contemplem aspectos da HFC.
8. **Estado do conhecimento:** trabalhos que realizam levantamento bibliográfico buscando tendências nas produções em HFC no Ensino de Ciências.

9. **Epistemologia:** trabalhos que se preocupam com os fundamentos, pressupostos e implicações filosóficas da Ciência.
10. **História nacional da Ciência:** trabalhos que contemplam o desenvolvimento da Ciência em nosso país.
11. **Propostas didáticas:** trabalhos que avaliam a forma como propostas didáticas podem contribuir para estudantes construírem conceitos científicos e noções de NdC.

Os trabalhos que foram subcategorizados como *Propostas didáticas*, por sua vez, também foram analisados segundo os critérios abaixo que, de acordo com Bezerra (2014), procuram avaliar como as técnicas de ensino estão sendo implementadas em sala de aula:

- 1 **Métodos e técnicas de ensino.**
- 2 **Recursos e materiais didáticos.**
- 3 **Avaliação das práticas.**
- 4 **Contribuições observadas na conclusão do trabalho referente à didática das Ciências.**

Buscou-se também avaliar no Descritor Geral 'Conteúdo Químico' se havia algum tema privilegiado quando a temática HFC norteava a pesquisa.

Nos Descritores Gerais 'Metodologia de análise' e 'Instrumentos de pesquisa' emergiram subcategorias que possibilitaram a identificação de modismos e tendências nos artigos analisados, os quais são relatados adiante.

A seguir são apresentados os resultados dos Descritores Gerais dos periódicos analisados e suas respectivas conclusões. Procurou-se com estes descritores conhecer o panorama das produções, buscando regularidades, padrões e possíveis lacunas que merecem maior atenção por parte dos pesquisadores da área.

#### 4.1.1 Ano de Publicação

O QUADRO 3 apresenta as revistas utilizadas nesta pesquisa, o ano de início de publicação de cada uma e o ano do primeiro artigo publicado em HFC no Ensino de Ciências.

QUADRO 3 – ANO DE INÍCIO DE PUBLICAÇÃO E ANO DA PRIMEIRA PUBLICAÇÃO EM HFC DE CADA REVISTA ANALISADA.

Periódico/Sigla	Ano de início de publicação	Ano da 1ª publicação em HFC
Revista Brasileira de História da Ciência/RBHC	1985	1992
Ciência & Educação/C&E	1994	1995
Química Nova na Escola/QNEsc	1995	1995
Investigações em Ensino de Ciências/IENCI	1996	1998
Ensaio – Pesquisa em Ensino de Ciências/EPEC	1999	2002
Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências/RBPEC	2001	2001
Acta Scientiae/AS	2005	2006
Experiências em Ensino de Ciências/EENCI	2006	2006
Alexandria/Alxd	2008	2008
História da Ciência & Ensino/HC&E	2010	2010

FONTE: O autor (2016).

Por meio do QUADRO 3 verifica-se que a revista com mais longa data de existência é a *Revista Brasileira de História da Ciência* (RBHC), que teve seu início no ano de 1985, com a primeira publicação em HFC no Ensino de Ciências em 1992. A RBHC é conhecida por publicar temas relacionados à História da Ciência e, dessa maneira, os seus artigos abordam temas diversos, que vão desde a Filosofia, História e Sociologia da Ciência, até o Ensino de Ciências. Sendo assim, o período de sete anos que compreende o início desta revista, até o ano da primeira publicação em HFC, pode ser justificado pelo fato de a revista ter como um dos temas o Ensino de Ciências, não sendo este, portanto, seu único objetivo. Já a primeira publicação em HFC no Ensino de Química ocorreu no ano de 2014, evidenciando a escassez de trabalhos referentes a este conteúdo.

O QUADRO 4 demonstra o ano da primeira publicação em HFC no Ensino de Química de cada revista analisada. A revista *Química Nova na Escola* (QNEsc) foi a primeira a publicar um artigo que contemplava o tema desta pesquisa, no ano de 1995. Sendo assim, desde sua primeira publicação, já tinha uma seção dedicada

à história da química, reconhecendo a importância do tema para o Ensino de Química.

QUADRO 4 – ANO DA PRIMEIRA PUBLICAÇÃO EM HFC NO ENSINO DE QUÍMICA DE CADA REVISTA ANALISADA

Periódico/Sigla	Ano da 1ª publicação em HFC Química
Química Nova na Escola/QNEsc	1995
Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências/RBPEC	2001
Ciência & Educação/C&E	2004
Acta Scientiae/AS	2006
Investigações em Ensino de Ciências/IENCI	2006
Ensaio – Pesquisa em Ensino de Ciências/EPEC	2009
História da Ciência & Ensino/HC&E	2010
Revista Brasileira de História da Ciência/RBHC	2014
Alexandria/Alxd	-
Experiências em Ensino de Ciências/EENCI	-

FONTE: O autor (2016).

Já as revistas *Alexandria* e *Experiências em Ensino de Ciências*, apesar de publicarem artigos relacionados à HFC, não apresentaram no período analisado por este trabalho, nenhum artigo cujo conteúdo era a Química. No QUADRO 5 pode-se verificar que há artigos publicados em HFC em ambas as revistas, evidenciando que o tema está presente nas pesquisas, mas a Química, enquanto conteúdo, não se encontra nelas.

QUADRO 5 – NÚMERO TOTAL DE ARTIGOS PUBLICADOS SOBRE HFC EM CADA REVISTA NO PERÍODO ANALISADO

Revista(Sigla)	Total de Artigos	Artigos HFC	% Artigos HFC
HC&E	71	46	64,79%
C&E	672	76	11,31%
QNEsc	626	49	7,83%
IENCI	373	26	6,97%
RBPEC	359	19	5,29%
RBHC	300	15	5,00%
Alxd	188	8	4,26%
EPEC	335	14	4,18%
AS	312	12	3,85%
EENCI	265	9	3,40%
<b>Total de Artigos</b>	<b>3.501</b>	<b>274</b>	<b>7,83%</b>

FONTE: O autor (2016).

Ainda, por meio do QUADRO 5 verifica-se que do total de artigos analisados, apenas 7,83% tratam da abordagem HFC. Em valores absolutos, a C&E é a que apresenta o maior número de artigos publicados em HFC (76), seguida da QNEsc (49). No entanto, considerando-se o percentual relativo ao número de publicações em HFC, a HC&E foi a que apresentou maior valor, com 64,79% dos artigos publicados na revista referente à HFC. Isso se deve ao fato de a revista ter como tema principal a abordagem histórica da Ciência.

Por outro lado, apenas 2,57% do total de artigos pesquisados tratam da abordagem HFC no Ensino de Química, como pode ser visto no QUADRO 6. De um total de 3.501 artigos pesquisados, apenas 90 constituem-se como objeto de investigação desta pesquisa.

Os dados demonstram que há no país pesquisas que tratam do tema desta investigação, com destaque para as revistas HC&E e QNEsc, que juntas publicaram 78,89% dos trabalhos analisados por esta pesquisa, ou seja, 71 artigos. Em valores absolutos, a QNEsc foi a que mais publicou artigos no período determinado, com um total de 49. Porém, levando-se em consideração que as outras oito revistas publicaram juntas apenas 19 artigos referentes à abordagem HFC no Ensino de Química, há um indicativo de escassez de pesquisas que tratam do tema.

QUADRO 6 – NÚMERO TOTAL DE ARTIGOS PUBLICADOS SOBRE HFC NO ENSINO DE QUÍMICA EM CADA REVISTA NO PERÍODO ANALISADO

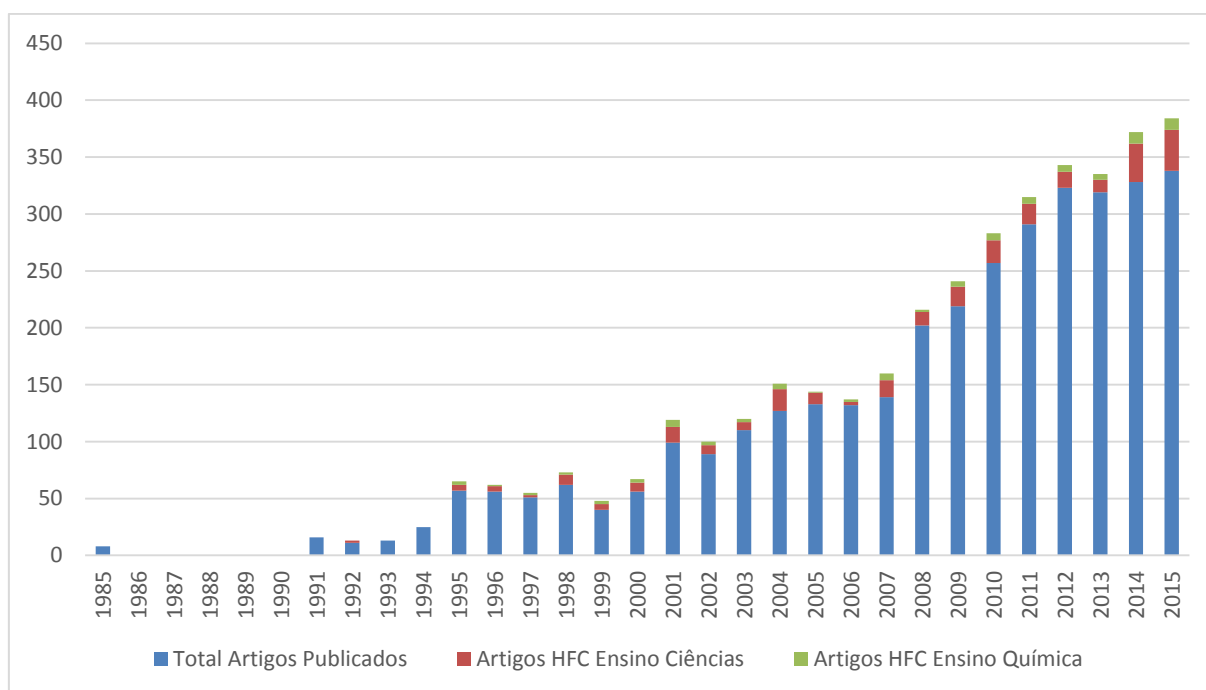
Revista(Sigla)	Total de Artigos	Artigos HFC Química	% Artigos HFC Química
HC&E	71	22	30,99%
QNEsc	626	49	7,83%
AS	312	5	1,60%
RBPEC	359	4	1,11%
C&E	672	5	0,74%
RBHC	300	2	0,67%
IENCI	373	2	0,54%
EPEC	335	1	0,30%
Alxd	188	0	0,00%
EENCI	265	0	0,00%
<b>Total de Artigos</b>	<b>3.501</b>	<b>90</b>	<b>2,57%</b>

FONTE: O autor (2016).



O GRÁFICO 1 (abaixo) permite realizar um comparativo dos artigos totais publicados nas revistas com o número de artigos que tratam da abordagem HFC no Ensino de Ciências e no Ensino de Química. Em relação ao total de artigos publicados, percebe-se um aumento no número de publicações ao longo dos anos, principalmente devido ao surgimento de algumas revistas, como a *Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências* (RBPEC), em 2001, que somente naquele ano publicou 36 artigos; a *Experiências em Ensino de Ciências*, criada em 2006, publicando 18 artigos; e *Alexandria*, criada em 2008, com 21 artigos publicados. Pode-se verificar também, que a partir de 1995, as publicações que tratam da HFC, apesar de escassas, sempre estiveram presentes. Em número menor ainda, as publicações referentes à HFC no Ensino de Química também a partir de 1995, sempre tiveram ao menos uma publicação ao longo do ano, como em 1996 e 2005.

GRÁFICO 1 – QUANTIDADE DE ARTIGOS PUBLICADOS, QUANTIDADE DE ARTIGOS HFC, QUANTIDADE DE ARTIGOS HFC NO ENSINO DE QUÍMICA NO PERÍODO E PERIÓDICOS ANALISADOS.



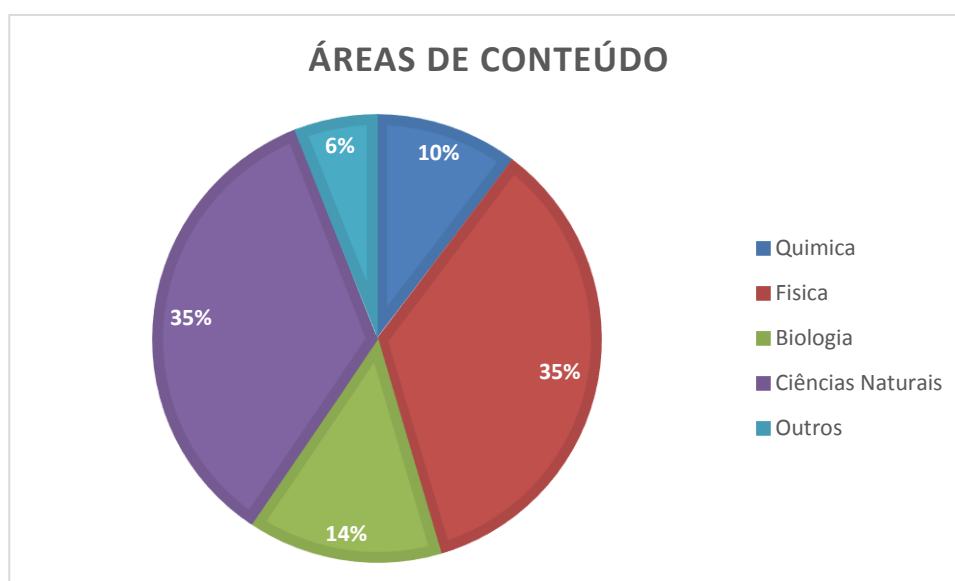
FONTE: O Autor (2016).

Em relação ao total de artigos que tratam da abordagem HFC, 32,85% dizem respeito ao Ensino de Química. Novamente, esse índice deve-se principalmente à QNEsc e à HC&E, que representam 25,91% do total. Assim, levando-se em consideração as outras 8 revistas, tem-se um total de 19 artigos num período de 30 anos, a contar do ano de início da publicação da primeira revista aqui

analisada. Desconsiderando os artigos publicados na QNEsc e na HC&E, o total de artigos que tratam do Ensino de Química corresponde a 10,61% dos artigos publicados que tratam da abordagem HFC, um valor baixo, dada a importância da Química entre as Ciências Naturais.

A FIGURA 1 ilustra a relação de produção em HFC entre as diferentes áreas de conteúdo em 8 das 10 revistas, excluindo-se a QNEsc e a HC&E.

FIGURA 1 – HISTOGRAMA DOS ARTIGOS POR ÁREAS DE CONTEÚDO EM 8 DAS 10 REVISTAS ANALISADAS.



FONTE: O Autor (2016).

De maneira geral, pode-se dizer que muitos dos artigos publicados em HFC não fazem referência a uma disciplina específica, como a Física ou a Química, sendo, portanto, classificados como 'Ciências Naturais', correspondendo a 35% dos artigos em HFC. Esses artigos, no entanto, podem ser utilizados como subsídios para o Ensino de Química, já que trazem, muitas vezes, discussões e sugestões pertinentes a qualquer uma das áreas de Ciências Naturais, tratando principalmente de temas como a Filosofia, História ou Sociologia da Ciência, à luz de algum epistemólogo. São exemplos os artigos de Chinelli, Ferreira e Aguiar (2010), que afirmam sobre a necessidade de se incluir discussões a respeito da NdC nos cursos de formação de professores, e Oliveira e Drummond (2015), que discutem sobre os desafios da inserção didática da HFC em oficina de formação docente. Ambos os trabalhos tratam da necessidade de se pensar a formação de professores a partir da perspectiva HFC, sem, no entanto, tratar de uma área de conteúdo específica.

Pode-se também observar por meio da FIGURA 1 que a área de conteúdo privilegiada nos artigos diz respeito à Física, com aproximadamente 35% das publicações. A revista *Ciência & Educação*, ao lado da *Investigações em Ensino de Ciências*, são as que mais publicam nessa área, com 22 e 11 artigos respectivamente. Isso se deve, entre outros fatores, ao fato de os filósofos e historiadores da Ciência mais influentes do século XX terem desenvolvido boa parte de seus trabalhos na área da Física, como é o caso de Thomas Kuhn, Imre Lakatos, Karl Popper, Paul Feyerabend e Alexandre Koyré, dentre outros. Dessa maneira, há uma forte influência destes epistemólogos no Ensino de Ciências, já que desenvolveram pesquisas sobre temas como Aristóteles, Newton, Einstein e a Mecânica Quântica, e que acabam fornecendo subsídios para o Ensino de Física. A Química, nesse sentido, encontra-se marginalizada, sendo muitas vezes reduzida à Física e tratada como uma disciplina secundária. Devido a uma questão histórica, na qual as primeiras pesquisas desenvolvidas na área de HFC foram em Física, sendo tratada como a grande Ciência Natural, a Química foi relegada a segundo plano.

As pesquisas sobre a filosofia e a história da Química têm um período de expansão recente, onde se destaca a obra de uma importante pesquisadora internacional, Bernadette Bensaude-Vincent, que escreveu *A História da Química*, na qual a Química é apresentada de acordo com os pressupostos da moderna historiografia. Já no Brasil, uma pesquisadora que tem um papel relevante é Ana Maria Alfonso-Goldfarb, com a obra *Da Alquimia à Química*. Um dos poucos filósofos que se debruçou sobre esta área durante o século XX foi Gaston Bachelard, que escreveu livros onde tratava dos aspectos históricos e filosóficos da Química<sup>8</sup>. Estes pesquisadores realizaram um importante trabalho de valorização da Química como disciplina autônoma, pertencente a um território que lhe é próprio, com questões que não se reduzem a casos particulares da Física.

Tendo em vista o cenário de aparente marginalização das pesquisas em Ensino de Química em HFC, é importante salientar a importância que as revistas

---

<sup>8</sup> No entanto, atualmente, no Brasil há um cenário bastante proeminente de pesquisas sobre a História e Filosofia da Química no Ensino de Ciências, com destaque para autores como Ana Maria Alfonso-Goldfarb, Maria Helene Roxo Beltran, Maria da Conceição Marinho Oki e Paulo Porto.

QNEsc e HC&E representam para o Ensino de Química, já que as duas revistas são as responsáveis pela maioria dos artigos publicados em HFC na área, sendo responsáveis, como já salientado, por aproximadamente 80% dos trabalhos aqui apresentados. O QUADRO 7 ilustra a presença dos artigos que tratam de Ensino de Química nas pesquisas em HFC em cada uma das revistas.

QUADRO 7 – QUANTIDADE DE ARTIGOS PUBLICADOS SOBRE A ABORDAGEM HFC E SOBRE A ABORDAGEM HFC NO ENSINO DE QUÍMICA NO PERÍODO

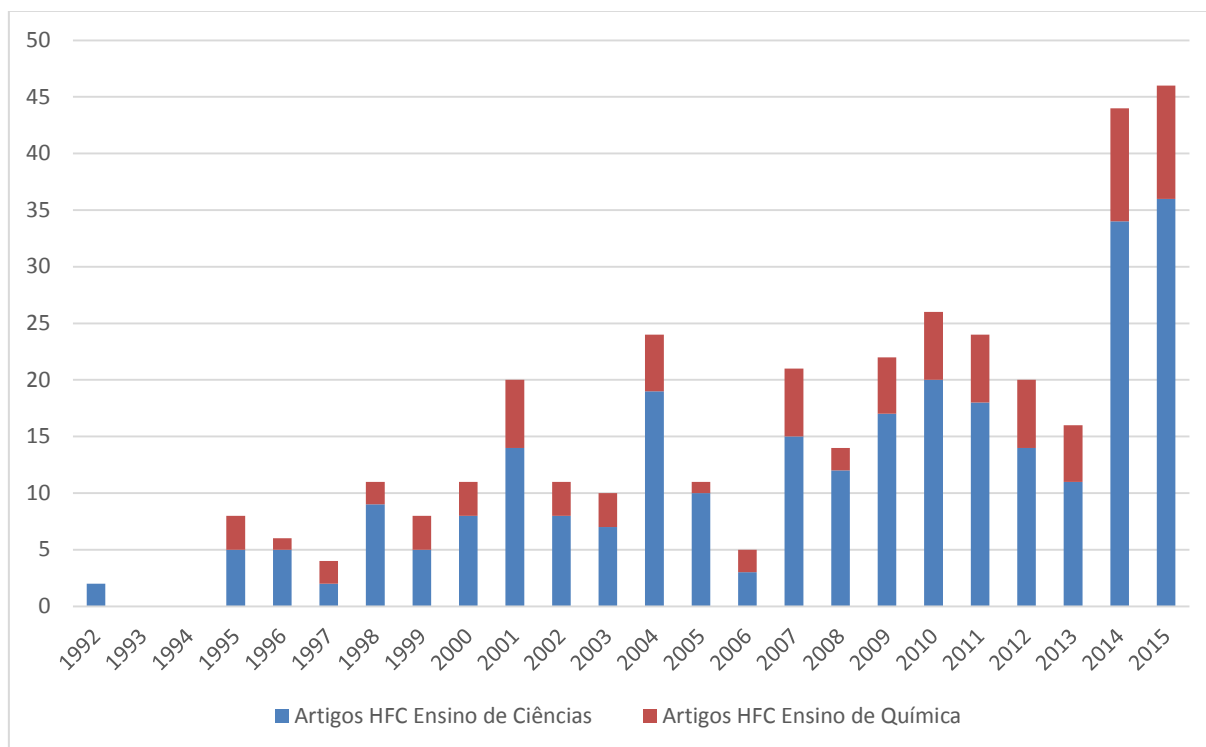
Revista (Sigla)	Nº Artigos HFC	Nº Artigos HFC Química	% Artigos HFC Química
QNEsc	49	49	100,00%
HC&E	46	22	47,83%
AS	12	5	41,67%
RBPEC	19	4	21,05%
RBHC	15	2	13,33%
IENCI	26	2	7,69%
EPEC	14	1	7,14%
C&E	76	5	6,58%
EENCI	9	0	0,00%
Alxd	8	0	0,00%
<b>Total</b>	<b>274</b>	<b>90</b>	<b>32,85%</b>

FONTE: O autor (2016).

A Revista HC&E é o segundo periódico com maior número de publicações HFC no Ensino de Química, superando o total de artigos publicados pelas outras 8 revistas juntas. Importante também salientar que, dentro da área das Ciências naturais, a Química é a que possui maior número de publicações nesta revista, superando áreas mais tradicionais, como a Física.

A evolução das pesquisas em HFC ao longo dos anos pode ser observada no GRÁFICO 2. Percebe-se que em 2001 há um aumento do número de pesquisas, devido ao surgimento da RBPEC, que nesse ano publicou 5 artigos relativos à HFC, sendo um referente ao Ensino de Química. No mesmo ano, a QNEsc publicou 5 artigos.

GRÁFICO 2 – PUBLICAÇÕES NO PERÍODO ANALISADO REFERENTE À HFC NO ENSINO DE CIÊNCIAS E À HFC NO ENSINO DE QUÍMICA.



FONTE: O Autor (2016)

Em 2004 há um pico nas publicações em HFC, devido a um número especial da Revista C&E, com 12 artigos, sendo 1 deles relacionado ao Ensino de Química.

A presença de publicações referentes à abordagem HFC se deve em parte ao reconhecimento de diversos Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências no país a partir de 2001, conforme relatado por Francisco e Queiroz (2011), sendo que a linha de pesquisa HFC está presente na maior parte deles. Com a consolidação da área de Ensino de Ciências, algumas revistas, entre elas a C&E, publicaram edições especiais sobre temas específicos, como Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e HFC. A partir de 2007, verifica-se um número razoável de publicações, sendo que a Química está sempre presente.

Em 2014, há um número alto de publicações, 34 no total, devido ao fato de a RBHC publicar uma edição especial de Ensino de Ciências, com 10 artigos sobre o tema. Destaca-se também o periódico HC&E, com 7 artigos publicados. Desse total, 10 relacionam-se ao Ensino de Química.

O ano de 2015, também dispõe de um grande número de publicações nos periódicos pesquisado: 36 no total. Esta alta quantidade de artigos deve-se principalmente à HC&E, que publicou 2 edições especiais em 2015, totalizando 14 artigos, sendo 4 relacionados à Química. Outros 4 artigos relacionados à Química foram publicados pela QNEsc, com outros 2 publicados pela *Acta Scientiae*, totalizando assim, 10 artigos de Química publicados naquele ano.

Verifica-se com isso que os dados desta pesquisa se assemelham aos encontrados por outros autores já citados anteriormente. Bejarano e Carvalho (2000) encontraram, no período de 1972 a 1995, em quatro fontes distintas, entre artigos, dissertações e teses, apenas 17 trabalhos que tratavam da abordagem HFC no Ensino de Química. Francisco e Queiroz (2011), analisando dissertações e teses no período de 2000 a 2008, encontraram cinco trabalhos relacionados ao tema, e Milaré (2013) apenas um, ao fazer um levantamento de dissertações e teses produzidas na USP, no período de 2006 a 2009. Já nos ENPEC, analisados de 1997 a 2005, Rogado (2008) localizou 10 trabalhos que tratavam da HFC no Ensino de Química.

Sendo assim, pode-se constatar que apesar de estar presente, a produção em HFC no Ensino de Química brasileiro ainda é baixa, em que pese os documentos oficiais enfatizarem a importância de se apresentar a construção do conhecimento químico em seus aspectos históricos, filosóficos e sociológicos. O primeiro documento da *Base Nacional Comum Curricular* indica a relevância do tema:

É importante que essa formação possibilite conhecer como a Química foi se consolidando como Ciência, com seus métodos, modelos e teorias. Isso permite a compreensão da dinâmica da geração do conhecimento, com seus avanços, disputas e erros, e a influência de contextos sociais nesse processo de construção humana. [...] O ensino da Química, com esses pressupostos, envolve a contextualização sociocultural dos conhecimentos [...]. Envolve, também, a contextualização sócio-histórica [...]. (BRASIL, 2015, p. 221).

No entanto, apesar da baixa produtividade em relação às outras disciplinas, os artigos publicados parecem estar estabelecendo um caminho favorável à utilização da HFC no Ensino de Química. Conforme será abordado quando da análise de cada uma das revistas, os pesquisadores têm dado atenção a diversas categorias de trabalhos que subsidiam a utilização da abordagem HFC, por exemplo a análise de livros didáticos, buscando encontrar quais as concepções tanto do fazer

científico quanto da história estão ali retratadas; trabalhos de caráter historiográfico, que buscam apresentar uma História da Ciência pautada em perspectivas tanto internalistas quanto externalistas; aplicações em sala de aula, fazendo uso de diferentes formas de abordagem, como a utilização de textos primários e/ou secundários, discussões a respeito de visões de Ciência e como os cientistas trabalham etc; e outros trabalhos que ressaltam a importância da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Química, destacando a relevância que pode ser dada à formação de professores.

#### 4.1.2 Autores dos Artigos

Por meio da análise dos ‘Autores’ que assinam os artigos selecionados para esta pesquisa, constata-se como está distribuída a produção em termos nacionais. O QUADRO 8 apresenta os oito autores com maior número de publicações em HFC no Ensino de Química de acordo com o universo desta pesquisa.

QUADRO 8 – AUTORES COM MAIOR NÚMERO DE PUBLICAÇÕES

<b>Autores</b>	<b>Nº de Artigos</b>
Paulo Porto	9
Maria da Conceição Marinho Oki	6
Attico Chassot	5
Jose Claudio Del Pino	5
Aecio Chagas	4
Maria Eunice Ribeiro Marcondes	4
Paulo Vidal	4
Simone Alves de Assis Martorano	4

FONTE: O autor (2016).

Por meio do QUADRO 8 verifica-se que o autor com maior número de publicações é Paulo Porto, com nove artigos publicados no período e nos periódicos selecionados. Porto é um dos pesquisadores que mais tem se dedicado ao estudo e divulgação da História da Química no Brasil e teve toda sua formação acadêmica

voltada para esta área<sup>9</sup>. Sendo assim, destaca-se em relação a outros que escrevem sobre História da Química, mas que não possuem formação na área, e que começaram a se dedicar ao tema após terem se aposentado ou após decidirem mudar seu interesse de pesquisa para a História da Química.

Muitas vezes os autores sem formação específica acabam escrevendo sobre História da Química a partir de perspectivas historiográficas tidas como não adequadas na perspectiva atual, considerando apenas aspectos internos ou julgando o passado a partir do presente; ou ainda escrevendo pseudo-histórias que apresentam visões deformadas da História da Ciência. Nesse sentido, Porto tem contribuído para o desenvolvimento da área, já que os artigos que publica apresentam a perspectiva da moderna historiografia da Ciência, enfatizando aspectos internos e externos, bem como o contexto filosófico da época em que o conhecimento foi construído. Importante também salientar que o autor assina seis dos artigos analisados com outros pesquisadores, e em apenas três é o único autor. Suas publicações apresentam temas diversos, como a análise de livros didáticos, estudos históricos do desenvolvimento de teorias, propostas didáticas dentre outros, sendo seis artigos publicados na Revista Química Nova na Escola.

Outra pesquisadora que também merece destaque é Maria da Conceição Marinho Oki, com seis artigos publicados. A autora teve sua formação inicial na área “dura” da Química, mas em seu doutorado, desenvolveu pesquisas na área de HFC. A autora publicou três artigos sobre o estudo histórico do desenvolvimento de teorias, sendo que em um deles (QNEsc28<sup>10</sup>) apresenta a epistemologia kuhniana. Este é um importante ganho para o Ensino de Química, já que Kuhn usualmente é associado à Física, área a qual se dedicou com mais afinco em suas pesquisas. No entanto, Kuhn também tem intensa produção em História da Química, fato que Oki destaca no artigo mencionado.

Além disso, Oki também publicou uma pesquisa que trata da concepção de alunos no que diz respeito à NdC, descrevendo uma Proposta Didática na qual apresenta o relato de uma disciplina de História da Química. Nela foram abordados

---

<sup>9</sup> Informações obtidas a partir do Currículo Lattes.

<sup>10</sup> O autor adotou neste trabalho um código para cada um dos artigos analisados. A relação dos artigos codificados encontra-se no Apêndice A.



conteúdos epistemológicos, a fim de enriquecer as concepções de Ciência dos alunos para além daquelas empiristas ingênuas.

Os outros autores também apresentam produções relevantes, sendo que o principal tema que pesquisaram foi o estudo histórico do desenvolvimento de teorias. Também se destaca o fato de que, nos artigos selecionados para esta pesquisa, Maria Eunice Ribeiro Marcondes e Simone Alves de Assis Martorano sempre publicaram juntas, bem como Paulo Vidal assina todos seus artigos com Paulo Porto.

#### 4.1.3 Região Geográfica

A 'Região geográfica' a qual pertencem os artigos permite vislumbrar a distribuição da produção da área país (QUADRO 9).

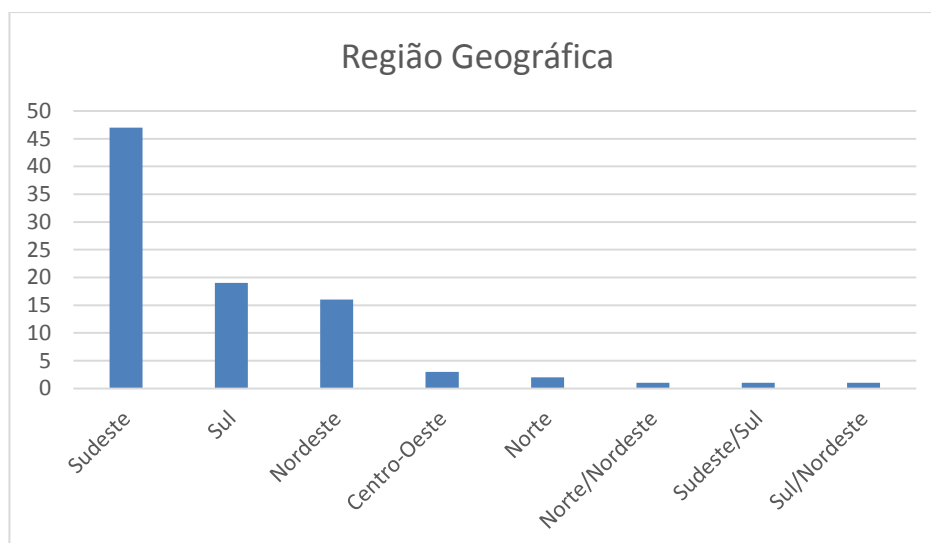
QUADRO 9 – REGIÃO GEOGRÁFICA A QUAL PERTENCEM OS ARTIGOS

<b>Região Geográfica</b>	<b>Nº de Artigos</b>
Sudeste	47
Sul	19
Nordeste	16
Centro-Oeste	3
Norte	2
Norte/Nordeste	1
Sudeste/Sul	1
Sul/Nordeste	1

FONTE: O autor (2016).

O QUADRO 9 (acima), bem como o GRÁFICO 3 (abaixo), mostram que a região Sudeste apresenta a predominância da produção nacional, com 47 artigos publicados, seguido das regiões Sul e Sudeste, com 19 e 16 artigos publicados, respectivamente. Os artigos que foram assinados por autores que pertencem a regiões geográficas diferentes foram considerados separadamente, como no caso da região Norte/Nordeste, Sudeste/Sul e Sul/Nordeste, com um artigo cada, de modo que a soma de todos os artigos correspondesse ao total de artigos selecionados para esta pesquisa.

GRÁFICO 3 – DISTRIBUIÇÃO DAS REGIÕES GEOGRÁFICAS A QUAL PERTENCEM OS ARTIGOS.



FONTE: O autor (2016).

A distribuição em relação à região geográfica está vinculada a instituição de ensino responsável pelo artigo. Assim, como forma de justificar a distribuição geográfica dos artigos selecionados para esta pesquisa, serão analisadas a seguir as instituições de ensino responsáveis pelas publicações.

#### 4.1.4 Instituição de Ensino

As referências às 'Instituições de ensino' responsáveis pela publicação dos artigos, leva em consideração não apenas as instituições de Ensino Superior, mas também Colégios, já que muitos professores de Ensino Fundamental e Médio assinam os artigos. Assim, opta-se pelo uso do termo instituições de ensino para designar a vinculação dos artigos. Os resultados encontram-se no QUADRO 10.

QUADRO 10 – INSTITUIÇÕES DE ENSINO A QUAL PERTENCEM OS ARTIGOS

Instituição de Ensino	Nº de Artigos
USP	18
UFBA	10
Colégio e Universidade	9
UFRJ	7
UNICAMP	6
UFRGS	5
UFRPE	5
UFSC	5
PUC (SP)	4

FONTE: O autor (2016).

Conforme relatado na seção anterior, a região Sudeste é a que mais possui artigos publicados considerando o universo adotado por esta pesquisa. Os dados das instituições de ensino corroboram este fato, já que entre as instituições, a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e a Pontifícia Universidade Católica (PUC-SP) somam 35 artigos publicados, dos 47 da região Sudeste. Cabe salientar que nem todos os artigos foram publicados apenas por estas universidades, havendo alguns em que há participação de mais instituições. Outro fato importante é que dos 18 artigos publicados pela USP, 9 são de autoria de Paulo Porto.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) somam 10 artigos na região Sul, que conta com 19 artigos. O estado do Paraná reúne 4 artigos, sendo três publicados pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) e um pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Lembrando também que alguns desses artigos foram assinados juntamente com autores de outras universidades, como UNICAMP e USP.

Já a região Nordeste, que conta com um total de 16 artigos publicados, tem na Universidade Federal da Bahia (UFBA) 10 artigos, sendo que seis publicações são de autoria de Maria Oki. Outros cinco artigos são da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Um dado relevante é a presença de publicações cujos autores estão vinculados a Colégios, com um total de 9 publicações. Apesar de um único artigo (QNEsc 39) ser assinado apenas por professores de Colégios, este fato representa um avanço em relação às pesquisas em Ensino de Química, já que a presença de professores pesquisadores na educação básica mostra a preocupação por parte destes em trazer aspectos conceituais das pesquisas para a sala de aula, reforçando a relação universidade-escola.

#### 4.1.5 Dependência Administrativa

No que diz respeito à 'Dependência administrativa', as federais são as que mais publicaram artigos, somando 43 textos no período e periódicos analisados. As estaduais contam com 29 e as privadas 11 (QUADRO 11). Foram considerados em separado os artigos assinados por autores que pertenciam a dependências administrativas diferentes.

QUADRO 11 – DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO.

<b>Dependência administrativa</b>	<b>Nº de Artigos</b>
Federal	43
Estadual	29
Privada	11
Estadual/Federal	4
Federal/Privada	2
Estadual/Privada	1

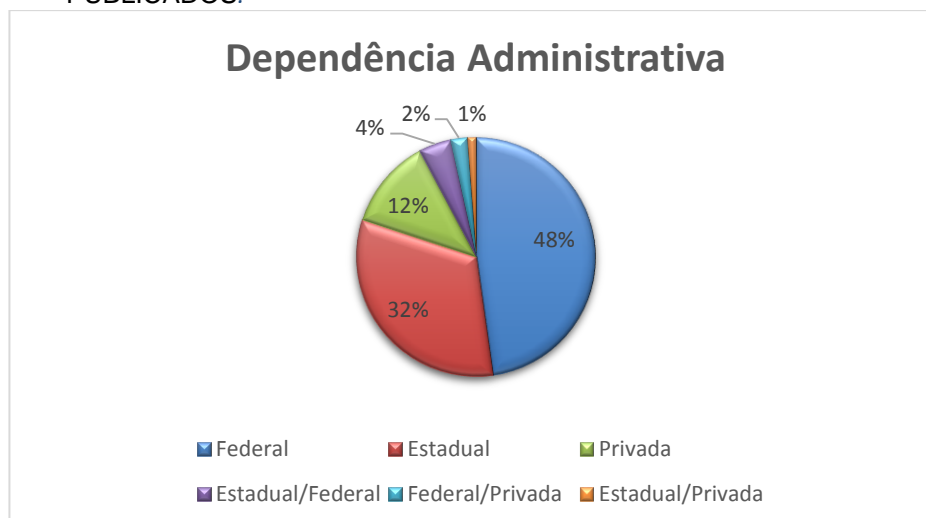
FONTE: O autor (2016).

Em relação à dependência administrativa federal, 24 pertencem à região Sudeste. No entanto, a universidade federal que mais publicou artigos pertence à região Nordeste, a UFBA, com 10 artigos.

Nas estaduais, a USP é a que mais possui publicações, sendo responsável por 18 das 29 publicações. As outras publicações se dividem entre diversas universidades e colégios, sendo que a maioria das instituições encontra-se na região Sudeste.

As privadas são representadas principalmente pela PUC (SP) e pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), sendo que esta última tem todos os artigos de autoria de Attico Chassot. A distribuição pode ser visualizada na FIGURA 2 a seguir, que apresenta as porcentagens relativas a cada uma das dependências administrativas.

FIGURA 2 – DISTRIBUIÇÃO REFERENTE À DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA DOS ARTIGOS PUBLICADOS.



FONTE: O autor (2016).

As federais são as que mais publicam, com 48% dos artigos, seguidas das estaduais, com 32% e privadas, com 12%. Os artigos cujos autores pertencem às estaduais/federais, federais/privadas e estaduais/privadas representam 7%. Nesse sentido, pode-se inferir que as federais representam mais de 50% dos artigos selecionados nesta pesquisa. No entanto, para clareza dos resultados, cada uma das categorias foi apresentada separadamente.

#### 4.1.6 Nível de Ensino

Os artigos analisados por esta pesquisa de maneira geral não especificam o nível de ensino ao qual se referem. Estes artigos tratam de temas bastante gerais, como o estudo histórico do desenvolvimento de teorias, que não está relacionado com um nível de ensino específico, podendo ser utilizado em qualquer um, desde que seja adaptado às especificidades de cada situação. O QUADRO 12 mostra os dados relativos a este descritor.

QUADRO 12 – NÍVEL DE ENSINO A QUE SE REFEREM OS ARTIGOS

Nível de Ensino	Nº de Artigos
Não específica	50
EM	31
ES	7
EF	1
EM/ES	1

FONTE: O autor (2016).

Os artigos que se referem ao Ensino Médio tratam em sua grande maioria da *Análise de Livros Didáticos e Propostas Didáticas*, mostrando a preocupação dos pesquisadores brasileiros em verificar qual a visão de NdC que está sendo veiculada pelo material utilizado em sala de aula. Além disso, as publicações apresentam possíveis soluções para a superação de visões deformadas, com propostas didáticas que auxiliam o professor na preparação de suas aulas.

Nos trabalhos que dizem respeito ao Ensino Superior, há uma preocupação em se avaliar quais as concepções sobre NdC percebidas pelos alunos, em sua maioria os de licenciatura. Há também propostas didáticas que buscam fornecer orientações de como os estudos da NdC podem ser abordados em sala de aula, o que representa atualmente um desafio sobre como fazê-lo.

Em relação ao Ensino Fundamental há apenas um artigo (HC&E13), que tem como tema a formação de professores em HFC, discutindo sobre a epistemologia no Ensino de Ciências. Nele as autoras destacam que a Ciência pode ser ensinada como saber histórico e provisório, com a participação dos alunos no processo de construção do conhecimento científico. Ressaltam também a importância de se contextualizar o ensino, que deve possibilitar ao aluno relacionar o conceito aprendido com o ambiente em que ele vive, tornando a aprendizagem relevante ao seu desenvolvimento social.

#### 4.1.7 Categorias dos Trabalhos

Os 90 artigos selecionados para este trabalho foram divididos em 17 subcategorias, sendo que algumas foram elaboradas *a priori* e outras emergiram da análise dos dados, conforme indicado no QUADRO 13<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Alguns artigos foram classificados em mais de uma subcategoria e, portanto, o total de artigos ultrapassa a soma de 90. A relação dos trabalhos distribuídos em cada uma das subcategorias encontra-se no apêndice B.

QUADRO 13 – CATEGORIA A QUAL PERTENCEM OS TRABALHOS

<b>Categoria do Trabalho</b>	<b>Nº de Artigos</b>
Estudos históricos do desenvolvimento de teorias	30
Proposta didática	14
Análise de livro didático	11
Fatos históricos (Emergente)	5
Concepções de alunos	4
Epistemologia	4
Formação de professores	4
Análise de texto (Emergente)	3
Biografias	3
Currículo	3
Concepções de professores	2
Estado do Conhecimento	2
Análise de artigos	2
Mulheres na Ciência (Emergente)	2
Análise de cartuns (Emergente)	1
História da Ciência nacional	1

FONTE: O autor (2016).

A subcategoria *Estudos históricos do desenvolvimento de teorias* é a que apresenta o maior número de artigos. Os trabalhos desta subcategoria buscam mostrar todo o contexto envolvido na elaboração de teorias, oferecendo subsídios para compreender com mais profundidade o desenvolvimento dos conceitos científicos. Nesse sentido, os trabalhos buscam fornecer subsídios para trabalhar a História da Química em todos os níveis de ensino, sendo que, para cada nível de ensino, o professor deve se preocupar em adaptar o conteúdo em relação ao aprofundamento que será adotado em relação ao tema.

As *Propostas didáticas* também aparecem em 14 trabalhos, o que indica a preocupação dos autores em transpor o conhecimento teórico para a prática da sala de aula. Sendo assim, pode-se dizer que há um avanço na área de Ensino de Química, no que diz respeito à abordagem HFC, já que uma das dificuldades que o tema apresentava era como deveria ser utilizada tal abordagem em sala de aula.

A seguir, serão comentadas algumas das subcategorias encontradas neste trabalho, buscando exemplificar cada uma delas.

O C&E1, por exemplo, apresenta um estudo sobre o desenvolvimento histórico da grandeza quantidade de matéria e sua unidade, o mol. Faz um relato de como o conceito desenvolveu-se ao longo da história e as dificuldades encontradas no estabelecimento de uma definição precisa. O autor também apresenta as dificuldades de ensino/aprendizagem em relação a este conteúdo no Ensino de Química, ressaltando a importância de se ensinar os conteúdos em seu contexto histórico. Ressalta que este tipo de abordagem “poderia facilitar o apontamento das prováveis causas do pouco entendimento pelos estudantes dos conceitos de quantidade de matéria e de mol” (ROGADO, 2007, p. 70), já que o conceito de mol é obtido por definição, e não é, portanto, intuitivo.

Nesse sentido, a inserção de alguns episódios da História da Ciência no ensino da Química pode contribuir para uma articulação interdisciplinar e contextualizada, embora muitos professores vejam a História da Química como algo suplementar, a ser utilizada apenas a título de curiosidade.

Na subcategoria *Livro didático* (LD), cita-se, por exemplo, o QNEsc 45. O artigo analisa os LD(s) de Química aprovados no Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio do (PNLEM) de 2007, verificando a História da Ciência e concepções sobre NdC em relação ao estudo dos Modelos Atômicos. Os autores citam que, de fato, a História da Ciência foi contemplada nos capítulos e/ou seções em todos os LD(s), apresentando elementos biográficos, dados históricos do desenvolvimento dos modelos atômicos e apontando as mudanças conceituais entre os modelos. No entanto, observam que a abordagem histórica é limitada, uma vez que se concretiza na descrição isolada e episódica de informações sumárias, sem o devido aprofundamento quanto à problematização e contextualização sócio-histórica. Sendo assim, a história contada não se afigura fidedigna nem tampouco abrangente o suficiente para permitir uma leitura adequada sobre o que ocorreu. Na análise dos LD(s), os autores identificaram uma abordagem da História da Ciência que revela uma concepção de Ciência predominantemente dogmática, construída de forma linear, acumulativa e a-histórica. Apenas dois LD(s) apresentaram movimento de inovação com diferencial na abordagem histórica, todavia também reproduzem uma concepção dogmática da Ciência. Estas constatações demonstram a necessidade do desenvolvimento de mais estudos sobre a inclusão da História da Ciência em LD de Química.



No AS3, os autores procuraram analisar, no decorrer dos anos, o desenvolvimento do tema cinética química nos livros didáticos, verificando se eles acompanharam a dinâmica da produção do conhecimento científico, e se incorporaram as mudanças teóricas e procedimentais que caracterizam o trabalho da Ciência. Buscaram ainda possíveis influências das reformas educacionais dirigidas ao Ensino Médio com o processo de transformação do conhecimento científico em conhecimento escolar, denominado transposição didática. Para compreender esta influência, os livros foram agrupados em cinco períodos, que correspondem aos períodos de vigência das reformas educacionais brasileiras.

No E1 foi realizada uma análise do perfil epistemológico presente em um livro didático destinado ao Ensino Médio, que foi escolhido por constar do Programa de Avaliação do Livro Didático para o Ensino Médio de 2007 (PNLEM-2007). Nele são apresentados dois perfis epistemológicos para a caracterização do livro: um Empirista/Indutivista e outro Racionalista/Dedutivo, e a partir desta categorização avaliaram os perfis presentes no livro didático. A caracterização do perfil epistemológico do livro didático é considerada fundamental visto que provoca uma reflexão, por parte de professores e alunos, sobre a concepção de NdC ali apresentada, já que isso tem implicações pedagógicas na relação entre didática da Ciência e epistemologia.

No IENCI2, os autores categorizaram os LD(s) em relação a duas concepções de Ciência: a empirista/indutivista e a racionalista. Por meio de uma tabela apresentaram as concepções de Ciência que as duas categorias representam, classificando então os livros didáticos analisados. Os autores destacaram que a perspectiva filosófica que aparece predominantemente nos livros didáticos é a perspectiva empirista/indutivista. E por fim, ressaltam que

[...] tanto o professor quanto o aluno devem estar cientes que os livros didáticos não são neutros no que diz respeito a imagem de Ciência que eles podem transmitir. Assim, o professor ao escolher o livro que será utilizado em sala de aula, deveria levar em consideração que este pode ter influência na visão que os alunos poderão desenvolver sobre a Ciência no ensino médio. (IENCI2, p. 352).

O CE4 apresenta uma análise dos livros didáticos de Química do PNLEM 2007, procurando verificar qual o tipo de História da Ciência é reproduzida nos livros.

Os autores ressaltam o fato de que a História da Ciência é tratada de maneira superficial e linear, limitando-se, sobretudo, a citar nomes e datas. Destacam que

Não se pode desconsiderar que as informações a respeito da História da Ciência, presentes nos livros didáticos analisados neste trabalho, podem influenciar as visões de Ciência que serão construídas pelos alunos em seu processo de aprendizagem em Ciências – dada a importância do livro didático como referência do saber escolar. (CE4, p. 303).

Sendo assim, a análise de livros didáticos contribui para a superação das concepções ingênuas de NdC, dada a influência que visões distorcidas de História da Ciência presente nos livros didáticos podem exercer sobre os alunos.

Na subcategoria *Epistemologia*, o C&E2 apresenta o pensamento do filósofo da Ciência, o francês, Gaston Bachelard, e alguns de seus principais conceitos, como o de *obstáculo epistemológico*, *ruptura epistemológica*, dentre outros, que buscam o rompimento entre conhecimento científico e senso comum. A autora resalta a importância deste pensador para o Ensino de Química e para a formação de professores. Sendo assim, busca fornecer elementos que ajudem a superar as noções de *realismo ingênuo*, *substancialismo* e *racionalismo clássico*, dando lugar ao *racionalismo aplicado*, característico das Ciências do século XX. Assim, segundo a autora, o professor deve ser um eterno estudante, “sempre aberto à reflexão sobre o objeto científico, de forma que a razão esteja constantemente em estado de mobilização” (LÔBO, 2008, p. 98), defendendo a ideia de que o professor deve ser também pesquisador. Para ela, o processo de formação docente está sempre em construção, nunca acabado.

Os artigos que se inserem na subcategoria *Análise de texto* são aqueles em que o autor do artigo apenas explora as potencialidades do texto relativo à abordagem HFC. Apesar de serem textos históricos, os autores não os constroem, mas os analisam, indicando quais são as possibilidades de sua utilização em sala de aula. Pode-se exemplificar com o artigo C&E5, que faz uma análise do texto teatral *Oxigênio*. O autor apresenta ao longo do trabalho como é construído o conceito de cientista, a partir de uma história fictícia que aborda bastidores históricos verídicos a respeito da descoberta do gás oxigênio, focando nos temas poder e ambição. Por meio da análise do discurso de Michel Foucault, apresenta quais temas estão presentes no texto e quais contribuições ele oferece ao Ensino de Química. O texto, apesar de fictício, explicita a problematização de questões com respeito à

motivação, aos interesses, à ética e ao trabalho científico, revelando uma perspectiva humana no fazer científico. A emergência desta subcategoria justifica-se pelo fato de que os artigos que analisam textos que possibilitam a abordagem HFC, podem ser textos primários, secundários, teatrais, quasi-histórias etc.

O IENCI1 foi categorizado como *Análise de artigos*, sendo esta uma subcategoria emergente. O trabalho consistiu na investigação das características dos discursos sobre propostas de experimentos divulgados na seção “Experimentação no Ensino de Química”, da revista Química Nova na Escola. Os autores analisaram a natureza epistemológica das propostas de experimentos, investigando quais orientações epistemológicas se apresentaram de forma tácita nas sugestões.

A subcategoria emergente *Mulheres na Ciência* representa um importante avanço em relação ao papel da mulher na construção do conhecimento científico. Os artigos HC&E1 e QNEsc19 enfatizam a importância das mulheres na constituição do conhecimento científico, que por muito tempo foram marginalizadas, mas que, de acordo com a moderna historiografia da Ciência, tiveram um papel fundamental para a consolidação da Ciência. Raramente os professores discutem durante suas aulas, quando abordam aspectos sobre a História da Ciência, o trabalho produzido pelas mulheres. Os motivos podem ser vários, já que a Ciência, se entendida acriticamente como neutra, não requer a inclusão dos esforços femininos, ou talvez porque essas contribuições sejam ainda vistas como menores e auxiliares. Contudo, a ausência de temas ligados ao trabalho produzido pelas mulheres deve-se a uma determinada concepção de História da Ciência que considera que as Ciências foram construídas pelo “trabalho extraordinário de grandes homens”. O fato é que o resultado dessa perspectiva reforça para os estudantes a idéia de que a Ciência tem sido, no decorrer do tempo, uma tarefa masculina, que só mais recentemente passou a aceitar o ingresso das mulheres.

Na subcategoria *Fatos históricos*, encontramos artigos que tratam de acontecimentos históricos que estão indiretamente relacionados à História da Química, como meio de contextualizar o ensino, sem, no entanto, referir-se a algum conteúdo químico. Cita-se o QNEsc16, no qual o autor busca apresentar a Ciência desenvolvida entre os povos pré-colombianos, em especial aquela

desenvolvida pelos incas. O texto permite conhecer um pouco mais sobre a Ciência desenvolvida na América Latina, de modo que haja uma maior valorização por parte dos estudantes da cultura produzida fora da região eurocêntrica. O autor inicia um movimento muito importante ao valorizar a História da Ciência sul-americana.

Nessa mesma linha, encontramos o RBPEC2 que se insere na subcategoria *História da Ciência nacional*, sendo único artigo que trata da História da Ciência brasileira. O artigo apresenta a exploração do salitre durante os séculos XVIII e XIX no Brasil, e propõe a leitura de textos originais, escritos por personagens do processo de implantação deste extrativismo mineral nacional. Ressalta-se a importância da iniciativa das autoras em utilizar a História da Química brasileira no Ensino de Ciências, já que esta perspectiva pode dar aos alunos um sentido de identidade nacional da Química, para além daquela desenvolvida na Europa.

O trabalho AS2, inserido na subcategoria *Concepções de professores*, investiga quais as concepções sobre NdC de dois grupos de professores de Química, participantes de atividades de educação continuada. Procuraram avaliar os professores segundo quatro categorias: concepções de realidade; natureza do método científico, com as concepções de experiência, de método científico e sua sequência; estrutura e validação do conhecimento científico (critérios de sua estruturação, características da atividade científica e os critérios para sua validação); e relação entre conhecimento científico e conhecimento cotidiano.

No que diz respeito à subcategoria *Estado do conhecimento*, o AS5 realizou um levantamento semelhante ao realizado neste trabalho. Utilizando um recorte temporal de 10 anos, analisou quatro revistas da área de Ensino de Ciências: Química Nova, Química Nova na Escola, Revista Educación Química e Revista Virtual de Química. Os autores categorizaram os trabalhos segundo os conteúdos pedagógicos e os conteúdos histórico-filosóficos.

O AS1 trata da questão da necessidade de introduzir nos currículos de formação de profissionais de química, a HFC, propiciando o pensamento crítico e reflexivo. Os autores ressaltam que

Uma disciplina de História da Ciência, ou uma abordagem histórica do conhecimento científico tem um extraordinário valor pedagógico, um grande significado cultural que associado à Filosofia da Ciência tem uma relevante contribuição à compreensão epistemológica da construção deste conhecimento. (AS1, p. 69).

A abordagem histórica abre espaço para a reflexão e auxilia na compreensão dos diversos fatores que influenciam no processo de construção do conhecimento científico. Os autores ainda advertem sobre a necessidade de sua introdução em mais de uma disciplina, devido à complexidade inerente ao tema.

Deve-se considerar que a abordagem histórica do conhecimento químico (ou da Ciência) é de alta complexidade devido a sua característica fenomenológica. Nesse sentido, uma disciplina de história da química não alcançaria magnitude para a construção deste conhecimento científico, o que impõe que este eixo da dimensão histórica esteja presente em outras disciplinas da área de química e da educação química, sob uma abordagem interdisciplinar. Desta forma estaríamos exercitando permanentemente um resgate da história na transposição de conteúdo do nível superior de escolaridade para o básico. (AS1, p. 68).

Os autores do HC&E21 defendem ao longo do trabalho a inclusão da filosofia da Química, associada a aspectos históricos, no currículo dos cursos de Química. Entendem que a Química é uma Ciência muito particular, não redutível à Física e que merece um campo próprio de estudo, por ter problemas específicos, como a Dinâmica das Reações ou os Equilíbrios Químicos.

Na próxima seção serão apresentadas as propostas didáticas.

#### 4.1.7.1 Propostas Didáticas

Nesta seção serão comentadas as *Propostas didáticas* encontradas nos artigos selecionados para este trabalho. A relação de todas as propostas didáticas, com os métodos e técnicas de ensino, recursos e materiais didáticos, avaliação das práticas e contribuições observadas encontram-se no apêndice C. O artigo C&E3 será apresentado mais pormenorizadamente, seguido de um quadro com todos os artigos.

O C&E3 é uma proposta didática na qual as autoras apresentam um relato de uma disciplina de História da Química, onde foram abordados conteúdos epistemológicos, a fim de enriquecer as concepções de Ciência dos alunos para além daquelas empiristas ingênuas. O QUADRO 14 apresenta uma síntese do desenvolvimento do trabalho.

QUADRO 14 – SÍNTESE DA PROPOSTA DIDÁTICA PRESENTE EM C&amp;E3.

<b>Proposta Didática</b>	
CE3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> A investigação ocorreu em uma disciplina específica de História da Química, que foi reestruturada com objetivo de incorporar diversas dimensões epistemológicas como parte do seu conteúdo. O principal objetivo era avaliar se as informações adquiridas por meio das leituras e discussões tinham possibilitado aos alunos algum ganho no conhecimento epistemológico.</li> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> Leituras indicadas pelo professor pesquisador.</li> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> Inicialmente realizou-se o levantamento das concepções prévias relacionadas a conteúdos da Filosofia da Ciência que seriam priorizados na aula subsequente, usando pequenos questionários contendo questões problematizadoras. Na aula seguinte, acontecia a discussão dos assuntos que faziam parte do planejamento.</li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> Foram observadas concepções menos ingênuas e mais elaboradas após a sequência didática, com posições mais racionalistas e contextualizadas em relação ao conhecimento científico e à Ciência.</li> </ul>

FONTE: O autor (2016).

As autoras do C&E3 relatam que a disciplina proporcionou um momento de reflexão para os alunos, que adquiriram concepções menos simplistas e mais contextualizadas sobre a Ciência. No entanto, ao final, algumas visões ingênuas ainda se encontravam presentes nas concepções dos alunos, como a crença na realidade do átomo, manifestando uma visão realista ingênuo. Cabe salientar que esse tipo de visão está fortemente presente no Ensino de Química, tanto em nível médio como o em nível superior, já que grande parte do conteúdo é embasada em modelos fortemente realistas. Esse tipo de trabalho contribui para que se possa encontrar quais as principais “deficiências” em relação à NdC apresentadas pelos alunos, para que assim, novas propostas possam ser delineadas possibilitando a superação das mesmas. A seguir, serão comentadas algumas das propostas didáticas.

O HC&E2 apresenta uma abordagem diferenciada. Os alunos, em um primeiro momento, colhem informações presentes sobre História da Química, mais especificamente sobre a História da Radioatividade nos livros didáticos, e fazem um texto com as informações ali presentes. Em seguida, comparam as informações contidas em textos acadêmicos, como os de Roberto de Andrade Martins, publicados em revistas de Ensino de Física e de História da Ciência. Assim, percebem a distância existente entre as informações contidas nos LD(s), geralmente lineares, cumulativas e descontextualizadas, e aquelas contidas em artigos que

seguem a moderna historiografia da Ciência, que leva em consideração fatores externos e rupturas e/ou controvérsias científicas, dentre outros. Esse tipo de abordagem permite ao aluno o desenvolvimento do senso crítico em relação ao conteúdo dos LD(s), além de fornecerem exemplos de como se dá a construção do conhecimento científico.

No HC&E6, os autores escolheram trabalhar com uma sequência didática que contemplasse uma abordagem experimental e histórica, utilizando a problematização e a investigação. Por meio de uma atividade investigativa, os alunos deveriam propor explicações para as sensações de quente e frio e para a fusão do gelo em diversas superfícies. Comparando as explicações com um texto que era adepto à teoria do flogisto, a obra *Conversations on chemistry* (1832), de Jane Marcet (1769 – 1858), os alunos puderam compreender o porquê dessa teoria não ser mais válida, havendo então, uma mudança conceitual, conforme proposta por Bachelard. A atividade permitiu perceber o caráter dinâmico das teorias científicas. É interessante salientar que, ao realizar a experimentação e a leitura dos trechos selecionados da obra de Jane Marcet, os grupos sentiram a necessidade de modificar ou aprimorar suas hipóteses, o que mostrou uma evolução conceitual em direção à concepção atual de calor. A convergência dos resultados obtidos por cada grupo após a realização do experimento facilitou as discussões, pois os alunos demonstraram ter identificado claramente quais são os materiais que conduzem bem o calor e quais são os materiais que não o conduzem, classificando-os em bons condutores de calor (metal e granito) e maus condutores de calor (plástico e madeira).

O trabalho HC&E3 apresenta uma proposta didática completa para abordar o tema da radioatividade. Inicialmente, aponta uma fundamentação histórica sobre a descoberta da radioatividade e os principais cientistas envolvidos. Em seguida, sugere uma contextualização sobre os benefícios e riscos do uso da radioatividade na sociedade. Em relação à história ali apresentada, mostra o fato de a Ciência não ser uma atividade individual, o que permite visualizar como a construção do conhecimento depende, em grande medida, da comunidade científica.

No entanto, os modelos científicos ali apresentados não aparecem como uma representação da realidade, mas sim, como algo verdadeiro e definitivo. Ao ler o texto, o autor faz crer que as partículas alfa, beta e gama têm existência real, ao invés de fazerem parte de uma teoria, revelando um realismo ingênuo.

Há também a menção à observação neutra, já que muitas vezes os autores relatam que os cientistas "notaram" alguma anomalia em relação a um fenômeno que estava sendo estudado. No entanto, os autores salientam que a proposta se mostra promissora, no sentido de suprir a "deficiência" de conteúdo ao se trabalhar somente com o auxílio do livro didático, visando, dessa forma, a um aprendizado mais abrangente.

No HC&E18, inicialmente, foi apresentado aos alunos um texto, para que pudessem se familiarizar com as diferentes representações dos elementos existentes em diferentes épocas. Na aula seguinte, foi pedido que expusessem cronologicamente três figuras com representações de uma organização dos elementos, e que também justificassem o porquê da escolha daquela sequência. Era notória a diferença existente entre as representações, sendo que uma se referia à tabela das afinidades de Geoffrey, outra à representação de Dalton e a última à tabela de Mendeleev. Com esta sequência, os alunos, segundo os autores, puderam perceber que em diferentes épocas as representações eram diferentes e que atendiam ao conhecimento existente na época, não estando, portanto, certas e nem erradas. A atividade permitiu ainda identificar a transitoriedade dos conceitos científicos, bem como o fato de os modelos serem representações da realidade e não uma verdade. Assim, os alunos puderam compreender a dinamicidade do conhecimento científico.

O artigo QNEsc32 apresenta uma peça teatral escrita pela autora a fim de contextualizar a química desenvolvida no século XVIII, abordando químicos como Boyle, Lavoisier, Dalton e outros que contribuíram para o desenvolvimento da química moderna. No entanto, apesar de o texto apresentar alguns aspectos da NdC, como sendo influenciada por fatores externos e como atividade coletiva, peca ao apresentar um modelo de Ciência positivista, arraigada no método científico clássico. Em vários pontos a autora apresenta a Ciência como uma construção



linear, dizendo que o átomo de Dalton era uma continuidade do pensamento dos atomistas gregos. Apesar de o nome se preservar, os contextos em que surgem as duas teorias são muito distintos e os conceitos em nada se assemelham. A peça é uma maneira de envolver os alunos nas atividades, especialmente aquelas em que se espera que o aluno desenvolva visões menos ingênuas de NdC. No entanto, deve ser usada com cautela no que tange aos erros conceituais presentes no texto.

Assim, de maneira geral, as propostas didáticas apresentam-se bastante diversificadas quanto aos materiais utilizados, às formas de abordagem da HFC e às avaliações. Foram encontradas propostas que adotavam um *blog* criado pelos alunos, análise de LD pelos próprios alunos a partir de textos de historiadores da Ciência, uso de *softwares*, leitura de textos primários de História da Ciência, experimentos que envolviam situações investigativas, filmes, teatro, dentre outros. A variedade de propostas didáticas permite concluir que o cenário nacional mostra-se bastante promissor em relação à abordagem HFC no Ensino de Química, revelando como o tema pode ser inserido em sala de aula.

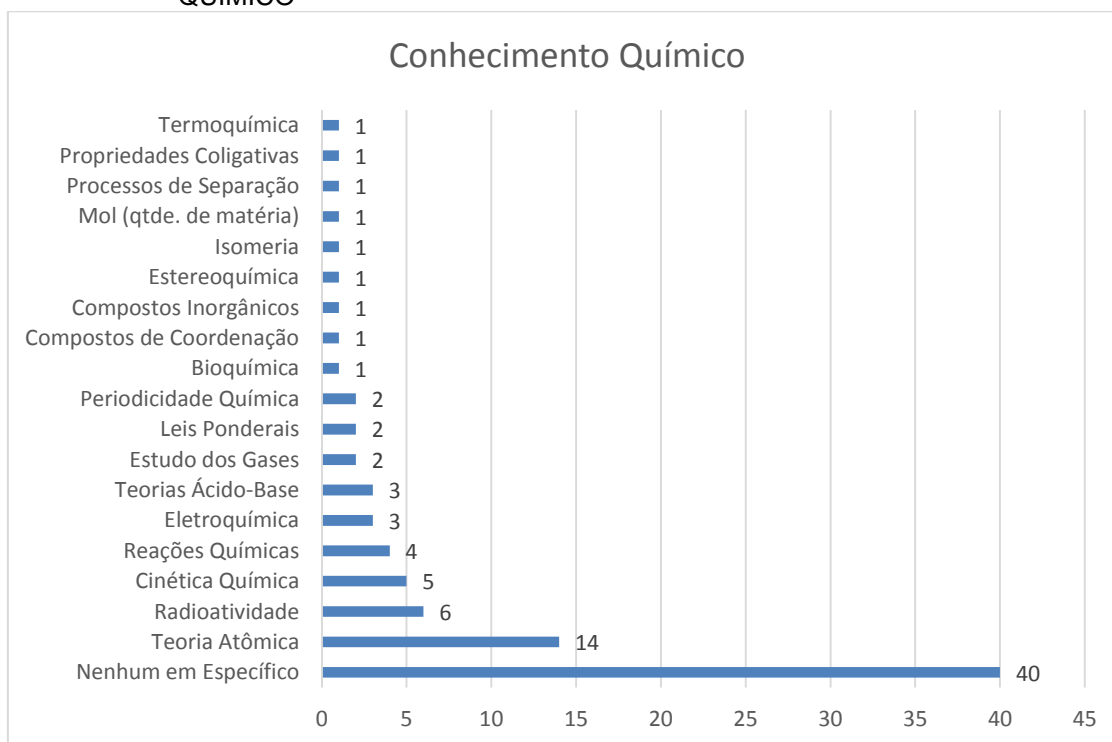
#### 4.1.8 Conteúdo Químico

Os trabalhos dividem-se em 19 temas químicos<sup>12</sup>, conforme o GRÁFICO 4 apresentado abaixo. Pode-se constatar que a subcategoria que apresenta o maior número de trabalhos é a “Nenhum em específico”. Isso se deve ao fato de que a maioria dos trabalhos trata de aspectos históricos, filosóficos e sociológicos da Ciência, sem abordar um conteúdo químico mais específico. Os trabalhos que analisam concepções de professores e alunos, currículo, análise de LD, formação de professores, dentre outros, não apresentam conteúdos químicos propriamente ditos, e dessa maneira, têm uma maior preocupação com a NdC do que com os temas químicos.

---

<sup>12</sup> A relação com os artigos pertencentes a cada categoria de conteúdo químico encontra-se no apêndice D.

GRÁFICO 4 – CATEGORIZAÇÃO DOS TRABALHOS EM RELAÇÃO AO CONHECIMENTO QUÍMICO



FONTE: O autor (2016).

Em relação aos conteúdos químicos, o tema mais recorrente é a Teoria Atômica, que aparece em 14 trabalhos. Levando-se em consideração que, de certa maneira, esse é o tema central da Química, sendo o conceito a partir do qual todos os outros temas são explicados, é de se esperar que os trabalhos ordinariamente abordem esse tema.

Alguns artigos, como o de Oki, QNEsc33, mostram como no século XIX a comunidade dos químicos enfrentou muitas divergências no campo teórico a respeito de questões fundamentais para o avanço da Química, como debates sobre o atomismo. Oki destaca o Congresso de Karlsruhe, o primeiro Congresso Internacional de Química que aconteceu em 1860, onde houve discussões a respeito da definição de átomos, moléculas e equivalentes, e que tinha como objetivo trazer coerência para as disputas nesse campo.

Em QNEsc29, Filgueiras escreve sobre os duzentos anos da teoria atômica de Dalton, que segundo o autor é um dos marcos fundamentais da Química do século XIX. Ao contrário das cogitações abstratas de tantas outras teorias sobre a constituição da matéria, a teoria de Dalton originou-se de uma combinação de

intuição teórica e observações de laboratório, sendo respaldada diretamente por seus estudos sobre os gases.

Os outros temas químicos, aparecem com menor frequência, como a radioatividade e a cinética química, encontrados em 6 e 5 trabalhos respectivamente. Apesar de a distribuição dos trabalhos não ser uniforme, pode-se perceber que os temas químicos são muito diversos e abrangem praticamente todos os conteúdos químicos, desde a química geral e inorgânica, até a físico-química e química orgânica. Ressalta-se que alguns trabalhos se enquadraram em mais de uma subcategoria. No entanto, escolheu-se classificá-los em relação ao conteúdo químico que era mais proeminente..

Em uma seção posterior, denominada *A HFCnos periódicos – Um referencial para a formação docente*, será apresentada uma relação de artigos que podem ser utilizados em conjunto, de modo que as lacunas presentes em um possam ser suplantadas pelos tópicos tratados em outro. Pretende-se com isso, fornecer subsídios ao professor que queira trabalhar com algum conteúdo químico específico utilizando a abordagem HFC. A quantidade de temas químicos presentes nos artigos permite que tal associação seja realizada, de modo que tópicos específicos da química possam ser abordados em seus aspectos históricos e filosóficos.

#### 4.1.9 Metodologia de Análise

O QUADRO 15 mostra as *Metodologias de análise* apresentada pelos autores. Dos 90 artigos analisados por esta pesquisa, 72 não citam a metodologia de análise utilizada. No entanto, isso não significa que os autores não utilizaram uma metodologia, mas sim, que não a apresentam ao longo do artigo. Isso, de certa maneira, é compreensível, já que a grande maioria dos artigos que se encontram nessa posição são os que tratam de estudos históricos do desenvolvimento de teorias, e assim, apenas apresentam o desenvolvimento de um certo conceito, sem se aterem a nenhuma metodologia de análise específica. Os artigos que utilizam alguma metodologia específica, como a Análise de conteúdo (AC) ou a Análise textual discursiva (ATD), são aqueles que se utilizam de objetos de pesquisa específicos, como LD, alunos e professores.

QUADRO 15 – METODOLOGIA DE ANÁLISE APRESENTADA NOS ARTIGOS

<b>Metodologia de Análise (Código do Artigo)</b>	<b>Nº de Artigos</b>
Não cita	72
Análise de conteúdo <b>(AS2, HC&amp;E11, RBPEC2)</b>	3
Análise textual discursiva <b>(HC&amp;E4, IENC11)</b>	2
Categorias desenvolvidas por Leite (2002) <b>(AS4, C&amp;E4)</b>	2
Epistemologia Fleckiana <b>(RBPEC3)</b>	1
Epistemologia Bachelardiana <b>(RBPEC4)</b>	1
Metodologia de Imre Lakatos – reconstrução racional do conhecimento científico <b>(AS3)</b>	1
Categorização dos conteúdos pedagógicos fundamentada em Greca, Costa e Moreira (2012). Categorização dos conteúdos histórico-filosóficos proposta por Kragh (1987) e resumidas por D'Ambrosio (2004) <b>(AS5)</b>	1
Desenho apresentado por Silva et al. – procedimento metodológico rigoroso para promover a validação intercodificadores. O processo de validação envolve diversos passos: I- segmentação do texto; II- criação de um livro de código; III- codificação; IV- teste da confiabilidade; V- modificação do livro de código <b>(EPEC1)</b>	1
Análise do discurso – Foucault <b>(C&amp;E5)</b>	1
Modelo misto – "Segundo Laville e Dionne (1999), neste modelo algumas categorias são selecionadas no início, baseadas no referencial teórico utilizado, mas o pesquisador pode modificá-las em função do que a análise indicar" – categorias <i>a priori</i> e <i>a posteriori</i> <b>(C&amp;E3)</b>	1
Teve como embasamento os estudos de Fernandes & Porto e Vidal & Porto (Fernandes & Porto, "Investigando a presença da História da Ciência em livros didáticos de química geral para o ensino superior". Vidal & Porto, "A História da Ciência nos Livros Didáticos de Química do PNLEM 2007," Ciência e Educação, 2012 <b>(HC&amp;E19)</b>	1
Foram adotadas categorias analíticas que caracterizam concepções de Ciência na abordagem histórica, sistematizadas a partir de pressupostos teóricos e de pesquisas sobre HC em LD (Cachapuz et al., 2005; Pagliarini, 2007; Peters, 2005; Vidal, 2009) <b>(QNEsc45)</b>	1
Processo hermenêutico, baseado nos critérios propostos por Carneiro e Gastal (2005), sendo estes: histórias anedóticas; linearidade; consensualidade e ausência do contexto histórico mais amplo <b>(QNEsc 44)</b>	1
A criação das categorias foi orientada pelas indicações para uma boa conferência feitas por Watts em The improvement of the mind (1813) <b>(QNEsc35)</b>	1
Análise das imagens em si, as quais foram adaptadas de Penn (2013), e que seguiram os seguintes passos: o inventário denotativo do cartum e a análise de significação conotativa <b>(QNEsc48)</b>	1

FONTE: O autor (2016).

A metodologia AC foi utilizada no AS2, buscando explicitar a natureza das concepções de professores de Química participantes de atividades de educação continuada. O objetivo do artigo era discutir se as atividades realizadas motivaram os professores para um questionamento de seus paradigmas e para mudanças na sua prática docente. Os resultados indicaram falta de questionamentos e reflexões sobre a NdC ao longo da formação inicial e continuada dos professores.

No artigo HC&E11 os autores relatam um curso de formação continuada, oferecido a professores do Ensino Médio, que objetivou apresentar uma abordagem diferenciada do tema cinética química, tendo como orientação o desenvolvimento histórico do tema (reconstrução histórica). Realizou-se AC das respostas dos professores a quatro questões, que tinham como finalidade verificar se o professor abordava a História da Química em suas aulas, se ele considerava que a História da Química poderia ajudar no ensino de cinética química e também identificar as principais dificuldades que os professores encontravam em trabalhar com a História da Química em suas aulas. Os autores concluem que os professores, na sua grande maioria, não trabalham com a História da Química.

O IENCI1 utilizou como *metodologia de análise* a ATD, a fim de compreender os discursos que orientam os textos de experimentação. Os autores reforçam a ideia de que as atividades experimentais “precisam contribuir para problematizar entendimentos sobre a natureza da Ciência, tais como a experimentação com a finalidade de mostrar uma teoria verdadeira e o modo de trabalhar em Ciências, reduzido à experimentação”. (IENCI1, p. 226). Dessa maneira, os autores ressaltam que os experimentos realizados em sala de aula não devem ser apenas utilizados para “mostrar a veracidade de uma teoria”, ou para motivar os alunos em relação aos conteúdos químicos. Deve ser destacada a relação entre teoria e experimento e o modo como um afeta o outro, ressaltando a “necessidade dos alunos dialogarem com os conhecimentos da Ciência para poderem observar e interpretar os fenômenos em um experimento, isto é, a observação não é neutra”. (IENCI1, p. 225).

A metodologia desenvolvida por Leite (2002), no AS4 e C&E4, pretendia analisar o conteúdo histórico de livros didáticos de Ciências; já a metodologia de Lakatos, presente no AS3, baseou-se nas ideias filosóficas do autor, partindo do

conceito de reconstrução racional do conhecimento científico, e examinando a evolução histórica das ideias sobre Cinética Química. No AS5, foram utilizadas duas categorias: uma que buscou analisar os conteúdos pedagógicos e outra que focou nos conteúdos histórico-filosóficos.

O C&E3 utilizou o Modelo Misto, no qual analisou três categorias epistemológicas: *Ciência e conhecimento científico*, *A dinâmica da Ciência e os seus produtos* e *A Ciência e a representação da realidade*. A partir dessas categorias, e suas respectivas dimensões de análise, os autores puderam, por meio dos instrumentos de pesquisa utilizados – questionários abertos, gravações das discussões em grupos e entrevistas semiestruturadas – realizar a análise dos dados.

Em relação ao C&E5, que adota como metodologia a Análise do Discurso na perspectiva de Michel Foucault, o autor salienta que esta metodologia “[t]rata de compreender o enunciado na singularidade de sua situação, de determinar as condições de sua existência, de estabelecer suas correlações com os outros enunciados, de mostrar quais outras formas de enunciação exclui”. (C&E5, p. 807). Assim, o autor conclui que foi possível conceber a imagem de cientista a partir de uma perspectiva humana, havendo destaque para a busca humana pelo poder e pelo reconhecimento.

No EPEC1, a metodologia utilizada permitiu que os autores identificassem o perfil epistemológico presente nos parágrafos selecionados, como também nos exercícios, nos experimentos e nos elementos iconográficos presentes no livro didático.

Segundo os autores:

A metodologia permitiu não só a identificação das características particulares de cada livro didático como também uma reflexão sobre suas implicações pedagógicas, na busca de indícios sobre a real ligação entre a didática da Ciência e a epistemologia. Abre a perspectiva de pesquisa sobre como os fragmentos semânticos aparecem na tessitura didática do livro texto, buscando, no concreto do texto, a relação entre a epistemologia e a didática. (EPEC1, p. 18).

Assim, por meio da análise do livro didático, o autor salienta a necessidade de haver, durante a formação do professor, uma discussão a respeito da perspectiva epistemológica que está subjacente a sua maneira de apresentação do

conhecimento científico, bem como na escolha dos exercícios e das atividades experimentais que serão utilizados na sala de aula.

Percebe-se assim, que devido à especificidade do tema, a HFC, muitas vezes, não possui um objeto de pesquisa específico, a não ser textos históricos, sendo que muitos trabalhos não especificam qual a metodologia de análise utilizada. No entanto, isso é uma lacuna presente nos artigos, já que se citassem a metodologia de análise empregada para a reconstrução do texto histórico, poderia-se avaliar qual a metodologia mais utilizada e as principais diferenças encontradas nos textos quando as metodologias variam. Mesmo assim, é possível verificar 15 subcategorias de metodologia de análise, indicando a pluralidade de análise dos trabalhos.

#### 4.1.10 Instrumento de Pesquisa

Como citado no item anterior, em razão de a grande maioria dos trabalhos tratarem de aspectos teóricos da HFC, como a discussão a respeito de fatos históricos, desenvolvimento de teorias, necessidade de haver cursos que incluam aspectos da NdC em seus currículos, dentre outros, não há nenhum tipo de instrumento de pesquisa na maioria dos trabalhos analisados, conforme observa-se no QUADRO 16. Assim, aqueles que não se utilizam de instrumentos para a pesquisa foram classificados como “Não há”.

QUADRO 16 – INSTRUMENTOS DE PESQUISA UTILIZADOS NOS ARTIGOS

<b>Instrumento de Pesquisa</b>	<b>Nº de Artigos</b>
Não há	74
Questionário (não cita o tipo)	6
Não cita	3
Questionário aberto	3
Entrevista (não cita o tipo)	2
Entrevista semiestruturada	2
Instrumentos desenvolvidos por Leite (2002).	2
Comentários <i>blog</i>	1
Desenho	1
Gravações das discussões	1

FONTE: O autor (2016).

A maior parte dos trabalhos que tem como instrumento de pesquisa o questionário, corresponde àqueles que abordam concepções de professores e alunos, bem como os que apresentam propostas didáticas, onde utilizam o questionário para avaliação das práticas. Há apenas um trabalho, o RBHC1, que apresenta um estudo histórico do desenvolvimento de teorias e que utiliza um questionário, buscando a avaliação, por um grupo de especialistas, de um texto que faz um resgate histórico do átomo vinculado ao referencial bachelardiano, mostrando assim, as potencialidades e limitações do texto.

Os instrumentos desenvolvidos por Leite (2002) foram utilizados em dois trabalhos, AS4 e C&E4, e são empregados para a análise de LD. De maneira geral, as classificações propostas por Leite (2002) permitem identificar a presença de informações sobre a vida do cientista, como dados biográficos (nascimento, morte, nacionalidade etc.), características pessoais (casado com, herdou a fortuna da família, foi preso etc.) e episódios (contribuições científicas, desenvolveu..., recebeu prêmio, descobriu... etc.). Em três trabalhos, classificados como “Não cita”, os autores ao longo do trabalho não especificam o tipo de instrumento utilizado na pesquisa.

#### 4.1.11 Referenciais Teóricos

Os principais *Referenciais teóricos* utilizados nos trabalhos estão destacados no QUADRO 17, que segue abaixo. Eles são apresentados de acordo com o autor e segundo os trabalhos que mais vezes foram referenciados. Os autores mais citados nos trabalhos são Antonio Cachapuz, que é mencionado em 31 trabalhos, Ana Maria Alfonso-Goldfarb, presente em 22 trabalhos e Paulo Porto, que aparece 17 vezes. Nota-se aqui a presença de Paulo Porto, que é o autor que assina o maior número de artigos selecionados para esta pesquisa, sendo o terceiro mais citado.

Os trabalhos mais aludidos foram *A História da Química*, de Bernadette Bensaude-Vincent, epistemóloga francesa, ex-professora da Universidade de Paris 1, e *A Estrutura das Revoluções Científicas*, de Thomas S. Kuhn, ambos com frequência igual a 10. A primeira obra justifica-se pela pertinência do tema, já que é uma obra que se alinha com os pressupostos da moderna historiografia da Ciência,



buscando apresentar o desenvolvimento da Ciência Química tanto em seus aspectos internos como externos. Já a segunda, é uma obra que representa um marco no Ensino de Ciências, em âmbito nacional e internacional, sendo uma das referências mais estudadas em nível universitário. O livro de Kuhn provocou uma mudança de paradigma em relação ao modo como se pensava o fazer científico e ao modo como a História da Ciência era feita até então. Dessa maneira, a sua presença justifica-se pela importância que teve, e ainda tem, no Ensino de Ciências.

QUADRO 17 – PRINCIPAIS REFERENCIAIS TEÓRICOS UTILIZADOS NOS ARTIGOS

continua

Referencial	Nº de Citações	Principais trabalhos	Nº de Citações
Cachapuz, A.	31	CAMPOS, C.; CACHAPUZ, A.. Imagens de Ciência em Manuais de Química Portugueses. Química Nova na Escola, n. 6, p. 24-29, nov. 1997.	5
		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.	7
		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.	7
Alfonso-Goldfarb, A.M.	22	ALFONSO-GOLDFARB, A.M. O que é História da Ciência. São Paulo: Brasiliense, 1994.	7
		ALFONSO-GOLDFARB, A.M.; BELTRAN, M.H.R. (Orgs.). Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC; Livraria da Física; Fapesp, 2005.	5
		ALFONSO-GOLDFARB, A. M. Da Alquimia à Química, 2. ed. São Paulo: Landy, 2001.	4
Porto, P.	17	PORTO, P.A. História e filosofia da Ciência no ensino de química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. SANTOS, W.L.P; MALDANER, O.A. (Orgs.). Ensino de química em foco. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. p. 160-164.	8
Gil-Pérez, D.	14	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 .	7
Beltran, M.H.R.	13	TRINDADE, L. S. P. ; RODRIGUES, S.P.; FUMIKAZU, S. ; BELTRAN, M. H. R. História da Ciência e Ensino: alguns desafios. In: BELTRAN, M.H.R. (Org.); FUMIKAZU, S.; TRINDADE, L.S.P. História da Ciência: Tópicos Atuais. São Paulo: Livraria da Física, 2010.	5

QUADRO 17 – PRINCIPAIS REFERENCIAIS TEÓRICOS UTILIZADOS NOS ARTIGOS

Referencial	Nº de Citações	Principais trabalhos	Nº de Citações
Bensaude-Vincent, B.	12	BENSAUDE-VINCENT, B.; STENGERS, I. História da Química. Lisboa: Instituto Piaget, 1992.	10
Oki, M.C.M.	12	OKI, M.C.M.; MORADILLO, E.F. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão de natureza da Ciência. <i>Ciência &amp; Educação</i> , v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.	5
Bachelard, G.	11	BACHELARD, G. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.	7
Kuhn, T.S.	11	KUHN, T. S. A estrutura das revoluções científicas. 6. ed. São Paulo : Perspectiva, 2001.	10
Martins, R.A.	10	MARTINS, R. A. 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: Livraria da Física, 2006, p. 17-30.);	4
Chassot, A.	9	CHASSOT, A.I. A Ciência por meio dostempos. São Paulo: Moderna, 1994.	7
Trindade, L.S.	9	TRINDADE, L.S. P.; RODRIGUES, S.P.; FUMIKAZU, S.; BELTRAN, M.H.R. História da Ciência e Ensino: alguns desafios.,In: BELTRAN, M.H.R. (Org.); FUMIKAZU, S.; TRINDADE, L.S.P. História da Ciência: Tópicos Atuais. São Paulo: Livraria da Física, 2010.	5
Chalmers, A.	5	CHALMERS, A.F. O que é Ciência, afinal? São Paulo: Brasiliense, 1993.	5

FONTE: O autor (2016).

Na seção seguinte são apresentadas as análises dos Descritores Específicos.

#### 4.2 DESCRITORES ESPECÍFICOS

Na segunda parte da pesquisa foram investigados os *Descritores Específicos*, a partir dos quais se buscou identificar as concepções sobre NdC presentes nos artigos, por meio de uma análise epistemológica das categorias relacionadas a essas concepções. Para a análise desses descritores foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD).

O principal objetivo da identificação das concepções sobre NdC, para além de mapear os trabalhos produzidos sobre HFC no Ensino de Química, é no sentido

de subsidiar os professores na compreensão da abordagem de HFC, possibilitando encontrar elementos que norteiem suas práticas em sala de aula.

Para a análise das concepções sobre NdC foram utilizadas as categorias elaboradas por Silva (2014), as quais tiveram por base o trabalho de Gil-Pérez et al. (2001). Tais categorias são apresentadas no QUADRO 18.

Neste quadro, as categorias apresentam duas definições: A primeira – *Origem/explicação da Categoria* –, a qual é baseada nas concepções epistemológicas acerca da NdC e da construção do conhecimento científico, que podem ser transmitidas na educação em Ciências de forma velada ou explícita. A segunda – *Enfrentamento* –, contrapõe-se às possíveis visões deformadas da NdC.

QUADRO 18 – CATEGORIAS *A PRIORI* DEFINIDAS PARA ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES SOBRE NDC PRESENTES NOS ARTIGOS.

continua

<b>Categoria</b>	<b>Origem/explicação da categoria</b>	<b>Enfrentamento</b>
Ciência não influenciada por fatores externos	Surge da visão descontextualizada, na qual o trabalho científico é apresentado fora do seu contexto histórico, filosófico, social, político, cultural, econômico de produção, no qual a tecnologia é considerada uma mera aplicação dos conhecimentos científicos.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se considera que a Ciência é influenciada por fatores externos – contexto histórico, filosófico, social, político, cultural, econômico de produção, no qual se verifica independência histórica da tecnologia em relação à Ciência.
Ciência como atividade individual	Origina-se da visão individualista e elitista, na qual a produção científica é vista como uma atividade individual, podendo incorrer numa visão estereotipada do cientista.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se apresenta a Ciência como atividade coletiva, considerando o intercâmbio de ideias entre os cientistas.
Observação neutra e em busca da descoberta científica	Surge da visão empírico-indutivista e atórica, a qual considera a Ciência isenta de interesses, em busca do “descobrimto”. Enfatiza o papel “neutro” da observação e da experimentação, desconsiderando o papel essencial das hipóteses e das teorias, que orientam todo o processo.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se considera que toda observação é influenciada por uma teoria, ou seja, não existe neutralidade na Ciência, de forma que as hipóteses atuam como orientadoras da investigação.

QUADRO 18 – CATEGORIAS *A PRIORI* DEFINIDAS PARA ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES SOBRE NDC PRESENTES NOS ARTIGOS.

conclusão

<b>Categoria</b>	<b>Origem/explicação da categoria</b>	<b>Enfrentamento</b>
Método científico clássico	Origina-se da visão rígida, que considera o método científico como uma única sequência de etapas fixas e bem definidas.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se apresenta o pluralismo metodológico, evidenciando o fato de que não há um único método que garanta o desenvolvimento do conhecimento científico.
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo	Surge da visão aproblemática e a-histórica, na qual a Ciência é apresentada como um conjunto de conhecimentos elaborados e definitivos, sem referir aos problemas que lhes deram origem, à sua evolução e às dificuldades encontradas.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se apresenta a Ciência dinâmica, com referência aos problemas que lhes deram origem, sua evolução, dificuldades encontradas, bem como as limitações ou possíveis perspectivas.
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento	Origina-se da visão exclusivamente analítica, na qual o trabalho científico é visto de forma compartimentalizada e simplista, numa tendência à perspectiva epistemológica reducionista, na qual o todo pode ser compreendido pelo conhecimento das partes.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se apresenta os processos de unificação do conhecimento em diferentes campos da Ciência e a construção de corpos coerentes de conhecimento (teorias) cada vez mais amplos. Dessa forma, também se enfrenta a posição epistemológica reducionista.
Linearidade da Ciência	Surge da visão cumulativa e linear, onde o conhecimento científico é visto linear e cumulativamente, sem considerar as crises, rupturas, continuidades e controvérsias.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se apresenta o conhecimento científico como resultado de processos de questionamentos, mudanças, crises, rupturas, continuidades e controvérsias.
Realismo Ingênuo	Acredita-se que a realidade existe independentemente da cognição e que as entidades teóricas da Ciência são reais, devem ser descobertas e podem descrever o mundo como ele realmente é.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se demonstra que a criatividade e a imaginação têm um papel importante na Ciência, já que teorias, modelos e leis vão muito além de observações e dados experimentais, e por isso, não são redutíveis a uma objetividade intrínseca.

FONTE: Adaptado de Silva (2014).

No QUADRO 19 a seguir encontra-se uma síntese dos dois conjuntos de categorias utilizados na análise desenvolvida nesta pesquisa.

QUADRO 19 – CATEGORIAS *A PRIORI* UTILIZADAS PARA ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES SOBRE NDC PRESENTES NOS ARTIGOS.

<b>Categorias referentes a visões deformadas sobre a Ciência</b>	<b>Categorias referentes ao enfrentamento/superação de visões deformadas sobre a Ciência</b>
Ciência não influenciada por fatores externos.	Ciência influenciada por fatores externos.
Ciência como atividade individual.	Ciência como atividade coletiva.
Observação neutra e em busca da descoberta científica.	Observação influenciada por uma teoria.
Método científico clássico.	Pluralismo metodológico.
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	Caráter histórico e dinâmico da Ciência.
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	Unificação do conhecimento científico.
Linearidade da Ciência.	Rupturas e/ou controvérsias científicas.
Realismo Ingênuo	Ciência como atividade imaginativa e criativa

FONTE: Adaptado de Silva (2014).

As categorias definidas para este estudo permitiram a análise das concepções sobre NdC presentes nos artigos, as quais foram identificadas a partir da Análise Textual Discursiva.

#### 4.2.1 Análise dos Descritores Específicos

Para a análise dos descritores específicos foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD).

A ATD é um processo integrado de análise e de síntese que se propõe a fazer uma leitura rigorosa e aprofundada de conjuntos de materiais textuais, com o objetivo de descrevê-los e interpretá-los no sentido de atingir uma compreensão mais complexa dos fenômenos e dos discursos a partir dos quais foram produzidos.

(MORAES; GALIAZZI, 2007). A ATD procura nos entremeios da Análise de Conteúdo (AC) e da Análise de Discurso (AD) seu território. Buscando o rigor e cientificidade da AC e a subjetividade inerente à AD, a ATD procura aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga.

O processo de análise constitui-se em cinco etapas, a saber: 1) preparação das informações; 2) unitarização ou transformação do conteúdo em unidades; 3) categorização ou classificação das unidades em categorias; 4) descrição; e 5) interpretação.

Durante a análise, foram selecionadas inicialmente unidades de contexto, que continham a unidade de análise, elemento unitário de conteúdo que foi submetido posteriormente à classificação. Essa classificação das unidades de análise foi realizada por meio das categorias definidas por Gil-Pérez et al (2001) e adaptadas por Silva (2014), conforme destacado na metodologia. A seguir são apresentadas as etapas da ATD.

#### 1) Preparação das Informações

Em função desta pesquisa ter sua constituição e análise dos dados dividida em duas partes (Descritores Gerais e Específicos), a Etapa 1, que consistia na preparação das informações, já foi apresentada junto com os *Descritores Gerais*.

Salienta-se que para a realização das análises segundo os *Descritores Específicos*, foi necessário criar um código para cada artigo selecionado, de modo a facilitar a localização do material que originou as unidades de análise. O código criado é composto pela sigla de cada revista, seguido da identificação da ordem em que cada artigo foi analisado, que corresponde à sequência cronológica de publicação dos artigos. Assim, identifica-se o artigo AS1, por exemplo, como um artigo da revista Acta Scientiae, sendo este o primeiro artigo analisado para esta revista. A lista com os artigos analisados, bem como sua respectiva codificação, encontra-se no apêndice A.

## 2) Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades

O processo da ATD foi ilustrado por meio da análise de um artigo selecionado nesta pesquisa (AS4), mostrando as unidades de contexto selecionadas e as unidades de análise, tanto para as visões deformadas quanto para as visões de enfrentamento. Como já salientado anteriormente, não foram apresentadas as unidades de contexto e de análise para todos os artigos, devido ao grande volume de informações decorrentes do processo. Assim, nas análises, cada uma das categorias foi exemplificada por meio de unidades de contexto, para que possam fornecer subsídios que permitam ao leitor identificar cada uma das visões presentes nos artigos.

O AS4 é o único artigo dentro da Revista Acta Scientiae que apresenta uma reconstrução histórica do desenvolvimento de uma teoria, a estereoquímica. Nesse sentido, além das concepções de Ciência apresentadas pelo artigo, as unidades de contexto também dizem respeito às concepções sobre NdC que os autores utilizaram para a reconstrução histórica.

## 3) Categorização ou classificação das unidades em categorias

A partir das unidades de contexto, foram selecionadas unidades de análise categorizadas em relação às visões deformadas de NdC. Salienta-se que as etapas 4 e 5, descrição e interpretação, estão agregadas à categorização.

O AS4 apresentou 5 categorias de visões deformadas. Tal fato se deve principalmente à reconstrução histórica da Estereoquímica realizada pelos autores, que procuraram enfatizar o aspecto coletivo do conhecimento científico, mas que acabaram por mostrar em grande parte a Ciência como atividade individual, enaltecendo grandes cientistas, que sozinhos, fizeram enormes feitos nessa área. As 13 *unidades de análise* encontradas foram distribuídas em 5 categorias, apresentadas no QUADRO 20:

QUADRO 20 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO AS4.

continua

Código	Unidade de contexto e de análise	Categoria referente às visões deformadas
AS4.3	<p>Mas a explicação de como dois compostos com muitas propriedades distintas tinham a mesma composição ainda não havia sido esclarecida. <b>Foi então que Berzelius propôs o conceito de Isômero</b>, e que era aceitável dentro da teoria atômica vigente: a teoria de Dalton. Sua explicação da isomeria envolvia diferenças de conectividade que atualmente conhecemos como isomeria constitucional, compostos que apresentam a mesma fórmula química, mas que apresentam átomos com uma conectividade diferente. Até então, muito pouco era conhecido sobre diferentes arranjos de ordem espacial nas moléculas. Com o passar do tempo, a isomeria se tornou um conceito mais complexo, pois compostos com a mesma conectividade mostravam também propriedades diferentes. Estas moléculas só poderiam ser compreendidas dentro da perspectiva da Estereoquímica, que estuda como os átomos se arranjam espacialmente dentro de uma mesma molécula. Isto levou ao conceito hoje denominado configuração, que explicava diferenças entre algumas moléculas. (p. 150).</p>	
AS4.4	<p>Considera-se que <b>o estudo da estereoquímica tem sua origem no trabalho de investigação do químico francês Jean Baptiste Biot</b> sobre substâncias que eram capazes de provocar um ângulo de rotação no plano de polarização. (p. 150).</p>	Ciência como atividade individual
AS4.5	<p><b>Mas muito pouco foi feito após essa descoberta até que Louis Pasteur</b> bacharel em matemática e licenciado em Ciências <b>iniciou em 1946 seus estudos para obter o título de doutor em Ciência</b> na École Normale Supérieure, de Paris. (p. 150).</p>	
AS4.9	<p>Mesmo tendo descoberto os enantiômeros e um método de separá-los, seus estudos acabaram sendo esquecidos. Somente 25 anos mais tarde, suas ideias acerca do carbono assimétrico foram confirmadas por dois químicos, Jacobus Henricus van't Hoff e Joseph-Achille Le Bel. <b>Trabalhando independentemente</b>, deram continuidade a essa ideia e propuseram que os quatro substituintes do carbono se orientam no espaço, cada um ocupando um vértice de um tetraedro, com o carbono no centro. (p. 152).</p>	
AS4.11	<p>Em 1877, <b>um dos mais eminentes químicos orgânicos da época, Hermann Kolbe</b> da Universidade de Leipzig, na Alemanha criticou fortemente as ideias de van't Hoff sobre o arranjo espacial dos átomos. (p. 152).</p>	



QUADRO 20 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO AS4.

continuação

Código	Unidade de contexto e de análise	Categoria referente às visões deformadas
AS4.3	<p>Mas a explicação de como dois compostos com muitas propriedades distintas tinham a mesma composição ainda não havia sido esclarecida. Foi então que Berzelius propôs o conceito de Isômero, e que era aceitável dentro da teoria atômica vigente: a teoria de Dalton. Sua explicação da isomeria envolvia diferenças de conectividade que atualmente conhecemos como isomeria constitucional, compostos que apresentam a mesma fórmula química, mas que apresentam átomos com uma conectividade diferente. Até então, muito pouco era conhecido sobre diferentes arranjos de ordem espacial nas moléculas. Com o passar do tempo, a isomeria se tornou um conceito mais complexo, pois compostos com a mesma conectividade mostravam também propriedades diferentes. Estas moléculas só poderiam ser compreendidas dentro da perspectiva da Estereoquímica, que estuda como os átomos se arranjam espacialmente dentro de uma mesma molécula. <b>Isto levou ao conceito hoje denominado configuração</b>, que explicava diferenças entre algumas moléculas. (p. 150).</p>	<p>Linearidade da Ciência</p>
AS4.6	<p><b>Conhecido desde a antiguidade sob a forma do seu sal ácido de potássio</b>, obtido como um depósito a partir de sumo de uva fermentado, o ácido tartárico se deposita nos barris, no processo de envelhecimento do vinho. Ele observou que havia dois tipos de estrutura cristalina, e com muita paciência, uma lupa e uma pinça, Pasteur separou os cristais um a um, e os agrupou em dois montes e preparou uma solução com cada um deles. (p. 150).</p>	
AS4.9	<p>Mesmo tendo descoberto os enantiômeros e um método de separá-los, seus estudos acabaram sendo esquecidos. <b>Somente 25 anos mais tarde, suas ideias acerca do carbono assimétrico foram confirmadas por dois químicos, Jacobus Henricus van't Hoff e Joseph-Achille Le Bel.</b> Trabalhando independentemente, <b>deram continuidade a essa ideia</b> e propuseram que os quatro substituintes do carbono se orientam no espaço, cada um ocupando um vértice de um tetraedro, com o carbono no centro. (p. 152).</p>	
AS4.8	<p>Uma vez que Pasteur tentou relacionar o desvio do plano da luz polarizada e o arranjo espacial das moléculas de carbono, sugerindo que os substituintes ao redor do átomo de carbono deveriam ter, provavelmente, um arranjo tetraédrico e assimétrico “Os experimentos com os tartaratos claramente sugeriam uma estreita correlação entre configuração molecular, atividade óptica e estrutura cristalina” (BAGATIN et al., 2005, p.36). Considera-se que <b>“Essas observações estabeleceram as bases para o surgimento da moderna estereoquímica”</b> (COELHO, 2001, p.24) e mesmo assim a comunidade científica não admitia as ideias de Pasteur. (p. 151).</p>	

QUADRO 20 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO AS4.

conclusão

Código	Unidade de contexto e de análise	Categoria referente às visões deformadas
AS4.6	<p>Conhecido desde a antiguidade sob a forma do seu sal ácido de potássio, obtido como um depósito a partir de sumo de uva fermentado, o ácido tartárico se deposita nos barris, no processo de envelhecimento do vinho. <b>Ele observou que havia dois tipos de estrutura cristalina</b>, e com muita paciência, uma lupa e uma pinça, Pasteur separou os cristais um a um, e os agrupou em dois montes e preparou uma solução com cada um deles. (p. 150).</p>	Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.
AS4.7	<p>Ao analisar as soluções no polarímetro, <b>Pasteur notou que uma das soluções desviava o plano da luz polarizada para o lado direito enquanto a outra solução desviava para a esquerda</b>, notou também que a mistura de soluções com em iguais quantidades não desviava a luz. (p. 151).</p>	
AS4.10	<p>Até então, pouco era conhecido sobre diferentes arranjos de ordem espacial nas moléculas. Mas em uma publicação em setembro de 1874 <b>van't Hoff, provou que o arranjo espacial de quatro grupos em torno de um átomo de carbono central era tetraédrico</b> e propôs o termo quiral ao carbono assimétrico ligado a quatro diferentes grupos. (p. 152)</p>	Conhecimento científico verdadeiro e definitivo
AS4.3	<p>Mas a explicação de como dois compostos com muitas propriedades distintas tinham a mesma composição ainda não havia sido esclarecida. Foi então que Berzelius propôs o conceito de Isômero, e que era aceitável dentro da teoria atômica vigente: a teoria de Dalton. <b>Sua explicação da isomeria envolvia diferenças de conectividade que atualmente conhecemos como isomeria constitucional</b>, compostos que apresentam a mesma fórmula química, mas que apresentam átomos com uma conectividade diferente. Até então, muito pouco era conhecido sobre diferentes arranjos de ordem espacial nas moléculas. Com o passar do tempo, a isomeria se tornou um conceito mais complexo, pois compostos com a mesma conectividade mostravam também propriedades diferentes. Estas moléculas só poderiam ser compreendidas dentro da perspectiva da Estereoquímica, que estuda como os átomos se arranjam espacialmente dentro de uma mesma molécula. Isto levou ao conceito hoje denominado configuração, que explicava diferenças entre algumas moléculas. (p. 150).</p>	Relato histórico centrado no presente (whiggismo)

FONTE: O autor (2016).

Em relação às categorias utilizadas para caracterizar as visões deformadas, há uma categoria emergente, denominada “relato histórico centrado no presente” (whiggismo), o qual consiste em estudar o passado com os olhos do presente<sup>13</sup>. Esta categoria se refere a um tipo de história anacrônica, onde se busca explicar o passado utilizando os conceitos aceitos atualmente, ignorando o contexto da época. Uma discussão mais detalhada a respeito dessa categoria encontra-se na interpretação e discussão dos resultados.

Em relação às visões de enfrentamento, foram encontradas 5 categorias para as 11 *unidades de análise* identificadas.

QUADRO 21 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO AS4

continua

Código	Unidade de Contexto e de Análise	Categoria referente às visões de enfrentamento
AS4.1	[...] uma abordagem histórica poderá proporcionar uma compreensão do <b>caráter dinâmico do desenvolvimento da estereoquímica</b> , assim como conceitos das Ciências em geral, uma construção humana, fruto de um longo trabalho de vários cientistas; cientistas que assim como os estudantes encontraram dificuldades e dúvidas, para que o estudante tenha noção de que houve um caminho percorrido para se chegar a esse saber. (p. 148).	
AS4.2	Em 1820, Liebig orientado por Gay-Lussac e Wöhler orientado por Berzelius trabalhavam em seus respectivos laboratórios, quando dois compostos diferentes sintetizados apresentaram a mesma composição. O composto de Liebig era um reagente explosivo, que o mesmo determinou ser fulminato de prata (AgCNO), já Wöhler havia sintetizado o cianato de prata (AgOCN). <b>O paradigma estabelecido até então, defendia que existia uma correspondência biunívoca entre a composição de uma substância e suas propriedades.</b> Sendo assim, na época a conclusão óbvia, era que um dos dois resultados tinha de estar, necessariamente, errado. Na ocasião, Liebig acabou acusando Wöhler de que eram seus resultados que estavam incorretos. Wöhler, certo de seus resultados, enviou uma amostra de seu composto ao seu concorrente. Depois de analisar a amostra, Liebig declarou abertamente que cometera um erro ao fazer tal acusação e que Wöhler também estava correto. Após esse evento, ocorrem amizade e colaboração científica entre os dois cientistas. (p. 149).	Caráter histórico e dinâmico da Ciência

<sup>13</sup> Conforme citado anteriormente na p. 105 desta dissertação.

QUADRO 21 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO AS4

continuação

Código	Unidade de Contexto e de Análise	Categoria referente às visões de enfrentamento
AS4.12	As publicações de van't Hoff e Le Bel <b>marcaram uma importante virada no campo de estudo relacionado com as estruturas das moléculas em três dimensões. Foi a partir de então que a representação espacial passou a ser utilizada.</b> (p. 152).	Caráter histórico e dinâmico da Ciência
AS4.8	Uma vez que <b>Pasteur tentou relacionar o desvio do plano da luz polarizada e o arranjo espacial das moléculas de carbono</b> , sugerindo que os substituintes ao redor do átomo de carbono deveriam ter, provavelmente, um arranjo tetraédrico e assimétrico “Os experimentos com os tartaratos claramente sugeriam uma estreita correlação entre configuração molecular, atividade óptica e estrutura cristalina” (BAGATIN et al., 2005, p.36). Considera-se que “Essas observações estabeleceram as bases para o surgimento da moderna estereoquímica” (COELHO, 2001, p.24) e mesmo assim a comunidade científica não admitia as ideias de Pasteur. (p. 151).	Unificação do conhecimento científico
AS4.1	[...] uma abordagem histórica poderá proporcionar uma compreensão do caráter dinâmico do desenvolvimento da estereoquímica, assim como conceitos das Ciências em geral, uma construção humana, <b>fruto de um longo trabalho de vários cientistas</b> ; cientistas que assim como os estudantes encontraram dificuldades e dúvidas, para que o estudante tenha noção de que houve um caminho percorrido para se chegar a esse saber. (p. 148).	
AS4.3	Mas a explicação de como dois compostos com muitas propriedades distintas tinham a mesma composição ainda não havia sido esclarecida. <b>Foi então que Berzelius propôs o conceito de Isômero, e que era aceitável dentro da teoria atômica vigente: a teoria de Dalton.</b> Sua explicação da isomeria envolvia diferenças de conectividade que atualmente conhecemos como isomeria constitucional, compostos que apresentam a mesma fórmula química, mas que apresentam átomos com uma conectividade diferente. Até então, muito pouco era conhecido sobre diferentes arranjos de ordem espacial nas moléculas. Com o passar do tempo, a isomeria se tornou um conceito mais complexo, pois compostos com a mesma conectividade mostravam também propriedades diferentes. Estas moléculas só poderiam ser compreendidas dentro da perspectiva da Estereoquímica, que estuda como os átomos se arranjam espacialmente dentro de uma mesma molécula. Isto levou ao conceito hoje denominado configuração, que explicava diferenças entre algumas moléculas. (p. 150).	Ciência como atividade coletiva

QUADRO 21 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO AS4

continuação

Código	Unidade de Contexto e de Análise	Categoria referente às visões de enfrentamento
AS4.8	<p>Uma vez que Pasteur tentou relacionar o desvio do plano da luz polarizada e o arranjo espacial das moléculas de carbono, sugerindo que os substituintes ao redor do átomo de carbono deveriam ter, provavelmente, um arranjo tetraédrico e assimétrico “Os experimentos com os tartaratos claramente sugeriam uma estreita correlação entre configuração molecular, atividade óptica e estrutura cristalina” (BAGATIN et al., 2005, p.36). Considera-se que “Essas observações estabeleceram as bases para o surgimento da moderna estereoquímica” (COELHO, 2001, p.24) e <b>mesmo assim a comunidade científica não admitia as ideias de Pasteur.</b> (p. 151).</p>	
AS4.12	<p>Em 1820, Liebig orientado por Gay-Lussac e Wöhler orientado por Berzelius trabalhavam em seus respectivos laboratórios, quando dois compostos diferentes sintetizados apresentaram a mesma composição. O composto de Liebig era um reagente explosivo, que o mesmo determinou ser fulminato de prata (AgCNO), já Wöhler havia sintetizado o cianato de prata (AgOCN). O paradigma estabelecido até então, defendia que existia uma correspondência biunívoca entre a composição de uma substância e suas propriedades. Sendo assim, na época a conclusão óbvia, era que um dos dois resultados tinha de estar, necessariamente, errado. Na ocasião, Liebig acabou acusando Wöhler de que eram seus resultados que estavam incorretos. Wöhler, certo de seus resultados, enviou uma amostra de seu composto ao seu concorrente. Depois de analisar a amostra, Liebig declarou abertamente que cometera um erro ao fazer tal acusação e que Wöhler também estava correto. <b>Após esse evento, ocorrem amizade e colaboração científica entre os dois cientistas.</b> (p. 149).</p>	<p>Rupturas e/ou controvérsias científicas</p>
AS4.13	<p>Nesse sentido, consideramos que o ensino de um conteúdo como a estereoquímica, cuja trajetória histórica inicia no século XIX, como sendo um bom exemplo de como <b>o conhecimento científico é construído por diferentes cientistas ao longo dos anos.</b> (p. 166).</p>	

QUADRO 21 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO AS4

conclusão

Código	Unidade de Contexto e de Análise	Categoria referente às visões de enfrentamento
AS4.2	Em 1820, Liebig orientado por Gay-Lussac e Wöhler orientado por Berzelius trabalhavam em seus respectivos laboratórios, quando <b>dois compostos diferentes sintetizados apresentaram a mesma composição</b> . O composto de Liebig era um reagente explosivo, que o mesmo determinou ser fulminato de prata (AgCNO), já Wöhler havia sintetizado o cianato de prata (AgOCN). O paradigma estabelecido até então, defendia que existia uma correspondência biunívoca entre a composição de uma substância e suas propriedades. Sendo assim, na época a conclusão óbvia, era que um dos dois resultados tinha de estar, necessariamente, errado. <b>Na ocasião, Liebig acabou acusando Wöhler de que eram seus resultados que estavam incorretos. Wöhler, certo de seus resultados, enviou uma amostra de seu composto ao seu concorrente.</b> Depois de analisar a amostra, Liebig declarou abertamente que cometera um erro ao fazer tal acusação e que Wöhler também estava correto. Após esse evento, ocorrem amizade e colaboração científica entre os dois cientistas. (p. 149).	Rupturas e/ou controvérsias científicas
AS4.11	Em 1877, um dos mais eminentes químicos orgânicos da época, Hermann Kolbe da Universidade de Leipzig, na Alemanha <b>criticou fortemente as ideias de van't Hoff sobre o arranjo espacial dos átomos</b> (p. 152).	

FONTE: O autor (2016).

Assim, pode-se exemplificar o processo da ATD, sendo que a descrição e interpretação dos resultados (etapas 4 e 5), na forma de um metatexto, será apresentado adiante, por meio da análise de cada uma das categorias referentes às concepções sobre NdC manifestadas nos artigos.

Vale ressaltar que dentre os artigos analisados, alguns deles se referiam a certo tipo de pesquisa empírica, na qual os autores buscavam encontrar concepções sobre NdC presentes em livros didáticos, artigos, bem como concepções de professores e alunos. Sendo assim, buscou-se nos artigos as concepções sobre NdC, analisando-as a partir das categorias de Gil-Pérez et al. (2001) e adaptadas por Silva (2014), tomando como *unidades de contexto* os trechos onde era possível perceber o posicionamento dos autores em relação à NdC. Destaca-se o fato de que, devido ao volume de artigos analisados, não foi possível apresentar no corpo do texto todas as unidades de contexto.

Os QUADROS 22 e 23 a seguir mostram os resultados quantitativos de cada uma das concepções sobre NdC identificadas nos artigos. Verifica-se que as visões deformadas aparecem em menor quantidade do que as visões de enfrentamento. A categoria de visão deformada *Ciência não influenciada por fatores externos* é a que possui maior recorrência, com frequência igual a 13, seguida da categoria *Observação neutra e em busca da descoberta científica* e *Linearidade da Ciência*, ambas constatadas 11 vezes nos artigos analisados.

Comparando-se os resultados das visões deformadas com a categoria visões de enfrentamento, há um número relativamente menor de artigos que revelam visões deformadas de Ciência do que os que apresentam concepções menos ingênuas do fazer científico. Salienta-se que um mesmo artigo pode refletir tanto visões deformadas quanto visões de enfrentamento, já que, por exemplo, a História da Ciência pode ter sido apresentada de maneira linear em alguns trechos, seguida de rupturas e controvérsias em outros.

De maneira geral, pode-se dizer que todos os artigos apresentam concepções sobre NdC que ajudam a transmitir uma visão menos ingênuas do fazer científico e que colaboram para que os estudantes não possuam como única concepção de Ciência aquela empírico-indutivista, ainda influente em nossas instituições de ensino, tanto em nível médio quanto superior.

O fato de a Ciência possuir um caráter histórico e dinâmico está presente em 76 dos 90 artigos analisados nesta pesquisa, ou seja, 84,44% dos artigos procuraram mostrar como a Ciência não é pronta e acabada, e como o processo pelo qual se dá a produção do conhecimento científico depende de uma atividade que vem evoluindo ao longo dos séculos.

O caráter coletivo da Ciência está presente em 54 artigos, e mostra o fato de que a Ciência não é produzida de maneira individual, por grandes gênios enclausurados em torres de marfim e que num súbito momento de inspiração fazem descobertas revolucionárias. Os artigos mostram como a Ciência é feita de várias mentes, várias pessoas que contribuem para que uma teoria, um modelo, um experimento seja concretizado, fazendo avançar a Ciência e o conhecimento sobre a natureza.



Outro aspecto da NdC que aparece com bastante frequência são as rupturas e/ou controvérsias científicas, presentes em 48 dos artigos. Estes artigos mostram como a História da Ciência não é linear, como certas teorias são “abandonadas” em favor de outras, dependendo muitas vezes de fatores extracientíficos.

Os fatores externos, como política, economia, religião, dentre outros, estão presentes em 50 artigos. Tais fatores permitem vislumbrar que a Ciência está inserida em determinada sociedade e época e que, muitas vezes, o seu desenvolvimento se dá a partir de problemas que surgem no seio da sociedade e que dependem de soluções científicas para serem solucionados.

QUADRO 22 – QUANTITATIVO DE VISÕES DEFORMADAS PRESENTES NOS ARTIGOS

<b>Visões Deformadas</b>	<b>Nº Artigos</b>
Ciência não influenciada por fatores externos	13
Observação neutra e em busca da descoberta científica	11
Linearidade da Ciência	11
Ciência como atividade individual	9
Método científico clássico	8
Whiggismo (emergente)	7
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo	6
Realismo ingênuo	5
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento	0

FONTE: O autor (2016).

QUADRO 23 – QUANTITATIVO DE VISÕES DE ENFRENTAMENTO PRESENTES NOS ARTIGOS

<b>Visões Enfrentamento</b>	<b>Nº Artigos</b>
Caráter histórico e dinâmico da Ciência	76
Ciência como atividade coletiva	54
Ciência influenciada por fatores externos	50
Rupturas e/ou controvérsias científicas	48
Observação influenciada por uma teoria	32
Pluralismo metodológico	26
Unificação do conhecimento científico	26
Ciência como atividade imaginativa e criativa	17
Modelos como representação da realidade (emergente)	17
Ciência como atividade humana (emergente)	8

FONTE: O autor (2016).



As outras categorias, tanto de visões deformadas quanto de enfrentamento são comentadas adiante, uma a uma, por meio dos resultados obtidos com a ATD.

#### 4.2.1.1 Visões Deformadas

Nesta seção são apresentados os trabalhos que apresentam visões deformadas sobre NdC. Salienta-se que a presença destas visões deformadas deve-se, dentre outros fatores, a falta de profissionais qualificados no Brasil que produzam História da Ciência. Pesquisadores das áreas “duras” com interesse em História da Ciência, mas sem uma formação sólida na área, acabam produzindo artigos que distorcem os fatos históricos. Destaca-se aqui o fato de que tais publicações, apesar de conterem erros históricos graves, podem ser utilizadas pelos professores de Ciências, desde que tenham formação que permita identificar tais erros e a maneira pela qual podem encontrar as potencialidades ali presentes.

##### 4.2.1.1.1 Ciência não influenciada por fatores externos

Nessa categoria aparecem os artigos que, ao apresentarem a construção de um relato histórico, deixam de levar em consideração aspectos externos do fazer científico. O QUADRO 24 apresenta a relação dos trabalhos que apresentam tal visão deformada.

QUADRO 24 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'CIÊNCIA NÃO INFLUENCIADA POR FATORES EXTERNOS'

RBPEC1 – RBPEC4 – HC&E8 – HC&E15 – HC&E3 – QNEsc43 – QNEsc10 – QNEsc17 – QNEsc29 – QNEsc13 – QNEsc21 – QNEsc33 – QNEsc34
--

FONTE: O autor (2016).

Os artigos acima voltam-se para uma perspectiva internalista, na qual apenas os desenvolvimentos de caráter puramente científico importam para a consolidação ou ruptura de uma teoria.

Nesse sentido, a contribuição de Aston para a descoberta dos isótopos não-radioativos corresponde a um esforço planejado e à busca de uma solução para uma disputa travada, à época, no seio da Ciência, a respeito da inexatidão dos valores dos então denominados pesos atômicos dos elementos. (QNEsc10, p. 32).

O QNECs revela a ausência de qualquer tipo de menção a alguma causa política, econômica, ou até mesmo religiosa, que possa ter influenciado o desenvolvimento dos isótopos. Apesar de não ser um fator determinante, o contexto da descoberta pode ser influenciado por motivos que não estão diretamente ligados ao fazer científico. Nesse sentido, ao leitor do artigo pode parecer que o cientista desenvolveu sua teoria dentro de uma redoma de vidro, tendo como única motivação disputas internas ao próprio fazer científico.

#### 4.2.1.1.2 Ciência como atividade individual

Nessa categoria, enquadram-se nove artigos, nos quais a Ciência é apresentada como produto da mente de grandes gênios que trabalham de maneira isolada (QUADRO 25).

QUADRO 25 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'CIÊNCIA COMO ATIVIDADE INDIVIDUAL'

AS4 – C&E1 – QNEsc18 – QNEsc23 – QNEsc43 – QNEsc6 – QNEsc3 – QNEsc36 – QNEsc30

FONTE: O autor (2016).

No QNEsc 18, embora o autor destaque os grandes feitos de van't Hoff, o que se percebe é que há uma grande preocupação em enaltecer a figura do cientista, apresentando os grandes feitos de maneira acumulativa e linear. O autor, apesar de citar que alguns livros de van't Hoff não fizeram sucesso em um primeiro momento, não entra em maiores detalhes a respeito da vida pessoal do cientista, apenas no momento da introdução, pois faz referência somente a alguns breves dados biográficos. Não apresenta controvérsias, disputas e nem pensamento divergentes que envolveriam o cientista, ficando o relato limitado a apresentar o cientista como um grandioso homem da Ciência, que ganhou o Prêmio Nobel por sua genialidade. Não é possível inferir do texto, que van't Hoff era uma pessoa comum, com medos, anseios, angústias e dúvidas a respeito de seu próprio trabalho.

Outro exemplo é o QNEsc6, que apresenta os trabalhos de Pasteur, e da mesma maneira, mostra o cientista como alguém responsável por todo o

desenvolvimento de uma determinada área científica: "Em todas essas etapas, **ao fundar** a microbiologia e posteriormente a imunologia, **Pasteur exerceu um papel preponderante**". (QNEsc6, p. 21). Nesse sentido, o trecho em destaque faz transparecer ao leitor que Pasteur fundou a microbiologia e a imunologia sozinho, sem entrar no mérito que ele pertencia a uma comunidade científica e que, portanto, trabalhava com a ajuda de outros cientistas.

Em outro artigo, QNEsc30, Pasteur também é apresentado como um cientista de grandes feitos que, como pode ser verificado no excerto abaixo, realizou sozinho uma verdadeira revolução na área de saúde, sem a ajuda de colaboradores:

Felizmente Pasteur abandonou esse estranho experimento para se dedicar mais intensamente ao seu importante trabalho em Microbiologia, **sendo responsável por uma das maiores, senão a maior, revolução na área de saúde pública**: Pasteur descobriu que os micróbios são causadores de sérias doenças que já tinham levado à morte centenas de milhares de pessoas no mundo todo. (QNEsc30, p. 36).

Outro artigo que também enaltece a figura do cientista é o QNEsc36, no qual Priestley, que durante muitos anos realizou estudos sobre gases, é exaltado como o maior de sua época: "Entretanto, em termos de número de 'ares' estudados, **Priestley superou todos os seus antecessores**". (QNEsc36, p. 188).

O que pode se concluir a partir da leitura dos artigos selecionados nessa categoria é que os cientistas são pessoas com características incomuns, excêntricos e que por meio de súbitos momentos de iluminação realizam seus grandes feitos.

#### 4.2.1.1.3 Observação neutra e em busca da descoberta científica

Artigos que apresentam o cientista como alguém que, apenas observando os fenômenos naturais, encontrou regularidades e padrões, e assim foi capaz de encontrar leis científicas e desenvolver teorias, enquadram-se nessa categoria (QUADRO 26).

QUADRO 26 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'OBSERVAÇÃO NEUTRA E EM BUSCA DA DESCOBERTA CIENTÍFICA'

AS4 – HC&E16 – HC&E6 – HC&E5 – HC&E3 – HC&E12 - QNEsc23 – QNEsc29 – QNEsc36 – QNEsc30 – QNEsc32

FONTE: O autor (2016).

Como exemplo cita-se o QNEsc23, que trata do episódio da descoberta da estrutura do DNA por Watson e Crick. O fragmento abaixo demonstra como os autores apresentam a observação independente da teoria, como se o simples fato de observar permitisse ao cientista compreender um determinado fenômeno.

Ele também pôde observar que a composição de bases do DNA numa dada espécie não muda com a idade do organismo, estado nutricional ou mudanças ambientais. Sua observação mais importante, porém, talvez tenha sido de que em todos os DNA celulares, não importa qual a espécie, o número de bases adenina é igual ao de timina ( $A = T$ ) e o de guanina é igual ao de citosina ( $G = C$ ). (QNEsc, p. 15).

No excerto, os autores não citam o fato de que a observação sempre é influenciada por uma teoria, e que sem uma hipótese em mente, o cientista não tem como orientar suas observações.

O QNEsc29 também apresenta essa perspectiva de maneira ainda mais latente, mostrando como Dalton foi capaz de descobrir leis sobre a composição de gases apenas realizando observações: "Curiosamente, a composição do ar era praticamente constante, como **mostravam as abundantes observações de Dalton** realizadas em lugares os mais distantes entre si". (QNEsc29, p. 41). Aqui, as observações falam por si só, o que se sabe não ser possível.

Um último exemplo é dado por QNEsc36, que retrata Cavendish apenas observando o resultado de uma reação e tirando conclusões: "Reagindo metais com soluções de ácidos diluídos, **Henry Cavendish observou a evolução de um gás de densidade extremamente baixa e muito inflamável**". (QNEsc36, p. 188).

Assim, os artigos selecionados nessa categoria enfatizam o papel neutro e desinteressado das observações, desconsiderando o papel essencial das hipóteses e das teorias, que orientam todo o processo.

#### 4.2.1.1.4 Método científico clássico

Os artigos pertencentes a essa categoria mostram de maneira explícita o método científico clássico. O QUADRO 27 apresenta oito artigos que nela se enquadram.

QUADRO 27 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'MÉTODO CIENTÍFICO CLÁSSICO'

HC&E16 – HC&E12 – QNEsc23 – QNEsc29 – QNEsc36 – QNEsc30 – QNEsc32 – QNEsc15

FONTE: O autor (2016).

O QNEsc32 descreve o roteiro da peça teatral “Uma festa no céu” que é uma adaptação livre da história da química no século XVIII. Escrita ao final de um curso desenvolvido pela autora em uma disciplina de Química por meio do teatro, ela aborda a química dos gases desenvolvida por Black, Scheele, Priestley, Cavendish e Lavoisier, além das ideias iniciais do átomo propostas por Dalton. Bohr aparece em cena como um organizador das percepções químicas e Boyle, como um dos precursores da Química Pneumática, que tem também o seu espaço em cena. A autora apresenta uma concepção de método científico, fortemente arraigada em uma concepção empírico-indutivista: **"A Ciência funciona assim: nós observamos um fato, propomos uma teoria e depois temos que comprová-la experimentalmente"**. (QNEsc32, p.33).

Pelo excerto verifica-se que para a autora, a observação é o primeiro momento da descoberta científica, seguida da construção de uma teoria que explique os fenômenos, e que depois é comprovada pelo experimento. Sabe-se que de acordo com os teóricos da moderna Filosofia da Ciência, isso não é verdade, e que não existe observação neutra e nem experimentos ditos “cruciais”.

Outro artigo que é influenciado pela concepção empírico-indutivista é o QNEsc15, que mostra o papel da intuição na construção do conhecimento científico, apresentando a história dos compostos de coordenação:

Jørgensen era o tipo de pesquisador para o qual **a teoria nunca pode avançar mais do que os dados experimentais disponíveis o permitem**. Para ele (e muitos de nós) **a experiência pavimenta o caminho seguro por meio do qual, só então, a teoria irá seguir**". (QNEsc15, p. 32).

O autor, no trecho selecionado, salienta o fato de que o método científico é feito de uma única sequência de etapas fixas e bem definidas, e que os experimentos determinam o surgimento de uma teoria.

No artigo QNEsc30, o autor parece transparecer o fato de que os experimentos falam por si só: **"Os experimentos com os tartaratos claramente sugeriam uma estreita correlação entre configuração molecular, atividade**

**óptica e estrutura cristalina**". (QNEsc30, p. 36). Nesse sentido, percebe-se que por meio do exemplo o autor considera a Ciência como sendo algorítmica, de modo que o desenvolvimento de uma teoria científica decorre da coleta sucessiva de dados.

#### 4.2.1.1.5 Conhecimento científico verdadeiro e definitivo

A categoria *Conhecimento científico verdadeiro e definitivo* é composta pelos artigos que consideram os resultados da Ciência como verdades eternas e imutáveis, ou como uma aproximação sempre contínua da verdade que está velada pela natureza. O QUADRO 28 apresenta os artigos enquadrados nessa categoria.

QUADRO 28 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'CONHECIMENTO CIENTÍFICO VERDADEIRO E DEFINITIVO'

AS4 – C&E1 – HC&E3 – QNEsc23 – QNEsc3 – QNEsc15
---

FONTE: O autor (2016).

No QNEsc 23 encontra-se um trecho no qual o conhecimento científico é passível de testes que comprovem sua veracidade:

O **experimento definitivo surgiu somente em 1952**, com os elegantes experimentos de Alfred Hershey (1908-1997) e Martha Chase (1930- ). Dessa forma, **ficou consolidada** a noção de que **o material genético é constituído de moléculas de DNA e não de proteínas**, como alguns pesquisadores ainda acreditavam até então. (QNEsc23, p. 15).

No entanto, como bem salientam Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002), a experiência científica é orientada e mesmo valorizada pelo enquadramento teórico do sujeito, e dessa maneira, os resultados obtidos dizem respeito aos métodos e às técnicas utilizadas pelo cientista e não a uma resposta definitiva em relação à realidade: "os seus resultados são lidos como elementos (possíveis) de construção de modelos interpretativos do mundo e não cópias (e muito menos fiéis) do real" (PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, p. 257, 2002). Dessa maneira, o conhecimento científico está muito mais inserido num processo de construção do que num resultado final.

#### 4.2.1.1.6 Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento

Não houve nenhum artigo que se enquadrasse nessa categoria.

#### 4.2.1.1.7 Linearidade da Ciência

Os artigos apresentados na categoria *Linearidade da Ciência* mostram a Ciência a partir de uma perspectiva cumulativa, linear, sem controvérsias ou rupturas. O desenvolvimento científico aparece sempre de maneira a complementar os feitos anteriores, sendo aperfeiçoado a cada etapa. De fato, o conhecimento sempre se aperfeiçoa, no entanto, em muitos episódios históricos, como hoje se conhece pela historiografia da Ciência, houve momentos de rupturas, onde o conhecimento até então vigente é substituído por outro. Evidentemente, essa substituição não se dá abruptamente, mas de maneira gradual, até que o paradigma antigo seja substituído pelo novo. O QUADRO 29 indica os artigos enquadrados nessa categoria.

QUADRO 29– ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'LINEARIDADE DA CIÊNCIA'

AS4 – HC&E5 – HC&E10 – HC&E3 – QNEsc18 – QNEsc23 – QNEsc43 – QNEsc2 – QNEsc29 – QNEsc36 – QNEsc32
---

FONTE: O autor (2016).

O artigo QNEsc36 ilustra bem essa concepção. No excerto a seguir, o autor apresenta o desenvolvimento da Ciência de maneira linear, como se o conhecimento tivesse chego até nós cumulativamente: "A crença na existência de átomos, partículas últimas da matéria, **existiu desde Antiguidade**. Durante a Idade Média europeia ela esteve meio **esquecida, voltando depois** com o Renascimento". (HC&E5, p. 7).

Assim, pode-se ver como a ideia de que o conhecimento sempre esteve presente e foi revivido, aparece de maneira linear, como se o conhecimento da Antiguidade fosse o mesmo do que o que foi revivido no Renascimento. Apesar de alguns conceitos serem semelhantes, não é possível dizer que eram os mesmos, já que, sendo o conhecimento dependente das épocas e condições em que é produzido, torna-se errôneo considerá-los iguais.

#### 4.2.1.1.8 Realismo Ingênuo

Nessa categoria os modelos científicos são cópias fiéis da realidade. Os átomos são partículas que realmente existem, ao invés de serem constructos teóricos que procuram representar a realidade. Os objetos criados pela Ciência aparecem como tendo existência real, sendo que o cientista vai gradativamente retirando o véu que oculta a realidade última da natureza. São cinco os artigos pertencentes a essa categoria (QUADRO 30).

QUADRO 30 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'REALISMO INGÊNUO'

C&E1 – QNEsc29 – QNEsc24 – QNEsc3 – QNEsc30

FONTE: O autor (2016).

No excerto abaixo, do artigo QNEsc30, que trata da rotação da luz polarizada por moléculas quirais, o autor apresenta o fato de que o fenômeno é realmente devido à estrutura molecular.

O que se constata nesses casos é que não são apenas cristais ou líquidos puros que causam rotação da luz, mas também soluções de algumas moléculas, **o que indica que o fenômeno não se deve à estrutura cristalina ou a um arranjo especial do líquido, mas é decorrente da estrutura molecular em si**; isto é, algumas moléculas exibem atividade óptica. (QNEsc30, p. 35).

O leitor desavisado pode concluir sobre a existência real das moléculas, ao invés de concebê-las como fazendo parte de uma teoria que busca explicar um fenômeno, e que sua existência real não é garantida pelo conhecimento científico.

Sabe-se que os modelos procuram dar conta de uma realidade incognoscível e que são constructos teóricos úteis na representação da realidade. Mais do que representar o real, os modelos são ferramentas que auxiliam o cientista na compreensão de um dado fenômeno.



#### 4.2.1.1.9 Whiggismo (emergente)

A chamada História da Ciência Whig descreve os fatos históricos, em função do conhecimento presente. Não busca compreender os fatos de acordo com as concepções filosóficas, o momento e condições do período em que são estudados. Julga o passado a partir do presente. Os artigos enquadrados nessa categoria são apresentados no QUADRO 31.

QUADRO 31 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DEFORMADA 'WHIGGISMO'

AS4 – RBPEC4 – HCE10 – QNEsc29 – QNEsc21 – QNEsc6 – QNEsc15

FONTE: O autor (2016).

Como exemplo cita-se o excerto do QNEsc29: "A afirmação final de Dalton não é verdadeira, **a nossos olhos modernos**, uma vez que ela se choca com a hipótese de Avogadro, que apareceria em 1.811, a qual afirma que volumes iguais de gases diferentes contêm o mesmo número de moléculas". (QNEsc29, p. 43). O autor aqui vê o passado a partir do presente.

Esse fato também está presente em QNEsc6: "A implantação das teorias que **levaram às atuais concepções sobre as doenças** exigiam portanto a superação de três obstáculos para entendê-las e preveni-las...". (QNEsc6, p. 21). Do mesmo artigo extrai-se outro excerto que exemplifica a visão aqui discutida.

Além disso, **como as teorias químicas de então eram totalmente incipientes (ainda não estavam estabelecidos conceitos como os de molécula, peso molecular, ligações químicas etc.)**, suas conclusões tinham de se fundamentar em forte rigor lógico-experimental, o que transformou Pasteur num dos maiores experimentalistas de todos os tempos. (QNEsc6, p. 21).

Percebe-se no trecho acima a avaliação do que era conhecido então por meio do presente. O autor não procura conceber o conhecimento como dependente do contexto da época, onde outras concepções guiavam os cientistas em busca das descobertas.

No entanto, salienta-se que esse é um modo de fazer História da Ciência. No RBPEC4, por exemplo, uma visão deformada surge devido à perspectiva histórica adotada pelo epistemólogo em questão, Bachelard, que defendia a tese de

que a história deveria ser avaliada a partir do conhecimento presente. Julga-se tal concepção inadequada pelo fato de não levar em consideração aspectos externos do fazer científico, que conforme visto, influenciam a Ciência.

#### 4.2.1.2 Visões de Enfrentamento

Nessa seção são apresentadas cada uma das visões de enfrentamento. Constitui-se por oito categorias definidas *a priori* e duas emergentes, totalizando dez categorias.

##### 4.2.1.2.1 Ciência influenciada por fatores externos

Os fatores externos influenciam o desenvolvimento científico e definem, muitas vezes, os rumos que irá tomar. Os artigos que salientam essa concepção sobre NdC encontram-se no QUADRRO 32.

QUADRO 32 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'CIÊNCIA INFLUENCIADA POR FATORES EXTERNOS'

AS1 – AS2 – AS3 – AS5 – C&E1 – C&E2 – C&E4 – C&E5 – EPEC1 – RBHC1 – RBHC2 – RBPEC3 – HC&E16 – HC&E17 – HC&E20 – HC&E5 – HC&E21 – HC&E1 – HC&E19 – HC&E11 – HC&E4 – HC&E22 – HC&E9 – QNEsc7 – QNEsc18 – QNEsc23 – QNEsc14 – QNEsc37 – QNEsc39 – QNEsc40 – QNEsc27 – QNEsc2 – QNEsc19 – QNEsc4 – QNEsc42 – QNEsc47 – QNEsc45 – QNEsc44 – QNEsc35 – QNEsc41 – QNEsc48 – QNEsc28 – QNEsc6 – QNEsc36 – QNEsc30 – QNEsc26 – QNEsc38 – QNEsc32 – QNEsc49 – QNEsc20

FONTE: O autor (2016).

No QNEsc18, o autor cita os trabalhos desenvolvidos por van't Hoff sobre petrologia, destacando que os estudos iniciaram-se a partir de um projeto que visava estudar a formação dos depósitos salinos de Stassfurt, apresentando, mesmo que brevemente, os aspectos externos que influenciam o fazer científico: "Em Berlim, van't Hoff propõe e dirige um amplo projeto de estudos envolvendo a **Academia de Ciências da Prússia, a Universidade de Berlim, o Sindicato das Mineradoras e**

**Indústrias do Potássio (Kali-Syndikat) e outras instituições [...]**" (QNEsc18, p. 26).

Em relação ao modo como as relações econômicas e políticas influenciam as pesquisas científicas, o QNEsc6 mostra como Pasteur dependeu desses fatores para o desenvolvimento de seu trabalho: "Os produtos agrícolas tinham em 1863 um peso preponderante na economia francesa, e **Pasteur foi convidado — e financiado — pelo imperador Napoleão III** a estudar as doenças do vinho". (QNEsc6, p. 21). Em outro trecho, essa relação é novamente salientada: "**A associação com o setor agropecuário** foi o que veio a estabelecer na obra de Pasteur a relação direta entre doença e microrganismos". (QNEsc6, p. 21).

Assim, percebe-se como a Ciência está inserida na sociedade, influenciando-a e sendo influenciada por ela.

#### 4.2.1.2.2 Ciência como atividade coletiva

A categoria *Ciência como atividade coletiva* compreende os trabalhos que buscam dar visibilidade ao aspecto coletivo da construção do conhecimento científico que, em certa medida, depende de mentes brilhantes, mas que, antes de tudo, depende da existência de uma comunidade científica. O QUADRO 33 apresenta a relação com os artigos dessa categoria.

QUADRO 33 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'CIÊNCIA COMO ATIVIDADE COLETIVA'

AS1 – AS4 – C&E1 – C&E4 – C&E5 – EPEC1 – IENCI1 – IENCI2 – RBHC2 – RBPEC1 – RBPEC3  
 HC&E2 – HC&E20 – HC&E8 – HC&E14 – HC&E1 – HC&E4 – HC&E22 – HC&E10 – HC&E18 –  
 HC&E15 – HC&E3 – QNEsc7 – QNEsc23 – QNEsc14 – QNEsc37 – QNEsc43 – QNEsc39 –  
 QNEsc10 – QNEsc12 – QNEsc17 – QNEsc4 – QNEsc29 – QNEsc46 – QNEsc47 – QNEsc45 –  
 QNEsc44 – QNEsc35 – QNEsc5 – QNEsc13 – QNEsc21 – QNEsc33 – QNEsc41 – QNEsc34 –  
 QNEsc11 – QNEsc48 – QNEsc24 – QNEsc28 – QNEsc36 – QNEsc9 – QNEsc26 – QNEsc32 –  
 QNEsc49 – QNEsc20

FONTE: O autor (2016).

A autora, em QNEsc14, ao citar diversos cientistas que tiveram grande importância para o entendimento dos fenômenos elétricos, enfatiza o aspecto coletivo da construção do conhecimento científico:

**As pesquisas realizadas por Berzelius** relacionadas ao uso de corrente elétrica para produzir transformações químicas **ajudaram o químico e físico inglês Michael Faraday** (1791-1867) a encontrar relações de proporcionalidade entre a quantidade de matéria decomposta e a quantidade de eletricidade utilizada, estimulando estudos quantitativos envolvendo a eletricidade. (QNEsc14, p. 37).

No excerto acima, percebe-se como o trabalho de diferentes cientistas é necessário para o avanço do conhecimento científico. Baseado em obras de outros autores é que os cientistas desenvolvem suas pesquisas, continuando-as ou refutando-as, fazendo com que explicações mais abrangentes dos fenômenos físicos possam ser construídas.

Assim, nos artigos destacados no quadro acima, há a preocupação em apresentar os cientistas como membros de uma comunidade que busca solucionar os problemas determinados pelo paradigma vigente. As questões científicas de uma determinada época não são determinadas por uma dúvida que assola um único cientista, mas são sim, problemas atestados pela coletividade de praticantes da área.

#### 4.2.1.2.3 Observação influenciada por uma teoria

Essa categoria é formada por artigos que destacam que não há observação neutra, sendo esta sempre influenciada por uma teoria, conforme QUADRO 34.

QUADRO 34 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'OBSERVAÇÃO INFLUENCIADA POR UMA TEORIA'

AS2 – AS3 – C&E3 – EPEC1 – IENCI1 – IENCI2 – RBHC1 – RBPEC2 – RBPEC3 – RBPEC4 – HC&E16 – HC&E20 – HC&E8 – HC&E14 – HC&E4 – HC&E15 – QNEsc14 – QNEsc37 – QNEsc10 – QNEsc17 – QNEsc4 – QNEsc29 – QNEsc42 – QNEsc46 – QNEsc25 – QNEsc21 – QNEsc11 – QNEsc28 – QNEsc6 – QNEsc3 – QNEsc36 – QNEsc26

FONTE: O autor (2016).

A presença de paradigmas é bastante nítida nas constatações da autora do QNEsc14, já que cita diversas vezes como o desenvolvimento de uma teoria norteou pesquisas que estavam relacionadas ao tema:

Átomos com um mesmo tipo de carga elétrica não podiam se combinar e, portanto, não seria possível a existência de moléculas diatômicas homonucleares como H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>. **Esta teoria eletroquímica constituiu a base teórica do sistema dualístico proposto por Berzelius, e influenciou a produção científica da química no século 19.** [...] A investigação da natureza íntima da matéria intensificou-se durante todo o século 19, contribuindo para a consolidação da teoria atômica e a descoberta das partículas subatômicas que, efetivamente, comprovarão as hipóteses sobre a natureza elétrica da matéria, anteriormente formuladas. (QNEsc14, p. 37).

Percebe-se no trecho destacado como as pesquisas são orientadas por paradigmas, de acordo com a perspectiva kuhniana. Sendo assim, não há pesquisa que não seja guiada por um referencial teórico, de maneira que muitas vezes, um paradigma vigente em uma determinada época é que irá definir quais pesquisas serão realizadas, como destacado no excerto, onde o sistema proposto por Berzelius influenciou toda a produção de um século.

Outro trecho que destaca o fazer científico influenciado por uma teoria é o presente em QNEsc6, mostrando como o programa de pesquisa de Pasteur foi influenciado a partir de uma sugestão de Biot.

Sua tese de doutorado, defendida em 1847, constava de duas partes: uma em química, sobre a capacidade de saturação do ácido arsenioso, e outra em física, intitulada 'Estudo dos fenômenos relativos à polarização rotatória dos líquidos' — sendo esta última, na verdade, segundo o próprio Pasteur, **um programa de pesquisa para estudar, a partir de uma sugestão de Biot, a causa do estranho fenômeno dos ácidos tártrico e paratártrico.** (QNEsc6, p. 20).

Assim, percebe-se que Pasteur não estudou os ácidos tártrico e paratártrico porque percebeu um precipitado diferente do esperado em suas experiências, mas sim devido ao fato de conhecer os trabalhos de Biot sobre o tema.

A análise dos artigos destacados no quadro acima permite reconhecer o fato de os fenômenos não serem “dados”, mas sim, construídos por meio de uma teoria.

#### 4.2.1.2.4 Pluralismo metodológico

De maneira geral, concebe-se a Ciência como não possuindo um método específico. Na tentativa de definição de um único método, os Filósofos da Ciência falharam em tentar categorizar toda a Ciência como uma atividade procedimental de passos específicos. A categoria *pluralismo metodológico* busca mostrar os artigos que corroboram essa visão, conforme QUADRO 35.

QUADRO 35 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'PLURALISMO METODOLÓGICO'

AS2 – C&E2 – C&E3 – EPEC1 – IENCI2 – RBHC1 – RBPEC2 – RBPEC3 – HC&E13 – HC&E20 – HC&E14 – HC&E5 – HC&E4 – HC&E15 – QNEsc7 – QNEsc14 – QNEsc42 – QNEsc25 – QNEsc45 – QNEsc13 – QNEsc34 – QNEsc11 – QNEsc48 – QNEsc24 – QNEsc26 – QNEsc20

FONTE: O autor (2016).

O IENCI2 destaca ao longo do texto a não existência de um único método científico.

De acordo com a filosofia da Ciência, **não existe um método científico único** que possa indicar quais são os passos que os cientistas devem dar em direção a construção de teorias e leis científicas. Vários filósofos abordam o desenvolvimento da Ciência de diferentes perspectivas, propondo **diferentes caminhos para a construção do conhecimento científico**. (IENCI2, p. 342).

O C&E2 também busca corroborar este fato.

Pode-se inferir que, embora o progresso científico das Ciências físicas tenha se dado na direção de uma racionalidade cada vez mais complexa, **várias perspectivas filosóficas coexistiram e podem ainda coexistir no processo de produção científica**. (C&E2, p. 94).

Os excertos acima dizem respeito à questão do contexto da descoberta, que trata do modo como as ideias surgem. Estas não seguem um protocolo, tampouco podem ser procedimentalizadas. O pluralismo metodológico é que torna a Ciência uma atividade com tamanha fecundidade.

Em se tratando de História da Ciência, têm-se vários exemplos de pluralismo metodológico. Como em HC&E5 onde o autor cita a estatística, que pode ser considerada diferente de alguns métodos utilizados pela Ciência, já que ela aborda os problemas sob um outro viés: "Os teóricos procuraram resolver o problema por meio de uma **abordagem estatística**". (HC&E5, p. 11).

Nesse mesmo artigo, HC&E5, o autor cita como Jean Perrin calculou a constante de Avogrado por vários métodos: "No último capítulo, Conclusions, Perrin apresenta uma tabela com os valores da constante de Avogrado **determinada por vários métodos**" (HC&E5, p. 14), indicando assim a presença do pluralismo metodológico característico da Ciência.

#### 4.2.1.2.5 Caráter histórico e dinâmico da Ciência

Os artigos que apresentam o conhecimento científico mutável, dinâmico e com uma historicidade inerente, foram enquadrados nessa categoria. O QUADRO 36 elenca esses artigos.

QUADRO 36 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'CARÁTER HISTÓRICO E DINÂMICO DA CIÊNCIA'

AS1 – AS2 – AS3 – AS4 – AS5 – C&E1 – C&E2 – C&E3 – IENCI1 – IENCI2 – RBHC1 – RBHC2 – RBPEC1 – RBPEC2 – RBPEC3 – RBPEC4 – HC&E13 – HC&E16 – HC&E17 – HC&E7 – HC&E2 – HC&E20 – HC&E8 – HC&E14 – HC&E6 – HC&E21 – HC&E1 – HC&E19 – HC&E11 – HC&E4 – HC&E9 – HC&E10 – HC&E18 – HC&E15 – HC&E3 – HC&E12 – QNEsc7 – QNEsc23 – QNEsc14 – QNEsc37 – QNEsc43 – QNEsc39 – QNEsc40 – QNEsc27 – QNEsc2 – QNEsc10 – QNEsc12 – QNEsc22 – QNEsc17 – QNEsc4 – QNEsc29 – QNEsc42 – QNEsc46 – QNEsc25 – QNEsc47 – QNEsc45 – QNEsc44 – QNEsc35 – QNEsc5 – QNEsc8 – QNEsc13 – QNEsc21 – QNEsc34 – QNEsc1 – QNEsc24 – QNEsc16 – QNEsc28 – QNEsc36 – QNEsc9 – QNEsc26 – QNEsc32 – QNEsc49

FONTE: O autor (2016).

Em QNEsc14, o autor salienta que, como na frase a seguir, o conhecimento científico não é uma verdade, mas uma tentativa de explicação dos fenômenos: "Ainda neste século surgiu **a proposta** do físico francês Charles François de Cisternay Dufay (1692-1739) de divisão da eletricidade em dois tipos: resinosa e vítrea, levando em conta a natureza do material atritado". (QNEsc14, p. 35). A expressão em destaque salienta o fato de que os cientistas tentam dar explicações para os fenômenos, demonstrando, portanto, sua suscetibilidade a mudanças.

O mesmo fato é constatado em AS3, que trata do desenvolvimento histórico da Cinética Química: “Portanto, **por meio da substituição de um programa de investigação por outro, pode-se perceber quanto o entendimento envolvido na cinética química mudou e que provavelmente continuará mudando nos próximos anos**”. (AS3, p. 125).

#### 4.2.1.2.6 Unificação do conhecimento científico

Nessa categoria, os artigos buscam mostrar como as diferentes áreas da Ciência não são independentes, sendo que uma área influencia o desenvolvimento da outra. O QUADRO 37 nomeia esses artigos.

QUADRO 37 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'UNIFICAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO'

AS3 – AS4 – AS5 – C&E1 – C&E2 – RBPEC3 – HC&E20 – HC&E8 – HC&E5 – HC&E4 – HC&E10  
 HC&E15 – QNEsc18 – QNEsc37 – QNEsc43 – QNEsc12 – QNEsc17 – QNEsc45 – QNEsc13 –  
 QNEsc21 – QNEsc33 – QNEsc34 – QNEsc48 – QNEsc28 – QNEsc30 – QNEsc9

FONTE: O autor (2016).

Em QNEsc9, o autor apresenta as diferentes teorias ácido-base do século XX e como cada teoria nova buscava englobar todas as explicações dadas pelas antigas, além de fornecerem novos embasamentos para futuras pesquisas: "Esta teoria foi muito importante, pois **além de dar conta de um grande número de fenômenos já conhecidos, provocou o desenvolvimento de várias linhas de pesquisa, inclusive contribuindo para estabelecer as bases científicas da química analítica**". (QNEsc9, p. 28),

Assim, os artigos pertencentes a essa categoria são os que procuram mostrar que a Química, assim como a Física, a Biologia e todas as outras Ciências, não são formas de conhecimento estanques, sem conexão com outras áreas. As diferentes Ciências não evoluem independentemente, e sim em conjunto, sendo que os desenvolvimentos que fornecem as bases para a estruturação de uma área muitas vezes causam mudanças de paradigmas em outras.



#### 4.2.1.2.7 Rupturas e/ou controvérsias científicas

As *rupturas e/ou controvérsias* científicas representam o pensamento divergente, as diferentes opiniões a respeito das causas dos fenômenos naturais, tão caras a construção do conhecimento científico. O QUADRO 38 relaciona os artigos que apresentam tal concepção sobre NdC.

QUADRO 38 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'RUPTURAS E/OU CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS'

AS1 – AS4 – C&E1 – C&E2 – C&E4 – EPEC1 – IENCI2 – RBHC1 – RBPEC1 – RBPEC3 – RBPEC4 – HC&E13 – HC&E20 – HC&E8 – HC&E6 – HC&E5 – HC&E1 – HC&E11 – HC&E4 – HC&E9 – HC&E10 – HC&E18 – HC&E15 – QNEsc7 – QNEsc14 – QNEsc43 – QNEsc10 – QNEsc17 – QNEsc4 – QNEsc46 – QNEsc47 – QNEsc45 – QNEsc44 – QNEsc5 – QNEsc8 – QNEsc13 – QNEsc21 – QNEsc33 – QNEsc34 – QNEsc1 – QNEsc24 – QNEsc28 – QNEsc6 – QNEsc36 – QNEsc26 – QNEsc32 – QNEsc49 – QNEsc15

FONTE: O autor (2016).

Considere-se o QNEsc14:

As pesquisas de Dufay levaram à formulação da teoria dos dois fluidos que considerava como neutra a matéria formada por iguais quantidades dos fluidos vítreo e resinoso. A eletrização aconteceria caso um corpo ganhasse uma quantidade em excesso de um destes fluidos e perdesse a mesma quantidade do outro, de modo que a quantidade total dos fluidos permanecesse a mesma (Laidler, 1998). **Discordando desta teoria, o cientista americano Benjamin Franklin (1706- 1790) propôs outra teoria do fluido único.** Um corpo não eletrificado deveria possuir uma quantidade normal de fluido elétrico. Quando presente em excesso, este imprimiria uma carga positiva ao corpo e a sua deficiência implicaria em uma carga negativa. (QNEsc14, p. 35).

Por meio do excerto acima, identifica-se como o pensamento divergente se faz tão importante à construção do conhecimento científico, já que permite aos cientistas perceberem aspectos de um determinado fenômeno que o outro não havia levado em consideração. Como no caso das rupturas, onde uma explicação que até então era tida como a única possível, é confrontada com dados que não corroboram com aquela teoria. Nesse caso, novas explicações são necessárias, podendo inclusive ir contra a teoria vigente.

Outro fragmento que também apresenta o aspecto divergente presente na construção do conhecimento científico é o trecho onde a autora de QNEsc14 cita

Volta, que discordando das opiniões de Galvani, utiliza de sua influência no meio acadêmico para propor uma nova teoria, podendo-se perceber claramente que a Ciência também é influenciada por fatores externos ao fazer científico:

As pesquisas sobre eletricidade animal estimularam novos estudos realizados por Alessandro Volta (1745-1827), professor da Universidade de Pavia, **que discordando da explicação de Galvani**, supôs que a eletricidade poderia ser gerada pela conexão entre os dois diferentes metais colocados em contato com o animal. Este pesquisador reconheceu que o animal morto agia meramente como condutor mas, de modo equivocado, achava que a eletricidade gerada era devido ao contato entre dois metais diferentes, propondo a 'teoria da eletricidade por contato', que foi aceita por muitos anos em virtude do prestígio que gozava o seu autor no meio científico. (QNEsc14, p. 36).

Nesse excerto destacamos também a influência que aspectos externos ao fazer científico exercem sobre o desenvolvimento da Ciência. No caso da controvérsia entre Volta e Galvani, elucidado pela autora, a teoria proposta por Volta foi aceita não apenas por fornecer uma explicação mais abrangente dos fenômenos elétricos, mas também em virtude deste cientista gozar de prestígio no meio científico.

#### 4.2.1.2.8 Ciência como atividade imaginativa e criativa

Essa categoria busca apresentar os artigos que salientam um aspecto muito importante presente na Ciência e também nos cientistas: a imaginação e criatividade. A Ciência não segue passos rígidos, algorítmico, conforme discutido na seção que trata do método científico. Ela depende em grande medida do contexto da descoberta, onde aspectos não apenas filosóficos e justificadores são levados em conta. Nesse sentido, a imaginação exerce um papel preponderante no desenvolvimento científico, já que é por meio dela que o conhecimento pode avançar por caminhos antes inimagináveis. O QUADRO 39 apresenta os artigos que se enquadram nessa categoria de visão de enfrentamento.

#### QUADRO 39 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'CIÊNCIA COMO ATIVIDADE IMAGINATIVA E CRIATIVA'

AS2 – C&E1 – C&E2 – EPEC1 – RBPEC4 – HC&E20 – HC&E14 – QNEsc23 – QNEsc17 – QNEsc42 – QNEsc46 – QNEsc21 – QNEsc1 – QNEsc11 – QNEsc48 – QNEsc20 – QNEsc15

O QNEsc15, ao relatar o papel da intuição de Alfred Werner, mostra como a Ciência não é algorítmica: "A ponte necessária para se passar de uma teoria estabelecida, porém imperfeita, para outra, **ousadamente inovadora**, porém ainda não totalmente passível de comprovação, **foi arquitetada pela intuição de Werner**". (QNEsc15, p. 32). O trecho em destaque também se relaciona com as rupturas e controvérsias, já que muitas vezes, ao apresentar uma teoria inovadora, o cientista é forçado a romper com o paradigma dominante. Assim, não apenas a Ciência é dependente de grandes mentes, mas também do contexto em que é desenvolvida.

Os excertos abaixo mostram como a subjetividade é inerente ao fazer científico, sendo impossível que tal aspecto seja deixado de lado ao se fazer Ciência. A questão também se relaciona com o fato de uma observação ser influenciada por uma teoria, mostrando mais uma vez como a subjetividade está presente em todas as etapas do processo científico.

Finalmente, entende-se o conhecimento científico como uma forma de compreender o mundo, sem ser uma verdade, possuindo status temporal. **Os novos conhecimentos, por sua vez, seriam produzidos por atos criativos da imaginação, ligados a métodos de investigação** e validados por comunidades científicas ou outros espaços de poder, emergentes em nosso tempo, como as mídias. (AS2, p. 7).

**Bachelard questiona a objetividade no trabalho dos cientistas.** Contrariando a positividade atribuída à pesquisa científica, procura mostrar, em suas obras - em especial no livro *A Filosofia do Não* - como **o caráter subjetivo pode interferir na prática científica**. (C&E2, p. 91).

#### 4.2.1.2.9 Modelos como representação da realidade (emergente)

A categoria '*modelos como representação da realidade (emergente)*' considera que um modelo é uma idealização simplificada de um sistema que possui maior complexidade. Assim, os modelos são tidos como uma etapa essencial do fazer científico e envolvem capacidade de abstração, imaginação e criatividade. Sendo assim, entende-se que os modelos são "destinados a **representar uma realidade**, ou alguns de seus aspectos, a fim de torná-los descritíveis quantitativa e qualitativamente e, algumas vezes, observáveis". (SAYÃO, 2001, p. 83, grifo nosso). O QUADRO 40 apresenta os artigos pertencentes a essa categoria.

QUADRO 40 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO  
'MODELOS COMO REPRESENTAÇÃO DA REALIDADE'

C&E3 - RBPEC2 - RBPEC4 - HC&E6 - HC&E5 - HC&E18 - QNEsc7 - QNEsc23 - QNEsc17 -  
QNEsc42 - QNEsc46 - QNEsc33 - QNEsc34 - QNEsc1 - QNEsc11 - QNEsc28 - QNEsc3

FONTE: O autor (2016).

O QNEsc23 é um exemplo de como os modelos são importantes para a compreensão dos fenômenos. Ele relata o percurso da elaboração do modelo de dupla hélice do DNA por Watson e Crick.

Depois de seguidas tentativas, em 28 de fevereiro de 1953 **Watson fez modelos das bases (A, C, G e T) em pedaços de cartão (Figura 14), na tentativa de identificar possíveis modos de interação.** Percebeu então que os pares A - T e C - G formavam ligações de hidrogênio, resultando em pares de dimensões quase idênticas, o que permitiria que a hélice se mantivesse com o mesmo diâmetro, independente do pareamento de bases no interior. Esse arranjo satisfaz à regra proposta por Chargaff, pela qual A = T e C = G. **Depois de trabalharem sobre esse modelo por mais alguns dias, refinando o mesmo para que fosse coerente com os dados de difração de raios X, eles chegaram ao modelo final.** (QNEsc23, p. 18).

Sobre o papel dos modelos na construção do conhecimento científico, Islas e Pesa (2001) argumentam que o fenômeno em estudo pode ser representado sob diversas formas e se escolhe uma que seja mais adequada ao estudo que está sendo realizado. Essa escolha implica uma simplificação do fenômeno estudado, visto que alguns aspectos serão tomados na construção do modelo. A simplificação, dessa forma, é uma questão importante a ser considerada na construção dos modelos porque, por meio dela, é possível representar a realidade.

O HC&E5 apresenta um trecho onde é possível verificar esta constatação, já que explica que não há nenhuma prova em relação à realidade molecular e nem uma maneira de demonstrá-la, mas que é uma maneira adequada de explicação de uma enorme gama de fatos.

Uma conclusão a que podemos chegar é a seguinte: **não há nenhuma prova ou experimento crucial com relação à realidade molecular.** O que há é **um conjunto enorme de fatos que só podem ser explicados em seu conjunto pela teoria atômico-molecular.** (HC&E5, p. 15).

Islas e Pesa (2003) ainda comentam que a validação de um modelo construído não se dá apenas pela sua adequação como representação da realidade, mas também pela coerência sistêmica entre as estruturas dos modelos e teorias que são aceitas pela comunidade científica.

#### 4.2.1.2.10 Ciência como atividade humana (emergente)

A categoria *Ciência como atividade humana (emergente)* ressalta o fato de que a Ciência é feita por pessoas, seres humanos comuns, que cometem erros, utilizam de suas crenças e expectativas para elaborar e legitimar suas ideias, têm qualidades e defeitos, etc. Essa categoria emerge do fato de alguns artigos analisarem características pessoais dos cientistas, apresentadas como alguns dos aspectos essenciais no fazer científico. Sendo assim, é de suma importância frisar que a Ciência é uma atividade humana que envolve questões outras que as puramente técnicas. O QUADRO 41 revela os artigos encontrados nessa categoria.

QUADRO 41 – ARTIGOS QUE APRESENTAM A CATEGORIA DE VISÃO DE ENFRENTAMENTO 'CIÊNCIA COMO ATIVIDADE HUMANA'

C&E5 – QNEsc42 – QNEsc46 – QNEsc47 – QNEsc48 – QNEsc32 – QNEsc49 – QNEsc15

FONTE: O autor (2016).

O excerto a seguir, que mostra alguns aspectos pessoais de Alfred Werner, corrobora a influência de aspectos pessoais no fazer Ciência. "Deve-se lembrar que **Werner não tinha como únicas marcas características a intuição e a impulsividade. Ele era também persistente**". (QNEsc15, p. 32).

Por meio de todas essas categorias pode-se verificar como a Ciência se considerada apenas em seus aspectos internos não dá conta da complexidade que envolve o empreendimento científico. É necessário que professores e alunos se deem conta desse fato e compreendam que a Ciência é uma atividade que merece ser estudada em si, considerando seus aspectos procedimentais e atitudinais.

Salienta-se aqui a quantidade de publicações referentes à HFC no Ensino de Química brasileiro. Apesar de alguns artigos conterem erros historiográficos, conforme observou-se nas visões deformadas, há material suficiente e adequado para que o professor de Química possa utilizar a abordagem HFC tanto em nível médio quanto em nível superior de Ensino. Por meio de uma formação adequada, o professor pode encontrar as potencialidades presentes em cada um dos artigos, de modo que, por mais que os trabalhos mostrem deficiências, isto não se torne um

empecilho para que a Química seja apresentada em seus aspectos históricos e filosóficos. Compreender o modo como a Química opera, o papel do cientista, os fatores sociais que a determinam, enfim, toda a complexidade do empreendimento científico pode ajudar a tornar o Ensino de Ciências mais atraente, interessante e motivador, dando significado ao que está sendo ensinado. É nesse sentido que a abordagem HFC oferece enorme potencial para um aprendizado mais significativo.

Levando-se em conta a diversidade de artigos analisados, a próxima seção aponta possíveis associações que podem ser feitas entre eles, de modo a complementá-los. Considera-se que o fato de um artigo apresentar visões deformadas não impossibilita sua utilização em sala de aula, desde que o professor esteja ciente dos erros conceituais que nele estão presentes. Assim, a próxima seção indica uma série de artigos que, se utilizados em conjunto, podem ser uma ferramenta valiosa na abordagem HFC.

## 5 A HFC NOS PERIÓDICOS: UM REFERENCIAL PARA A FORMAÇÃO E AÇÃO DOCENTE

Os artigos selecionados para esta pesquisa apresentam uma diversidade de temas/conteúdos, bem como, de categorias relacionadas à abordagem HFC. Por esta razão, acredita-se que estes artigos podem possibilitar boas reflexões sobre as bases desta abordagem, de modo a instrumentalizar o professor para uma discussão crítica sobre a NdC em sala de aula. Sendo assim, o objetivo da presente seção é apresentar uma seleção dos artigos, agrupados por temas/conteúdos, juntamente com as possibilidades de abordagem HFC.

### 5.1 EXPERIMENTAÇÃO

Alguns dos artigos analisados, especialmente aqueles sobre experimentação, fornecem bons subsídios para a discussão de aspectos teóricos sobre o método científico. Gil Perez et al (2001, p. 130) lembram que em geral “Apresenta-se o ‘método científico’ como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente. [...] recusando tudo o que se refere à criatividade, ao carácter tentativo, à dúvida [...]”. Esta concepção pode ser enfrentada quando se apresenta o pluralismo metodológico, evidenciando o fato de que não há um único método que garanta o desenvolvimento do conhecimento científico.

O artigo QNEsc11, *O papel da experimentação no ensino de Ciências*, procura mostrar como o papel atribuído à experimentação mudou ao longo de diferentes períodos, apresentando aspectos do pensamento aristotélico, que atribuía um valor menor aos experimentos; o pensamento moderno, baseado no empirismo de Bacon e no racionalismo cartesiano; até o pensamento contemporâneo, especialmente aquele desenvolvido por Bachelard, que dá ênfase ao processo dialógico existente entre teoria-experimento, denominado racionalismo aplicado, no qual os experimentos não mais se resumem a coleta de dados da natureza, mas sim, contribuem para a constituição de dados, por meio do uso da razão e da teoria.

Da mesma maneira, no IENCI1, *Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química*, encontra-se o argumento de que um entendimento acerca da natureza epistemológica da experimentação é necessário, “de tal modo que a realização de atividades experimentais contribua para enriquecer o conhecimento discente a respeito do papel da experimentação na produção do conhecimento científico”. (IENCI1, p. 234). Os autores defendem que as atividades experimentais precisam contribuir para problematizar entendimentos errôneos sobre a NdC, tais como o fato de que a experimentação tem como única finalidade mostrar uma teoria verdadeira e que o modo de trabalhar em Ciências é reduzido à experimentação. Nesse sentido, destaca-se, ao longo do artigo, a necessidade de compreensão do papel de um experimento e sua importância.

Em uma proposta didática que trata do tema experimentação, o artigo HC&E4, *O indutivismo ingênuo nas atividades experimentais iniciais de um curso de graduação em Química: o experimento da vela*, avaliou um curso introdutório de química laboratorial. Para compreender o “método científico”, os alunos dessa disciplina foram incentivados a fazer observações de uma vela acesa, anotando os fenômenos que se processam em sua combustão, reforçando assim uma visão distorcida da Ciência. Os autores constataram que o Método Indutivo de Bacon ainda está presente nas atividades práticas experimentais (tanto no pensamento do aluno como de professores e materiais didáticos), com o predomínio de uma linguagem considerada “senso comum”.

Nesse sentido, a fim de elucidar as visões distorcidas apresentadas pelos alunos em relação à NdC, e como superá-las, o artigo QNEsc17, *Como a química funciona?*, traz elementos importantes para a compreensão de como se dá a relação entre teoria e lei, apresentando exemplos da evolução de um conceito com exercícios para que os professores possam utilizá-los em sala de aula em conjunto com seus alunos.



## 5.2 TEORIA ÁCIDO-BASE

Aqui os artigos possibilitam refletir sobre a historicidade da ciência, uma vez que, em geral é apresentado aos alunos apenas “os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc., e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual nem as perspectivas que, entretanto, se abrem. (GIL PEREZ et al, 2001, p. 131).

O artigo HC&E10, *Proposta para o ensino dos conceitos de ácidos e bases: construindo conceitos por meio da História da Ciência combinada ao emprego de um software interativo de livre acesso*, aborda um longo período de tempo, apresentando a conceituação de ácidos e bases desde a antiguidade até a teoria de Lewis. Ao falar sobre Lavoisier, cita também o livro publicado pelo químico brasileiro Vicente Coelho de Seabra Silva Telles, que estava a par dos últimos desenvolvimentos desta Ciência, tendo publicado uma obra intitulada *Elementos de Chimica*, em 1788, um ano antes do *Tratado Elementar de Química* de Lavoisier, no qual apresentava os conceitos mais importantes e recentes da época. Foi um dos primeiros cientistas a aceitar as ideias de Lavoisier, mas, infelizmente, sua obra não teve a divulgação e o reconhecimento merecidos. O artigo é interessante, pois apesar de em alguns momentos apresentar certa linearidade e whiggismo, apresenta as teorias de cada época, relatando o que cada teoria representava e como se adequava àquele momento. É possível perceber a evolução das teorias, que com o passar do tempo ficaram cada vez mais abrangentes. Mostra claramente como cada teoria foi superando a anterior, estendendo-se a um número cada vez maior de substâncias, dependendo sempre de conhecimentos relacionados a outras áreas da Química, evidenciando, portanto, a unificação do conhecimento químico. O autor também utiliza documentos originais, como o livro de Silva Telles, o que torna o artigo ainda mais rico do ponto de vista historiográfico. Ao final, o artigo mostra como utilizar um *software* de livre acesso que possibilita ao professor simular testes de pH em diferentes substâncias como café, saliva e sabão, para verificar se a substância apresenta caráter ácido, básico ou neutro.

Já o artigo QNEsc9, *Teorias ácido-base do século XX*, trata de um período mais recente, o século XX, e discute teorias ácido-base que não são contempladas no HC&E10. Por meio do QNEsc9, pode-se notar que as teorias ácido-base foram surgindo como uma generalização da precedente, não se contrapondo frontalmente. Cada teoria abarca um universo próprio de reações químicas que vai se ampliando, procurando abranger cada vez mais os fenômenos conhecidos, de modo que cada teoria antiga vai se tornando um caso particular da nova. O autor também apresenta uma explicação muito clara do que considera uma teoria, o que ajuda a compreender os conceitos sobre NdC, aspecto esse não contemplado pelo HC&E10.

Uma 'boa' teoria, além de explicar os fatos de seu domínio, tem também que gerar pesquisas, propor problemas e fazer previsões que, ao serem confirmadas, além de darem um embasamento mais forte à teoria, geram também novas pesquisas e assim por diante. Uma 'boa' teoria necessita também ser prática, simples e funcional, para que possa ser facilmente utilizada pelos pesquisadores e também ensinada. Todas as teorias mencionadas foram 'boas' no sentido de explicar. Pode-se dizer também que foram práticas, simples e funcionais, também em seu tempo. (QNEsc9, p. 30)

Assim, esses dois artigos podem ser utilizados em conjunto, já que um, o HC&E10, trata dos aspectos históricos mais remotos das teorias ácido-base, e o outro, apresenta as teorias do século XX.

### 5.3 ATOMISMO

Nos artigos sobre atomismo, encontram-se definições sobre o que é o átomo e, principalmente, discussões relacionadas à aceitação ou não da sua existência. Eles apresentam, portanto, a possibilidade de se refletir sobre as controvérsias que fazem parte da construção da ciência.

No QNEsc33, *O congresso de Karlsruhe e a busca do consenso sobre a realidade atômica no século XIX*, a autora mostra como a comunidade dos químicos enfrentou muitas divergências no campo teórico a respeito de questões fundamentais para o avanço da Química, como debates sobre o atomismo. Na busca de consenso sobre tais questões, bem como de regras para a sua utilização, os cientistas reuniram-se em muitos congressos científicos, sendo o mais importante

deles o Congresso de Karlsruhe, que foi o primeiro Congresso Internacional que aconteceu em 1860, onde discutiram definições de átomos, moléculas e equivalentes e buscaram trazer coerência para as disputas nesse campo. Ao longo do artigo é possível vislumbrar o papel das controvérsias na construção do conhecimento científico. A autora mostra com clareza as disputas que havia em pleno século XIX entre atomistas e equivalentistas, onde os primeiros prezavam pela existência dos átomos, enquanto os segundos admitiam apenas as relações entre as diferentes substâncias. A presença de menção a fatores externos à Ciência também é evidente no artigo:

A interferência de fatores políticos e sociais nos rumos da Ciência é evidente nesse episódio. Berthelot se destacou também como político, tendo ocupado importantes cargos públicos como senador da República, presidente da Academia de Ciências e ministro da Instrução Pública. A presença no governo possibilitou sua ação no sentido de afastar atomistas que ocupavam postos de destaque no meio governamental e a adoção da notação equivalentista na França, mesmo quando os físicos já se ocupavam com a caracterização do elétron. (QNEsc33, p. 26).

O trecho acima indica como a adoção de uma ou outra convenção para as notações científicas muitas vezes fogem do caráter apenas técnico, sendo adotadas as preferências daquele que está no poder.

Outros dois artigos mostram a importância da teoria atômica para o desenvolvimento da Química nos séculos XIX e XX, dando ênfase a Jean Perrin, que demonstrou de diversas maneiras o valor da constante de Avogrado. No QNEsc 24, *Os noventa anos de Les Atomes*, o autor explora a importância dada à teoria atômica e como a sua consolidação permitiu o desenvolvimento de inúmeras áreas que compreendem a Ciência Química. O mesmo autor, Aécio Pereira Chagas, mostra em outro artigo, o HC&E5, *Existem átomos? (abordando Jean Perrin)*, de forma sumária, o desenvolvimento da teoria atômico-molecular a partir do início do século XIX até os anos que antecedem a publicação do livro de Perrin. Os artigos permitem compreender algumas controvérsias existentes entre os que acreditavam ou não na existência dos átomos, e como estes exerceram papel fundamental para o desenvolvimento de outras áreas científicas, como a física atômica.

#### 5.4 NOÇÃO DE ELEMENTO E SUBSTÂNCIA

Os artigos desta temática são de caráter bastante filosóficos e apresentam também possibilidades de discussão sobre as controvérsias acerca da definição de substância, bem como a de elemento, dois conceitos que durante muito tempo foram tidos como iguais e que só foram se consolidando com a contribuição de diversos cientistas.

No QNEsc21, *O conceito de elemento da antiguidade à modernidade*, apesar de a autora discorrer as diferentes conceituações de elemento por meio de um longo período de tempo, ela o faz com sucesso, já que não retrata a História da Química de uma maneira linear, mas sim, com rupturas, controvérsias e buscando a unificação. O período apresentado pela autora é longo para as cinco páginas do artigo, confundindo o leitor desavisado devido a falta de profundidade em relação a alguns conceitos. Ela explicita como o conceito de elemento foi mudando ao longo da história, fazendo um pequeno relato do que os principais proponentes das diferentes teorias defendiam em relação ao que eram de fato os elementos.

O texto permite que o leitor compreenda o caráter histórico e dinâmico da Ciência, já que o conceito de elemento não é mantido ao longo dos séculos, e sim reformulado inúmeras vezes. Apresenta como houve uma transição, especialmente na modernidade, de uma química qualitativa, proveniente dos gregos, para uma química quantitativa, com os trabalhos de Robert Boyle e Antoine Lavoisier. Em alguns trechos, a autora comete anacronismos, indicando que determinado cientista cometeu erros ao classificar substâncias ou elementos, analisando o passado com base no presente, atividade essa denominada "whiggismo". No entanto, apesar de muitas vezes ser condenada pela moderna historiografia da Ciência, esse tipo de relato pode ajudar o leitor iniciante a compreender as teorias do passado, fazendo analogias com o que é aceito atualmente. Entende-se que para um leitor mais experiente esse tipo de prática é vista com cautela, mas em alguns casos, um conceito tão complexo como o de elemento, que se não estudado dentro do contexto em que foi criado com profundidade, pode ser totalmente incompreensível se não forem feitas analogias com os termos presentes.

A fim de se aprofundar em um determinado período relatado pela autora do QNEsc21, o leitor pode encontrar no HC&E15, *Um exemplo de negação do conceito de elemento na filosofia natural*, mais detalhes a respeito da controvérsia acerca da noção de elemento. O texto permite vislumbrar a dinâmica da produção do conhecimento científico, apresentando a refutação de Robert Boyle ao conceito de elemento, proposto tanto por Aristóteles quanto por Paracelso. O autor mostra quais eram as premissas fundamentais dos quatro elementos aristotélicos e como o espagirita desprezava a experimentação. Já os três elementos paracelsianos, são conjecturados baseados na experimentação alquímica, mas ainda trazem uma cosmologia que escapa à totalidade dos fenômenos. Robert Boyle refuta ambas as teorias, já que em vários experimentos, como é demonstrado ao longo do texto, não é possível uma explicação a partir dos quatro ou dos três elementos propostos. O filósofo natural então cria uma nova hipótese, baseada na teoria mecanicista, utilizando para tanto a ideia de corpúsculos, que dariam abertura a uma série de novas especulações a respeito da constituição do mundo natural.

Não focando tanto em aspectos históricos, mas conceituais, no QNEsc1, *O mito da substância*, o autor comenta como o conceito de substância foi sendo desenvolvido ao longo da história, citando o fato de que as qualidades químicas são atribuídas devido a relações, e não como características inatas das substâncias: “A eletronegatividade não existe por si mesma enquanto propriedade elementar, mas é produzida na relação entre os átomos dos elementos quando estes se ligam”. (QNEsc1, pr. 10). O texto fornece subsídio para que o professor aborde algumas definições químicas não apenas utilizando classificações e memorizações. Cita o fato de que a “acidez de um ácido só tem sentido químico se mencionamos o solvente. Não existem ácidos por si, mas algo é ácido em relação a alguma outra coisa”. (QNEsc1, pg. 9). Nesse sentido, permite compreender quais as dificuldades na aprendizagem de alguns conceitos químicos pelos alunos, já que apresenta, em certo sentido, de que maneira são conceituadas as relações químicas, mostrando que a Química não é uma Ciência pronta e acabada, mas sim “um caminho pedregoso, árdua trilha de construções inacabadas”. (QNEsc1, p. 10).

## 5.5 RADIOATIVIDADE:

A radioatividade é o segundo tema químico que aparece com mais frequência nos artigos. Certamente, é por essa razão que sobre ela encontramos uma diversidade maior de possibilidades de abordagem de HFC, como: desconstrução de visões de ciência como atividade individual, verdadeira e definitiva; influências externalistas na construção da ciência e não linearidade desta.

Como uma introdução ao tema, no QNEsc3, *Raios x e radioatividade*, o autor faz um relato histórico sobre o raio-x e a radioatividade. São apresentados os principais feitos e os principais nomes associados às descobertas radioativas, como Röntgen e Becquerel. No entanto, em alguns trechos, o conhecimento científico é tratado como verdadeiro e definitivo e, em alguns pontos, é verificada a crença num realismo ingênuo. O autor também mostra a Ciência como uma atividade individual.

Em relação ao QNEsc10, *Aston e a descoberta dos isótopos*, o autor discorre como a descoberta da radioatividade influenciou as pesquisas de Aston a respeito dos isótopos. O texto apresenta uma ótima oportunidade para trabalhar o fato de que a observação é influenciada por uma teoria, já que revela como a teoria hegemônica até então, a de Dalton, que afirmava que os átomos de um mesmo elemento possuíam a mesma massa, influenciava as interpretações dos resultados obtidos com os experimentos a respeito das massas atômicas dos elementos. Aston, ao realizar experimentos com a espectrografia de massa, refuta a teoria de Dalton, dando espaço ao surgimento do conceito de isótopos de elementos não radioativos.

No que diz respeito aos aspectos externos do fazer científico, dois artigos fazem uma contextualização da época da descoberta da radioatividade e suas consequências para a sociedade. O QNEsc27, *A Radioatividade e a História do tempo presente*, aborda uma questão polêmica: a utilização da energia das reações nucleares a partir da segunda metade do século XX, quando temas como o uso de armas atômicas ou a construção de usinas nucleares foram amplamente debatidos pela opinião pública. De modo semelhante, o QNEsc41, *O despertar da radioatividade ao alvorecer do século XX*, aborda o modo como a radioatividade foi aceita pela população no início do século XX, apresentando produtos desenvolvidos

com elementos radioativos, que prometiam promover o bem-estar, resolver problemas de saúde e propiciar efeitos terapêuticos.

O HC&E3, *Uma proposta didática na utilização da História da Ciência para a primeira série do Ensino Médio: a radioatividade e o cotidiano*, apresenta uma proposta didática completa para abordar a radioatividade. O texto inicia com uma fundamentação histórica sobre a radioatividade e os principais cientistas envolvidos. Em seguida, traz uma contextualização sobre os benefícios e riscos do uso da radioatividade na sociedade.

Já no HC&E2, *A História da radioatividade nos livros didáticos*, os autores apresentam uma abordagem diferenciada. Os alunos em um primeiro momento buscam informações presentes sobre História da Química, mais especificamente sobre a história da radioatividade, nos livros didáticos, e fazem um texto com as informações encontradas. Em seguida, comparam as informações obtidas com textos acadêmicos, como os de Roberto de Andrade Martins, conhecido por publicar artigos na área. Assim, os alunos podem perceber a distância existente entre as informações contidas nos LD(s), geralmente lineares, cumulativas e descontextualizadas, e aquelas contidas em artigos que seguem a moderna historiografia da Ciência, que leva em consideração fatores externos e rupturas e/ou controvérsias científicas, dentre outros fatores. Esse tipo de abordagem permite ao aluno o desenvolvimento do senso crítico em relação ao conteúdo dos LD(s), além de fornecer exemplos de como se dá a construção do conhecimento científico.

## 5.6 TEORIA DO FLOGÍSTICO

A teoria do flogístico revela possibilidades para abordar principalmente a importância da compreensão da contextualização para se entender a construção da Ciência. O QNEsc34, *O Lavoisier que não está presente nos Livros Didáticos*, ressalta que um estudo de caso abordando Lavoisier, se realizado de forma historiograficamente atualizada, permite mostrar que o trabalho desse químico não foi importante por uma suposta indução da “lei da conservação das massas”, mas sim porque estruturou as bases de uma nova abordagem para a Química,

abrangendo tanto aspectos teóricos (como a proposição de novos conceitos e novas explicações para os experimentos) como aspectos metodológicos.

Nesse sentido, o RBPEC3, *Lavoisier e a influência nos Estilos de Pensamento Químico: contribuições ao ensino de química contextualizado sócio-historicamente* pode contribuir para tal estudo de caso, já que os autores tratam da teoria do flogístico e sua contraposição por Lavoisier ao introduzir a noção de composição do ar, identificando que este era formado por mais de um componente, podendo ser decomposto e recomposto, além da introdução de um novo sistema de nomenclatura.

Recorrendo a diferentes trabalhos de autores que tratam da história e filosofia da Ciência, delineamos a seguir o contexto em que a teoria do flogístico se dissemina na França, sendo esse o lócus em que Lavoisier e colaboradores desenvolveram seus trabalhos, que acabariam por confrontar as ideias flogistas. (RBPEC3, p. 12).

Ao relatar a história do desenvolvimento do flogisto, o RBPEC3 pode ser utilizado com o QNEsc36, *Representação de temas científicos em pintura do século XVIII: um estudo interdisciplinar entre Química, História e Arte*, que apresenta uma proposta interdisciplinar ao discutir um quadro pintado no século XVIII que representa a emergente química pneumática. Os autores discutem os elementos representativos presentes no quadro, interrelacionando vários aspectos que o compõe, contextualizando-o segundo a época em que foi produzido. Por meio desta contextualização, é permitido ao leitor compreender o momento histórico, o pensamento filosófico representado pelo Iluminismo, e também o contexto Químico representado pelos químicos pneumáticos. Ao sintetizar os avanços da química pneumática da época, os autores reconstróem o caminho percorrido por alguns dos químicos da época, apresentando algumas contribuições ao entendimento dos diferentes "ares" que compunham o ar atmosférico. Tais estudos foram fundamentais para que Lavoisier pudesse refutar a teoria até então dominante do flogisto e elaborasse sua Teoria do Oxigênio, podendo o leitor, assim, compreender a atividade coletiva que compreende a Ciência.

Por fim, o HC&E6, *Do calórico ao calor: uma proposta de ensino de química na perspectiva histórica*, os autores escolheram trabalhar com uma sequência didática que contemplasse uma abordagem experimental e histórica, utilizando a problematização e a investigação. Por meio de uma atividade investigativa, os



alunos deveriam propor explicações para as sensações de quente e frio e para a fusão do gelo em diversas superfícies. Comparando as explicações com um texto que era adepto à teoria do flogisto, os alunos puderam compreender o porquê dessa teoria não ser mais aceita, promovendo assim uma mudança conceitual. A opção dos autores foi recorrer a um texto original, e escolheram como fonte o livro *Conversations on chemistry*, de Jane Marcet, que contextualiza a teoria do calórico. Os alunos perceberam com essa atividade o caráter dinâmico das teorias científicas.

## 5.7 ELETROQUÍMICA

Nos artigos sobre eletroquímica também há outra boa possibilidade de refletir sobre as controvérsias na construção da Ciência. No QNEsc14, *A eletricidade e a Química*, o próprio texto é um material didático, já que apresenta o desenvolvimento da eletricidade, bem como sua relação com a eletroquímica, mostrando a importância de tal conceito para o desenvolvimento da Química. A partir da compreensão da natureza da eletricidade, pode-se explicar uma série de reações químicas, associando-as às diferentes cargas elétricas que os elementos possuem. O texto apresenta, mesmo que de maneira sucinta (quatro páginas, como a maioria dos artigos presentes na seção HQ), a evolução do conceito de eletricidade, desde os primórdios, na antiguidade grega, até os dias atuais, com o desenvolvimento das partículas subatômicas. A autora traz os primeiros conceitos de eletricidade, os primeiros fenômenos observados, bem como as explicações dadas na época para tais fenômenos, e como, com a constatação de anomalias, o conceito foi se modificando. É salientado, em diversos pontos, aspectos externos do fazer científico que influenciam o rumo das pesquisas, como o debate entre Galvani e Volta, em que Volta acaba vencendo por ter grande influência no meio acadêmico da época. Devido, em parte, a sua autoridade, a teoria da eletricidade por contato foi aceita.

Em relação a esse episódio, o QNEsc13, *O bicentenário da invenção da pilha elétrica*, apresenta o contexto da invenção da pilha elétrica no final do século XVIII por Alessandro Volta, incluindo a sua célebre controvérsia com Luigi Galvani. Este artigo permite vislumbrar principalmente a concepção sobre NdC de que as

controvérsias fazem parte da construção do conhecimento científico, salientando que, sob determinada ótica, não existem "vencedores" ou "perdedores", já que os cientistas contribuem coletivamente para o avanço do conhecimento, sendo os trabalhos dos "derrotados" tão importantes quanto os do que são louvados na História da Ciência como os vencedores. Também enfatiza o papel da eletricidade na descoberta de novos elementos químicos, em função da utilização da recém desenvolvida eletrólise. Esse feito possibilitou um grande avanço nos conhecimentos químicos da época, já que novas teorias foram criadas para justificar a formação de compostos químicos, considerando-se a interação entre cargas positivas e negativas.

Considera-se que essas são algumas das associações possíveis entre os diversos artigos apresentados. Com este material em mãos, o professor pode buscar outros elementos que complementem o que foi mostrado nesta pesquisa, como fontes primárias, ou seja, o trabalho que os cientistas publicaram; reprodução de experimentos históricos, buscando ser o mais fidedigno possível à época de realização do experimento; problematização, por meio do teatro, de controvérsias históricas a respeito da aceitação de diferentes teorias, enfim, o professor pode encontrar uma miríade de possibilidades para a utilização da abordagem HFC.

Salienta-se também que alguns temas, como a Radioatividade e a Eletroquímica, podem ser propostos em uma perspectiva multidisciplinar, juntamente com o professor de Física, além de os diversos temas históricos tratados poderem ser trabalhados com o professor de História, Filosofia, Sociologia, dentre outros, rompendo com o aparente distanciamento existente entre as disciplinas da área de Ciências humanas e as de Ciências exatas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo delinear o estado do conhecimento sobre a abordagem História e Filosofia da Ciência (HFC) nos artigos publicados nos principais periódicos nacionais da área de Ensino de Ciências que tratam dessa abordagem no Ensino de Química. Objetivou-se também apresentar uma compilação dos artigos de modo a permitir ao professor de Química acesso mais fácil e sistematizado a essa produção, de modo a subsidiá-lo tanto no aprofundamento da sua compreensão sobre esta abordagem, quanto para utilização em sala de aula.

O trabalho consistiu na realização de um levantamento de caráter inventariante e descritivo das publicações, à luz de categorias sob as quais os artigos foram analisados. Procuramos também mostrar um quadro preliminar da produção de conhecimentos relativos à HFC no Ensino de Química, explorando em que medida os conhecimentos produzidos sobre esta temática podem ser levados para as aulas de Química.

Realizamos a pesquisa sustentados e movidos pelo desafio de conhecer o já construído e produzido para depois buscar o que ainda não foi feito, de dar conta de determinado saber que se avoluma cada vez mais rapidamente e de divulgá-lo para a sociedade. Procuramos também indicar possibilidades de integração de diferentes perspectivas, aparentemente autônomas, que permitiram identificar duplicações ou contradições e determinar lacunas e vieses.

Há limitações no levantamento, na medida em que a produção de conhecimento da área é ampla e abrange diversos outros periódicos, eventos, dissertações e teses. No entanto, embora tenham sido explorados apenas 10 periódicos, alguns aspectos parecem ficar claros com a análise realizada, como a prevalência de trabalhos associados ao estudo histórico do desenvolvimento de teorias e o baixo número de implementações de propostas de ensino.

Apesar disso, se os trabalhos teóricos acabam prevalecendo em relação a pesquisas de ordem mais prática, não se pode esquecer que estes têm uma importância muito grande para o desenvolvimento da temática no ensino e sem

trabalhos dessa natureza certamente não há avanços em propostas para a sala de aula.

O estudo foi desenvolvido por meio da análise das propostas didáticas, metodologias utilizadas, conteúdos abordados, instrumentos de constituição e análise de dados, autores mais influentes e, principalmente, com a análise das concepções sobre a NdC presentes nos artigos. A realização da pesquisa traduzida em citações, descrições, tabelas e gráficos, permitiu traçar um panorama geral das propostas, fornecendo informações relevantes para essa área de pesquisa.

Salientamos que a análise dos trabalhos foi realizada sob critérios que orientaram os possíveis enquadramentos, havendo, portanto, algum nível de arbitrariedade.

Ao longo do trabalho, mostramos a existência de uma demanda em se discutir e ensinar a NdC no Ensino de Ciências, e que uma das opções para sanar esta demanda, de acordo com os referenciais adotados, é por intermédio dos estudos proporcionados pela HFC. Assim, o primeiro capítulo foi dedicado às discussões a respeito da HFC no ensino de Ciências, apresentando os aspectos epistemológicos e historiográficos que norteiam tais questões, por meio de visões consensuais sobre a NdC que mais se adequam à educação em Ciências.

O objetivo do segundo capítulo foi mapear as pesquisas que já foram desenvolvidas sobre HFC em periódicos e eventos, destacando a presença da HFC no Ensino de Ciências e como a área vem se consolidando ao longo dos anos no cenário brasileiro. Este mapeamento tornou possível verificar que as pesquisas que tratam da abordagem HFC estão presentes no cenário brasileiro, e que esta vem se consolidando como uma das áreas na qual os pesquisadores brasileiros têm se dedicado.

O terceiro capítulo dedicou-se em apresentar os descritores gerais e específicos que orientaram os enquadramentos dos artigos em categorias analíticas. O *corpus* desta pesquisa foi constituído por 90 artigos de educação em Química, selecionados dentre 3.501 por meio das palavras-chave História e Filosofia da Ciência, História da Ciência, Filosofia da Ciência e Natureza da Ciência, presentes no título, resumo e/ou palavras-chave. O primeiro artigo publicado referente à

abordagem HFC foi no ano de 1995, e desde então, houve pelo menos um artigo publicado a cada ano.

De maneira geral, em relação aos autores, os artigos se encontram bem distribuídos, sendo que dentre os 90 artigos, 25 são assinados por quatro autores: Paulo Porto (9), Maria C.M. Oki (6), Attico Chassot (5) e José Claudio Del Pino (5). Estes são os principais pesquisadores responsáveis por publicações na área de HFC no Ensino de Química do país, com trabalhos que abordam desde o estudo histórico do desenvolvimento de teorias até pesquisas sobre concepções de NdC em livros didáticos.

Em relação à região geográfica nota-se que o Sudeste é a região com maior número de publicações (47). O panorama geral mostrou que apesar de termos uma grande comunidade trabalhando em encaminhamentos didáticos, ainda existem regiões de nosso país com um número baixo de publicações, como a região Centro-Oeste (3) e Norte (2).

Dentre as instituições de ensino, as federais foram as que mais publicaram, seguida das estaduais. No entanto, a universidade com mais publicações foi uma estadual, a USP, seguida de uma federal, a UFBA.

Os trabalhos publicados de 1995 a 2005 não eram direcionados, em sua maioria, a nenhum nível de ensino em específico. No entanto, a partir de 2005, é significativa a quantidade de trabalhos voltados ao Ensino Médio e ao Ensino Superior. Isso mostra que os pesquisadores estão cada vez mais atentos a trabalhos que procuram, de alguma maneira, inserir temas da NdC no Ensino de Química.

Um dos problemas que verificamos ao iniciarmos a pesquisa era a falta de trabalhos que indicassem como utilizar a abordagem HFC em sala de aula, já que os professores em geral não sabem como a HFC pode ajudar no ensino de conteúdos científicos, além de considerarem os últimos como o objetivo mais importante no ensino. Nesse sentido, procuramos enquadrar os trabalhos em categorias que permitissem verificar quais as tendências e temáticas privilegiadas, e assim, fornecer subsídios para que o professor utilize a abordagem HFC.

Até o ano 2000, constatamos que os trabalhos tratavam basicamente de *estudos históricos do desenvolvimento de teorias* e de *relatos históricos*. A presença

desse tipo de trabalho permite que o professor entre em contato com material histórico adequado, e que supere pelo menos uma das dificuldades encontradas pelos professores em utilizar a abordagem HFC, que é a falta de referências históricas em relação aos conteúdos químicos.

A partir de 2001, os artigos começam a se diversificar em relação às propostas de trabalho. São publicados artigos que analisam concepções de NdC presentes em livros didáticos tanto de nível médio como de nível superior, e artigos que avaliam concepções de NdC de alunos e de professores. Ressalta-se que a análise de livros didáticos aparece na maioria dos periódicos, indicando a importância que é dada pelos pesquisadores à verificação das concepções que são ali apresentadas, já que influenciam na concepção de NdC que será transmitida ao aluno.

Em um período posterior, os trabalhos começam a se voltar para a sala de aula, com propostas didáticas variadas que complementam a lacuna que havia em relação a essa abordagem: o modo como o professor poderia utilizá-la em sala de aula. As propostas didáticas aparecem a partir de 2005, com os artigos da QNEsc, que foi o periódico que apresentou mais artigos nessa categoria. As Revistas HC&E e C&E também apresentaram propostas didáticas, com sete e um artigos respectivamente.

Em muitos trabalhos verificamos que a abordagem em relação à HC preferida pelos autores é a explícita e reflexiva, na qual o estudante é levado a discutir e refletir sobre as relações entre a NdC e o conteúdo trabalhado em sala, buscando desenvolver um entendimento próprio sobre as questões que são colocadas, com o professor mediando discussões e reflexões sobre a NdC. A História da Ciência foi utilizada pela grande maioria dos artigos como oportunidades para os alunos realizarem estudos de caso, por meio do exame de eventos históricos relevantes ou explorando algo da história pessoal dos cientistas ou de suas descobertas.

As propostas em geral foram abordadas com a utilização de textos, demonstrando a importância que os professores atribuem à leitura como instrumento para a aquisição de conhecimentos. Associados a questionários, os textos

apresentavam fragmentos da História da Ciência relacionados ao conteúdo de Química abordado.

Em relação à variedade de materiais de cunho histórico-filosófico utilizado nas propostas didáticas, há ainda uma defasagem, já que predominam os textos teóricos. No entanto, a diversidade, mesmo que pequena, existe e algumas propostas didáticas apresentadas nos artigos utilizam de diferentes técnicas de ensino, como a peça de teatro. Não houve artigos utilizando experimentos numa abordagem histórica.

Assim, ao longo dos anos, de 1995 a 2015, as publicações referentes à abordagem HFC no Ensino de Química vêm aumentando, tanto em quantidade quanto em diversidade de temas que os artigos apresentam. Pode-se dizer que foi nos últimos dez anos que a área se consolidou, com artigos sendo publicados com maior frequência e sobre temas variados. O *estudo histórico do desenvolvimento de teorias* é a categoria mais presente nas pesquisas, seguida das *propostas didáticas*. Isso indica uma evolução da área, já que com material didático adequado e propostas de como implementar a abordagem HFC em sala de aula, os professores têm maiores possibilidades de utilizar a NdC em sala de aula.

Os temas/conteúdos químicos abordados nos trabalhos também foram muito variados. Podemos encontrar todos os conteúdos químicos estudados no Ensino Médio presentes nos trabalhos, sendo que a maioria deles também podem ser utilizados no Ensino Superior, desde que sejam realizadas as devidas modificações, a exemplo do nível de aprofundamento dos conteúdos e do detalhamento histórico.

Os conteúdos químicos mais recorrentes foram a teoria atômica e a radioatividade, assuntos que, de certa maneira, são privilegiados nos trabalhos, devido, entre outros fatores, à proximidade que apresentam com a Física, área que possui uma maior tradição em estudos histórico-científicos.

No entanto, a maioria dos artigos se enquadraram na categoria *Nenhum em específico*, onde não é tratado nenhum conteúdo químico ao longo do trabalho, os quais são voltados à discussões de natureza epistemológica ou histórica da Ciência, avaliando concepções de professores e alunos, currículo, análise de LD, dentre outros.

Os artigos, de maneira geral, não citaram a *Metodologia de Análise* utilizada para as reconstruções históricas, bem como os *Instrumentos de pesquisa*, já que a maioria deles são trabalhos que envolvem estudos históricos. Nestes, os autores se preocupam em mostrar apenas o resultado final, a reconstrução histórica, e não apresentam a metodologia utilizada.

Os principais referenciais teóricos foram Antonio Cachapuz e Ana Maria Alfonso-Goldfard, dois autores que fazem pesquisas nas áreas da abordagem HFC e História da Química, respectivamente. Estas duas áreas se complementam já que, os estudos históricos são necessários para que tenhamos material para ser utilizado em sala de aula, e as pesquisas sobre como abordar o tema fornecem subsídios para os professores.

A quantidade de trabalhos que apresentaram visões de enfrentamento é superior à quantidade de trabalhos com visões deformadas. No entanto, não podemos concluir que com o passar dos anos os artigos vêm apresentando cada vez menos visões deformadas. Tanto as visões de enfrentamento quanto as visões deformadas estão distribuídas de maneira quase uniforme ao longo dos anos.

Grande parte dos artigos que abordam o *estudo histórico do desenvolvimento de teorias* apresentam, em algum momento, visões deformadas. Devido, entre outros fatores, à limitação de páginas do artigo, o detalhamento histórico muitas vezes é prejudicado, sendo que alguns artigos procuram privilegiar aspectos conceituais da Química ao invés de aspectos históricos, e assim, algumas questões históricas importantes são suprimidas.

No entanto, a quantidade de artigos que apresentaram visões de enfrentamento é significativa, o que indica uma evolução em relação à concepção de NdC que os artigos vêm apresentando. Concepções menos ingênuas nos materiais didáticos e em consonância com a moderna Filosofia da Ciência são o primeiro passo para que os alunos compreendam o fazer científico em sua totalidade.

Os trabalhos em geral procuram mostrar o caráter histórico e dinâmico da Ciência, sendo ela uma atividade coletiva que é influenciada por fatores externos. Todas essas concepções de NdC reforçam a ideia de que a atividade científica não é rígida, algorítmica, imutável e regida por leis eternas, e que os cientistas não são



seres geniais que em momentos de *insight* fazem grandes descobertas. É possível, por meio dessas concepções, que os alunos compreendam a Ciência como uma atividade essencialmente humana, com uma história de rupturas e controvérsias construída por homens e mulheres ao longo dos séculos.

Este trabalho também buscou fornecer alguns elementos que permitam ao professor analisar elementos da HFC presente em artigos, livros didáticos, dentre outros materiais. Concordamos com o fato de que é preferível pouca informação histórica de qualidade ao invés de uma História da Ciência superficial e distorcida. Não se pretende que o professor de Química seja um historiador da Ciência profissional, mas que saiba de alguns aspectos básicos que o permitam não transmitir aos alunos informações simplistas e reducionistas sobre o que é o empreendimento científico e, principalmente, como a Ciência é construída.

Sendo assim, uma das contribuições desta pesquisa se dá no sentido de que o levantamento bibliográfico feito constitui-se em um banco de dados que pode servir como apoio ou ponto de partida para professores que queiram conhecer ou utilizar a abordagem HFC.

Dessa maneira, procuramos fornecer subsídios para que o professor possa utilizar os diferentes artigos encontrados nesta dissertação de maneira integrada. Procuramos com este trabalho, sanar alguns dos inúmeros desafios relacionados ao desenvolvimento de conhecimento de conteúdo pedagógico relacionado à NdC: o fato de não saber a melhor forma de utilização de tal abordagem; os materiais instrucionais serem poucos, inadequados ou inexistentes e os conhecimentos e habilidades dos professores em relação ao tema serem insatisfatórios.

Compreender a NdC permite que os alunos adquiram visões mais adequadas sobre a prática científica, além de impactar positivamente nas atitudes e nos interesses dos alunos frente à ciência. Destacamos a importância fundamental da contínua formação dos professores e, nesse âmbito, destacamos a necessidade da inserção de discussões explícitas a respeito de diferentes concepções sobre a NdC. Instrumentalizar-se com ferramentas críticas, que ajudem a compreender as concepções epistemológicas e historiográficas subjacentes aos materiais didáticos e de divulgação científica, daria aos professores condições para tirar maior proveito

das múltiplas possibilidades didáticas que as abordagens históricas da Ciência podem oferecer.

Sendo a Ciência assim tão complexa, defendemos que é necessário que os alunos de Química, tanto de nível médio como superior, conheçam um pouco mais alguns de seus aspectos, não no sentido de ter uma visão profunda, mas uma visão mais ampla sobre a Ciência. Não se pode deixar de considerar ainda que não se trata de aumentar um conteúdo curricular, mas de mudar a abordagem dada aos conteúdos já estudados, permeando-os com os aspectos da NdC cabíveis em cada contexto.

## REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALIC, Fouad. Examining the sources for our understanding about science: enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 3, p. 353-374, 2012

ABD-EL-KHALICK, Fouad. Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. **Science & Education**, v. 22, p. 2087-2107, 2013.

ALLCHIN, Douglas. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

ARRUDA, Sérgio de Mello; SILVA, Marcos Rodrigues da; LABURÚ, Carlos Eduardo. Laboratório didático de Física a partir de uma perspectiva kuhniana. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 97-106, 2001.

BACHELARD, Gaston. **Estudos**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.

\_\_\_\_\_. **A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBOSA, Elyana. Gaston Bachelard e o racionalismo aplicado. **Cronos**, Natal, v. 4, n. 1/2, p. 33-37, jan./dez. 2003.

BEJARANO, Nelson Rui Ribas; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. A educação química no Brasil: uma visão por meio das pesquisas e publicações da área. **Educación Química**, México v. 11, n. 1, p. 160-167, 2000.

BELTRAN, Maria Helena Roxo; SAITO, Fumikazu; TRINDADE, Lais dos Santos Pinto. **História da Ciência para a formação de professores**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

BEZERRA, Evaldo Victor Lima. **Análise de propostas didáticas de história e filosofia da Ciência para o ensino de física**. 2014. 224 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática). Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações curriculares para o ensino médio**. v. 2. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+, Ensino Médio, orientações complementares aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documento/BNCC-APRESENTACAO.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2016.

CACHAPUZ, António. et al. **A necessária renovação do ensino das Ciências**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAPPS, Daniel K.; CRAWFORD, Barbara A. Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: are they happening? **Journal of Science Teacher Education**, v. 24, n. 3, p. 497-526, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage learning, 2013.

\_\_\_\_\_; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. 10 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CHALMERS, Alan F. **O que é Ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHASSOT, Attico. Alquimiando a química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.1, p. 20-22, 1995.

CHINELLI, Maura Ventura; FERREIRA, Marcus Vinícius da Silva; AGUIAR, Luiz Edmundo Vargas de. Epistemologia em sala de aula: a natureza da Ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 1, p. 17-35, 2010.

COMTE, Augusto. **Curso de filosofia positiva** (duas primeiras lições). In: COMTE, Augusto. São Paulo: Abril Cultural, 1978. p. 33-113. Disponível em: <[http://www.ldaceliaoliveira.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/18/1380/184/arquivos/File/materiais/2014/sociologia/Colecao\\_Os\\_Pensadores\\_Auguste\\_Comte.pdf](http://www.ldaceliaoliveira.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/18/1380/184/arquivos/File/materiais/2014/sociologia/Colecao_Os_Pensadores_Auguste_Comte.pdf)>. Acesso em: 27/08/2015.

CUSTÓDIO, José Francisco; CRUZ, Frederico Firmo de Souza Cruz; PIETROCOLA, Maurício. Explicações científicas, explicações escolares e entendimento. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p.179-204, 2011.

CUPANI, Alberto. A Ciência como conhecimento 'situado'. In: MARTINS, Roberto de Andrade et al. (Orgs.) **Filosofia e História da Ciência no Cone Sul: 3º Encontro**. Campinas: AFHIC, 2004, p.12-22.

DURANT, Will. **A história da filosofia**. Série Os Pensadores. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1996.

EFLIN, Juli T.; GLENNAN, Stuart; REISCH, George. The nature of science: a perspective from the philosophy of science. **Journal of research in science the teaching**, v. 36, n. 1, p. 107-116, 1999.

FERNANDES, Maria Angélica Moreira; PORTO, Paulo Alves. Investigando a presença da História da Ciência em livros didáticos de Química Geral para o ensino superior. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 420-429, 2012.

FEYERABEND, Paul. **Contra o método**. 3 ed. São Paulo: Editora UNESP, 2007.

FIORUCCI, Antonio Rogério; SOARES, Marlon H.F.B.; CAVALHEIRO, Eder T.G. O conceito de solução tampão. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 13, p. 18-21, 2001.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; MARTINS, Roberto de Andrade; PIETROCOLA, Maurício. History and nature of science in high school: building up parameters to guide educational materials. **Science and Education**, v. 21, n. 5, p. 657-682, 2012.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto de Andrade. Historiografia e natureza da Ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

FOUREZ, Gérard. **A construção das Ciências**: introdução à filosofia e à ética das Ciências. São Paulo: Editora UNESP, 1995.

FRANCISCO, Cristiane Andretta; QUEIROZ, Salete Linhares. A produção do conhecimento sobre o ensino de Química nas reuniões anuais da Sociedade Brasileira de Química: uma revisão. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 8, p. 2100-, 2110, 2008.

\_\_\_\_\_. A Produção acadêmica brasileira sobre o ensino de Química em programas de pós-graduação em ensino de Ciências e Matemática. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011, Campinas. **Atas ...** Campinas: ABRAPEC, 2011.

GANDOLFI, Haira Emanuela. **A natureza da química em fontes históricas do Brasil colonial (1748-1855): contribuições da história da exploração mineral para o ensino de química**. 2013. 226 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e em Matemática). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2013.

GANDOLFI, Haira Emanuela; FIGUEIRÔA, Sílvia Fernanda de Mendonça. A história da Ciência e o ensino interdisciplinar: uma revisão de propostas e contribuições. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013, Águas de Lindóia. **Atas ...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL-PÉREZ, Daniel. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GRECA, Ileana María; FREIRE JR., Olival. A “crítica forte” da Ciência e implicações para a educação em Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 343-361, 2004.

GUERRA, Andreia; BRAGA, Marco; REIS, José Claudio. History, philosophy, and Science in a social perspective: a pedagogical Project. **Science and Education**, v. 22, p. 1485-1503, 2013.

HENKE, Andreas; HÖTTECKE, Dietmar. Physics teachers' challenges in using history and philosophy of Science in teaching. **Science and Education**, v. 24, p. 349-385, 2015.

HÖTTECKE, Dietmar; RIESS, Falk. Developing and implementing case studies for teaching Science with the help of history and philosophy. **Paper presented at the Tenth International History, Philosophy and Science Teaching Conference**. South Bend, USA, 2009.

HÖTTECKE, Dietmar; HENKE, Andreas; RIESS, Falk. Implementing history and philosophy in Science teaching: strategies, methods, results and experiences from the European HIPST Project. **Science and Education**, v. 21, n. 9, p. 1.233-1.261, 2012.

HÖTTECKE, Dietmar; SILVA, Cibelle Celestino. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science and Education**, v. 20, n. 3-4, p. 293-316, 2011.

HOYNINGEN-HUENE, Paul. Context of discovery and context of justification. **Studies in History and Philosophy of Science**, v. 18, n. 4, p. 501-515, 1987.

ISLAS, Stella Maris; PESA, Marta A. Futuros docentes y futuros investigadores se expresan sobre el modelado em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 319-328, 2001.

\_\_\_\_\_. ¿Qué rol asignan los profesores de física de nível médio a los modelos científicos e a las actividades de modelado? **Enseñanza de las Ciencias**, número extra, p. 57-66, 2003.

IRZIK, Gürol; NOLA, Robert. A family resemblance approach to the nature of science for science education. **Science and Education**, v. 20, p. 591-607, 2011.

KUHN, Thomas Samuel. **A estrutura das revoluções científicas**. 12 ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

LAUDAN, Larry. **Progress and its problems: towards a theory of scientific growth**. Berkeley: University of California Press, 1977.

LEDERMAN, Norm G. et al. Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assesment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n.6, p. 497-521, 2002.

LEDERMAN, Norman. G. Research on nature of science: Reflections on the past, anticipations of the future. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 7, n. 1, 2006.

LEITE, Laurinda. History of science in science education: Development and validation of a checklist for analysing the historical content of science textbooks. **Science and Education**, Dordrecht, v.11, n.4, 2002.

LÔBO, Soraia Freaza. O ensino de química e a formação do educador químico, sob o olhar bachelardiano. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 1, p. 89-100, 2008.

LOGUERCIO, Rochele de Quadros; DEL PINO, José Cláudio. Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 8, n. 1, p. 67-77, 2006.

LONDERO, Leandro. A história e filosofia da Ciência na formação de professores de física: controvérsias curriculares. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 11, p. 18-32, 2015.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de Ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 324-330, 1993.

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

MALDANER, Otavio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de química**. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

MARTINS, André Ferrer Pinto. História e filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 112-131, abr. 2007.

MARTINS, Roberto de Andrade. Que tipo de história da ciência esperamos ter nas próximas décadas? **Episteme. Filosofia e História das Ciências em Revista**, Porto Alegre, v. 10, p. 39-56, 2000.

\_\_\_\_\_. Como não escrever sobre história da física – um manifesto historiográfico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 113-129, 2001.

\_\_\_\_\_. Introdução: A história das Ciências e seus usos na educação. In: SILVA, Cibele Celestino. (Org.). **Estudos de história e filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006, p. xvii-xxx.

MATIELLO, José R.; BRETONES, Paulo S. Teses e dissertações sobre o ensino de química no Brasil: análises preliminares. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), 2010, Brasília. **Trabalhos .....Brasília**, 2010, p. 1-11.

MATOS, João A. de M. G. et al. Ensino de disciplinas de História da Química em cursos de graduação. **Química Nova**, São Paulo, 14(4), p. 295-299, 1991.

MATTHEWS, Michael. História, filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

McCAIN, Kevin. Explanation and the nature of scientific knowledge. **Science and Education**, v. 24, p. 827-854, 2015.

McCOMAS, William; ALMAZROA, Hiya; CLOUGH, Michael. The nature of science in science education: an introduction. **Science and Education**, v. 7, p. 511-532, 1998.

McCOMAS, William. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science and Education**, v. 17, n. 2-3, p. 249-63, 2008.

\_\_\_\_\_; KAMPOURAKIS, Kostas. Using the history of biology, chemistry, geology, and physics to illustrate general aspects of nature of Science. **Review of Science, Mathematics and ICT Education**, v. 9, n. 1, p. 47-76, 2015.

MEGID NETO, Jorge. **Tendência da pesquisa acadêmica sobre o ensino de Ciências no nível fundamental**. 1999. 365 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

MIGUEL, Leonardo Rogério; VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. A distinção entre os “contextos” da descoberta e da justificativa à luz da interação entre a unidade da Ciência e a integridade do cientista: o exemplo de William Wherrel. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 4, n. 1, p-33-48, 2011.

MILARÉ, Tathiane. **A pesquisa em Ensino de Química na Universidade de São Paulo: estudo das dissertações e teses (2006 a 2009) sob a perspectiva fleckiana**. 2013. 185 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2013.

MONK, Martin; OSBORNE, Jonathan. 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, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

MOURA, Breno Arsioli. **Formação crítico-transformadora de professores de Física: uma proposta a partir da História da Ciência**. 2012. 309 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de BioCiências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

\_\_\_\_\_. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a história e filosofia da Ciência. **Revista Brasileira e História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

\_\_\_\_\_; SILVA, Cibelle Celestino. Abordagem multicontextual da História da Ciência: uma proposta para o ensino de conteúdos históricos na formação de professores. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 336-348, 2014.

NASCIMENTO JÚNIOR, Antônio Fernandes. Fragmentos da construção histórica do pensamento neo-empirista. **Ciência e Educação**, v. 5, .n. 1, p. 37-54, 1998.

\_\_\_\_\_. Fragmentos do pensamento dialético na história da construção das Ciências da natureza. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 6, n. 2, p. 119-139, 2000.

OLIVA, Alberto (org.) **Epistemologia: a cientificidade em questão**. Campinas: Papirus, 1990.

\_\_\_\_\_. **Anarquismo e conhecimento**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2005.

\_\_\_\_\_. **Filosofia da Ciência**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2010.

OLIVEIRA, Bernardo Jefferson de; CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão. Thomas Kuhn e a nova historiografia da Ciência. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 1-11, 2002.

OLIVEIRA, Rilavia Almeida de; SILVA, Ana Paula Bispo da. A História da Ciência no ensino: diferentes enfoques e suas implicações na compreensão da Ciência. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2011, Campinas. **Atas ...** Campinas, SP: ABRAPEC, 2011.



OLIVEIRA, Wesley Costa de; DRUMMOND, Juliana M. Hidalgo F. Refletindo sobre desafios à inserção didática da história e filosofia da Ciência em oficina de formação docente. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 151-179, 2015.

PAIVA, Rita. **Uma inserção no universo bachelardiano**: o alargamento da imaginação e a obsolescência do objetivismo na Ciência e na sociologia. 1997. 174 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Departamento de Sociologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

PEDUZZI, Luiz O. Q. Sobre continuidades e descontinuidades no conhecimento científico: uma discussão centrada na perspectiva kuhniana. In: SILVA, Cibele Celestino. (Org.). **Estudos de história e filosofia das Ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 59-83.

\_\_\_\_\_; MARTINS, André; FERREIRA, Juliana (Orgs.). **Temas de História e Filosofia da Ciência e Ensino**. Natal: EDUFRN, 2012.

PESSOA JÚNIOR, Osvaldo. Uma teoria causal-pluralista da observação. In: DUTRA, Luiz Henrique de Araújo.; LUZ, Alexandre Meyer. (Orgs.) 2011. **Temas de filosofia do conhecimento**. Florianópolis: NEL/UFSC, v. 11, Coleção Rumos da Epistemologia. p. 368–381.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRAIA, João Felix; CACHAPUZ, Antonio Francisco Carrelhas; GIL-PÉREZ, Daniel. Problema, teoria e observação em Ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em Ciência. **Ciência e Educação**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 127-145, 2002.

QUEIRÓS, Wellington Pereira de; BATISTETI, Caroline Belotto; JUSTINA, Lourdes Aparecida Della. Tendências das Pesquisas em História e Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências: O que o ENPEC e o EPEF nos revelam? In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

RAÍCIK, Anabel Cardoso; PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadros. Uma discussão sobre os contextos da descoberta e da justificativa nos estudos de Du Fay. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2013, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013.

\_\_\_\_\_. O contexto da descoberta e o contexto da justificativa em sala de aula. In: Conferencia latinoamericana del international, history and philosophy of science teaching group IHPST, 3., 2014, Santiago do Chile. **Comunicação oral...** Santiago do Chile: IHPST, 2014. p. 23-33.

ROCHA-FILHO, Romeu C. Os fulerenos e sua espantosa geometria molecular. **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 7-11, 1996.

ROCHA, Marcelo Augusto; SALVI, Rosana Figueiredo. Panorama atual sobre os trabalhos de campo em periódicos da área de ensino de Ciências (2005-2009). In: Encontro de Geógrafos Brasileiros, 16, 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2010. p. 1-10.

ROGADO, James. **O lugar da História da Ciência em investigações sobre educação química no Brasil: refazendo o caminho e apontando alternativas.** 2007. 132 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2007.

ROMANOWSKI, Joana Paulin; ENS, Romilda Teodora. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte” em Educação. **Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006.

RUDGE, David Wÿss. et al. Changes observed in views of nature of science during a historically based unity. **Science and Education**, v. 23, p. 1.879-1.909, 2014.

RUFFATO, Carlos Alberto; CARNEIRO, Marcelo Carbone. A concepção de Ciência de Popper e o Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 2, p. 269-289, 2009.

SAITO, Fumikazu. “Continuidade” e “descontinuidade”: o processo da construção do conhecimento científico na História da Ciência. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 39, p. 183-194, 2013.

SANTOS, Celênia P. et al. Papel: como se fabrica? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 14, p. 3-7, 2001.

SAYÃO, Luis Fernando. Modelos teóricos em Ciência da informação – abstração e método científico. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 82-91, jan./ abr. 2001.

SCHIRMER, Saul Benhur; SAUERWEIN, Inés Prieto Schmidt. Recursos didáticos e história e filosofia da Ciência em sala de aula: uma análise em periódicos de ensino nacionais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 61-77, 2014.

SCHNETZLER, Roseli P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002.

SILVA, Boniek Venceslau da Cruz. A história e filosofia da Ciência na formação dos professores: um estudo no curso de física da UFPI. **Ciência & Ideias**, Nilópolis, v. 5, n.1, p. 39-50, 2014.

SILVA, Elda Cristina Carneiro da. **A teoria celular em livros didáticos de biologia: uma análise a partir da abordagem histórico-filosófica da Ciência.** 2014. 292 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

SILVA, Francismary Alves da. Descoberta versus justificativa: a sociologia e a filosofia do conhecimento científico na primeira metade do século XX. **Revista de Teoria da História**, Goiânia, ano 1, n. 2, p. 52-67, 2009.

\_\_\_\_\_. **Historiografia da revolução científica: Alexandre Koyré, Thomas Kuhn e Steven Shapin.** 2010. 162 f. Dissertação (Mestrado em História) – Departamento de História, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SILVEIRA, Helder Eterno da. **A História da Ciência em periódicos brasileiros de química: contribuições para formação docente.** 2008. 265 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

SOARES, Magda Becker. **Alfabetização no Brasil: o estado do conhecimento.** Brasília: INEP/Santiago: REDUC, 1991.

\_\_\_\_\_; MACIEL, Francisca P. **Alfabetização.** Brasília-DF: MEC/INEP/Comped, 2000.

TALA, Suvj; VESTERINEN, Veli-Matti. Nature of Science contextualized: studying nature of Science with scientists. **Science & Education**, v. 24, p. 435-457, 2015.

TOLVANEN, Simo. et al. How to use historical approach to teach nature of Science in chemistry education? **Science and Education**, v. 23, p. 1.605-1.636, 2014.

VESTERINEN, Veli-Matti; AKSELA, Maija. Design of chemistry teacher education course of nature of science. **Science & Education**, v. 22, p. 2.193-2.225, 2013.

VIDAL, Paulo H. Oliveira; PORTO, Paulo Alves. Algumas contribuições do episódio histórico da síntese artificial da ureia para o ensino de química. **História da Ciência e Ensino**, v. 4, p. 13-23, 2011.

VIDEIRA, Antonio Augusto P. Breves considerações sobre a natureza do método científico. In: SILVA, Cibele Celestino. (Org.). **Estudos de história e filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino.** São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 23-40.

VILAS BOAS, Anderson. **A natureza da Ciência no ensino de Ciências conforme artigos publicados em periódicos nacionais e o seu ensino por meio de narrativas históricas.** 2012. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

VITAL, Abigail; GUERRA, Andreia. A natureza da Ciência no ensino de Física: estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 31, n. 2, p. 225-257, 2014.

WONG, Siu Ling; HODSON, Derek. From the horse's mouth: what scientists say about scientific investigation and scientific knowledge. **Science education**, v. 93, n. 1, p. 109-130, 2008.

\_\_\_\_\_. More from the horses's mouth: what scientists say about science as a social practice. **Journal of Science Education**, v. 32, n. 11, p. 1.431-1.463, 2010.

WOODCOCK, Brian A. "The scientific method" as myth and ideal. **Science and Education**, v. 23, p. 2.069-2.093, 2014.

## **APÊNDICES**

APÊNDICE A – Lista de artigos codificados

APÊNDICE B – Categorias a qual pertencem os trabalhos

APÊNDICE C – Propostas didáticas

APÊNDICE D – Conteúdo químico dos artigos

## APÊNDICE A – LISTA DE ARTIGOS CODIFICADOS

### QUADRO A – ARTIGOS CODIFICADOS

continua

<b>Código</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número da Publicação</b>
AS1	Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química	Loguercio, R.Q. Del Pino, J.C.	v. 8, n. 1, p. 67-77, 2006
AS2	Concepções de professores de Química sobre a natureza do conhecimento científico	Lopes, C.V.M. Krüger, V. Del Pino, J.C. Souza, D.O.G.	v. 9, n. 1, p. 3-16, 2007
AS3	Investigando a abordagem do tema Cinética Química nos livros didáticos dirigidos ao Ensino Médio a partir das ideias de Imre Lakatos	Martorano, S.A.A. Marcondes, M.E.R.	v. 16, n. 1, p. 114- 132, 2014
AS4	Estereoquímica no Ensino Superior: historicidade e contextualização em livros didáticos de Química Orgânica	Raupp, D. Del Pino, J.C.	v. 17, n. 1, p. 146- 168, 2015
AS5	A aproximação entre a História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Química em análise: o que revelam alguns periódicos num recorte temporal de dez anos	Nascimento, H.H.F. Campos, A.F. Almeida, M.A.V.	v. 17, n. 3, p. 747- 765, 2015
C&E1	A grandeza quantidade de matéria e sua unidade, o mol: algumas considerações sobre dificuldades de ensino e aprendizagem	Rogado, J.	v. 10, n. 1, p. 63- 73, 2004
C&E2	O Ensino de Química e a formação do educador químico, sob o olhar bachelardiano	Lôbo, S.F.	v. 14, n. 1, p. 89- 100, 2007

## QUADRO A – ARTIGOS CODIFICADOS

continuação

<b>Código</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número da Publicação</b>
C&E3	O ensino de História da Química : contribuindo para a compreensão da Natureza da Ciência	Oki, M.C.M. Moradillo, E.F.	v. 14, n. 1, p. 67- 88, 2008
C&E4	A História da Ciência nos livros didáticos de Química do PNLEM 2007	Vidal, P.H.O. Porto, P.A.	v. 18, n. 2, p. 291- 308, 2012
C&E5	Oxigênio: uma abordagem filosófica visando discussões acerca da educação em Ciências – parte 1: poder e ambição	Moreira, L.M.	v. 18, n. 4, p. 803- 818, 2012
EPEC1	A confiabilidade e a validação na investigação epistemológica do livro didático de Química: um desenho metodológico.	Silva, G.J. Martins, C.M.C.	v. 11, n. 2, p. 1-20, 2009
HC&E1	História da Ciência na sala de aula: conversando sobre Química	Trindade, L.S.P.	v. 1, p. 16-22, 2010
HC&E2	A História da Radioatividade nos livros didáticos	Tonetto, S.R.	v. 1, p. 23-26, 2010
HC&E3	Uma proposta didática na utilização da História da Ciência para a primeira série do Ensino Médio: A Radioatividade e o cotidiano	Pinto, G.T. Marques, D.M.	v. 1, p. 27-57, 2010

## QUADRO A – ARTIGOS CODIFICADOS

continuação

<b>Código</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número da Publicação</b>
HC&E4	O indutivismo ingênuo nas atividades experimentais iniciais de curso de graduação em Química: o experimento da vela	Filho, O.S. Tsukada, V.K. Cedran, J.C.	v. 2, p. 48-75, 2010
HC&E5	Existem átomos? (abordando Jean Perrin)	Chagas, A.P.	v. 3, p. 7-16, 2011
HC&E6	Do calórico ao calor: uma proposta de Ensino de Química na perspectiva histórica	Pulido, M.D. Silva, A.N.	v. 3, p. 52-77, 2011
HC&E7	A História da Química como disciplina de graduação: levantamento de concepções de graduandos do IQ/UFBA	Viana, H.E.B. Pereira, L.S. Oki, M.C.M.	v. 4, p. 6-12, 2011
HC&E8	Algumas contribuições do episódio histórico da síntese artificial da ureia para o Ensino de Química	Vidal, P.H. Porto, P.A.	v. 4, p. 13-23, 2011
HC&E9	O uso da História da Ciência como estratégia metodológica para a aprendizagem do Ensino de Química e Biologia na visão dos professores do Ensino Médio	Reis, A.S. Silva, M.D.B. Buza, R.G.C.	v. 5, p. 1-12, 2012
HC&E10	Proposta para o ensino dos conceitos de ácidos e bases: construindo conceitos por meio da História da Ciência combinada ao emprego de um software interativo de livre acesso	Silva, M.P. Santiago, M.A.	v. 5, p. 48-82, 2012

## QUADRO A – ARTIGOS CODIFICADOS

continuação

<b>Código</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número da Publicação</b>
HC&E11	Investigando as ideias e dificuldades dos professores de Química do Ensino Médio na abordagem da História da Química	Martorano, S.A.A. Marcondes, M.E.R.	v. 6, p. 16-31, 2012
HC&E12	Utilização de indicadores orgânicos de pH no ensino de ácidos e bases: considerando alguns aspectos históricos	Bellettato, R.D.	v. 6, p. 71-77, 2012
HC&E13	A História da Ciência como base para a formação docente no Ensino de Química no Ensino Fundamental: algumas reflexões	Gondin, C.M.M. Machado, V.M.	v. 8, p. 1-19, 2013
HC&E14	Contribuições da História da Ciência para o Ensino da Química: uma proposta para trabalhar o tópico Radioatividade	Barp, E.	v. 8, p. 50-67, 2013
HC&E15	Um exemplo de negação do conceito de elemento na filosofia natural	Cecon, K.	v. 8, p. 68-89, 2013
HC&E16	A História da Ciência no Ensino de Química: o ensino e aprendizagem do tema Cinética Química	Martorano, S.A.A. Carmo, M.P. Marcondes, M.E.R.	v. 9, p. 19-35, 2014
HC&E17	A História da Ciência num blog: a Química e a Biologia num projeto interdisciplinar	Luca, A.G. Santos, S.A. Pizzato, M.C. Del Pino, J.C.	v. 9, p. 92-106, 2014



## QUADRO A – ARTIGOS CODIFICADOS

continuação

<b>Código</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número da Publicação</b>
HC&E18	Representações químicas e a História da Ciência em sala de aula	Vidal, P.H.O. Porto, P.A.	v. 10, p. 70-84, 2014
HC&E19	História da Ciência: elaborando critérios para analisar a temática nos livros didáticos de Química do Ensino Médio	Mota, G.C. Cleophas, M.G.	v. 11, p. 33-55, 2015
HC&E20	A síntese de amônia: uma proposta de estudo histórico para a formação de professores de Química vinculada ao Prêmio Nobel de Fritz Haber	Araújo, M.C. Baldinato, J.O.	v. 11, p. 91-129, 2015
HC&E21	Filosofia e História da Química para educadores em Química	Kavalek, D.S. Souza, D.O. Del Pino, J.C. Ribeiro, M.A.P.	v. 12, p. 1-13, 2015
HC&E22	O lugar da História da Ciência nas políticas curriculares brasileiras para o Ensino de Química	Sicca, N.A.L.	v. 12 (especial), p. 1-14, 2015
IENC11	Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no Ensino de Química	Gonçalves, F.P. Marques, C.A.	v. 11, n.2, p. 219- 238, 2006
IENC12	As concepções de Ciência dos livros didáticos de Química, dirigidos ao Ensino Médio, no tratamento da Cinética Química no período de 1929 a 2004	Martorano, S.A.A. Marcondes, M.E.R.	v. 14, n.3, p. 341 - 355, 2009

## QUADRO A – ARTIGOS CODIFICADOS

continuação

<b>Código</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número da Publicação</b>
QNEsc1	O mito da substância	Oliveira, R.J.	n.1, p. 8-11, 1995
QNEsc2	Alquimiando a Química	Chassot, A.	n.1, p. 20-22, 1995
QNEsc3	Raios x e Radioatividade	Chassot, A.	n. 2, p. 19-22, 1995
QNEsc4	Destilação – A arte de extrair virtudes	Beltran, M.H.R.	n.4, p. 24-27, 1996
QNEsc5	Nomes que fizeram a Química (e quase nunca lembrados)	Chassot, A.	n. 5, p. 21-23, 1997
QNEsc6	Pasteur – Ciência para ajudar a vida	Gouveia-Matos, J.A.M.	n. 6, p. 20-22, 1997
QNEsc7	A afinidade entre as substâncias pode explicar as reações químicas?	Justi, R.S.	n.7, p. 26-29, 1998

## QUADRO A – ARTIGOS CODIFICADOS

continuação

<b>Código</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número da Publicação</b>
QNEsc8	O alquimista Sendivogius e o salitre	Porto, P.A.	n. 8, p. 28-30, 1998
QNEsc9	Teorias ácido-base do século XX	Chagas, A.P.	n. 9, p. 28-30, 1999
QNEsc10	Aston e a descoberta dos isótopos	Medeiros, A.	n. 10, p. 32-36, 1999
QNEsc11	O papel da experimentação no Ensino de Ciências	Giordan, M.	n. 10, p. 43-49, 1999
QNEsc12	Augusto dos Anjos: Ciência e poesia	Porto, P.A.	n. 11, p. 30-34, 2000
QNEsc13	O bicentenário da invenção da pilha elétrica	Tolentino, M. Rocha-Filho, R.C.	n. 11, p. 35-39, 2000
QNEsc14	A eletricidade e a Química	Oki, M.C.M.	n. 12, p. 34-37, 2000

## QUADRO A – ARTIGOS CODIFICADOS

continuação

<b>Código</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número da Publicação</b>
QNEsc15	Werner, Jørgensen e o papel da intuição na Evolução do Conhecimento Químico	Farias, R.F.	n. 13, p. 29-33, 2001
QNEsc16	Outro marco zero para a Ciência latino-americana	Chassot, A.	n. 13, p. 34-37, 2001
QNEsc17	Como a Química funciona?	Leal, M.C.	n.14, p. 8-12, 2001
QNEsc18	100 anos de Nobel - Jacob Henricus van't Hoff	Chagas, A.P.	n. 14, p 25-27,2001
QNEsc19	As mulheres e o prêmio Nobel de Química	Farias, R.F.	n. 14, p. 28-30, 2001
QNEsc20	Visões de Ciência e sobre cientistas entre estudantes do Ensino Médio	Kosminsky, L. Giordan, M.	n. 15, p. 11-18, 2002
QNEsc21	O conceito de elemento da antiguidade à modernidade	Oki, M.C.M.	n. 16, p. 21-25, 2002

## QUADRO A – ARTIGOS CODIFICADOS

continuação

<b>Código</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número da Publicação</b>
QNEsc22	Biblioteca Alexandrina – A fênix ressuscitada	Chassot, A.	n. 16, p. 32-35, 2002
QNEsc23	A descoberta da estrutura do DNA: de Mendel a Watson e Crick	Thiemann, O.H.	n. 17, p. 13-19, 2003
QNEsc24	Os noventa anos de Les Atomes	Chagas, A.P.	n. 17, p. 36-38, 2003
QNEsc25	Epistemologia e a formação docente em Química	Lôbo, S.F. Moradillo, E.F.	n. 17, p. 39-41, 2003
QNEsc26	Um debate seiscentista: a transmutação do ferro em cobre	Porto, P.A.	n. 19, p. 24-26, 2004
QNEsc27	A Radioatividade e a História do tempo presente	Merçon, F. Quadrat, S.V.	n. 19, p. 27-30, 2004
QNEsc28	Paradigmas, crises e revoluções - A História da Química na perspectiva Kuhniana	Oki, M.C.M.	n. 20, p. 32-37, 2004

## QUADRO A – ARTIGOS CODIFICADOS

continuação

<b>Código</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número da Publicação</b>
QNEsc29	Duzentos anos da teoria atômica de Dalton	Filgueiras, C.A.L.	n. 20, p.38-44, 2004
QNEsc30	Rotação de luz polarizada por moléculas quirais: uma abordagem histórica com proposta de trabalho em sala de aula	Bagatin, O. Simplício, F.I. Santin, S.M.O. Santin Filho, O.	n. 21, p. 34-38, 2005
QNEsc31	Química por meio do teatro	Roque, N.F.	n. 25, p. 27-29, 2007
QNEsc32	Uma festa no céu – peça em um ato focalizando o desenvolvimento da Química a partir do século XVIII	Roque, N.F.	n. 25, p. 30-33, 2007
QNEsc33	O congresso de Karlsruhe e a busca do consenso sobre a realidade atômica no século XIX	Oki, M.C.M.	n. 26, p. 24-28, 2007
QNEsc34	O Lavoisier que não está presente nos livros didáticos	Vidal, P.H.O. Cheloni, F.O. Porto, P.A.	n. 26, p. 29-32, 2007
QNEsc35	Michael Faraday e A História Química de uma vela: um estudo de caso sobre a didática da Ciência	Baldinato, J.O. Porto, P.A.	n. 30, p. 16-23, 2008

## QUADRO A – ARTIGOS CODIFICADOS

continuação

<b>Código</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número da Publicação</b>
QNEsc36	Representação de temas científicos em pintura do século XVIII: um estudo interdisciplinar entre Química, História e Arte	Gorri, A.P. Santin Filho, O.	v. 31, n. 3, p. 184-189, 2009
QNEsc37	A História da síntese de elementos transurânicos e extensão da Tabela Periódica numa perspectiva fleckiana	Flôr, C.C.	v. 31, n. 4, p. 246-250, 2009
QNEsc38	Uma família de Químicos unindo Brasil e Portugal: Domingos Vandelli, José Bonifácio de Andrada e Silva e Alexandre Vandelli	Marques, A.J. Filgueiras, C.A.L.	v. 31, n. 4, p. 251-256, 2009
QNEsc39	A História e a Arte Cênica como recursos pedagógicos para o Ensino de Química – uma questão interdisciplinar	Sá, M.B.Z Vicentin, E.M. Carvalho, E.	v. 32, n.1, p. 9-13, 2010
QNEsc40	A História sob o olhar da Química: as especiarias e sua importância na alimentação humana	Rodrigues, R.S. Silva, R.R.	v. 32, n.2, p. 84-89, 2010
QNEsc41	O despertar da Radioatividade ao alvorecer do século XX	Lima, R.S. Pimentel, L.C.F. Afonso, J.C.	v. 33, n. 2, p. 93-97, 2011
QNEsc42	Elaboração de hipóteses em atividades investigativas em aulas teóricas de Química por estudantes de Ensino Médio	Kasseboehmer, A.C. Ferreira, L.H.	v. 35, n. 3, p. 158-165, 2013

## QUADRO A – ARTIGOS CODIFICADOS

continuação

<b>Código</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número da Publicação</b>
QNEsc43	Jardins químicos, Stéphane Leduc e a origem da vida	Farias, L.A.	v. 35, n. 3, p. 152-157, 2013
QNEsc44	História da Ciência nos livros didáticos de Química: Eletroquímica como objeto de investigação	Pitanga, A.F. Santos, H.B. Guedes, J.T. Ferreira, W.M. Santos, L.D.	v. 36, n. 1, p. 11-17, 2014
QNEsc45	História da Ciência no estudo de Modelos Atômicos em livros didáticos de Química e concepções de Ciência	Chaves, L.M.M.P. Santos, W.L.P. Carneiro, M.H.S.	v. 36, n. 4, p. 269-279, 2014
QNEsc46	Ensino de Química: por um enfoque epistemológico e argumentativo	Oliveira, R.J.	v. 37, n. 4, p. 257-263, 2015
QNEsc47	Favorecendo a discussão de alguns aspectos de Natureza da Ciência no Ensino Médio	Anjos, M.M.O. Justi, R.	v. 37, n. esp.1, p. 4-10, 2015
QNEsc48	O trabalho do Cientista nos cartuns de Sidney Harris: um estudo sob a perspectiva da Sociologia da Ciência	Roxael, F.R. Diniz, N.P. Oliveira, J.R.S.	v. 37, n. esp.1, p. 68-81, 2015
QNEsc49	20 Anos de QNEsc: uma História, muitas Histórias	Baldinato, J.O. Porto, P.A.	v. 37, n. esp. 2, p. 166-171, 2015



## QUADRO A – ARTIGOS CODIFICADOS

conclusão

<b>Código</b>	<b>Título do Artigo</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número da Publicação</b>
RBPEC1	História da Química e sua apropriação pelo currículo escrito – a noção de Valência nos livros didáticos de Química	Araujo Neto, W.N. Santos, J.M.T.	v. 1, n. 3, 2001
RBPEC2	Reflexões acerca da natureza do conhecimento químico: uma investigação na formação inicial de professores de Química	Lima, A.A. Núñez, I.B.	v.11, n. 3, p. 209-229, 2011
RBPEC3	Lavoisier e a influência nos Estilos de Pensamento Químico: contribuições ao Ensino de Química contextualizado sócio-historicamente	Lambach, M. Marques, C.A.	v.14, n.1, p. 9-30, 2014
RBPEC4	As intuições Atomísticas de Bachelard	Ferreira, L.M. Peduzzi, L.O.Q.	V.14, n.3, p. 119-137, 2014
RBHC1	Uma proposta textual frente a problemas referentes à história do átomo no Ensino de Química	Ferreira, L.M. Peduzzi, L.O.Q.	v. 7, n. 2, p. 261-278, 2014
RBHC2	As nitreiras no Brasil dos séculos XVIII e XIX: uma abordagem histórica no Ensino de Ciências	Gandolfi, H.E. Figueirôa, S.F.M.	v. 7, n. 2, p. 279-297, 2014

FONTE: O autor (2016).

## APÊNDICE B – CATEGORIAS A QUAL PERTENCEM OS TRABALHOS

### QUADRO B – CATEGORIA A QUAL PERTENCEM OS TRABALHOS

Categoria do Trabalho	Código dos trabalhos
Estudos históricos do desenvolvimento de Teorias	AS4, C&E1, HC&E16, HC&E20, HC&E5, HC&E15, QNEsc7, QNEsc18, QNEsc23, QNEsc14, QNEsc37, QNEsc43, QNEsc27, QNEsc2, QNEsc10, QNEsc17, QNEsc4, QNEsc29, QNEsc8, QNEsc13, QNEsc21, QNEsc33, QNEsc24, QNEsc3, QNEsc36, QNEsc9, QNEsc26, RBPEC3, RBPEC4, RBHC1
Propostas didáticas	C&E3, HC&E17, HC&E2, HC&E14, HC&E6, HC&E10, HC&E18, HC&E3, QNEsc39, QNEsc42, QNEsc47, QNEsc31, QNEsc30, QNEsc32
Análise de livro didático	AS3, AS4, EPEC1, C&E4, HC&E8, HC&E19, IENCI2, QNEsc45, QNEsc44, QNEsc34, RBPEC1
Fatos históricos	QNEsc40, QNEsc22, QNEsc5, QNEsc41, QNEsc16
Biografias	QNEsc6, QNEsc38, QNEsc15
Concepções de alunos	RBPEC2, HC&E7, HC&E4, QNEsc20
Epistemologia	C&E2, QNEsc1, QNEsc11, QNEsc28
Formação de professores	HC&E13, HC&E9, QNEsc46, QNEsc25
Análise de texto	C&E5, QNEsc12, QNEsc35
Currículo	AS1, HC&E21, HC&E22
Concepções de professores	AS2, HC&E11
Estado do conhecimento	AS5, QNEsc49
Análise de artigos	HC&E12, IENCI1
Análise de cartuns	QNEsc48
História da Ciência nacional	RBHC2
Mulheres na Ciência	HC&E1, QNEsc19

FONTE: O autor (2016).

## APÊNDICE C – PROPOSTAS DIDÁTICAS

### QUADRO C – PROPOSTAS DIDÁTICAS

continua

Proposta didática	
CE3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> A investigação ocorreu em uma disciplina específica de História da Química, que foi reestruturada com objetivo de incorporar diversas dimensões epistemológicas como parte do seu conteúdo. O principal objetivo era avaliar se as informações adquiridas por meio das leituras e discussões tinham possibilitado algum ganho no conhecimento epistemológico dos alunos.</li> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> Leituras indicadas pelo professor pesquisador.</li> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> Inicialmente realizou-se o levantamento das concepções prévias relacionadas a conteúdos da Filosofia da Ciência que seriam priorizados na aula subsequente, usando pequenos questionários contendo questões problematizadoras. Na aula seguinte, acontecia a discussão dos assuntos que faziam parte do planejamento.</li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> Foram observadas concepções menos ingênuas e mais elaboradas após a sequência didática, com posições mais racionalistas e contextualizadas em relação ao conhecimento científico e à Ciência.</li> </ul>
HC&E2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> Realizou-se um trabalho com os alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual de São Paulo sobre a Radioatividade, com o objetivo de desenvolver o senso crítico dos alunos por meio do estudo de diferentes fontes disponíveis sobre a História da Radioatividade. No primeiro momento, os alunos se reuniram em grupo e receberam o comando de ler e analisar os textos sobre radioatividade presentes em diferentes livros didáticos. Os grupos discutiram sobre os trabalhos dos cientistas que contribuíram para a pesquisa e registraram numa folha à parte. No segundo momento, após a análise dos livros didáticos, os alunos tiveram contato com textos acadêmicos, com informações adicionais que abordam o tema história da radioatividade, as primeiras pesquisas e os cientistas envolvidos, solicitando para que anotassem os dados importantes presentes nestes textos.</li> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> Livros Didáticos de Química do EM e textos e artigos sobre História da Ciência</li> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> Alguns grupos compararam o livro didático com os textos sobre a história da radioatividade, com mais detalhes, completo, enquanto que nos livros, a história aparece em versão diferente, não contam a história completa, há mais fórmulas e gráficos e acaba dificultando a compreensão do conteúdo.</li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> Ao finalizar o trabalho, os alunos comentaram sobre a importância de, concomitantemente ao ensino do conteúdo, ressaltar o trabalho de cada cientista envolvido no assunto estudado.</li> </ul>
HC&E3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> Essa proposta de ensino de radioatividade abrange a História da Radioatividade, a descoberta das partículas radioativas, aplicações, perigos e acidentes. Cada um dos planos é composto por questões sem respostas explícitas nos textos, ou seja, questões de reflexão para que se desperte no aluno o ato de pensar, de refletir sobre os processos, assim sendo, incentivar debates e discussões sobre o assunto em sala de aula, propondo maior interação e participação dos estudantes. A partir da leitura do artigo, foram propostas, a cada grupo, algumas questões gerais sobre o assunto Radioatividade, a fim de mapear o grau de conhecimento dos alunos em relação ao assunto em geral.</li> </ul>

## QUADRO C – PROPOSTAS DIDÁTICAS

continuação

Proposta didática	
HC&E3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> Algumas atividades utilizaram reportagens extraídas de jornais como a Folha de São Paulo e Jornal Cambuci e Aclimação de São Paulo.</li> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> A proposta não necessita obrigatoriamente da aplicação de uma avaliação de forma direta, por meio de provas ou trabalhos, e sim a avaliação dos alunos será pela participação e interação de cada um no desenvolver do projeto. Cabe ao professor analisar individualmente a evolução dos alunos no que diz respeito aos conceitos edificados sobre as radiações, a fim de julgar a proposta de ensino como autêntica ou não para o processo construtivo do aprendizado científico dos alunos.</li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> A proposta de um material didático para a primeira série do Ensino Médio, sobre a Radioatividade, utilizando a História da Ciência se mostrou promissora no sentido de suprir a deficiência de conteúdo ao se trabalhar somente com o auxílio do livro didático, visando, dessa forma, um aprendizado mais abrangente e com maior adequação de conteúdo para a alfabetização científica dos alunos.</li> </ul>
HC&E6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> A proposta foi dividida em 3 partes: 1. Ambientação (Levantar ideias prévias e ajudar a compreender o contexto histórico-social em que o texto de Jane Marcet foi produzido); 2. Experimento (Desenvolver as habilidades de interpretação e registro de experimentos; comparar a condução de calor em diferentes materiais, explicando as diferenças por meio das teorias elaboradas em dois momentos históricos, e das ideias prévias discutidas na atividade anterior.); 3. Reelaboração de conceitos (Comparar as teorias atuais sobre o calor e sua condução com aquelas vigentes até meados do século XIX; reelaborar os conceitos de calor e temperatura, condutibilidade e modelo corpuscular da matéria; compreender que a Ciência não é construída de forma linear, mas envolve quebra de paradigmas, e que se relaciona ao contexto histórico e é influenciada (e influencia) o desenvolvimento tecnológico e a sociedade).</li> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> Texto histórico de Jane Marcet, Conversations on Chemistry, e a demonstração da fusão do gelo em diversas superfícies.</li> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> A avaliação envolveu os conteúdos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• procedimentais (montagem e condução dos experimentos pelos alunos, organização dos textos e esquemas produzidos, divisão de tarefas, forma de apresentação dos resultados);</li> <li>• atitudinais (relação com os colegas de equipe, postura durante as discussões, empenho no registro e exposição das observações e resultados);</li> <li>• conceituais (apropriação dos conceitos de calor e temperatura e mobilização desses conceitos em novas situações).</li> </ul> </li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> Levar para sala de aula aspectos da História da Ciência como uma atividade orientadora para o ensino revelou-se extremamente enriquecedor, não só como um meio de mostrar a transitoriedade do conhecimento científico, como também como uma forma de aprimorar a habilidade de leitura e interpretação de textos históricos, nos quais os conceitos e as concepções aparecem, em alguns casos, de forma distinta da atual. O caminhar do trabalho mostrou que a experimentação pode ser a protagonista do processo de ensino, pois desde o início da sequência didática, ao tatear os objetos na sala de aula, os alunos levantaram hipóteses e propuseram explicações para os fatos observados, ou seja, o conteúdo permeia toda a atividade. Por fim, esse tipo de atividade mostrou-se útil como um meio de levantar e colocar as concepções prévias dos alunos diante de situações de conflito cognitivo.</li> </ul>

## QUADRO C – PROPOSTAS DIDÁTICAS

continuação

Proposta didática	
HC&E10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> No primeiro momento, foram apresentados textos históricos, a fim de discutir a evolução dos conceitos ácido-base nas diferentes épocas, evidenciando o seu caráter evolutivo e sua relação com o contexto social. No segundo momento, foi proposta a utilização de um <i>software</i> interativo para que o aluno possa compreender de forma significativa conceitos importantes como produto iônico da água, indicadores, pH e sua escala.</li> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> Foi utilizado o <i>software</i> “Escala de pH”, desenvolvido pela Universidade do Colorado, que possibilita ao professor simular testes de pH em diferentes substâncias como café, saliva e sabão, para verificar se a substância apresenta caráter ácido, básico ou neutro. O <i>software</i> permite ainda a visualização da razão entre a concentração de íons <math>H_3O^+</math> e <math>OH^-</math> e sua relação com a escala de pH.</li> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> Não cita</li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> Trabalhando o tema proposto numa perspectiva histórica, a partir das definições de Arrhenius, o aluno pôde perceber que o modelo para as teorias que surgem após, como as de Bronsted e Lewis, tem a tendência de generalizar a anterior, englobando cada vez mais um número maior de fenômenos, sem contraposição. Em relação ao simulador, o uso de <i>softwares</i> educacionais é introduzido nas escolas como um recurso didático importante para o professor, por permitir simulações satisfatórias de fenômenos químicos e físicos em nível microscópico.</li> </ul>
HC&E14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> Os autores optaram por utilizar a leitura de um texto do Professor Roberto de Andrade Martins e, a partir das concepções dos alunos detectadas em sala de aula, buscou-se trabalhar os aspectos históricos para que o aluno viesse a compreender como os cientistas lidaram com as mesmas preocupações que eles como alunos têm a respeito do tópico estudado, neste caso, o fenômeno da radioatividade. Inicialmente todos os alunos participaram de uma roda de conversa sobre o tópico proposto: Radioatividade. Após essa roda de conversa, o professor propôs a leitura do texto: “Como Becquerel não descobriu a radioatividade” de Roberto de Andrade Martins. A seguir os alunos discutiram um roteiro elaborado pelo professor.</li> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> A sequência didática proposta tomou como ponto de partida a leitura de um texto do professor Roberto Andrade Martins, historiador da Física. O texto trata da descoberta da radioatividade e o contexto histórico do período. O texto utilizado se intitula “Como Becquerel não descobriu a radioatividade”.</li> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> A sequência proposta acima conta com três aulas e os autores acreditam não ser necessário fazer uma avaliação escrita (provas, testes ou relatórios) para poder mensurar os resultados. Dessa forma, os próprios relatos dos alunos nas rodas de conversa servem como base para verificar se os objetivos em cada aula foram ou não atingidos.</li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> Por meio dos depoimentos nas rodas de conversa, os próprios alunos reconheceram que até mesmo os cientistas tendem a observar o que foi previsto e, por vezes, ignoram aquilo que contraria sua previsão inicial. Dessa forma, a pretensão inicial era nada mais que o aluno reconhecesse o verdadeiro papel do cientista experimental, abandonasse a visão de Ciência pronta e acabada e que a experimentação serve apenas para comprovar aquilo que já se sabe. Sob este aspecto, o trabalho com os alunos foi muito bem sucedido. Com a leitura dos artigos propostos e as rodas de conversa, os estudantes puderam concluir o quão difícil é analisar um fenômeno observado, principalmente quando no caso deste fenômeno, relatado no texto trabalhado “Como Becquerel não descobriu a radioatividade”, o resultado esperado se mostrou diferente da proposição teórica.</li> </ul>

## QUADRO C – PROPOSTAS DIDÁTICAS

continuação

Proposta didática	
HC&E17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> A História da Ciência, a partir de seus métodos e objetos próprios, fomentou as estratégias de ensino e aprendizagem, tanto para a disciplina de química quanto para a de biologia, por meio do <i>blog</i> enquanto recurso mediador do trabalho proposto; tal contexto reafirma sua caracterização como área interdisciplinar. As disciplinas de Química e Biologia propuseram um projeto interdisciplinar a uma turma de 1º ano de Ensino Médio.</li> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> O projeto pautou-se no livro: “A Ciência por meio dos Tempos”, de autoria de Ático Chassot. A leitura era feita extraclasse e individualmente, sendo a discussão realizada por meio de um blog intitulado conforme o livro e construído para este fim.</li> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> Os alunos foram avaliados por meio das impressões e conclusões divulgadas no blog que geraram notas conceituais e procedimentais para as disciplinas envolvidas, além de avaliações individuais respectivas a cada área. A avaliação atitudinal foi atribuída pelas posturas assumidas durante a realização das atividades propostas.</li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> A História da Ciência foi percebida pelos alunos no transcorrer da leitura do livro, bem como a natureza das ideias científicas e suas relações íntimas com a filosofia, possibilitando uma visão ampla da construção da Ciência, como produção humana e, portanto, não neutra, falível e limitada.</li> </ul>
HC&E18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> A atividade foi realizada em quatro salas de primeira série do ensino médio e incluiu a abordagem da tabela periódica dos elementos. Inicialmente, os alunos responderam a um questionário. As perguntas propostas estavam relacionadas com as modificações que as representações químicas sofreram, com o passar do tempo, até chegar à simbologia contida na tabela periódica. Foi dado tempo suficiente, duas aulas, para que os alunos terminassem de responder às questões que, a seguir, foram discutidas oralmente por toda a classe.</li> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> Como texto de apoio para as questões, foi fornecido, em sala de aula, um texto extraído do livro de Mol e Santos, Química e Sociedade, da página 175 até 179.</li> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> Foi solicitado que os alunos respondessem por escrito a duas questões: 1) Coloque três imagens em ordem cronológica (da mais antiga para a mais nova); 2) Justifique a resposta dada ao item anterior. Foram apresentadas aos alunos três imagens, contendo representações químicas de diferentes épocas.</li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> Os autores observaram que aplicar a História da Ciência em sala de aula não é uma estratégia trivial. Alguns alunos não conseguiram relacionar as figuras com suas respectivas épocas. Entretanto, mesmo aqueles que não conseguiram propor a sequência cronológica esperada tiveram a oportunidade de refletir sobre a ideia de que as representações químicas sofreram modificações ao longo da história. A escola deve ser um espaço no qual existam momentos em que se possa errar e refletir sobre os enganos sem problemas. Tendo isso em mente, foi proposto aos alunos que não haveria prejuízo caso eles errassem, pois o que interessava para efeito de avaliação (e atribuição de uma nota) era seu esforço e envolvimento com a atividade.</li> </ul>

## QUADRO C – PROPOSTAS DIDÁTICAS

continuação

Proposta didática	
QNEsc30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> Faz uma abordagem acerca do trabalho de Louis Pasteur sobre a rotação de luz polarizada por cristais e propõe um experimento simples que permite visualizar esta rotação de modo qualitativo por uma solução de substância quiral, comparando-se o resultado com aquele obtido em água e em solução de substância quiral.</li> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> O próprio texto.</li> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> Não há.</li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> Não cita como a HC pode auxiliar na didática das Ciências.</li> </ul>
QNEsc31	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> A proposta da disciplina “Química por meio do Teatro” aproveita as idéias de Spolin para explorar o conhecimento químico dos estudantes e suas habilidades em manifestá-los. Assim, a disciplina procurou explorar a criatividade e as expressões corporal e oral dos alunos na exposição de temas químicos. A disciplina também buscou discutir o conhecimento dos alunos sobre os temas químicos propostos por meio de uma peça baseada nas improvisações teatrais encenadas pelos estudantes.</li> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> Os textos selecionados para leitura abordaram a História da Química desde a época da civilização grega (atomismo) até o início do Século XIX, com a proposta de Dalton para o átomo.</li> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> A disciplina foi ministrada em quatro horas por semana durante um semestre e o único requisito solicitado era que o aluno tivesse cursado, ao menos, uma disciplina de Química. A avaliação foi feita em função da frequência e da participação. Após as apresentações teatrais, seguiu-se a avaliação. Esta foi feita pelos estudantes e foi baseada, sobretudo, na clareza das apresentações.</li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> Segundo a autora, no início do semestre, quando indagados sobre a razão que os levava a cursar a disciplina, alguns estudantes responderam que foram levados pela curiosidade, outros por quererem trabalhar a timidez e poucos por gostarem de teatro. Mesmo aqueles mais tímidos descobriram a capacidade de se exporem em público, pelo menos a um público limitado. As improvisações feitas por mais de um aluno mostraram-se úteis no aprendizado do desenvolvimento de trabalho em grupo, uma vez que todos deveriam participar efetivamente. O primeiro texto mostrou que a idéia que os alunos têm sobre a Ciência é ainda a de um processo empirista-indutivista. O segundo texto, associado ao primeiro, deu uma excelente oportunidade para a discussão de idéias mais amplas e atuais sobre a Ciência. As discussões sobre os textos contendo aspectos químicos mostraram a dificuldade de entendimento de alguns princípios e ficou mais uma vez evidente que leitura seguida de discussão é uma boa metodologia para o aprendizado.</li> </ul>



## QUADRO C – PROPOSTAS DIDÁTICAS

continuação

Proposta didática	
QNEsc32	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> Trata-se de uma peça escrita por uma química, para ser representada para aqueles que tenham interesse por essa Ciência. Recomenda-se que, após a peça, haja uma discussão sobre a visão de Ciência existente no século XVIII.</li> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> O próprio texto.</li> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> Não há.</li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> A peça “Uma festa no céu” é uma adaptação livre da história da química no século XVIII. Escrita ao final do curso “Química por meio do Teatro” (Roque, 2007), ela aborda a química dos gases desenvolvida por Black, Scheele, Priestley, Cavendish e Lavoisier, além das ideias iniciais do átomo propostas por Dalton. Bohr aparece em cena como um organizador das ideias químicas e Boyle, como um dos precursores da Química Pneumática, tem também o seu espaço em cena.</li> </ul>
QNEsc39	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> A atividade foi realizada com alunos da 1ª série do Ensino Médio com o objetivo de utilizá-la como um recurso metodológico relevante e que permitisse aos estudantes compreender o momento histórico em que personagens ligados ao desenvolvimento científico/tecnológico viveram e a influência dessa vivência na sua obra. As salas foram divididas em duas equipes (com aproximadamente 18 alunos) e cada equipe ficou responsável por pesquisar um personagem que contribuiu de maneira significativa para o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico. Eles deveriam ainda relatar acontecimentos históricos que cada cientista viveu, no que trabalhava, como era seu cotidiano, percebendo-o como pessoa comum e que, por sua vez, seu olhar para o mundo refletia a sociedade em que estava inserido, relacionando sua contribuição científica com o momento histórico. A seguir, redigir um roteiro para a realização de uma peça teatral que envolvesse tais conhecimentos. O resultado final do trabalho foi socializado com os colegas, o que contribuiu para ampliação dos conhecimentos.</li> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> Os alunos realizaram pesquisas em diversos meios como livros didáticos e paradidáticos, internet, visitas à biblioteca da escola, à biblioteca pública e à biblioteca da universidade estadual, “garimpo” em sebos, debates, trocas de informações com os demais participantes e com os professores das áreas envolvidas.</li> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> Cada apresentação deveria ter um tempo máximo de 25 minutos. Levando isso em consideração, os professores decidiram pela realização do debate após a apresentação, uma vez que, com o tempo limitado, informações poderiam não ficar claras aos espectadores. Durante os momentos de trabalho que antecederam a apresentação das peças teatrais e os debates, os professores envolvidos na atividade analisavam a participação dos alunos como uma das formas de avaliar o recurso metodológico utilizado.</li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> Com a atividade, os alunos puderam perceber que a Química é um produto do trabalho desenvolvido pelos homens para a solução de problema e questões que se apresentam no cotidiano, e que os cientistas são pessoas normais, com vida pessoal e, inseridos na sociedade, sujeitos aos mesmos problemas que outras pessoas.</li> </ul>



## QUADRO C – PROPOSTAS DIDÁTICAS

continuação

Proposta didática	
QNEsc42	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> A sistemática de aplicação dos problemas nas escolas foi a seguinte: após o ensino, pelo professor, dos conceitos prévios necessários à investigação, a atividade investigativa era proposta aos estudantes que deveriam trazer suas sugestões elaboradas em suas casas. Na semana seguinte, após o recolhimento da folha de atividade respondida pelos estudantes, realizava-se uma discussão coletiva, na qual se incentivava que eles expusessem suas sugestões para as hipóteses e as estratégias de verificação e, ainda, que avaliassem criticamente as ideias dos colegas. Após cada discussão coletiva, os estudantes eram entrevistados.</li> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> Folha de atividades, onde era pedido que o estudante elaborasse uma explicação para o que ocorre, em termos de átomos e moléculas, para que o cheiro de algo possa ser sentido a longas distâncias mesmo na ausência de vento. Nessa folha também constavam algumas pistas que os estudantes poderiam consultar caso sentissem dificuldades para sugerir a explicação solicitada.</li> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> Todos os estudantes que concluíam a atividade apresentando hipótese(s) para a investigação proposta recebiam um retorno escrito sobre o que propuseram. Nessas ocasiões, erros conceituais ou falhas na argumentação eram discutidos sempre com o objetivo de avançar em relação ao que se pode considerar um modelo razoável.</li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> A utilização de atividades investigativas em aulas teóricas de química contribuiu para suscitar a disposição dos estudantes para a imersão em problemas científicos e, portanto, para o aprendizado. Alguns estudantes alegaram que mergulharam nos problemas, gostaram disso e esse processo tornou-se mais fácil. Essa proposta metodológica permitiu conhecer possíveis concepções alternativas e incentivar a participação dos estudantes por meio da proposição de explicações para fenômenos científicos. Além disso, abriu a possibilidade para que o estudante processasse as informações adquiridas durante os debates sobre o que se pedia na atividade, utilizando-as em um novo contexto e assim transformando essas informações em conhecimento.</li> </ul>
QNEsc47	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos e técnicas de ensino:</b> Nessa proposta, os alunos são confrontados com uma situação-problema a partir da qual podem refletir, argumentar e tomar decisões justificadas. Isso ocorre a partir da participação destes em um júri simulado cujo objetivo é julgar a ação de uma indústria farmacêutica responsável pelo teste de um novo medicamento na população pobre e vulnerável de Nairóbi, no Quênia. Ao propor a apresentação de um júri simulado, pretende-se fazer uma espécie de simulação em que cada aluno precisa representar uma personagem, engajando-se em problemas relacionados à NdC e articulando o desenvolvimento de diferentes perspectivas. Os alunos devem confrontar perspectivas conflitantes em dado momento e elaborar argumentos para justificar os pontos de vista e as ações do grupo que eles representam. Isso deve ser feito não com o objetivo de expressar sua opinião, mas de desenvolver uma articulação com base em evidências e também em valores.</li> <li>• <b>Recursos e materiais didáticos:</b> O filme “O jardineiro fiel”, dirigido por Fernando Meirelles, baseado no romance do inglês John Le Carré, <i>The constant gardener</i>, e lançado em 2005; lista com alguns aspectos da NdC com a indicação de busca de informações adicionais para orientá-los na pesquisa e para salientar pontos importantes a serem discutidos; Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre a elaboração e implementação de pesquisas com seres humanos; Declaração Universal dos Direitos Humanos.</li> </ul>

## QUADRO C – PROPOSTAS DIDÁTICAS

conclusão

Proposta didática	
QNEsc47	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Avaliação das práticas:</b> Após a apresentação do júri simulado, o professor deve promover um momento de discussão com todos os participantes. Para fomentar tal discussão, este pode considerar alguns aspectos relevantes que vão contribuir para delinear algumas características da Ciência e dos seus processos. Espera-se que ao fim dessa atividade os alunos compreendam um pouco mais os fatos da Ciência, assim como sua construção e funcionamento..</li> <li>• <b>Contribuições observadas:</b> O engajamento dos estudantes nessa atividade favorece a discussão de aspectos relacionados a contextos de produção de conhecimento, financiamento de pesquisas, bioética etc. A participação nos diversos momentos de discussão propiciados por essa atividade pode permitir aos estudantes a oportunidade de pensar nos cientistas de modo diferente, como membros de uma sociedade que estão sujeitos a influenciar e serem influenciados pelos acontecimentos contemporâneos, isto é, mostrando um lado mais humano da produção do conhecimento científico.</li> </ul>

FONTE: O autor (2016).

## APÊNDICE D – CONTEÚDO QUÍMICO DOS ARTIGOS

QUADRO D – CONTEÚDO QUÍMICO DOS ARTIGOS

CONTEÚDO QUÍMICO	Código do artigo
Nenhum em Específico	AS2, AS1, AS5, EPEC1, C&E5, C&E4, C&E2, HC&E13, HC&E17, HC&E7, HC&E21, HC&E1, HC&E19, HC&E4, HC&E22, HC&E9, QNEsc18, QNEsc39, QNEsc40, QNEsc19, QNEsc12, QNEsc22, QNEsc46, QNEsc25, QNEsc47, QNEsc35, QNEsc5, QNEsc11, QNEsc48, QNEsc16, QNEsc28, QNEsc6, QNEsc31, QNEsc38, QNEsc32, QNEsc49, QNEsc20, IENCI1
Teoria Atômica	RBPEC1, RBPEC2, RBPEC4, RBHC1, C&E3, HC&E5, HC&E15, QNEsc10, QNEsc29, QNEsc45, QNEsc21, QNEsc33, QNEsc1, QNEsc24
Radioatividade	HC&E2, HC&E14, HC&E3, QNEsc27, QNEsc41, QNEsc3
Cinética Química	AS3, HC&E16, HC&E20, HC&E11, IENCI2
Reações Químicas	RBHC2, HC&E8, QNEsc7, QNEsc26
Eletroquímica	QNEsc14, QNEsc44, QNEsc13
Teorias Ácido-Base	HC&E10, HC&E12, QNEsc9
Estudo dos Gases	QNEsc42, QNEsc36
Leis Ponderais	QNEsc17, QNEsc34
Periodicidade Química	HC&E18, QNEsc37
Bioquímica	QNEsc23
Compostos de Coordenação	QNEsc15
Compostos Inorgânicos	QNEsc8
Estereoquímica	AS4
Isomeria	QNEsc30
Mol (qtde. de matéria)	C&E1
Processos de Separação	QNEsc4
Propriedades Coligativas	QNEsc43
Termoquímica	HC&E6

FONTE: O autor (2016).