

CAROLINE MORATO FABRICIO

A ABORDAGEM HISTÓRICA E FILOSÓFICA DA CIÊNCIA NOS LIVROS
DIDÁTICOS DE QUÍMICA – PNLEM/2008 E PNLD/2012: UM ESTUDO SOBRE A
COMBUSTÃO NO SÉCULO XVIII

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do título 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, da
Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Joanez Aparecida Aires

CURITIBA

2014

-
- F126a Fabricio, Caroline Morato
 A abordagem histórica e filosófica da ciência nos livros didáticos de química –
 PNLEM/2008 e PNLD/2012: um estudo sobre a combustão no século XVIII /
 Caroline Morato Fabricio. – Curitiba, 2014.
 133f. : tab.
- Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências
 Exatas, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em
 Matemática, 2014.
- Orientador: Joanez Aparecida Aires
 Bibliografia: p. 127-133.
1. Química -- Estudo e ensino. 2. Química -- Livros didáticos. I. Aires, Joanez
 Aparecida. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD: 540.7



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA

PARECER

Defesa de Dissertação de **CAROLINE MORATO FABRICIO**, intitulada “**A ABORDAGEM HISTÓRICA E FILOSÓFICA DA CIÊNCIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA – PNLEM/2008 E PNLN/2012: UM ESTUDO SOBRE A COMBUSTÃO NO SÉCULO XVIII**”, para obtenção do Título de Mestra 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, a candidata acima citada. Procedida à arguição, a Banca Examinadora é de Parecer que o candidato está **apto ao Título de MESTRA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA**, tendo merecido as apreciações abaixo:

BANCA	ASSINATURA	APRECIÇÃO
Prof ^a . Dr ^a . Joanez Aparecida Aires (orientadora)		Aprovada
Prof. Dr. Deividi Marcio Marques		Aprovada
Prof. Dr. Eduardo Salles de Oliveira Barra		Aprovada



Curitiba, 28 de Fevereiro de 2014.

Prof. Dr. Carlos Roberto Vianna
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Educação em Ciências e em Matemática.

*À minha pequena Sofia,
que nos últimos nove meses
foi minha grande companheirinha!*

AGRADECIMENTOS

À Deus.

A minha família, pelo apoio, em especial aos meus pais, Maristela e Marcos Fabricio, que sempre me mostraram a importância do conhecimento e me incentivaram a continuar nesse caminho.

Ao meu marido, Leandro Krasota, pelo seu companheirismo e sua paciência durante esses anos de trabalho intenso.

À minha orientadora Professora Doutora Joanez Aparecida Aires pela sua dedicação, amizade, paciência e grande contribuição na realização dessa pesquisa.

Aos Professores Doutores membros da banca examinadora dessa dissertação de mestrado, Deividi Marcio Marques, pelas importantes contribuições e disponibilidade, e Eduardo Salles de Oliveira Barra, por sua atenção nas aulas no Departamento de Filosofia da UFPR, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

À Professora Doutora Orliney Maciel Guimarães por me proporcionar a oportunidade de estudar no EDUQUIM/UFPR, o que despertou meu interesse pelo Ensino de Química.

À Professora Doutora Sueli Maria Drechsel (*in memoriam*), por seu encantamento pela Licenciatura e pelos conselhos que me levaram a fazer a escolha certa.

A todos os meus colegas do mestrado, com os quais dividi muitos momentos de estudo e de companheirismo.

Ao PIBID, pelo apoio durante minha formação acadêmica, por contribuir e acreditar na melhoria da qualidade da Educação Básica nas escolas públicas.

A todos os professores do PPGCEM, os quais contribuíram ao longo dessa jornada na minha formação.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

RESUMO

A literatura da área de Educação em Ciências tem investigado estratégias didáticas para enfrentar os diversos problemas relacionados ao Ensino de Ciências. A abordagem História e Filosofia da Ciência tem se destacado por sua contribuição para o enfrentamento de alguns destes problemas, como a desconstrução de algumas concepções de senso comum sobre a Ciência e o desenvolvimento científico, tais como: a concepção empírico-indutivista, visão rígida e exata da prática científica, visão aproblemática e ahistórica, visão acumulativa de crescimento linear, visão individualista e elitista e ainda visão socialmente neutra da Ciência. Autores como Matthews (1995), Gil Pérez *et al* (2001), Loguercio e Del Pino (2006) e Porto (2011), por exemplo, defendem que abordar os conteúdos com enfoque histórico e filosófico torna-os mais significativos na medida em que os conceitos são apresentados dentro de um contexto, vinculado com a própria História, favorecendo a interdisciplinaridade. Com base nesses argumentos, considera-se importante que o professor faça uso de tal abordagem para promover aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, estimulando o desenvolvimento do pensamento crítico, ampliando a aprendizagem dos alunos. Entretanto, alguns autores relatam que existem algumas dificuldades na utilização desta abordagem. Para Martins (2006), estas dificuldades estão relacionadas aos seguintes fatores: i) à carência de um número suficiente de professores com formação adequada para pesquisar e ensinar de forma correta a História da Ciência; ii) ao mal entendimento da própria natureza da História da Ciência e seu uso na Educação; e ainda iii) a falta de material didático adequado. No contexto desta terceira dificuldade estão os Livros Didáticos, os quais correspondem ao recurso didático mais utilizado pelo professor da Educação Básica nas suas aulas. Considerando a importância que os Livros Didáticos tem no contexto educacional, este trabalho teve como objetivo analisar os Livros Didáticos de Química, tendo por base a abordagem História e Filosofia da Ciência. Mais especificamente, buscou-se investigar se, ao tratar do conceito Combustão do século XVIII, os Livros Didáticos de Química, selecionados no PNLEM/2008 e que foram selecionados novamente no PNLD/2012, atendem às orientações destes Programas, se levaram em consideração a literatura existente sobre abordagem HFC e se houve mudanças de uma avaliação para outra. A investigação dos Livros Didáticos ocorreu a partir da Análise de Conteúdo e o resultado apontou que todos os Livros analisados apresentam problemas com relação ao conteúdo histórico e filosófico e alguns reforçam concepções deformadas sobre a Ciência e o desenvolvimento científico.

Palavras-chave: História e Filosofia da Ciência, Livros Didáticos, Ensino de Ciências/Química.

ABSTRACT

The literature of Education Sciences has investigated teaching strategies to confront the various problems related to the Teaching of Science. The History and Philosophy of Science approach has been noted for its contribution to confront some of these problems, as the deconstruction of some conceptions of common sense on science and scientific development, such as: empirical-inductive conception, rigid and accurate view of scientific practice, unproblematic and ahistorical vision, vision cumulative linear growth, individualistic and elitist vision and still socially neutral view of science. Authors such as Matthews (1995), Gil Perez et al (2001), and Loguercio Del Pino (2006) and Porto (2011), for example, argue that addressing the contents with historical and philosophical approach becomes more significant in that concepts are presented in context, linked with the history itself, favoring interdisciplinarity. Based on these arguments, it is considered important that the teacher make use of such an approach to promote lessons more challenging and reflective sciences, stimulating the development of critical thinking, enhancing student learning. However, some authors report that there are some difficulties in using this approach. To Martins (2006), these difficulties are related to the following factors: i) the lack of a sufficient number of trained teachers to research and teach correctly the History of Science; ii) the misunderstanding of the very nature of the history of science and its use in education; and also iii) the lack of adequate teaching materials. Within this third difficulty are the textbooks, which correspond to the didactic tool most used by the teacher of the Basic Education in their lessons. Considering the importance that the textbooks have in the educational context, this work aimed to analyze the textbooks of Chemistry, based on the History and Philosophy of Science approach. More specifically, we sought to investigate whether, when dealing with combustion concept of the eighteenth century, Textbook of Chemistry, selected in PNLEM/2008 and were selected again in PNLD/2012, meets the guidelines of these programs, it was taken into consideration existing literature on HPS approach and whether there were changes from one evaluation to another. Investigating Textbooks occurred from the the Analysis of Contents and the result showed that all the books have analyzed problems regarding historical and philosophical content and some deformed reinforcing conceptions about science and scientific development.

Keywords: History and Philosophy of Science, Textbooks, Teaching Science / Chemistry.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS RELACIONADOS À HFC	60
QUADRO 02 – CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO RELACIONADOS À HFC.....	61
QUADRO 03 – CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO RELACIONADOS À HFC.....	62
QUADRO 04 – LIVROS DIDÁTICOS SELECIONADOS PELOS PROGRAMAS PNLEM/2008 E PNLD/2012 QUE SERÃO ANALISADOS	71
QUADRO 05 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD1	72
QUADRO 06 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD2	74
QUADRO 07 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD3	75
QUADRO 08 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD4	76
QUADRO 09 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD5	78
QUADRO 10 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD6	79
QUADRO 11 – CRITÉRIOS DEFINIDOS NO PNLEM/2008 RELACIONADOS À ABORDAGEM HFC	81
QUADRO 12 – CATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE SEGUNDO OS CRITÉRIOS DEFINIDOS NO PNLEM/2008 – CATEGORIA A.....	82
QUADRO 13 – CATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE SEGUNDO OS CRITÉRIOS DEFINIDOS NO PNLEM/2008 – CATEGORIA B.....	83
QUADRO 14 – CATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE SEGUNDO OS CRITÉRIOS DEFINIDOS NO PNLEM/2008 – CATEGORIA C	83
QUADRO 15 – CATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE SEGUNDO OS CRITÉRIOS DEFINIDOS NO PNLEM/2008 – CATEGORIA D	84
QUADRO 16 – CATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE SEGUNDO OS CRITÉRIOS DEFINIDOS NO PNLEM/2008 – CATEGORIA E.....	85
QUADRO 17 – CATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE SEGUNDO OS CRITÉRIOS DEFINIDOS NO PNLEM/2008 – CATEGORIA F.....	87
QUADRO 18 – CATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE SEGUNDO OS CRITÉRIOS DEFINIDOS NO PNLEM/2008 – CATEGORIA G	87
QUADRO 19 – CRITÉRIO DEFINIDO NO PNLD/2012 RELACIONADO À ABORDAGEM HFC	88
QUADRO 20 – CATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE SEGUNDO OS	

CRITÉRIOS DEFINIDOS NO PNLD/2012 – CATEGORIA ÚNICA...	88
QUADRO 21 – VISÕES DEFORMADAS SOBRE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO SEGUNDO GIL PEREZ et al (2001).....	90
QUADRO 22 – CATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE SEGUNDO A CATEGORIA <i>CONCEPÇÃO EMPÍRICO INDUTIVISTA E ATEÓRICA</i>	90
QUADRO 23 – CATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE SEGUNDO A CATEGORIA <i>VISÃO RÍGIDA, ALGORÍTMICA E EXATA DA PRÁTICA CIENTÍFICA</i>	93
QUADRO 24 – CATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE SEGUNDO A CATEGORIA <i>VISÃO APROBLEMÁTICA E AHISTÓRICA</i>	95
QUADRO 25 – CATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE SEGUNDO A CATEGORIA <i>VISÃO ACUMULATIVA DE CRESCIMENTO LINEAR</i>	96
QUADRO 26 – CATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE SEGUNDO A CATEGORIA <i>VISÃO INDIVIDUALISTA E ELITISTA</i>	98
QUADRO 27 – CATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE SEGUNDO A CATEGORIA <i>SOCIALMENTE NEUTRA DA CIÊNCIA</i>	100
QUADRO 28 – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE UNIDADES DE ANÁLISE EM CADA CATEGORIA	103
QUADRO 29 – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE UNIDADES DE ANÁLISE NA CATEGORIA ÚNICA	109
QUADRO 30 – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE UNIDADES DE ANÁLISE EM CADA CATEGORIA	111
QUADRO 31 – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE UNIDADES DE ANÁLISE IDENTIFICADAS NOS LDs SELECIONADOS PELO PNLEM/2008 E PNLD/2012	117
QUADRO 32 – RELAÇÃO ENTRE AS EDIÇÕES QUE FORAM SELECIONADAS NO PNLEM/2008 E QUE PERMANECERAM NO PNLD/2012	118

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 REFERENCIAL TEÓRICO	16
1.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A FILOSOFIA DA CIÊNCIA	16
1.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A HISTÓRIA E A HISTORIOGRAFIA DA CIÊNCIA	23
1.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA.....	27
1.3.1 Contribuições da abordagem HFC no Ensino de Ciências.....	30
1.3.2 Dificuldades da abordagem HFC no Ensino de Ciências	33
1.3.3 A inserção da HFC nos currículos de Química do Brasil.....	36
1.3.4 A abordagem HFC em propostas curriculares no Ensino de Ciências	40
2 A COMBUSTÃO NO SÉCULO XVIII	45
3 O LIVRO DIDÁTICO	55
3.1 POLÍTICAS PÚBLICAS DO LIVRO DIDÁTICO NO BRASIL.....	56
3.1.1 O Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio PNLEM/2008: Química.....	59
3.1.2 O Programa Nacional do Livro Didático PNLD/2012: Química.....	61
3.2 PESQUISAS COM LIVROS DIDÁTICOS E HFC	63
4 METODOLOGIA	70
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	102
5.1 OS LIVROS DIDÁTICOS E O PNLEM/2008 E PNLD/2012	103
5.1.1 Interpretação e discussão da categorização segundo os critérios do PNLEM/2008	103
5.1.2 Interpretação e discussão da categorização segundo os critérios do PNLD/2012.....	109
5.2 OS LIVROS DIDÁTICOS E A LITERATURA.....	110
5.3 OS LIVROS DIDÁTICOS DO PNLEM/2008 E DO PNLD/2012: DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS ENTRE AS EDIÇÕES	117
5.3.1 Análise dos Livros Química e Sociedade (PNLEM/2008) e Química Cidadã (PNLD/2012)	118

5.3.2 Análise dos Livros Química na Abordagem do Cotidiano (PNLEM/2008) e Química na Abordagem do Cotidiano (PNLD/2012).....	120
5.3.3 Análise dos Livros Química para o Ensino Médio (PNLEM/2008) e Química (PNLD/2012)	121
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	126

INTRODUÇÃO

Primeiramente, para justificar o que me levou a realizar este trabalho, farei um breve relato sobre minha trajetória acadêmica. Ingressei na Universidade Federal do Paraná (UFPR) no curso de Licenciatura e Bacharelado em Química em 2007. No primeiro ano do curso, me aproximei do Núcleo de Educação em Química (EDUQUIM) participando como aluna voluntária e posteriormente bolsista do *Projeto Novos Materiais e Novas Práticas Pedagógicas em Química*, do Programa Licenciar da UFPR, que dentre seus objetivos, procura articular os cursos de Licenciatura com a Educação Básica da Rede Pública, visando melhorias na qualidade do Ensino. Neste projeto, nosso grupo de pesquisa, formado por professores de Química da UFPR, professores de Química da Educação Básica e licenciandos em Química, desenvolvia experimentos e atividades lúdicas voltados para a Educação Básica. Nesse período tive algumas experiências pedagógicas em sala de aula, realizei com uma turma do Ensino Médio o experimento por mim desenvolvido e apliquei com colegas do grupo algumas das atividades lúdicas produzidas. Foi também durante esse período que participei e apresentei trabalhos em eventos como Fórum de Atividades Formativas da UFPR (FAFGRAD), Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), voltados para a área de Educação, e também do Encontro de Química da Região Sul (SBQ-Sul). Participei desse projeto por dois anos e através do contato com pesquisas, professores e pesquisadores da área de Educação percebi que, se por um lado há muitos problemas a serem enfrentados, por outro existem várias iniciativas e propostas que visam a melhoria da qualidade de ensino e isso me motivou a seguir na área de Ensino de Química.

Para estreitar a relação com a Licenciatura e me aproximar da realidade escolar, em 2009, passei a ministrar aulas de Química na Rede Pública de Ensino do Estado do Paraná como professora substituta. Como seria de se esperar, tive dificuldades no início, até porque ainda não havia concluído a graduação, mas as situações vividas em sala de aula e a experiência adquirida só me motivaram a continuar defendendo o Ensino de Química.

Em 2010, surgiu uma oportunidade de retornar à pesquisa em Ensino de Química por meio do Programa Intitucional de Bolsas de Iniciação a Docência

(PIBID), Subprojeto Química-UFPR. Particpei do processo de seleção e passei a fazer parte deste novo grupo de pesquisa, composto por vinte e quatro alunos bolsistas, dois professores de Química da Rede Estadual de Ensino e a professora orientadora da instituição. No Subprojeto Química-UFPR estudamos temáticas da área de Ensino de Ciências/Química, desenvolvemos propostas pedagógicas, realizamos intervenções pedagógicas nas Escolas, sob a supervisão dos professores participantes, organizamos com os alunos feiras de Ciências, participamos de eventos para a divulgação de nossos trabalhos e tivemos algumas publicações.

Uma das temáticas que estudamos foi abordagem História e Filosofia da Ciência (HFC), a qual me despertou grande interesse. Percebi que abordar os conteúdos com enfoque histórico e filosófico torna-os mais significativos a medida que os conceitos e teorias são apresentados dentro de um contexto, vinculado com a própria História. Essa abordagem possibilita desconstruir algumas concepções de senso comum sobre a Ciência e, além disso, pode ser considerada uma estratégia interdisciplinar de ensino. Entretanto, apesar das vantagens apresentadas pela abordagem HFC, uma das principais dificuldades identificadas pelo nosso grupo foi a falta de material adequado disponível para os professores e alunos.

Permaneci nesse Programa até o final de 2011, quando concluí o curso de Química, entretanto, para continuar minha caminhada na área de Ensino de Química e especificamente na temática abordagem HFC, em 2012, ingressei no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, PPGECM/UFPR para dar continuidade e aprofundar os estudos relacionados a abordagem HFC.

Considerando a falta de material didático adequado que possibilite a abordagem HFC nas aulas de Química, neste trabalho tenho como objetivo analisar os conteúdos relacionados ao conceito Combustão do século XVIII nos Livros Didáticos de Química selecionados no PNLEM/2008 e PNLD/2012 (Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio e Programa Nacional do Livro Didático), tendo por base a abordagem História e Filosofia da Ciência.

A principal justificativa para se procederem análises de Livros Didáticos (LDs) está ancorada no fato de que estes correspondem ao recurso didático mais utilizado pelo professor da Educação Básica nas suas aulas. Este fato, de ser o principal recurso didático utilizado pelo professor, é bastante complexo e, por causa

desta complexidade, pode ser abordado a partir de, no mínimo, dois vieses. O primeiro, diz respeito à problemática relacionada à formação dos professores. Ou seja, o professor em geral adota e utiliza um Livro Didático porque, na maioria das vezes, apresenta lacunas na sua formação, as quais acabam limitando-o no preparo das suas aulas. Um segundo viés que justifica a análise de Livros Didáticos, diz respeito ao livro em si. Ou seja, existe a necessidade de avaliar como os conteúdos são apresentados e tratados ao longo do livro, se estes veiculam erros conceituais, concepções equivocadas e, principalmente, se levam em conta a literatura da área ao esboçar sua proposta didático-pedagógica.

É neste segundo viés que esta pesquisa se insere, buscando investigar se a literatura produzida na área de Educação em Ciências/Química, referente à abordagem História e Filosofia da Ciência (HFC), tem influenciado as propostas didático-pedagógicas presentes nos Livros Didáticos de Química. Mais especificamente busca investigar se, ao tratar sobre o conceito Combustão do século XVIII, os Livros Didáticos de Química, selecionados no PNLEM/2008 e que foram selecionados novamente no PNLD/2012, atendem às orientação destes Programas, se levaram em consideração a literatura existente sobre abordagem HFC e se houve mudanças de uma avaliação para outra.

A escolha por conteúdos relacionados ao conceito de Combustão do século XVIII se justifica no fato deste possibilitar discussões a respeito da natureza da Ciência e sobre construção do conhecimento científico, uma vez que, durante este período histórico, cientistas como Stahl, Priestley e Lavoisier, por exemplo, apresentavam diferentes teorias para explicar o fenômeno da Combustão. Neste contexto, a abordagem HFC pode oferecer fundamento para estas discussões, proporcionando a aproximação de concepções mais adequadas sobre a natureza da Ciência auxiliando, portanto, no enfrentamento de algumas concepções deformadas, segundo Gil Pérez *et al* (2001), a respeito da construção do conhecimento científico.

O trabalho está estruturado em seis Capítulos. No Capítulo 1 será apresentada a fundamentação teórica relacionada à pesquisa: considerações sobre a Filosofia da Ciência, considerações sobre a História e Historiografia da Ciência, considerações sobre a abordagem História e Filosofia da Ciência (HFC), que inclui as contribuições da abordagem HFC no Ensino de Ciências, as dificuldades desta abordagem no Ensino de Ciências, a inserção da HFC nos currículos de Ciências no

Brasil e pesquisas sobre a abordagem HFC em propostas curriculares no Ensino de Ciências.

No Capítulo 2 serão apresentados aspectos da História da Química no que se refere à Combustão do século XVIII. Neste capítulo serão abordadas as teorias aceitas pela comunidade científica da época assim como os problemas enfrentados pelos cientistas para que pudessem compreender os fenômenos da natureza.

No Capítulo 3 serão discutidos aspectos sobre os Livros Didáticos (LDs): políticas públicas do LD no Brasil, o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM/2008), o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD/2012) e pesquisas voltadas ao estudo da HFC nos Livros Didáticos.

O Capítulo 4 será dedicado a metodologia da pesquisa, quando serão apresentados elementos da Análise de Conteúdo utilizados para a análise das obras selecionadas pelo PNLEM/2008 e PNLD/2012.

No Capítulo 5 serão apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da análise dos LDs, a qual foi estruturada a partir dos objetivos deste trabalho: i) se os LDs de Química atendem às orientações do PNLEM/2008 e PNLD/2012, no que diz respeito à abordagem HFC; ii) se estes levaram em consideração a literatura existente sobre abordagem HFC; e iii) se houveram mudanças entre as edições dos Livros Didáticos selecionados no PNLEM/2008 e PNLD/2012.

Finalizando, no Capítulo 6 serão apresentadas as considerações finais sobre a pesquisa desenvolvida.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A FILOSOFIA DA CIÊNCIA

No campo da História e Filosofia da Ciência, os trabalhos de Thomas Kuhn tem sido considerados um marco importante como análise do desenvolvimento da Ciência Moderna. Dentre os filósofos da Ciência do século XX, as discussões de Kuhn são aquelas que mais se aproximam da abordagem e dos objetivos desta pesquisa, porque este autor ao apresentar sua perspectiva sobre o desenvolvimento da Ciência oferece argumentos que possibilitam reflexões e discussões sobre determinadas concepções a respeito da construção do conhecimento científico que são perpetuados nas aulas de ciências e por meio dos Livros Didáticos. Por este motivo, buscou-se nas principais obras deste autor, parte do referencial que irá subsidiar as reflexões desenvolvidas nesta pesquisa.

Thomas Samuel Kuhn nasceu em 1922 nos Estados Unidos e sua formação inicial foi em física teórica. O primeiro contato com a História da Ciência foi durante sua pós-graduação, em um curso sobre História da Ciência destinado a não-cientistas. Percebendo incoerências na exposição de teorias e práticas científicas abordadas com os alunos, começou a modificar suas concepções com relação à natureza da Ciência. Esta experiência fez com que ele mudasse da Física para a História da Ciência, dedicando sua pesquisa à resolução de problemas filosóficos envolvidos na História da Ciência (KUHN, 2011).

A obra mais conhecida deste filósofo é *A Estrutura das Revoluções Científicas* (KUHN, 2011). Publicada pela primeira vez em 1967, esta obra tornou-se uma das mais influentes do século XX. Segundo Condé e Penna-Forte (2012), até o final do século XX, mais de um milhão de cópias já tinham sido vendidas e traduzidas para mais de vinte línguas. Para estes autores, Kuhn contribuiu para o entedimento do funcionamento da Ciência e influenciou quase todas as áreas de conhecimento. Nessa obra, Kuhn argumenta que se pode estruturar o desenvolvimento científico em dois períodos: Ciência Normal e Revoluções Científicas. Durante o período de Ciência Normal, a comunidade científica desenvolve pesquisas baseadas em um paradigma, o

qual, segundo Kuhn (2011), corresponde a uma tradição que inclui modelos de pensamento, conjunto de teorias, metodologias, instrumentos e técnicas que fornecem um padrão para o desenvolvimento de pesquisas e atua como guia no empreendimento científico. Os paradigmas aceitos pelos cientistas são aqueles que apresentam melhores respostas na resolução de problemas que a comunidade científica reconhece como importantes, sendo assim, os paradigmas são considerados por Kuhn (2011), como uma promessa de sucesso das pesquisas. Sobre este aspecto, o autor afirma que

A ciência normal consiste na atualização dessa promessa, atualização que se obtém ampliando-se o conhecimento daqueles fatos que o paradigma apresenta como particularmente relevantes, aumentando a correlação entre esses fatos e as previsões do paradigma e articulando-se ainda mais com o próprio paradigma (KUHN, 2001 p. 44).

A pesquisa científica normal é dirigida para que sejam articulados os fenômenos e teorias, sendo o paradigma um guia que estabelece padrões para a resolução de problemas. Kuhn (2011), considera que o período de Ciência Normal é aquele em que a Ciência mais se desenvolve, pois durante esse período a aplicação do paradigma vigente possibilita esmiuçar e aprofundar teorias já estabelecidas por este paradigma. Com relação à atividade realizada pelos cientistas neste período, Kuhn (2011), apresenta uma analogia com quebra-cabeças: a solução do problema já é conhecida, porém é possível explorar as diferentes maneiras de se atingir o resultado.

O autor afirma que se por um lado esse direcionamento limita a visão do cientista, por outro promove o comprometimento e confiança com o paradigma que são fundamentais para o desenvolvimento da Ciência. Para Kuhn (2011), a investigação dos fenômenos da natureza de maneira profunda e detalhada só é possível quando os cientistas concentram-se em determinados problemas orientados pelo paradigma. Com relação a essa questão, Kuhn (2011), afirma que:

Pouco desses complexos esforços teriam sido concebidos e nenhum teria sido realizado sem uma teoria do paradigma para definir o problema e garantir a existência de uma solução estável (KUHN, 2011, p.49).

Durante o período de Ciência Normal a investigação científica pode apresentar três focos que nem sempre podem ser distinguidos. O *primeiro* está relacionado à invenção, construção e ao aperfeiçoamento de instrumentos capazes de conferir maior precisão aos métodos empregados para a determinação, por exemplo, de valores como

comprimentos de onda e intensidades espectrais, no caso da Física, ou a determinação dos pontos de ebulição ou fórmulas estruturais, no caso da Química. O *segundo* foco de investigação procura estabelecer relações cada vez mais próximas entre os fenômenos da natureza e a teoria, uma vez que a matematização algumas vezes dificulta a aplicação direta da teoria, requerendo aproximações teóricas e até mesmo instrumentais. Por fim, o *terceiro* foco está relacionado a trabalhos experimentais articulados com as teorias do paradigma. Dentre esses trabalhos, Kuhn (2011) refere-se, por exemplo, à determinação de constantes, a busca de valores mais precisos para a constante gravitacional, a unidade astronômica, o número do Avogadro dentre outros. Essa articulação entre experiência e teoria também resulta na elaboração de leis quantitativas, dentre as quais Kuhn (2011) cita a lei de Coulomb sobre a atração elétrica, a lei de Boyle, que relaciona o volume e a pressão de gases e ainda a equação de Joule, que relaciona o calor produzido à resistência e à corrente elétrica.

Outra característica do período de Ciência Normal é que a pesquisa científica se baseia em realizações científicas passadas. Essas realizações são consideradas fundamentos para o exercício da Ciência Normal. De acordo com Kuhn (2011), o conhecimento produzido durante esse período é divulgado por meio de Manuais Científicos ou por textos de divulgação, para que os atuais e futuros membros da comunidade científica tenham conhecimento da produção científica, aprofundem seu entendimento sobre o paradigma e, a partir de então, desenvolvam suas pesquisas. Sobre isso, Kuhn (2011), afirma que:

Quando um cientista pode considerar um paradigma como certo, não tem mais a necessidade, nos seus trabalhos mais importantes, de tentar construir seu campo de estudos começando pelos primeiros princípios e justificando o uso de cada conceito introduzido. [...] o cientista criador pode começar suas pesquisas onde o manual a interrompe e desse modo concentra-se exclusivamente nos aspectos mais sutis e esotéricos dos fenômenos naturais que preocupam o grupo (KUHN, 2011 p.40).

Um exemplo desse acréscimo de conhecimento que ocorre durante a Ciência Normal pode ser identificado na elaboração da lei de Boyle. Essa lei enuncia que o produto da pressão (p) pelo volume (V) de um gás resulta em um valor constante ($p.V = k$), sob uma temperatura constante. Para chegar a essa conclusão, Boyle e seus colaboradores basearam-se em conceitos de pressão e volume de gases que já tinham sido elaborados e divulgados para a comunidade científica. Os equipamentos que determinavam essas magnitudes também já haviam sido construídos, portanto, não se

fez necessário construir esses conhecimentos novamente (Kuhn, 2006). A partir do conhecimento já consolidado é que esse grupo de cientistas passou a desenvolver sua pesquisa.

Contudo, devido ao aprofundamento e detalhamento do paradigma, existem momentos nos quais as teorias deixam de atender aos problemas investigados. Durante a investigação das teorias podem ser identificados novos fenômenos que não conseguem ser explicados pelo paradigma, surgindo então, contradições entre as teorias e a experiência. Estas contradições são denominadas por Kuhn como anomalias. Sobre a identificação dessas anomalias Kuhn (2011) descreve:

A descoberta começa com a consciência da anomalia, isto é, com o reconhecimento de que, de alguma maneira, a natureza violou as expectativas paradigmáticas que governam a ciência normal. Segue-se então uma exploração mais ou menos ampla da área onde ocorreu a anomalia. Esse trabalho somente se encerra quando a teoria do paradigma for ajustada, de tal forma que o anômalo se tenha convertido no esperado (KUHN, 2011 p. 78)

Kuhn (2011) argumenta que dependendo da relevância dessas anomalias, a comunidade científica pode ignorá-las ou então encontrar soluções *ad hoc*, ou seja, ajustes teóricos para que o novo fenômeno possa ser explicado segundo o paradigma vigente. Tal fenômeno só será considerado científico quando o ajustamento for completado.

Entretanto, nem sempre estes ajustes são possíveis e nestes casos estabelece-se então um período de crise do paradigma, no qual cientistas irão buscar explicações para esses resultados inesperados através da elaboração de novas teorias. Estas novas teorias passarão a constituir um novo paradigma quando atraírem a maioria dos cientistas, membros da antiga geração assim como de novas gerações, e se passarem a responder melhor os problemas enfrentados pela comunidade. Para Kuhn (2011), aquelas gerações mais antigas começam a desaparecer gradualmente devido a “conversão de seus adeptos ao novo paradigma” (KUHN, 2011 p.39). Porém, podem existir alguns cientistas que não aceitam o novo paradigma e continuam seguindo suas concepções anteriores, mas em geral essas pesquisas seguem isoladas e são ignoradas pela comunidade científica.

Esta é a principal característica do segundo período, o da Revolução Científica, quando um paradigma é abandonado pela comunidade científica por não conseguir explicar os fenômenos investigados ou ainda por estar saturado, ou seja, já foi detalhado ao máximo e deixa de contribuir para a pesquisa devido ao seu esgotamento.

Durante esse período um novo paradigma passa a ser construído, por ser mais bem sucedido que o anterior na resolução de problemas que a comunidade científica reconhece como grave e também por revelar-se como uma nova promessa no desenvolvimento de pesquisas (KUHN, 2011).

Depois de estabelecido o novo paradigma, um novo período de Ciência Normal se inicia, com o desenvolvimento e exploração dessas novas teorias. Essa transição de um paradigma para outro, por meio das Revoluções “é o padrão usual de desenvolvimento da ciência amadurecida” (KUHN, 2011 p.32)

Em outra obra, intitulada *O Caminho desde a Estrutura*, Kuhn (2006), discute mais sobre a linguagem como fundamento relevante nas Revoluções Científicas, principalmente no que diz respeito à incomensurabilidade entre teorias.

Com relação à incomensurabilidade, nesta obra Kuhn (2006) argumenta que teorias de paradigmas diferentes são incomensuráveis porque são intraduzíveis, ou seja, não é possível fazer uma tradução direta de uma para outra, pois o significado de alguns termos, expressões e conceitos científicos mudam de acordo com a teoria na qual são empregadas. Para exemplificar uma Revolução Científica, Kuhn (2006) apresenta a transição da astronomia de Ptolomeu para a de Copérnico: na teoria ptolomaica, Sol e Lua são planetas que giram ao redor da Terra. Já na teoria copernicana, a Terra é um planeta, o Sol é uma estrela e a Lua um satélite. Compreender a natureza conforme a teoria copernicana, heliocêntrica, é abandonar a teoria ptolomaica, ou seja, abandonar a visão de mundo geocêntrica. Esse tipo de mudança não é apenas correção de erros passados, “não envolve apenas mudanças nas leis da natureza, mas também mudanças nos critérios pelos quais alguns termos nessas leis ligavam-se a natureza” (KUHN, 2006 p.25). Nesse aspecto, a sentença “*eu antes via a Lua como um planeta e agora vejo como um satélite*” está incoerente, pois o termo “planeta” possui significados diferentes nas duas teorias, devido à mudança de referência. A relação desse termo com a natureza é diferente quando a teoria muda, ou seja, quando o paradigma muda.

Um outro exemplo que pode ser considerado é o do termo “elemento”. Quando utilizado segundo a teoria de Aristóteles, na qual toda matéria é constituída pela composição dos quatro *elementos* fundamentais – água, terra, fogo e ar – possui um significado diferente quando utilizado na teoria de Boyle, na qual *elemento* é qualquer substância pura que não sofre decomposição. Outro caso é quando os referentes de

termos da teoria anterior deixam de existir, como “flogístico”, termo presente na teoria da combustão segundo Priestley, que deixa de ter referência na teoria da combustão segundo Lavoisier. Esse exemplo em particular está mais detalhado no Capítulo 3 deste trabalho.

Estes são alguns exemplos do porquê para Kuhn existem rupturas no desenvolvimento da Ciência, ou seja, a construção do conhecimento científico não ocorre de modo linear e cumulativo, uma vez que após um período revolucionário, o paradigma antigo deixa de ser seguido pela comunidade e os padrões de pensamento, técnicas, teorias e linguagem, diretamente relacionados àquele paradigma, também são abandonados.

Apesar da não-linearidade na Ciência, fruto das Revoluções Científicas, é muito comum esta ser compreendida como linear e cumulativa. Uma das questões tratadas por Kuhn e que tem um interesse particular nesta pesquisa diz respeito à invisibilidade das revoluções científicas. A respeito disso Kuhn (2011) afirma:

Creio que existem excelentes razões para que as revoluções sejam quase totalmente invisíveis. Grande parte da imagem que cientistas e leigos têm da atividade científica criadora provém de uma fonte autorizada que disfarça sistematicamente – em parte devido a razões funcionais importantes – a existência e o significado das revoluções científicas (KUHN, 2011 p. 175).

A fonte autorizada a qual Kuhn se refere está relacionada aos principais Manuais Científicos e textos de divulgação, os quais têm a função de divulgar o paradigma vigente para as comunidades científicas, que os utilizarão como base para suas pesquisas. Para Kuhn (2011), esses veículos de informação:

Referem-se a um corpo já articulado de problemas, dados, teorias, e muito frequentemente ao conjunto particular de paradigmas aceitos pela comunidade científica na época em que esses textos foram escritos. [...] registram o *resultado* estável das revoluções passadas e desse modo põem em evidência as bases da tradição da ciência normal (KUHN, 2011 p. 176).

Os Manuais divulgam portanto, apenas o paradigma vigente, somente a Ciência Normal, a qual é exaustivamente exercida pelos cientistas. Porém, quando ocorrem Revoluções Científicas e, por conseqüência, mudanças de paradigma, mudam-se também os Manuais, os quais, via de regra, não apresentam a historicidade da construção dos conhecimentos. Ou seja, os Manuais apresentam apenas os resultados e não o processo de construção da Ciência. Esta prática resulta em recortes da História da Ciência, fazendo com que as rupturas, na maioria das vezes, não sejam

percebidas pelas comunidades científicas. Sobre os Manuais, Kuhn (2011) afirma que estes:

Precisam ser reescritos imediatamente após cada revolução científica e, uma vez reescritos, dissimulam inevitavelmente não só o papel desempenhado, mas também a própria existência das revoluções que os produziram (KUHN, 2011 p. 177).

Por um lado, as seleções e distorções que ocorrem nos Manuais transmitem a impressão de que os problemas tratados nestes materiais foram sempre os mesmos. Já por outro lado, Kuhn (2011) discute sobre o caráter funcional dessa invisibilidade, indicando que não há necessidade em abordar a História da Ciência nos Manuais porque esta não irá contribuir no desenvolvimento científico normal, considerando seu objetivo ensinar o paradigma vigente e não o anterior, já descartado pela comunidade. Segundo Kuhn (2011), “disso resulta uma tendência persistente a fazer com que a História da Ciência pareça linear e cumulativa, tendência que chega a afetar mesmo os cientistas” (KUHN, 2011 p. 178). Entretanto, não é desta forma que a Ciência se desenvolve e seria ingênuo considerar que o estado atual da Ciência é devido ao acúmulo de descobertas e invenções realizadas com o passar dos anos. Por isso a necessidade de que os Livros Didáticos apresentem a historicidade da construção do conhecimento.

Esta abordagem de Kuhn com relação aos Manuais Científicos são de interesse desta pesquisa e as discussões deste autor serão consideradas para as reflexões que se pretende fazer sobre Livros Didáticos. Apesar de Kuhn não fazer referência aos Livros Didáticos, consideramos que existe uma relação muito próxima entre os Manuais Científicos e os Livros Didáticos, pois da mesma forma que os Manuais, esses também são materiais que divulgam o conhecimento científico produzido.

Segundo Witzel (2002), o Livro Didático é aquele “livro adotado na escola, destinado ao ensino, cuja proposta deve obedecer aos programas curriculares escolares” (WITZEL, 2002 p.11). Nascimento (2011), ressalta que o Livro Didático é um recurso didático que sintetiza a produção científica, transpondo-a e adequando-a aos alunos. É nesse sentido que neste trabalho consideramos uma distinção entre os

Manuais Científicos kuhnianos e os Livros Didáticos¹. Com isso, é importante perceber que por ser um material destinado para um público de não cientistas o objetivo dos Livros Didáticos não é apenas a divulgação para produção de Ciência, mas também para o conhecimento sobre Ciência e sua natureza.

Tendo em vista este objetivo, considera-se fundamental que os Livros Didáticos relacionados às áreas das ciências contemplem a historicidade da construção da Ciência e não apenas o paradigma vigente e seus resultados estáveis. Todavia, via de regra, não é isso que ocorre, causando sérios problemas para a compreensão dos alunos a respeito de como a Ciência é construída. Segundo Kuhn (2011), esse caráter a-histórico reforça a impressão de que a Ciência está pronta e acabada, levando a concepções ingênuas e simplistas sobre a natureza da Ciência, como a linearidade do desenvolvimento científico ou o caráter de verdade da Ciência.

A seguir serão discutidos alguns aspectos sobre História e Historiografia da Ciência, a qual, aliada a Filosofia da Ciência, poderá contribuir no enfrentamento destas concepções inadequadas sobre Ciência.

1.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A HISTÓRIA E A HISTORIOGRAFIA DA CIÊNCIA

No campo da História da Ciência é importante compreender as diferenças entre História e Historiografia. Para Martins (2004) a História é constituída pelas ações humanas, situações e acontecimentos ocorridos ao longo dos anos. Historiografia é o registro dessas ações que ocorreram em diversas épocas. Dessa forma, a História é o objeto de estudo dos historiadores.

A História da Ciência como disciplina nem sempre foi academicamente respeitável. De acordo com Debus (1991), em meados do século XX, acreditava-se que esta era uma área de estudo mais apropriada aos cientistas que já estavam

¹ Para Kuhn, os Manuais são materiais que reúnem a produção científica como meio de divulgação dos trabalhos desenvolvidos pela comunidade científica para que os ingressantes possam apreender os conceitos e teorias do paradigma vigente. Já os LDs possuem propostas pedagógicas diferentes, apresentando uma transposição didática dos conteúdos e adaptações para os alunos. Podemos considerar que os Manuais são destinados para formação de cientistas, já os LDs são destinados ao processo de aprendizagem ou formação de cidadãos.

encerrando suas carreiras como pesquisadores. O fato de ser muito comum para estes cientistas oferecer cursos sobre a História específica de suas respectivas áreas reforçavam ainda mais essa ideia. Durante esse período, a História da Ciência não foi desenvolvida suficientemente pelos poucos historiadores da época, pois conforme Debus (1991), estes limitavam-se aos seus pontos de vista e não apresentavam relações entre a História da Ciência e a História propriamente dita.

De acordo com Debus (1991), o iniciador da História da Ciência foi George Sarton. Este matemático e historiador contribuiu na divulgação dessa área da Ciência com a fundação do periódico *Isis*, em 1912, com a publicação de diversos livros e artigos e ainda organizou encontros internacionais, ampliando as relações entre indivíduos com interesses afins.

Por muitos anos, a Historiografia da Ciência caracterizou-se como uma descrição sumária de fatos, conforme Martins (2006),

a ciência seria construída através de uma série de descobertas que podem ser associadas a datas precisas e a autores precisos. A história da ciência seria, essencialmente, um calendário repleto de descobertas e seus descobridores (MARTINS, 2006 p.186).

Ao historiador cabia a tarefa de responder o quê foi descoberto, quando e por quem (MARTINS, 2006; KUHN, 2011), como por exemplo, informar que a “nitroglicerina foi descoberta em 1847 pelo italiano Ascanio Sobrero” (PERUZZO e CANTO, 2003b p. 197). Contudo, no decorrer da pesquisa historiográfica estes profissionais encontram dificuldades na sua empreitada. Como diferenciar o científico do mito? Quais estudos são mais relevantes que outros? Como atribuir a descoberta científica para um único cientista sem considerar a colaboração dos grupos de pesquisas das comunidades científicas? Como determinar uma data específica para a descoberta, já que não são eventos isolados, mas episódios prolongados? (KUHN, 2011; MARTINS, 2006; ALFONSO-GOLDFARB & BELTRAN, 2004)

Ao analisar esse tipo de abordagem percebe-se que ela está incompleta no que se refere à construção da Ciência, uma vez que a utilização do termo “descoberta” pode contribuir para uma visão distorcida da Ciência, reforçando a concepção empírico-indutivista, “pois sugere que descobrir algo é um ato simples e único, assimilável ao nosso conceito habitual de visão” (KUHN, 2011, p.81) como se coubesse ao cientista encontrar algo que já existe, desconsiderando a construção do

conhecimento. Além do mais, o termo “descoberta” pode reforçar a idéia de que cientistas trabalham de forma individualizada, não considerando a coletividade da comunidade científica, e também pode contribuir para visões inadequadas sobre cientistas.

Segundo Porto (2011), este modelo historiográfico apresentava a História da Ciência a partir do presente, buscando no passado aqueles conceitos e ideias estabelecidas na Ciência atual, caracterizando-se portanto, como anacrônica e continuista. Um dos historiadores da Ciência que mais influenciou este modelo foi George Sarton. De acordo com Debus (1991), Sarton compreendia a Ciência como pensamento positivo e sistematizado, cabendo ao historiador explicar o progresso científico por meio das descobertas. Para Sarton, um historiador não deveria considerar superstição e magia, pois não ajudaria a compreender o progresso humano. Em seus trabalhos, Sarton fazia pouca referência aos gregos e excluía a Ciência Oriental pela carência de teorias.

De acordo com Debus (1991), em meados da década de 60 do século XX surgiram algumas críticas com relação ao pensamento positivista da Ciência. O historiador Walter Pagel argumentou sobre a seleção de materiais sob o ponto de vista moderno e afirmou que este tipo de abordagem, na qual se excluem informações consideradas não-científicas, poderia prejudicar a apresentação dos fatos históricos. Para Pagel, o historiador deve tentar buscar sentido e criar relações entre os domínios não-científicos e científicos. Em um debate sobre novas tendências da área, Pyo Rattansi discutiu sobre o papel do historiador:

[...] a tarefa dos historiadores não deve ser o isolamento de componentes ‘racionais’ e irracionais’, mas, isto sim, considerá-los como uma unidade e localizar pontos de conflito e tensão com base em apenas uma exploração e profundidade (DEBUS, 1991 p.08).

Outro aspecto discutido por Porto (2011) é a perspectiva internalista, ou seja, esse tipo de História da Ciência analisa apenas as ideias em torno da própria Ciência desconsiderando o contexto. De acordo com Porto (2011):

Essa historiografia antiga podia contribuir com um Ensino de Ciências mais “dogmático”, mais voltado para a transmissão cultural; ou mesmo para um ensino mais voltado para emular a atividade científica – o qual acabou por se mostrar uma idealização do que seria fazer Ciência, e não um reflexo do que ocorria nos laboratórios de pesquisa (PORTO, 2011 p. 165).

Essa perspectiva internalista foi mais uma das influências de Sarton e demais historiadores da Ciência positivistas do século XX. Conforme exposto por Debus (1991), para Sarton, Koyré e Butterfield, por exemplo, a História da Ciência era uma área de estudo internalista e técnica. Para estes historiadores da Ciência caberia aos demais historiadores contextualizar, ou seja, ampliar as relações entre a História da Ciência e a História propriamente dita.

Por outro lado existe a perspectiva externalista, que passou a ganhar força a partir do início da década de 70 do século XX. Segundo Debus (1991), nesse período surgiram vários trabalhos apresentando as interrelações entre Ciência e sociedade, ou seja, a área da História da Ciência passou a atrair historiadores e cientistas sociais, interessados na contextualização dos fatos científicos.

Seria complexo definir qual das duas perspectivas seria a mais adequada. Uma questão levantada por Debus (1991) foi:

o que é a História da Ciência? Será a tradição técnica e internalista da Sarton, Koyré ou Negebauer, ou será a tradição externalista daqueles que buscam compreender as mudanças científicas a partir do contexto social?(DEBUS, 1991, p.11).

O próprio autor afirma que ambas podem contribuir na construção dessa área, por esse motivo é fundamental estabelecer vínculos entre os historiadores das áreas de Ciências com aqueles da área de História.

A maneira com que os conhecimentos científicos são apresentados para estudantes pode influenciar as suas concepções sobre Ciência. Prova disso é que, segundo pesquisas realizadas por Kosminsky e Giordan (2002), Souza *et al* (2007), e Fabricio *et al* (2012), observa-se que a maioria dos estudantes concebem os cientistas como indivíduos que possuem um conhecimento diferenciado, muito inteligentes e ficam no laboratório fazendo descobertas e, por este motivo, os consideram como gênios. Estes autores afirmam que a abordagem histórica divulgada em programas de televisão, filmes, revistas e livros, inclusive os didáticos, podem influenciar as concepções dos alunos e também da população em geral.

Considerando o papel do historiador no processo de divulgação da História da Ciência, Alfonso-Goldfarb e Beltran (2004) afirmam que a historiografia é um importante instrumento para compreender e analisar os fatos históricos, portanto, espera-se do historiador conhecimento profundo da área, que sejam considerados aspectos “históricos, epistemológicos, lógicos, antropológicos, científicos e, muitas

vezes, lingüísticos e até mesmo artísticos” (ALFONSO-GOLDFARB e BELTRAN, 2004, p.7). Nesse sentido, o ideal é que a História da Ciência seja apresentada relacionando os conhecimentos construídos pelos cientistas com o contexto histórico e demais concepções da época. As concepções de Galileu, por exemplo, não devem ser comparadas com as da Ciência Moderna, mas com “aquelas partilhadas por seu grupo, isto é, seus professores, contemporâneos e sucessores imediatos nas ciências” (KUHN, 2011 p.22), pois comparar a Ciência Moderna com a antiga pode provocar a impressão de que esta não tem caráter científico, que é ultrapassada e não tem valor. Essa nova abordagem histórica é uma das características da revolução historiográfica, a qual passa a refletir sobre como diferenciar o científico do mito.

Fazendo uma relação entre a História da Ciência com o Ensino de Ciências dos dias atuais, no qual se pretende formar estudantes críticos, capazes de compreender as complexidades da atividade científica, percebe-se que este novo modelo de Historiografia da Ciência pode contribuir para a formação dos estudantes.

A seguir serão apresentadas algumas considerações sobre a História e Filosofia da Ciência, ou seja, uma área de conhecimento que une a História da Ciência com a Filosofia da Ciência. Dentre estas considerações estão as contribuições da abordagem Histórica e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências, as dificuldades encontradas para que a abordagem seja utilizada na sala de aula, a inserção desta abordagem nos currículos de Ciências do Brasil e algumas propostas curriculares que envolvem tal abordagem.

1.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA

Até o momento foram apresentadas algumas considerações sobre a Filosofia da Ciência e a História da Ciência, ainda separadas. A Filosofia pretendendo ultrapassar a marca de um local ou de uma época e, a História buscando ultrapassar a visão de historiografia como uma narrativa estruturada dos fatos passados. Todavia, considera-se que estas duas áreas do conhecimento estudadas em separado apresentam limitações, haja vista a frase de Lakatos: “ a Filosofia da

Ciência está vazia sem a História da Ciência; a História da Ciência está cega sem a Filosofia da Ciência”. A História e Filosofia da Ciência (HFC) busca unir estas duas áreas de conhecimento, tratando a Ciência como um problema histórico e como questão filosófica (BURGUETE, 2004). Neste sentido traria mais contribuições para o Ensino de Ciências.

Matthews (1995), comenta que alguns problemas no Ensino de Ciências, os quais correspondem aos altos índices de analfabetismo científico e tecnológico e evasão de alunos, assim como de professores das salas de aula de ciências, estão relacionados à falta de articulação com a HFC.

De acordo com Gil Perez *et al* (2001), existem algumas visões ingênuas que simplificam e deturpam as concepções epistemológicas a cerca da natureza da Ciência e da construção do conhecimento científico, tratadas neste trabalho como concepções equivocadas da Ciência. Segundo estes autores não existe uma “imagem única e correta” da Ciência, o que poderia sugerir a existência de um método científico universal. Porém, para que ocorra a aproximação de concepções epistemológicas mais adequadas, as quais poderão incidir de forma positiva sobre o Ensino de Ciências, é importante evitar que visões deformadas ou equivocadas sejam difundidas e reforçadas nas aulas. Para Gil Perez *et al* (2001), as visões deformadas mais recorrentes são: i) *concepção empírico indutivista e ateórica*; ii) *visão rígida, algorítmica e exata da prática científica*; iii) *visão aproblemática e ahistórica*; iv) *visão acumulativa de crescimento linear*; v) *visão individualista e eleitista*; e vi) *visão socialmente neutra da Ciência*.

Segundo Gil Perez *et al* (2001), a *concepção empírico indutivista e ateórica* é aquela na qual a observação e a experimentação são entendidas como atividades neutras, deixando-se de lado o papel de teorias e hipóteses como orientadoras da investigação de fenômenos científicos. Segundo estes autores, esta concepção, que pode ser percebida em alunos, docentes e até mesmo em cientistas, reforça a relação que se tem entre a Ciência e suas descobertas, caracterizando uma visão ingênuo da Ciência e sua natureza.

Com relação a segunda deformação, Gil Perez *et al* (2001), afirmam que aqueles que apresentam uma *visão rígida, algorítmica e exata da prática científica* admitem o suposto ‘Método Científico’ como uma sequência de etapas a serem respeitadas e que dependem de um controle rigoroso e de um tratamento

quantitativo. Seguir o “Método Científico” implica em excluir a criatividade do cientista, a dúvida e acreditar que os resultados obtidos são exatos.

Quando Gil Perez et al (2001), discutem sobre a *visão aproblemática e ahistórica*, referem-se a concepção de que a Ciência é dogmática e fechada, ou seja, o enfoque do conhecimento científico está centrado nos resultados, sem uma reflexão sobre os problemas e fatores dos quais estes foram originados ou influenciados, nem as dificuldades encontradas em suas soluções ou ainda sobre as possibilidades e limitações do conhecimento científico.

Sobre a *visão acumulativa de crescimento linear*, Gil Perez et al (2001), discutem que essa visão não apresenta as confrontações entre as teorias rivais nem as controvérsias teóricas, mas que o conhecimento científico se dá de forma cumulativa e direta. Essa concepção seria, segundo Kuhn (2011), uma particularidade do período da Ciência Normal, porém, não caracteriza o desenvolvimento da Ciência como um todo, pois ignora as crises assim como as Revoluções Científicas.

Outra deformação destacada pelos autores é a *visão individualista e elitista da Ciência*, na qual se entende que o conhecimento científico é produzido por pesquisadores isolados, perdendo-se de vista a natureza cooperativa do trabalho científico. Além disso, essa visão reforça a discriminação social, na qual o trabalho científico seria reservado a minorias intelectuais e ainda a discriminação sexual, pois evidencia a atividade científica masculina.

Por fim, a *visão socialmente neutra e descontextualizada da Ciência* a qual Gil Perez et al (2001), fazem referência, seria aquela que não considera as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, ou seja, que a produção científica não sofreria influências externas e estaria “acima do bem ou do mal” (GIL-PÉREZ *et al* 2001, p.133).

Autores da área de Ensino de Ciências (GAGLIARDI e GIORDAN, 1986; GIL-PÉREZ, 1993; GIL-PÉREZ *et al* 2001; PEDUZZI, 2001; MATTHEWS, 1995; BASTOS, 1998; LOGUERCIO e DEL PINO, 2006; MARTINS, 2006; MARTINS, 2007; CHASSOT, 2008; OKI e MORADILLO, 2008) tem argumentado que a abordagem histórica e filosófica da Ciência como estratégia didática pode contribuir para enfrentar vários dos problemas do Ensino de Ciências, dentre eles as visões deformadas apontadas anteriormente.

A seguir serão discutidos alguns elementos sobre a abordagem HFC no Ensino de Ciências e apresentados argumentos de autores que defendem que a abordagem HFC pode contribuir para o Ensino de Ciências bem como argumentos contrários a esta abordagem. Na sequência será relatado de que forma vem ocorrendo à inclusão da HFC nos currículos e serão apresentados alguns trabalhos que envolvem a abordagem HFC e o Ensino de Ciências.

1.3.1 Contribuições da abordagem HFC no Ensino de Ciências

A associação da História da Ciência com a Filosofia da Ciência é tratada neste trabalho como abordagem HFC, a qual vem sendo considerada com potencial para contribuir para o Ensino de Ciências, uma vez que auxilia no enfrentamento de vários problemas deste ensino, conforme apontado anteriormente.

De acordo com pesquisadores da área (MARTINS, 2006; LOGUERCIO e DEL-PINO, 2006; OKI e MORADILLO, 2008; FABRICIO et al, 2012), através do estudo detalhado de alguns episódios históricos pode-se mostrar o esforço humano para compreender a natureza, rompendo com a visão dogmática da ciência.

Outra possibilidade é apresentar a contribuição de alguns cientistas no desenvolvimento do conhecimento científico, assim como o papel da multidão dos pesquisadores no desenvolvimento de importantes aspectos das ciências que nem sempre são lembrados ou citados nas aulas de ciências, mostrando a Ciência como construção humana, produzida por comunidades científicas e não apenas por cientistas isolados, contemplando ainda a participação das mulheres na construção da Ciência (MARTINS, 2006; LOGUERCIO e DEL PINO, 2006; LOGUERCIO *et al* ,2002; LOPES, 1990).

Segundo Martins (2006), Loguercio e Del Pino (2006), Adúriz-Bravo et al. (2002) e Oki e Moradillo (2008), outros aspectos ainda podem ser explorados na exposição de episódios históricos, como o processo gradual de formação de teorias, modelos, conceitos e do próprio modelo científico, expondo que existem teorias alternativas, controvérsias, revoluções que descartaram teorias que foram aceitas por comunidades científicas durante muito tempo, assim como a permanência de

dúvidas mesmo com relação a teorias bem corroboradas. Estes autores ainda consideram a possibilidade de discutir com os alunos sobre a influência de concepções filosóficas e religiosas, sobre o papel da tradição e de preconceitos injustificados no desenvolvimento das ciências, assim como muitos aspectos da dinâmica da Ciência, rompendo com a concepção de que existe um único Método Científico, reforçando o caráter hipotético e tentativo da Ciência e as limitações das teorias.

De acordo com Gil-Pérez (1993), Loguercio e Del Pino (2006), Martins (2006) e Kuhn (2011) a abordagem HFC nas aulas de ciências pode contribuir no enfrentamento de concepções empírico-indutivistas, com a visão de que a Ciência é aproblemática, ateórica e que é construída de forma linear, pois esta abordagem expõe as resistências e obstáculos que ocorreram durante o desenvolvimento científico, apresenta o paralelismo entre ideias, já que diferentes que comunidades científicas podem ser guiadas por diferentes paradigmas, e que a existência de crises durante o desenvolvimento científico culminaram em mudanças de paradigmas, numa sistemática ruptura que contrapõe a ideia cumulativa e evolutiva da Ciência.

Teixeira *et al.* (2009) afirmam que a abordagem HFC a partir da perspectivas maximalista, na qual, no currículo como um todo, permeiam dimensões históricas, filosóficas e culturais da Ciência, pode contribuir para a superação de diversos problemas, como: a *quase-história*, quando mitos e anedotas são apresentados como verdade; o *anacronismo*, quando, por exemplo, fatos do desenvolvimento são apresentados fora de uma sequência cronológica; o *whiggismo*, no qual estuda-se apenas a história dos vencedores, ou seja, apresenta-se apenas uma única perspectiva histórica e com os “olhos do presente”; a *redução a história das ciências à biografia de cientistas*, as quais, na maioria das vezes se resumem a datas de nascimento, descobertas e falecimento.

Segundo Bastos (1998) a abordagem HFC contribui para o aluno compreender as relações entre desenvolvimento científico, econômico e social, e a perceber as dimensões histórica, social e ética do processo de produção da Ciência e tecnologia. Ainda de acordo com este autor, o objetivo é “fazer com que o aluno construa concepções mais elaboradas e realistas acerca da Ciência e dos cientistas

que possam subsidiar o exercício de uma cidadania consciente e atuante” (BASTOS, 1998 p.56).

Um dos argumentos de Matthews (1995), para o uso da HFC nas aulas de ciências está relacionado ao uso quase que exclusivo de fórmulas, nomenclaturas, cálculos e equações que não produzem significado para os alunos. Segundo este autor, a abordagem HFC pode promover aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, estimulando o desenvolvimento do pensamento crítico. Matthews (1995), ainda afirma que essa abordagem pode contribuir para o Ensino de Ciências por diversos motivos:

(1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove a compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais da história da ciência – a Revolução Científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, pois isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem a ideologia científicista; e, finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente (MATTHEWS, 1995 p.172).

Oki e Moradillo (2008) também consideram que a introdução da História da Ciência nas aulas de ciências pode facilitar a mudança de concepções simplistas sobre a Ciência, além de contribuir para a humanização do ensino científico. De acordo com estes autores:

A HC é considerada conhecimento indispensável para a humanização da ciência e para o enriquecimento cultural, passando a assumir o elo capaz de ensinar menos para ensinar melhor. É deixada, aos curriculistas, a importante tarefa de promover reestruturações visando muito mais eliminar do que acrescentar conteúdos de ensino (OKI e MORADILLO, 2008 p.69).

Martins (2006), Gil-Pérez *et al* (2001), assim como El-Hani (2006), consideram importante a inclusão da abordagem HFC não apenas na Educação Básica, mas também na Educação Superior, principalmente na formação de professores, pois esta abordagem pode contribuir no enfrentamento de visões distorcidas sobre Ciência. A carência desta abordagem nos cursos de formação de professores pode fazer com que suas visões sobre a natureza da Ciência sejam perpetuadas nas salas de aula, reforçando compreensões equivocadas sobre Ciência.

De acordo com Loguercio e Del Pino (2006), associar Filosofia da Ciência a uma disciplina de História da Ciência na formação de professores pode contribuir para uma mudança dessas concepções inadequadas, minimizando os problemas no Ensino de Ciências, como o dogmatismo e a ahistoricidade. Ainda segundo estes autores, além do conhecimento dos conteúdos, “o professor deve conhecer profundamente os aspectos metodológicos, da história das ciências, das interações ciência-tecnologia-sociedade e dos desenvolvimentos científicos recentes” (LOGUERCIO e DEL PINO, 2006 p.69).

No tópico seguinte serão trazidos argumentos que problematizam o uso da HFC no Ensino de Ciências.

1.3.2 Dificuldades da abordagem HFC no Ensino de Ciências

Mesmo havendo inúmeros argumentos que afirmam as contribuições da abordagem HFC nas aulas de ciências, existem autores que se colocam contrários a esta abordagem, inclusive questionam se é realmente necessário incluir a Filosofia da Ciência em programas de formação de professores, “afinal, os próprios filósofos da Ciência, educadores e cientistas não partilham de um consenso sobre o que vem a ser um entendimento epistemológico apropriado da atividade científica” (TEIXEIRA *et al.* 2009, p.534). Em seguida estão relacionadas algumas dificuldades enfrentadas do Ensino de Ciências com que diz respeito à abordagem HFC.

Segundo Martins, (2006), existem algumas dificuldades para implementar esta abordagem na sala de aula. Dentre estas dificuldades estão: *i)* a carência de um número suficiente de professores com formação adequada para pesquisar e ensinar de forma correta a história das ciências; *ii)* o mal entendimento da própria natureza da História da Ciência e seu uso na educação; e *iii)* a falta de material didático adequado.

A respeito da primeira dificuldade, Martins (2006), afirma que é necessário que as universidades tenham professores-pesquisadores especializados em História da Ciência ministrando aulas em todos os cursos do nível superior, principalmente nos cursos de licenciatura. Essa é uma forma de promover a difusão de uma visão

adequada sobre a natureza da Ciência e a construção do conhecimento científico. Entretanto, essa não é uma realidade nas universidades brasileiras, pois nem sempre os professores que ministram aulas de História da Ciência possuem formação adequada e, por meio de improvisos, acabam perpetuando visões equivocadas da Ciência para os futuros professores. Os professores em formação, por sua vez, poderão difundir estas visões na sala de aula da Educação Básica, reforçando nos alunos visões ingênuas e distorcidas a cerca da natureza da Ciência e da construção do conhecimento científico. Frente essa situação, percebe-se a importância dos cursos de formação continuada, proporcionando um contínuo aperfeiçoamento para os professores (SCHNETZLER, 2002), principalmente para aqueles que não foram introduzidos na abordagem HFC durante sua formação inicial.

A segunda dificuldade relatada por Martins (2006), está relacionado ao mal entendimento da própria natureza da História da Ciência e seu uso na educação, sendo esta dificuldade uma consequência da primeira. De acordo com Teixeira *et al.* (2009), a perspectiva minimalista é muito frequente em Livros Didáticos. Nesta perspectiva, a HC é reduzida a tópicos sobre fatos históricos, na qual são inseridos nomes, datas e anedotas, reforçando que a Ciência é feita por grandes personagens, caracterizada por episódios marcantes e acontecimentos isolados. Outro equívoco, segundo estes autores, quanto ao uso da HC na educação ocorre quando esta está associada a concepções errôneas de método científico, quando se busca provar uma teoria a partir da observação e experimentos. Ainda outro equívoco está no uso de argumentos de autoridade, fazendo com que os conhecimentos científicos tornem-se crenças apenas por aceitação, não considerando os aspectos fundamentais da Ciência.

A terceira dificuldade, associada à falta de material adequado sobre História da Ciência, está diretamente relacionada às dificuldades anteriores. Martins, (2006), argumenta que até existem revistas, coleções, livros traduzidos, livros de produção nacional, Livros Didáticos, enciclopédias, sites que trazem informações históricas, mas o problema não está na quantidade e sim na qualidade. Segundo o autor, da mesma forma que existem professores sem formação adequada, há escritores não especializados produzindo esses materiais, divulgando informações históricas e concepções sobre a natureza da Ciência de forma errônea, reforçando, por exemplo,

a ideia de que a Ciência é feita por grandes personagens, gênios, excluindo o trabalho coletivo das comunidades científicas e que cada alteração científica ocorre em datas determinadas e de forma independente, ou seja, reforçando as visões deformadas discutidas por Gil Perez *et al* (2001), as quais foram apresentadas anteriormente.

A lenda da maçã de Newton é um exemplo de anedota presente em muitos materiais que reforça um mito e contribui para uma visão distorcida da Ciência. Esta lenda é uma maneira de expressar a descoberta realizada pelo cientista, mas exclui todo o trabalho dedicado ao estudo, considerando que a ação do cientista é apenas o de “descobrir”, “desvelar” a natureza, como fruto de mero acaso. Uma das consequências desse tipo de abordagem, segundo Martins (2006) é que:

a ciência seria construída através de uma série de descobertas que podem ser associadas a datas precisas e a autores precisos. A história da ciência seria, essencialmente, um calendário repleto de descobertas e seus descobridores (MARTINS, 2006 p.186).

No que se refere a este problema, Martins (2006), considera que, caso não sejam criadas estratégias para superar estas dificuldades, como por exemplo, melhoria nos cursos de formação inicial e de continuada de professores contemplando a abordagem HFC, bem como investimentos em materiais didáticos de boa qualidade, é preferível que a abordagem HFC não seja realizada em sala de aula, pois na tentativa de simplificar os conteúdos o professor estará prestando “um grande desserviço a essa área” (MARTINS, 2006 p.xxiii).

Matthews (1995), argumenta que tais simplificações devem ser evitadas, pois apresentam uma História da Ciência de má qualidade. Segundo Matthews (1995), cabe aos autores de Livros Didáticos, professores e pedagogos a tarefa de produzir um material adequado. Para este autor estes profissionais devem:

[...] produzir uma história simplificada que lance uma luz sobre a matéria, mas que não seja uma mera caricatura do processo histórico. A simplificação deve levar em consideração a faixa etária dos alunos e todo o currículo a ser desenvolvido. História e ciência podem tornar-se mais e mais complexas à medida que assim o exija a situação educacional (MATTHEWS, 1995 p.177)

Com relação à simplificação Peduzzi (2001), defende a importância da seleção das fontes a serem pesquisadas e acredita que há uma maneira de articular o produto do conhecimento com seu desenvolvimento.

Apesar das dificuldades da abordagem HFC no Ensino de Ciências, os documentos oficiais orientam que esta abordagem seja adotada nos currículos. A seguir será apresentado um histórico de como ocorreu a inserção da HFC nos currículos de ciências no Brasil.

1.3.3 A inserção da HFC nos currículos de Química no Brasil

A partir de estudos sobre a História do Ensino de Química no Brasil, Schnetzler (2011), relata que o Ensino Secundário de Química no Brasil iniciou em 1862, porém, veiculado ao Ensino Secundário de Física. Entretanto, o grande marco para a Ensino de Química, segundo Aires (2006), foi a Reforma Rocha Vaz de 1925, pois a partir de então a Química começa a fazer parte do currículo do Ensino Secundário brasileiro separadamente da Física.

Em uma investigação sobre o tratamento do conhecimento químico em Livros Didáticos publicados no período de 1875 a 1978, Schnetzler (1980), constatou pouca importância atribuída ao Ensino de Ciências durante tal período:

A pouca importância dada ao Ensino de Ciências pode ser comprovada pelas programações de 1838, 1841 e 1857. Na primeira, para 59 lições de línguas onde 35 eram de latim, existiam 6 lições de ciências físicas. Em 1841, para um curso secundário de sete anos, com uma média de 25 aulas semanais, a química e a física apareciam juntas com 3 aulas do 6º ano. Se somarmos as cargas semanais dos sete anos, teremos somente 3 aulas de química e física juntas para um total de 185, correspondendo, portanto, a 2% do total de aulas (SCHNETZLER, 1980, p.60).

Segundo Schnetzler (1980 e 2011), durante o período de 1875 e 1930, as influências humanísticas e literárias foram mais presentes na Educação Secundária do que as científicas, atraindo maior interesse de educadores da época. De acordo com esta autora, a pouca importância atribuída ao Ensino de Ciência e, em particular, ao Ensino Secundário de Química, também pode ser constatada nas seis reformas educacionais² que ocorreram durante este período. Porém, segundo

² Reformas educacionais: a de Leôncio de Carvalho, nos anos de 1879 a 1889; a de Benjamin Constant, de 1890 a 1900; a de Epitácio de Pessoa, de 1901 a 1910; a de Rividália Correa, de 1911 a 1914; a de Carlos Maximiliano, de 1915 a 1924 e a de Rocha Vaz, de 1925 a 1930.

Schnetzler (2011), a partir da Reforma de Francisco Campos de 1931 o Ensino de Química passou a ser mais valorizado como área de conhecimento.

Dentre os objetivos da Reforma Francisco Campos, Aires (2006), destaca o de fazer com que o Ensino de Química tornar-se formador de indivíduos integrados à sociedade, deixando de ser meramente preparatório ao Ensino Superior. Segundo esta Lei:

O ensino de química tem por fim proporcionar aos alunos o conhecimento da composição e da estrutura íntima dos corpos, das propriedades que delas decorrem e das leis que regem as suas transformações, orientando-o por um tirocínio lógico e científico de valor educativo e coordenando-o, pelo interesse imediato da utilidade, com as aplicações da vida cotidiana (BRASIL, apud AIRES, 2006).

Ao tratar sobre a HFC no Ensino de Química, Porto (2011), afirma que a Reforma Francisco Campos foi a primeira a recomendar o emprego da História no Ensino de Química, no entanto, a visão positivista da Ciência predominante entre os historiadores da época influenciou na construção desta Lei. Segundo Campos (*apud* PORTO, 2011):

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

Segundo Porto (2011), a partir da década de 30 do século XX passou a existir a compreensão de que o Ensino de Química não deveria se resumir ao ensino de conteúdos, mas que também era importante considerar o ensino de valores relativos à Ciência e de aspectos de sua produção histórica. Porém, nesse período a produção histórica era entendida como linear e cumulativa, sendo os gênios-cientistas, “grandes vultos da História”, os responsáveis pelo progresso científico.

Atualmente em vigor está a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN/96 - Lei 9.394/96, de 20/12/1996). Esta Lei apresenta uma reorientação no que diz respeito à compreensão do “conhecimento científico-tecnológico como portador de uma história, e como resultado de processo complexo de elaboração” (PORTO, 2011, p.161). Todavia, Porto (2011) destaca que estas orientações não

estão tão evidentes neste documento, mas podem ser observadas nas diretrizes, pareceres, e parâmetros curriculares oficiais, elaborados a partir da LDBEN/96.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química, regulamentada pelo Parecer 1303/2001, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CNE/CES), demonstram preocupação com a dimensão histórica do conhecimento no processo de formação dos profissionais da área de Química, tanto nos cursos de Bacharelado quanto nos de Licenciatura. Dentre as *Competências e Habilidades*, no subitem *Com relação à compreensão da Química*, este Parecer orienta que os estudantes de Bacharelado e Licenciatura devem:

Reconhecer a Química como uma construção humana e compreendendo os aspectos históricos de sua produção e suas relações com os contextos culturais, socioeconômico e político (BRASIL, 2001 p.5 e 7).

Este Parecer ainda apresenta orientações mais específicas com relação a dimensão histórica para os cursos de Licenciatura. Em *Competências e Habilidades*, no subitem *Com relação à formação pessoal*, este Parecer prevê que os licenciandos devem “ter uma visão crítica com relação ao papel social da Ciência e à sua natureza epistemológica, compreendendo o processo histórico-social de sua construção” (BRASIL, 2001 p.6). No subitem *Com relação ao Ensino de Química*, este Parecer prevê que os licenciandos devem “compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade” (BRASIL, 2001, p.7).

Analisando estas orientações percebe-se a importância atribuída na dimensão histórica da Ciência na formação dos profissionais de Química. No entanto, o Parecer 1303/2001 não inclui a História da Ciência ou a História da Química como conteúdo curricular, apenas sugere no subitem *Atividades Complementares* o conteúdo História assim como Filosofia, Informática, Administração, dentre outros. Com relação a esta contradição Porto (2011), comenta:

[...] se por um lado – ao definir o perfil do químico – há um forte compromisso com a necessidade da abordagem histórica, por outro lado – ao especificar os conteúdos – os responsáveis pelo Parecer deixam vago o âmbito em que as competências e habilidades relativas à História da Ciência devem ser desenvolvidas. A falta de uma definição mais explícita pode dificultar a concretização do perfil idealizado (PORTO, 2011, p.163).

Esta indefinição no currículo do Ensino Superior pode refletir em problemas na Educação Básica, uma vez que os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM/2000) apresentam diversas referências ao uso da História da Ciência no Ensino nas Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Pessoa Jr. (1996) reforça que o uso da abordagem histórica na educação científica vai depender da concepção de ensino do professor, portanto, se o licenciando tiver lacunas na sua formação acadêmica com relação a dimensão histórica da Química, poderá apresentar dificuldades na abordagem da História da Ciência nas aulas. Uma vez que o professor apresente tais dificuldades, a inclusão pode ocorrer de forma inadequada, podendo perpetuar concepções inadequadas sobre o desenvolvimento da Ciência.

Das referências ao uso da História da Ciência no Ensino nas Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, no que diz respeito à Química, os PCNEM orientam que:

Na interpretação do mundo através das ferramentas da Química, é essencial que se explicita seu caráter dinâmico. Assim, o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança. A História da Química, como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos. A consciência de que o conhecimento científico é assim dinâmico e mutável ajudará o estudante e o professor a terem a necessária visão crítica da ciência. Não se pode simplesmente aceitar a ciência como pronta e acabada e os conceitos atualmente aceitos pelos cientistas e ensinados nas escolas como “verdade absoluta” (BRASIL, 2000 p.31).

Nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+ Ensino Médio/2002), há novamente, no que diz respeito a História da Ciência, competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes do Ensino Médio. Com relação à Química:

É fundamental que se mostre através da história, as transformações das ideias sobre a constituição da matéria, contextualizando-as. A simples cronologia sobre essas ideias, como é geralmente apresentada no ensino, é insuficiente, pois pode dar uma ideia equivocada da ciência e da atividade científica, segundo a qual a ciência se desenvolve de maneira neutra, objetiva e sem conflitos, graças a descobertas científicas, isoladas do contexto social, econômico ou político da época (BRASIL, 2002 p. 96).

Considerando, então, estas orientações para Ensino de Química, acaba sendo um consenso que são necessários alguns requisitos para tornar possível a conversão de projetos de currículos em realidade de sala de aula, como novas orientações para prática e avaliação.

Em seguida serão apresentadas algumas propostas curriculares as quais tem como objetivo incluir a abordagem HFC nas aulas de ciências, minimizando desta forma a lacuna existente no Ensino de Ciência.

1.3.4 A abordagem HFC em propostas curriculares no Ensino de Ciências

Com objetivo de contribuir para a inserção da abordagem histórica nas aulas de Ciências, a literatura apresenta uma variedade de propostas curriculares que podem servir como sugestão para professores aplicarem em suas aulas. A seguir serão apresentadas algumas propostas para o Ensino de Física e Ensino de Química.

A proposta curricular elaborada por Vannucchi (1996), tem como objetivo apresentar pessoas que contribuíram para a Ciência quanto a elaboração de suas teorias, como aconteceu a resolução de um problema, os personagens históricos com quem dialogaram, os erros e equívocos cometidos. Para tal abordagem, a autora utilizou como tema o episódio de aperfeiçoamento da luneta do século XVII e elaborou dois textos de caráter histórico-filosófico para trabalhar com turmas da 2ª série do Ensino Médio.

Inicialmente, os alunos fizeram a leitura e um debate sobre os textos. O primeiro trata sobre a tentativa de Galileu reproduzir a construção de uma luneta por meio de uma lente côncava e uma convexa. Antes que acabasse aquele ano de pesquisas de Galileu, o texto anunciava que ele teria construído telescópios aptos a fazerem observações astronômicas, mas sem explicar porque e como funcionava esse instrumento, sendo um fato compreendido por Johannes Kepler no ano seguinte, ao analisar geometricamente a refração da luz por lentes. Mas a formulação correta da lei da refração só foi obtida 70 anos mais tarde pelo holandês Christian Huygens. O segundo texto abrange as observações astronômicas de

Galileu em seu livro: “Mensageiro das Estrelas”, de 1610, como a superfície montanhosa da lua, em contradição à noção de superfície lisa que se tinha na época, além da descrição de estrelas nunca vistas antes. Este texto traz algumas discussões de outras pessoas sobre as impressões de Galileu, sendo entendidas como ilusão ótica, uma vez que contrariavam a teoria celeste aristotélica aceita pelos estudiosos daquele período. Discussões sobre como a idéia da Terra girar ao redor do Sol também são repensadas com os estudos galileanos, retomando a ideia de a Terra ser móvel, e não imóvel e o centro do universo, como se acreditava.

Segundo Vannucchi (1996), este formato de trabalho, com a leitura e posterior discussão de textos com um fio condutor histórico, torna-se interessante por apresentar a relação entre conhecimento científico e tecnológico, bem como o papel dos referenciais teóricos dos cientistas na observação e interpretação dos dados. Assim, discute-se que nem sempre a tecnologia é resultado do avanço na Ciência, uma vez que a luneta foi construída sem que houvesse uma teoria ótica que explicasse seu funcionamento. Nesse sentido, há a desmistificação de noções equivocadas através de uma visão mais realista da atividade científica.

A proposta elaborada por Fabricio *et al* (2012), apresenta uma atividade que, através de reflexões sobre HFC, explorou a biografia de Lavoisier para abordar visões de Ciência e cientista. As autoras elaboraram a biografia deste cientista apresentando Lavoisier não apenas como homem dedicado exclusivamente à Ciência, mas também como cidadão, filho, marido e político. Foram considerados os aspectos históricos e filosóficos que nortearam o período no qual foi desenvolvido o trabalho desse cientista. A biografia foi dividida em quatro partes, cada uma relatando diferentes etapas da vida de Lavoisier.

Esta atividade foi desenvolvida com alunos da primeira série do Ensino Médio. Antes da leitura e discussão da biografia de Lavoisier, foi solicitado aos alunos que desenhassem um cientista. Os desenhos produzidos por eles foram utilizados como instrumento de avaliação. As características analisadas nos desenhos foram com relação ao vestuário, ou seja, se os cientistas utilizavam jaleco, gravata e/ou óculos; se possuíam bigode, como apresentavam o cabelo e se tinham aparência de pessoa mais velha; quais demais objetos estavam presentes nos desenhos, como vidrarias, livros, quadros com fórmulas ou equações matemáticas; com relação ao gênero, ou seja, se esse cientista era homem ou mulher e ainda se

estavam sozinhos. Analisando as características dos primeiros desenhos, verificou-se que a maioria dos alunos apresenta uma visão estereotipada e distorcida de cientista. Com relação ao vestuário, observou-se que os desenhos em que os cientistas usam jaleco, óculo e até mesmo gravata, foram as mais recorrentes. O cientista representado, em geral, tinha cabelo arrepiado, o que representa o “cientista maluco”, ou é calvo, representando então um cientista mais velho, e ainda tem bigode. Destes desenhos, 96% representam homens como cientistas, trabalhando sozinhos em seus laboratórios, cercados por equipamentos e vidrarias. Essa visão, segundo as autoras, é resultado das idéias de Ciência e imagens de cientistas veiculadas nos vários meios de comunicação como filmes, desenhos, revistas e livros.

Para a leitura e discussão da biografia de Lavoisier, os alunos foram organizados em quatro grupos, e para cada grupo foi entregue uma parte do texto. Para que todos conhecessem o texto completo, cada grupo expôs à turma o que foi lido e discutido nos pequenos grupos. Durante a exposição dos grupos, foram destacados aspectos do trabalho científico como a construção humana da Ciência, o papel da mulher nessa construção, a não neutralidade da Ciência e a influência da Revolução Francesa no meio científico em que foi elaborada a Teoria da Combustão, bem como esclarecido dúvidas e curiosidades dos alunos.

Após a discussão destes aspectos, foi solicitado aos alunos que desenhassem novamente um cientista. As autoras puderam observar o aumento de mulheres cientistas, diminuição do uso de óculos, não apareceram cientistas calvos e já apareceram com outros cientistas no laboratório. Através desses desenhos Fabricio et al (2012) puderam concluir que os alunos superaram aquela visão estereotipada de cientista.

A proposta elaborada por Guerra *et al* (2002), apresenta uma atividade de Ensino de Física baseada em um “juízo” para alunos da 1ª série do Ensino Médio. Com base no estudo do nascimento da Ciência Moderna, esses autores propuseram a seguinte sentença: “O desenvolvimento da Ciência foi atrasado ao longo da Idade Média?” Os alunos foram divididos em três grupos: a promotória, para a defesa afirmativa da pergunta levantada; a defesa, cuja função seria negar a tese acima; e o corpo de jurados, responsável pelas perguntas do julgamento. Os dois primeiros grupos elegeram seus advogados para defenderem suas teses,

enquanto os demais alunos se tornaram as testemunhas chamadas no dia do julgamento. Os jurados seriam os inquisidores, levantando perguntas aos advogados e às testemunhas.

Antes da realização do julgamento, foram realizadas leituras de diferentes fontes bibliográficas, as quais tratavam sobre de que forma a Matemática e a experimentação se constituíram nos critérios de verdade para as Ciências; delinearam a sociedade medieval e as mudanças de caráter técnico-cultural sofridas na Europa a partir do século XII; apresentaram o papel da Igreja na Idade Média; a relevância de pensadores religiosos como Santo Agostinho e São Tomás de Aquino para a ciência medieval etc.

Como desejado, os autores preceberam que houve um estudo cuidadoso do nascimento da Ciência Moderna, conforme se constatou pelos argumentos dos grupos, pela preparação das testemunhas e pelo envolvimento dos alunos com o evento. Segundo Guerra *et al* (2002), com esta atividade as aulas de Física da primeira série deixou de ser um emaranhado de fórmulas para constituir-se em um aprendizado histórico-filosófico da mecânica.

A proposta elaborada por Montenegro (2005), tem como objetivo estudar a História a partir dos originais, ou seja, a partir da leitura e discussão apoiada em textos originais escritos por cientistas do passado. Para isto, a autora elaborou unidades de ensino com trechos de documentos originais de Michael Faraday sobre indução eletromagnética. Esta proposta, realizada com uma 4ª série do Ensino Fundamental e com uma 3ª série do Ensino Médio, buscou focar o caráter histórico e humano que caracterizam o processo de desenvolvimento científico. Segundo Montenegro (2005), os livros didáticos pouco abordam a questão da indução eletromagnética, recebendo atenção apenas no Ensino Médio, por meio de uma fórmula, com uma limitada apresentação de Faraday. Nesse sentido, para a elaboração das unidades forma considerados projetos de Ensino de Física, Livros Didáticos, paradidáticos e enciclopédias. A construção de um texto biográfico, correlacionado com trechos dos textos originais do diário de Faraday visou abranger a parte histórica. Também foi realizada uma atividade prática sobre o efeito da lei da indução eletromagnética.

Para Montenegro (2005), o trabalho com essas duas séries escolares, possibilitou a desmistificação do cientista que era visto como um “maluco” entre

muitos alunos. Os textos originais também clarearam a percepção de que a Ciência não é regida apenas por fórmulas, cálculos, termos científicos difíceis e acertos.

Um aspecto significativo é a concentração de pesquisas educacionais em História da Ciência ligadas a área da Física, servindo de alerta para pesquisadores em Ensino de Química, uma vez que esse campo de estudos é rico e pode ser utilizado como mais uma estratégia didática, enriquecendo as aulas da área de Ciências, trazendo elementos históricos para promover a reflexão sobre o desenvolvimento da Ciência favorecendo uma construção mais ampla e complexa do conhecimento científico. Entretanto, cabe ao professor definir quando e como irá trabalhar a perspectiva histórica, sempre levando em consideração seus alunos e os objetivos que estes devem alcançar.

Com o objetivo de abordar os conceitos da Combustão do século XVIII, o Capítulo seguinte é todo dedicado a articulação desses conceitos com a História da Química e com a Filosofia da Ciência.

2 A COMBUSTÃO NO SÉCULO XVIII

Este capítulo é reservado para a História da Química relacionado ao conceito de Combustão do século XVIII. Este período histórico, bem como este conceito científico foram escolhidos devido às relações possíveis de realizar entre a Filosofia da Ciência e a História da Química.

Analisando a Química da Combustão durante este período histórico distinguem-se pelo menos dois paradigmas para explicar este fenômeno, portanto, é possível perceber dois períodos de Ciência Normal separados por uma Revolução Científica, sendo esta em particular denominada Revolução Química.

A História da Química aqui tratada será segundo uma perspectiva mais internalista, ou seja, serão considerados os aspectos teóricos e particulares da Química, embora também sejam realizadas algumas relações com fatores externos à Ciência.

Para o levantamento histórico destas informações foram utilizados como referência os trabalhos de Kuhn (2011), Mocellin (2011), Lavoisier (2007), Braga *et al* (2000), Martins(2009), Filgueiras (1995), Tosi (1986).

Dentre as pesquisas realizadas durante este período histórico, serão destacadas aquelas desenvolvidas por Stahl, Priestley, Scheele, Lavoisier e Morveau, com o objetivo de identificar as diferenças com relação aos paradigmas adotados por estes cientistas.

Segundo Braga *et al* (2000), durante o século XVIII, a Química ainda não tinha o status de Ciência, como a Física possuía. Segundo estes autores, havia muito preconceito em relação ao trabalho dos químicos. A Química era vista como uma atividade artesanal, em que apenas se manipulavam substâncias. Segundo Braga *et al* (2000 p. 36), “os filósofos iluministas a viam como uma atividade muito ligada à alquimia, conhecimento mágico e sem bases racionais que uma verdadeira ciência deveria ter”. Esta visão iluminista de Ciência revela que o paradigma que orientava a alquimia passou a ser rejeitado pela comunidade científica a partir da segunda metade do século XVIII, sendo considerada uma Ciência falsa.

Considerando a Química da combustão, um dos cientistas que desenvolveu pesquisas para explicar esse fenômeno foi Georg Ernest Stahl (1660-1734).

Segundo Martins (2009) na Antigüidade, o fogo era considerado um dos elementos básicos da natureza. No século XVII, Johann Joachim Becher (1635-1682) propôs uma distinção entre o fogo propriamente dito e um princípio material do fogo. Seria, segundo Becher, um tipo de “terra” (ou substância sólida, densa) que ele denominou “terra pinguis” (terra gordurosa), presente em grande quantidade em substâncias combustíveis como os óleos, o enxofre madeira e carvão.

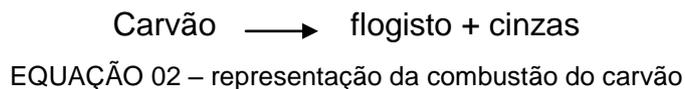
De acordo com Braga *et al* (2000) e Tosi (1986), Stahl baseava-se no princípio aristotélico dos quatro elementos fundamentais formadores da matéria: água, terra, fogo e ar. Este cientista desenvolveu uma importante teoria para explicar as reações químicas, principalmente as que ocorriam na presença de fogo. Stahl acreditava na existência de um “princípio do fogo”, uma espécie de espírito do fogo, que era encontrado nas substâncias e que se desprendia delas quando essas eram aquecidas. Este “princípio do fogo” o qual denominou flogístico ou flogisto, seria, segundo Stahl, uma substância que estaria sempre combinada com a terra presente nos corpos ou com o ar, sendo imperceptível aos olhos dos homens e impossível de ser isolada. As únicas manifestações sensíveis desse princípio do fogo eram a luz e o calor percebidos durante a queima das substâncias. Em meados do século XVIII, de acordo com Tosi (1986), todos os químicos, quase sem exceção explicavam os fenômenos da calcinação e combustão através desta teoria.

Segundo a teoria do flogístico, quando um metal era aquecido, produziria uma cinza, denominada “cal” do metal, conforme a Equação 01; o surgimento dessa cal seria ocasionado pela perda de flogisto por parte do metal.

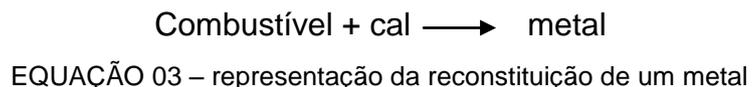


EQUAÇÃO 01 – representação da calcinação de um metal

Stahl defendia que os combustíveis, como materiais oleosos e carvão, por exemplo, eram formados de terra e de uma enorme quantidade de flogisto; então, durante sua combustão, eles liberariam todo o flogístico existente em seu interior e sobraria apenas a pequena quantidade de terra, as cinzas, conforme a EQUAÇÃO 02.



Ainda conforme esta teoria, era possível transformar a cal no metal novamente. Bastaria aquecê-la na presença de combustível, este perderia o flogisto para a cal, que, ao absorvê-lo, se reconstituiria como metal, conforme a Equação 03;



Segundo Tosi (1986), pode-se considerar que a teoria do flogístico foi uma das principais que constituía o paradigma da Química nesse período. Essa teoria funcionava como um grande princípio unificador, isto é, era uma teoria que explicava diversos fenômenos da Química, e conforme discutido por Kuhn (2011), devido à confiança depositada pela comunidade científica, essa teoria não era contestada. O aumento do peso observado durante as reações de calcinação, considerado uma anomalia segundo Kuhn (2011), não foi um dado relevante nas pesquisas por algum tempo, apesar de ser um resultado inesperado, uma vez que o resultado previsto seria diminuição do peso devido a perda do flogístico. Porém, com o objetivo de ajustar esta anomalia à teoria, algumas hipóteses foram elaboradas, dentre elas uma que atribuía peso negativo ao flogístico (TOSI, 1986).

De acordo com Braga *et al* (2000), a teoria do flogisto foi defendida por inúmeros químicos do século XVIII por explicar de forma aparentemente coerente e convincente diversos fenômenos. Para que esta teoria fosse abandonada pela comunidade científica, deveria ser criada outra que fosse como aquela, abrangente nas explicações dos fenômenos. A nova teoria, além de explicar os fatos que a anterior já explicava, deveria também explicar os fatos que estavam causando problemas para os cientistas. Portanto, a princípio, era mais compreensível tentar aperfeiçoar a antiga teoria, acreditando que a ausência de explicação do fenômeno devesse muito mais a um desajuste do experimento do que a falsidade da teoria existente.

Um outro cientista que também desenvolveu pesquisas sobre a combustão foi o britânico Joseph Priestley (1733-1804), um pastor presbiteriano muito interessado em Ciência. Segundo Martins (2009), aquele ar que se desprendia

durante o processo de fabricação da cerveja, conhecido como naquela época como “ar fixo”³, despertou o interesse de Priestley sobre o estudo dos “ares”, que iniciou uma sequência de experimentos utilizando este tipo de ar.

Dentre os experimentos realizados, Priestley colocou uma vela em contato com o “ar fixo” e percebeu que a chama se apagava imediatamente. Também era de seu conhecimento que animais mantidos dentro dessa atmosfera diferente podiam morrer em pouco tempo. De acordo com Martins (2009), Priestley realizou experiências mantendo animais dentro do “ar fixo”, como insetos, lesmas e sapos, procurando verificar quais resistiam mais tempo vivos e tentando entender o que acontecia. Alguns experimentos incluíram também plantas. Utilizou um ramo de hortelã e o colocou na superfície da cerveja em fermentação, e depois de um dia notou que havia morrido. Outro tipo de experimento realizado foi expor juntos ao “ar fixo” animais e plantas, e ainda a vela com plantas. Nestes experimentos, Priestley pôde observar que os animais viviam por mais tempo e a vela permanecia mais tempo com a chama acesa, concluindo que a planta modificava a qualidade do ar.

Os fatos observados por Priestley eram bastante complexos e ele buscou explicá-los utilizando a teoria do flogisto. Segundo Martins (2009), Priestley

imaginou que tanto a respiração quanto a queima de uma vela enchiam o ar de uma certa substância especial, o flogisto; e que o ar só era capaz de armazenar uma certa quantidade dele. Depois que o ar estivesse saturado, não poderia mais receber flogisto, e a respiração e a queima seriam impossíveis. As plantas conseguiriam retirar esse flogisto do ar, produzindo ar deflogisticado, adequado para a respiração e para a combustão (MARTINS 2009 p.177).

Estas mesmas conclusões também foram feitas pelo farmacêutico sueco Carl Schéele, em 1772. Entretanto, suas pesquisas só foram publicadas fora da Suécia a partir de 1777.

Segundo Mocellin (2011), a partir da segunda metade do século XVIII, sobre a influência iluminista, o objetivo de alguns químicos era transformar a Química valorizando a construção de uma Ciência acadêmica, racional e exata. De acordo

³ Estudos sobre “ares” já eram desenvolvidos naquela época. Segundo Tosi (1986), o médico britânico Joseph Black (1728-1799), utilizando bombas de ar, verificou que alguns compostos orgânicos com que trabalhava, quando submetidos a intenso calor ou ácidos, desprendiam uma espécie de “ar”. Black chamou-o de “ar fixo”, pois parecia encontrar-se fixo nas substâncias, só se desprendendo durante seu aquecimento ou em contato com ácidos.

com o autor, cientistas como George-Louis de Buffon (1707-1799), Guillaume-François Roulle (1703-1770), Pierre-Joseph Macquer (1718-1784), Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816), Claude-Louis Berthollet (1748-1822), dentre outros, trabalharam intensamente para construir a Química integrada as demais ciências físicas. De acordo com Mocellin (2011), o holandês Herman Boerhaave (1668-1738) trabalhou no emprego da linguagem newtoniana para descrever operações químicas, “metodicamente organizadas e realizadas sob rigoroso controle instrumental” (MOCELLIN, 2011 p.23). Estes químicos dentre outros formaram a chamada “República dos Químicos”, termo utilizada por Mocellin (2011), ao referir-se a essa nova comunidade de químicos os quais compartilhavam o ideal iluminista.

Lavoisier (1743-1794) foi o químico que se opôs de uma forma mais intensa a teoria do flogisto. Segundo esse cientista,

Esses fenômenos se explicam de maneira muito feliz com a teoria de Stahl, mas é preciso supor que existe a matéria do fogo, o flogisto, nos metais, no enxofre e em todos os combustíveis. Mas se pode provar a existência do flogisto nessas substâncias aos partidários da teoria, eles caem num círculo vicioso: dizem que os corpos combustíveis contem a matéria do fogo porque queimam e queimam porque tem matéria do fogo. Isso é explicar a combustão pela combustão (LAVOISIER, apud TOSI, 1986, p.42)

A princípio, Lavoisier ainda trabalhou com a teoria do flogisto e dos quatro elementos aristotélicos. Mas, conforme observado por Tosi (1986), ele não poderia simplesmente dizer que o flogisto não existia, era preciso construir outra teoria, ou seja, desfazer-se das peças do quebra-cabeça e recomeçar a partir de uma nova disposição dessas peças. A maioria dessas peças já existia. Foram construídas por outros químicos a partir dos estudos sobre os elementos “ar” e “água”. Lavoisier foi um dos cientistas que juntou e que recompôs o formato de quebra-cabeça a partir de uma nova ordem.

De acordo com Tosi (1986), vários cientistas desenvolveram estudos sobre o ar desde o século XVII. Diversos trabalhos experimentais foram feitos a partir da bomba de ar, um equipamento inventado no século XVII pelo engenheiro alemão Otto Von Guericke (1602-1628) para explicar a existência do vácuo. Robert Boyle (1627-1691) e Robert Hooke (1635-1703), químicos com grande experiência na construção e no aperfeiçoamento de equipamentos de laboratório, construíram na

Inglaterra algumas dessas bombas – capazes de recolher os gases desprendidos de reações químicas – e desenvolveram métodos para sua operação. Esse trabalho foi fundamental para que os laboratórios ingleses do século XVIII contassem com excelentes instrumentos de pesquisa. O desenvolvimento desses estudos caracteriza um período de Ciência Normal, no qual, segundo Kuhn (2011), os cientistas articulam as teorias com os fenômenos investigados e buscam maior precisão nos resultados através do aperfeiçoamento e desenvolvimento de novas técnicas e equipamentos.

O fato de Priestley chamar o “ar” que nutria a chama da vela de “ar desflogisticado” tinha como base o fato de que ele acreditava que esse era o mesmo “ar” da teoria dos quatro elementos só que modificado, isto é, sem o flogisto.

Segundo Tosi (1986), Lavoisier tomou conhecimento de todas essas pesquisas sobre a natureza do ar pela leitura das traduções dos escritos desses cientistas, feitas por sua esposa, Marie Anne, sua grande colaboradora. De acordo com a autora, houve um encontro entre Lavoisier e Priestley, em Paris, em 1774, onde ambos expuseram suas experiências e teorias. Para Lavoisier, que não acreditava na existência do flogisto, esses “ares” não poderiam ser modificações do “ar”, um dos elementos aristotélicos básicos constituintes da natureza. Para ele, o ar deveria ser considerado, portanto, um composto formado de gases. O “ar desflogisticado” de Priestley e Scheele deveria ser um gás componente do ar atmosférico, assim como o ar fixo de Black, um outro.

Segundo Tosi (1986), Lavoisier começou a planejar uma série de experiências para verificar como se dava a participação do ar nos processos de combustão e calcinação dos metais, pois acreditava que as interpretações das experiências feitas pelos químicos britânicos estavam erradas. Encomendou aos artesãos parisienses as balanças mais precisas que conheciam na época. Cercou-se dos melhores instrumentos de laboratório existentes. Fez experiências nas quais aquecia materiais como fósforo e o enxofre, e constatou que, após a combustão, os resíduos se apresentavam mais “pesados” do que os corpos originais. Aqueceu também o óxido de chumbo e verificou que nesse processo ocorria um grande desprendimento de um gás. Esses experimentos levaram-no a conclusão de que o flogisto realmente não poderia existir. Para Lavoisier, aquela anomalia que envolvia o aumento do peso das substâncias após sua combustão confirmava que deveria

haver outra explicação para esse fenômeno. Uma das hipóteses de Lavoisier era supor que o ar atmosférico tivesse um papel fundamental nesse processo de combustão e calcinação dos metais.

Após a realização da série de experimentos planejados por Lavoisier, pôde ser construída uma teoria capaz de explicar os fenômenos da combustão e da calcinação dos metais. Segundo Braga *et al* (2000) uma das primeiras conclusões de Lavoisier foi que o ar atmosférico não era um elemento puro. Este seria constituído de um conjunto de gases os quais participavam ativamente da combustão e da calcinação. O cientista procurou então, identificá-los. O primeiro gás constituinte do ar atmosférico a ser identificado foi aquele gás incolor que Priestley havia chamado de “ar desflogisticado”. Como este tornava a chama da vela mais intensa, Lavoisier percebeu que era a parte combustível do ar atmosférico, responsável pela queima das substâncias.

o ar da atmosfera não é um elemento, isto é, uma substancia simples, mas uma mistura de diversos gases. O ar da atmosfera é composto aproximadamente de um quarto de gás desflogisticado, ou ar eminentemente respirável e três quartos de um ar malcheiroso e nocivo (LAVOISIER, apud BRAGA *et al*, 2000 p.43)

Nesse trecho, Lavoisier ainda usa a nomenclatura adotada por Priestley, chamando o novo gás de “ar desflogisticado”. Entretanto, como a base dessa nova teoria era a negação da existência do flogisto, era fundamental a elaboração de novos termos que apresentassem novos significados, com isso, Lavoisier criou outro nome para esse componente do ar atmosférico. A princípio chamou-o de “ar vital”, por ter percebido, inclusive nas experiências de Priestley, ser este de extrema importância para a respiração conforme relata Martins (2009). Como Lavoisier também encontrou tal ar em alguns ácidos, chamou-o de “principio oxigênio”, pois, no grego, *oxus* significa ácido. Mais tarde, permaneceu apenas o nome “oxigênio”. Com esse conjunto de experimentos Lavoisier concluiu que o ar não poderia ser considerado um dos elementos básicos constituintes da natureza, mas sim composto de gases.

Segundo Braga *et al* (2000), em 1783, Lavoisier tomou conhecimento de novas experiências que Joseph Priestley e Henry Cavendish (1731-1810) estavam realizando na Inglaterra. Estes cientistas haviam conseguido produzir orvalho através de descargas elétricas. Perceberam que orvalho era, na realidade, água

pura. O conhecimento desse fato levou Lavoisier a refazer as experiências dos químicos britânicos e explicá-los a partir dessa nova teoria.

Com relação as pesquisas de Lavoisier, Braga et al (2009) afirmam que foram realizadas experiências de análise (decomposição) da água e posterior síntese (recomposição). Na análise, Lavoisier mostrou que a água é composta de duas “substâncias”, sendo uma delas o seu “principio oxigênio”. A outra foi denominada “principio da água”, ou principio hidrogênio” (do grego hydros, que significa “água”). Em seguida este cientista conseguiu juntar estes dois gases e obter novamente a água.

Como forma de divulgar seu trabalho, Lavoisier comunicou suas experiências à academia e explicou que a água também não era uma substância simples constituinte da natureza, mas um composto.

Esse novo conjunto de teorias que foram compondo esse novo paradigma na Química, explicando os fenômenos independentemente da idéia do flogisto, começou a ser aceita rapidamente pelos químicos. Joseph Black já a ensinava para seus alunos em 1784. Os químicos franceses perceberam que algo diferente havia surgido na Química. Novos elementos constituintes da matéria estavam nascendo. A Química vivia um momento revolucionário. Seria então necessário reescrever os Manuais dessa Ciência a partir desse novo paradigma

Conforme o relato de Braga et al (2009), as práticas químicas, embora já com novas concepções, ainda estavam repletas de referencias às velhas concepções alquímicas. Lavoisier e demais membros daquela comunidade científica, como Claude Bertholet (1748-1822), Antoine Fourcroy (1755-1809) e Louis Guyton de Morveau (1737-1816), seguidores das ideias iluministas, perceberam que não seria suficiente mudar apenas as práticas científicas e as teorias, mas que também era necessário mudar os nomes das substâncias, ou seja, era preciso definir uma nova nomenclatura nessa área de conhecimento. Esses cientistas acreditavam que a Química só seria realmente uma Ciência moderna se fizesse como a Física, isto é, apagasse completamente as referencias religiosas e místicas do seu passado. E como os nomes das substâncias estavam muito carregado dessas referencias, um dos passos para essa Revolução Científica seria trocá-los.

O trabalho de modificação da nomenclatura realizado por Lavoisier e seus colaboradores foi publicado em 1797 sob título Método de nomenclatura Química (BRAGA *et al* 2009, p.47). Dessa forma, os químicos teriam nomes para classificar as substâncias, e devido à incomensurabilidade dos paradigmas, discutida no Capítulo 1, os velhos textos alquímicos se tornariam ilegíveis para os futuros químicos.

Um outro passo para esta Revolução Científica, segundo Braga *et al* (2009), foi criar uma nova estrutura de divulgação das pesquisas na área da Química. A nova Ciência teria de criar formas eficientes de registro e difusão das investigações realizadas entre todos os químicos. Conforme estes autores:

Lavoisier e seus companheiros criam uma revista científica denominada Anais de Química e fizeram ser distribuída em toda França e na Inglaterra. Qualquer químico que desejasse ter seu trabalho reconhecido deveria submeter sua investigação aos editores da revista para que fosse divulgado (BRAGA *et al* 2009, p.45).

Uma outra forma de divulgar esses trabalhos é, segundo Kuhn (2011), por meio de Manuais Científicos. Um dos Manuais no qual foi divulgado esse novo paradigma para a comunidade foi o Tratado Elementar de Química no qual seriam expostas as bases do novo saber, desde a nova nomenclatura até os caminhos metodológicos que deveriam ser seguidos nas investigações científicas. Esse Manual tinha o objetivo preparar as futuras gerações de químicos para dar continuidade ao que esta geração de cientistas havia construído. A partir dele não haveria mais necessidade de se buscar o conhecimento nos antigos manuais alquímicos, os quais seriam descartados.

Segundo Braga *et al* (2009), o princípio da Conservação da Matéria, atribuído aos trabalhos de Lavoisier, já existia na forma de um enunciado mais geral, desde a Grécia antiga. Parmênides (540-480a.C.), um filósofo grego, já havia afirmado que algo não pode surgir do nada e que as coisas não podem desaparecer, isto é, se transformar no nada. Lavoisier utilizou essa ideia para descrever as transformações da matéria. Em seu livro, denominado Tratado elementar de química, Lavoisier escreveu:

Podemos estabelecer, como um axioma incontestável, que em todas as operações da arte e da natureza nada é criado: existe uma quantidade igual de matéria antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos elementos permanecem precisamente as mesmas e nada acontece

alem de mudanças e modificações nas combinações desses elementos (LAVOISIER, 2007 p. 193)

Ao escrever este principio e dar a este um caráter prático, Lavoisier contribuiu para a construção dessa nova Química, a qual antes se caracterizava apenas como técnica de manipulação de substâncias. A matematização aplicada às transformações, realizadas a partir da balança, fez com que a Química fosse reconhecida como uma Ciência moderna. Este é um fato muito interessante, pois as bases da Ciência moderna são a experimentação e a expressão de conceitos em linguagem matemática.

Uma característica do desenvolvimento da Ciência que está presente neste período de Revolução Científica é aquela relacionada às mudanças na linguagem. Foi perceptível o problema que Lavoisier apontou sobre a necessidade de uma nova nomenclatura. Sobre esse assunto, Lavoisier escreveu:

A impossibilidade de isolar a Nomenclatura da ciência e a ciência da Nomenclatura está relacionada com o fato de que toda ciência física é necessariamente formada de três coisas: a série dos fatos que constituem, as idéias que as lembram, as palavras que as exprimem. A palavra deve fazer nascer a idéia, a idéia deve representar o fato; fazem-se três impressões do mesmo selo e, como são as palavras que conservam e transmitem as idéias, disso resulta que não se pode melhorar a linguagem sem aperfeiçoar a ciência, nem a ciência sem a linguagem, e que por mais certos que fossem os fatos, por mais justas que fossem as idéias geradas, elas ainda só transmitiriam impressões falsas, se não tevéssemos expressões exatas para designá-los (LAVOISIER, 2007 p.17).

Analisando esta concepção de Lavoisier sobre a linguagem é possível perceber que as contribuições da comunidade científica que constitui-se durante esse período histórico não foram puramente científicas, mas também filosóficas.

3 O LIVRO DIDÁTICO

Segundo Bittencourt (2004), por muito tempo o LD foi desconsiderado por bibliógrafos, educadores e intelectuais de vários setores, pois acreditavam ser um material incompleto enquanto produto cultural. Todavia, nas últimas décadas o livro didático tem despertado interesse de muitos pesquisadores, tendo em vista que este reina nas salas de aula, sendo considerado como um instrumento fundamental no processo de escolarização. As atividades escolares em quase toda sua totalidade se desenvolvem de acordo com a distribuição dos conteúdos dos LDs e suas orientações metodológicas.

É possível encontrar na literatura várias definições sobre LD. Segundo Oliveira, Guimarães e Bomény (1984) o livro didático é um material impresso, que apresenta uma determinada estrutura, destinado ao processo de aprendizagem ou formação. Turin (2013), ao referir-se ao LD, utiliza a seguinte definição: “material impresso, destinado ao processo da aprendizagem de uma disciplina escolar, que pode ser utilizado com ou sem a presença de outros materiais didáticos e que sofrem múltiplas influências” (TURIN, 2013 p.34). De acordo com Choppin (2004), os livros didáticos não são apenas instrumentos pedagógicos: são também produtos de grupos sociais que procuram, por intermédio deles, perpetuar suas identidades, seus valores, suas tradições, suas culturas

Segundo Delizoicov *et al* (2007), o LD é a principal referência para a prática pedagógica do professor. Por muitas vezes é o único instrumento utilizado, ou seja, único recurso que o professor dispõe para planejar suas aulas e este acaba definindo o currículo escolar. Megid Neto e Fracalanza (2003), discutem sobre esse planejamento do professor, pois nesse processo o LD passa por algumas adaptações, principalmente no que diz respeito ao volume de conteúdos propostos nesses materiais. Os autores afirmam que a prática de adaptar o conteúdo dos livros, além de demandar trabalho, cria um impasse com os autores e editores que consideram que essas adaptações podem introduzir erros e equívocos.

O problema da utilização massiva dos livros didáticos pelos professores está no fato de que estes apresentam inúmeros problemas. No que diz respeito aos LDs de Química, pode-se afirmar que estes sofreram grande influência de cursos

preparatórios e pré-vestibulares em meados de 1970. Muitos dos LDs que se tornaram mais conhecidos nas escolas brasileiras eram oriundos de apostilas de cursinhos pré-vestibulares, tendo como característica a valorização de regras e macetes para resolução de exercícios e, o grande número de problemas e exercícios de vestibulares. O objetivo de treinar os alunos para o vestibular, bem como a exposição sintética dos conteúdos, muitas vezes restringiu estes livros a definições, exemplos e exercícios. Uma consequência negativa é que esses materiais consagraram-se como o currículo de Química a ser desenvolvido no Ensino Médio brasileiro (BRASIL, 2011).

Para além dessas discussões, também se faz necessário considerar as questões econômicas relacionadas os LD. Um vasto setor ligado à produção de livros e também ao papel do estado como agente de controle e como consumidor dessa produção. No Brasil, os investimentos realizados pelas políticas públicas nos últimos anos transformaram o Programa Nacional de Livro Didático (PNLD) no maior programa de livro didático do mundo (BITTENCOURT, 2004).

3.1 POLÍTICAS PÚBLICAS DO LIVRO DIDÁTICO NO BRASIL

Segundo Freitag et al (1989), a trajetória percorrida pelo livro didático no Brasil tem início em 1929, quando foi criado um órgão específico para legislar sobre políticas do livro didático, o Instituto Nacional do Livro (INL). A criação deste Intituto contribuiu para dar maior legitimidade ao livro didático nacional, uma vez que os aspectos ambientais, geográficos, econômicos, sociais, políticos e culturais apresentados nos livros importados pouco tinham relação com a realidade brasileira, além do que a importação de livros apresentava-se economicamente inviável. Nove anos mais tarde, foi instituída a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), estabelecendo sua primeira política de legislação e controle de produção e circulação do livro didático no país. Todavia, mesmo com estas iniciativas, os LD brasileiros ainda recebiam forte influencia estrangeira.

Na década de 1960, passa a existir um domínio norte americano sobre os conteúdos das obras didáticas distribuídas no Brasil (ALMEIDA e SANTANA, 2009).

Um acordo entre o Ministério da Educação (MEC) e a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID), em 1966, permitiu a criação da Comissão do Livro Técnico e Livro Didático (COLTED), com o objetivo de coordenar as ações referentes à produção, edição e distribuição do livro didático. Este acordo assegurou ao MEC recursos suficientes para a distribuição gratuita de 51 milhões de livros no período de três anos. Segundo Pagliarini (2007), ao garantir o financiamento do governo a partir de verbas públicas, o programa adquiriu continuidade.

Na década de 1970, o MEC implementa o sistema de coedição de livros com as editoras nacionais, com recursos do Instituto Nacional do Livro (INL), que passa a desenvolver o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF), assumindo as atribuições administrativas e de gerenciamento dos recursos financeiros até então a cargo da COLTED. Com o término do convênio MEC/USAID foi implantado um sistema no qual os estados participariam com contribuições financeiras para o Fundo do Livro Didático. Nesse mesmo período, o governo assume a compra de boa parcela dos livros para distribuir a parte das escolas e das unidades federadas. Com a extinção do INL, a Fundação Nacional do Material Escolar (FENAME) torna-se responsável pela execução do programa do livro didático. Os recursos provêm do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e das contribuições mínimas estabelecidas para participação dos estados. Devido à insuficiência de recursos para atender todos os alunos do ensino fundamental da rede pública, a grande maioria das escolas municipais é excluída do programa (MANTOVANI, 2009)

Na década de 1980, em substituição à FENAME, é criada a Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), que incorpora o PLIDEF. De acordo com Mantovani (2009), na ocasião, o grupo de trabalho encarregado do exame dos problemas relativos aos livros didáticos propõe a participação dos professores na escolha dos livros e a ampliação do Programa, com a inclusão das demais séries do ensino fundamental. Em 1985, o PLIDEF dá lugar ao Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que traz diversas mudanças, como a indicação do livro didático pelos professores; a reutilização do livro, implicando a abolição do livro descartável e o aperfeiçoamento das especificações técnicas para sua produção, visando maior durabilidade e possibilitando a implantação de bancos de livros didáticos; a extensão da oferta aos alunos de 1ª e 2ª série das escolas públicas e comunitárias; o fim da

participação financeira dos estados, passando o controle do processo decisório para a FAE e garantindo o critério de escolha do livro pelos professores. O principal objetivo do PNLD é auxiliar no trabalho pedagógico dos professores. Em ciclos trienais são distribuídas coleções de livros didáticos aos alunos da educação básica.

Em 1992, a distribuição dos livros é comprometida pelas limitações orçamentárias e há um recuo na abrangência da distribuição, restringindo-se o atendimento até a 4ª série do ensino fundamental. Nos dois anos seguintes, são definidos critérios para avaliação dos livros didáticos, com a publicação “Definição de Critérios para Avaliação dos Livros Didáticos” MEC/FAE/UNESCO. Em 1995, de forma gradativa, volta a universalização da distribuição do livro didático no ensino fundamental.

Em 1996, inicia-se o processo de avaliação pedagógica dos livros inscritos para o PNLD, sendo publicado o primeiro “Guia de Livros Didáticos” de 1ª a 4ª série. Os livros foram avaliados pelo MEC conforme critérios previamente discutidos. Esse procedimento foi aperfeiçoado, sendo aplicado até hoje. Os livros que apresentam erros conceituais, indução a erros, desatualização, preconceito ou discriminação de qualquer tipo são excluídos do Guia do Livro Didático.

Segundo Vidal (2009), com a extinção da Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), em 1997, a responsabilidade pela política de execução do PNLD é transferida integralmente para o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). O programa é ampliado e o Ministério da Educação passa a adquirir, de forma continuada, livros didáticos de alfabetização, língua portuguesa, matemática, ciências, estudos sociais, história e geografia para todos os alunos de 1ª a 8ª série do ensino fundamental público.

Em 2000, foi inserida no PNLD a distribuição de dicionários da língua portuguesa para uso dos alunos de 1ª a 4ª série em 2001 e ainda neste ano, o PNLD amplia de forma gradativa, o atendimento aos alunos com deficiência visual que estão nas salas de aula do ensino regular das escolas públicas, com livros didáticos em Braille.

Em 2003, é publicada a Resolução CD FNDE nº. 38, de 15/10/2003, que institui o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). Em 2004, seu primeiro ano de execução, houve distribuição parcial de livros de matemática e português para os alunos do 1º ano do Norte e do Nordeste. Em 2005,

no PNLEM, houve reposição e complementação dos livros de matemática e português, distribuídos anteriormente. O atendimento do Ensino Médio foi instituído progressivamente, a cada ano os livros das demais disciplinas passaram a ser distribuídos em todas as regiões brasileiras. A partir de 2012, o PNLEM deixa de existir porque passa a fazer parte do PNLD, o qual tem a função de realizar a avaliação, aquisição e a distribuição dos livros para todos os alunos da Educação básica, inclusive na modalidade Educação de Jovens e Adultos.

Os livros didáticos de química participam deste programa de avaliação há duas edições: PNLEM/2008⁴ e PNLD/2012. A seguir serão apresentadas as principais características de cada uma destas edições (PNLEM/2008 e PNLD/2012), bem como, os critérios utilizados para avaliação da temática HFC nesses livros.

3.1.1 O Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio – PNLEM/2008: Química

Cada programa de avaliação é estruturado de acordo com um conjunto de especificidades (BRASIL, 2007). O processo de inscrição e seleção das obras de Química para o PNLEM/2008 iniciou em 2007. Neste processo foram verificados nos livros aspectos técnicos e epistemológicos. Em relação ao primeiro, foram observados formato, matéria prima e acabamento. No que se refere aos epistemológicos, foi realizada uma avaliação dos aspectos conceituais, metodológicos e éticos por uma equipe de especialistas da área de Química, provenientes de universidades públicas de várias regiões do Brasil. Tais análises foram realizadas tendo por base uma Ficha de Avaliação. A partir desta análise e do preenchimento da ficha, foi elaborada uma resenha para cada obra selecionada. Professores de Química do Ensino Médio também colaboraram nessa seleção, uma

⁴ Existem divergências quanto à definição da primeira edição do PNLEM que contemplou os LD de Química. Vidal (2009), considera o PNLEM/2007, pois neste ano iniciou o processo de avaliação dos livros. Tavares (2010), se refere ao PNLEM/2008, visto que o Catálogo do PNLEM/Química apresenta no título “PNLEM/2008”, ano que iniciou a distribuição dos livros de Química. O FNDE considera o PNLEM/2009, uma vez que neste ano se iniciou a utilização dos LDs de química nas escolas. Neste trabalho será considerado o PNLEM/2008, devido a referência os Catálogo.

vez que analisaram as resenhas produzidas pelos especialistas e contribuíram na elaboração das versões finais. Neste mesmo ano foi publicado o Catálogo do PNLEM/Química/2008, que apresentava os detalhes do processo de seleção dos Livros Didáticos de Química e as resenhas das seis obras selecionadas. O Catálogo foi disponibilizado para todas as escolas para auxiliar os professores na escolha dos livros que seriam adotados em 2009, 2010 e 2011 (BRASIL, 2007).

Neste Catálogo são descritos os critérios utilizados para avaliação das obras e a Ficha de Avaliação. Existem critérios eliminatórios e de classificação. Os *eliminatórios* estão organizados em quatro eixos: 1) “Aspectos sobre a correção conceitual”; 2) “Aspectos pedagógico-metodológicos”; 3) “Aspectos sobre a construção do conhecimento científico”; e 4) “Aspectos sobre a construção da cidadania”. Os critérios de qualificação estão organizados em seis aspectos: 1) “Aspectos sobre correção conceitual e compreensão”; 2) “aspectos pedagógico-metodológicos”; 3) “Aspectos sobre a construção do conhecimento científico”; 4) “Aspectos sobre a construção da cidadania”; 5) “Aspectos sobre o livro do professor”; e 6) “Aspectos gráfico-editoriais”. Estes aspectos foram avaliados de acordo com os conceitos *ótimo, bom, regular, insatisfeito ou N/A (não se aplica)*.

Como um dos objetivos neste trabalho é analisar se os LDs de Química selecionados por este Programa atendem aos critérios relacionados à abordagem HFC, tais critérios serão destacados a seguir.

Dentre os critérios eliminatórios, existem dois no eixo “Aspectos sobre a construção do conhecimento científico” que estão listados no Quadro 01:

- Critério 3 - A obra apresenta a ciência como sendo a única forma de conhecimento, sem reconhecer a diversidade do conhecimento humano e as diferenças entre elas.
- Critério 4 - A obra apresenta: a) o conhecimento científico como verdade absoluta ou retrato da realidade. b) a ciência como neutra, sem reconhecer a influência de valores e interesses sobre a prática científica.

QUADRO 01 – Critérios eliminatórios relacionados à HFC. Fonte: Brasil, 2007

Dentre os critérios de qualificação, existem quatro no eixo “Aspectos sobre a construção do conhecimento científico” que estão listados no Quadro 02:

- Critério 31 – Criação de condições para aprendizagem de ciências, particularmente da Química, como processo de produção cultural do conhecimento, valorizando a história e a filosofia das ciências.
- Critério 32 – Tratamento da história da ciência integrado à construção dos conceitos desenvolvidos, evitando resumi-la a biografias de cientistas ou a descobertas isoladas.

- Critério 33 – Abordagem adequada de modelos científicos, evitando confundi-los com a realidade.
- Critério 34 – Abordagem adequada da metodologia científica, evitando apresentar um suposto Método Científico como uma sequência rígida de etapas a serem seguidas.

QUADRO 02 – Critérios de classificação relacionados à HFC. Fonte: Brasil, 2007.

Estes critérios serão retomados no Capítulo 5 quando será discutido se os Livros Didáticos de Química selecionados pelo PNLEM/2008 atendem a estes critérios.

3.1.2 O Programa Nacional do Livro Didático – PNLD/2012: Química

A segunda seleção de Livros Didáticos de Química ocorreu no PNLD/2012, a qual se iniciou em 2009, com o lançamento do edital de convocação para inscrição no processo de avaliação e seleção das obras didáticas. De modo semelhante à seleção do PNLEM/2008, esta edição também foi estruturada a partir de critérios específicos e de uma nova equipe de professores avaliadores. Tal equipe era constituída por professores doutores na área de Ensino de Química, professores doutores em áreas específicas da Química, assim como professores de Química do ensino médio, “que avaliaram os livros com o olhar da sala da aula, problematizando cada proposta à luz de sua experiência docente” (BRASIL, 2001 p.11). O Guia de Livros Didáticos de Química do PNLD/2012 foi publicado e disponibilizado nas escolas em 2011, para que a escolha dos LDs fosse realizada pelos professores. Os livros escolhidos começaram a ser utilizados nas aulas em 2012.

Assim como o Catálogo do PNLEM/2008, o Guia do PNLD/2012 é composto por resenhas de cada obra, para que a escolha do LD seja feita a partir de uma análise cuidadosa pelo professor, uma vez que o objetivo do Guia é auxiliá-los na escolha dos livros que serão adotados nos três anos seguintes (2012, 2013 e 2014).

Além das cinco resenhas, referentes às obras selecionadas, no Guia do PNLD/2012 também está presente a Ficha de Avaliação na qual estão relacionados os critérios utilizados na análise das obras. Esses critérios estão organizados em cinco eixos: 1) “Estrutura editorial e projeto gráfico”, que especifica a adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra; 2)

“Legislação e cidadania”, que especifica a adequação da obra em relação ao respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas para o ensino médio (Constituição Brasileira; ECA, LDB 1996; DCNEM; Resoluções e Pareceres do CNE); 3) “Abordagem teórico-metodológica e proposta didático-pedagógica”, que especifica a coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica da obra em relação à abordagem do conhecimento químico escolar destinado ao ensino médio; 4) “Correção e atualização de conceitos, informações e procedimento”, que especifica a adequação da obra em termos de conteúdo, atualização de conceitos, informações e procedimentos; e 5) “Manual do professor”, que especifica a adequação do Manual do Professor à obra didática em termos teórico-metodológicos. Esses aspectos foram avaliados de acordo com os indicadores *sim*, *frequentemente*, *raramente* e *não*, sendo que cada avaliador deveria apresentar argumentos, justificativas, exemplos de todos os volumes e ainda indicar a página correspondente a essa exemplificação.

Da mesma forma que realizado com o PNLEM/2008, no Guia PNLD/2012 também foi analisado para identificar quais critérios estão relacionado à abordagem HFC. Neste Guia, só há referência a esta abordagem no eixo 3, o qual corresponde a “*Abordagem teórico-metodológica e proposta didático-pedagógica*”. Neste eixo foi identificado apenas um critério relacionado à abordagem HFC, apresentado no Quadro 03:

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Critério 3.10 – A obra apresenta uma visão de ciência marcada pelo seu caráter provisório, ressaltando as limitações dos modelos. |
|---|

QUADRO 03 – Critérios de classificação relacionados à HFC. Fonte: Brasil, 2011.

O critério do Guia de Livros Didáticos PNLD 2012 de Química também será retomado no Capítulo 5 onde será discutido se os LDs selecionados pelo PNLEM/2008 cujas novas edições também foram selecionadas pelo PNLD/2012 atendem a este critério.

A seguir serão apresentados alguns trabalhos que envolvem a análise de Livros Didáticos das áreas de ciências (Química/Física/Biologia) com enfoque na abordagem HFC.

3.2 PESQUISAS COM LIVROS DIDÁTICOS E HFC

Dentre as pesquisas que investigam as temáticas Livro Didático e HFC, forma selecionadas algumas que serão apresentadas neste trabalho.

As pesquisas desenvolvidas por Vidal (2009) e Tavares (2010) relacionam a História e Filosofia da Ciência com os Livros Didáticos de Química.

Em sua pesquisa, Vidal (2009), defende que a História da Ciência pode humanizar os conteúdos científicos e relacioná-los aos interesses éticos, culturais e políticos da sociedade. Portanto, discute a importância em se definir qual História da Ciência é a mais adequada aos objetivos atuais do Ensino de Ciências. Outra consideração que o autor faz é com relação à importância dos Livros Didáticos tem no contexto educacional e, por esse motivo, procurou investigar a presença da História da Ciência em seis Livros Didáticos de Química, aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio de 2008 (PNLEM/2008).

A metodologia adotada pelo autor, baseada no trabalho de Leite (2002), consistiu em classificar trechos dos Livros Didáticos referentes a História da Ciência em oito dimensões: 1) vida dos personagens; 2) características dos personagens; 3) abordagem das ideias/descobertas; 4) evolução da Ciência; 5) quem faz a Ciência; 6) materiais utilizados para apresentar a informação histórica; 7) contextos nos quais a informação histórica está relacionada; e 8) consistência interna do livro, em relação à informação histórica.

Com a análise dos LDs, o autor pôde observar que, com relação a Dimensão 1, a maioria dos dados relativos à vida dos personagens se restringe apenas ao nome e às datas de nascimento e morte, sendo que praticamente não foram encontradas descrições de aspectos da vida pessoal dos cientistas, pesquisadores ou filósofos. Esse resultado, segundo Vidal (2009), não favorece a desconstrução de estereótipos, como o de que cientistas são pessoas que trabalham isoladas, por possuírem uma inteligência exclusiva. Com relação a Dimensão 2, os resultados revelaram que a falta de informação trazida nos LDs impede que o cientista seja caracterizado como uma pessoa comum. Quanto a Dimensão 3, predominou a simples menção às ideias científicas em relação a descrições das ideias em sua construção histórica. Esse resultado aponta para o fato de que a

informação histórica apresentada é predominantemente resumida e superficial. Segundo o autor, esta menção não favorece reflexões a respeito do processo de construção do conhecimento científico e, em geral, servem apenas para exemplificar conteúdos. Com relação a Dimensão 4, o autor observou que, predominantemente, a evolução da Ciência é descrita como um processo linear, como uma sucessão de descobertas. Este entendimento de Ciência, segundo este autor, não fornece elementos para que professores e alunos construam uma concepção adequada de Ciência no que se refere às controvérsias e equívocos que acompanham a Ciência através dos tempos. Com relação a Dimensão 5, a maioria dos LDs apresenta a concepção de que a Ciência é desenvolvida de maneira individual, porém, alguns LDs trouxeram a ideia de colaboração entre pesquisadores e comunidades científicas. Para Vidal (2009), a inclusão do caráter coletivo pode fazer com que os alunos compreendam que o conhecimento, os procedimentos, ferramentas e costumes resultam da dinâmica da comunidade de pesquisadores. Quando à Dimensão 6, a maioria dos LD utilizam a imagem dos personagens para apresentar a informação histórica. Outra forma adotada pelos LDs é a descrição de experimentos históricos. Com relação à Dimensão 7, a pesquisa revela que a História da Ciência presente nos LDs está predominantemente inserida no contexto científico, sendo que os aspectos sociais, políticos ou religiosos foram pouco mencionados. Este resultado, segundo autor, pode sugerir ao leitor que a Ciência é fechada, ou seja, que é desenvolvida isolada da sociedade. Por fim, com relação à Dimensão 8, apenas dois LDs apresentam conteúdo histórico distribuído de maneira mais uniforme entre os capítulos. Os demais concentram a abordagem histórica apenas nos capítulos iniciais. Porém, segundo Vidal (2009), mais importante que a distribuição do conteúdo histórico nos capítulos é a integração entre a informação histórica e o conteúdo químico.

Tendo em consideração os resultados da análise dos LDs, Vidal (2009) considera que a História da Ciência abordada nos LDs analisados não estão conforme as sugestões da nova Historiografia da Ciência, portanto, não contribuem para que sejam atingidos os objetivos educacionais indicados na literatura ou em documentos como o edital do PNLEM. Desse modo, os LDs precisam introduzir formas de se abordar a História da Ciência que contribuam para a construção de concepções mais adequadas em relação a Ciência.

A pesquisa desenvolvida por Tavares (2010), relaciona a História da Ciência com os LDs de Química selecionados pelo PNLEM/2008. O que motivou a pesquisa foi que, as resenhas dos LDs apresentadas no Catálogo do PNLEM/2008: Química, apresentavam pouca relação com a História da Ciência. Porém, diferentemente de Vidal (2009), neste trabalho investigou-se de que maneira os LDs de Química apresentam a História da Ciência quando o conceito *substância química* é abordado.

A metodologia adotada para a análise dos LD foi Análise de Conteúdo, proposta por Bardin (1977). Foram identificadas quatro categorias, sendo que cada uma foi subdividida em subcategorias:

1) Construção da Ciência

1.1) procura evitar uma abordagem linear e cumulativa sobre o processo de desenvolvimento da Química;

1.2) revela o papel das influências econômico-político-sociais no processo dos princípios químicos;

2) Personagens da Ciência

2.1) evita apresentar somente o trabalho dos cientistas mais consagrados;

2.2) revela a interação entre pessoas, equipes e comunidades científicas no desenvolvimento da Química;

2.3) evita apresentar aspectos históricos-epistemológicos exclusivamente via quadros biográficos de cientistas;

3) Métodos

3.1) descreve claramente o que é o método para a Ciência;

3.2) apresenta uma diversidade metodológica no processo de desenvolvimento da Química;

4) Modelo/Realidade

4.1) desenvolve a noção de conhecimento científico como uma possível representação da realidade

4.2) apresenta, além da Ciência, outras formas existentes de conhecimento humano.

Para avaliar a frequência com que os aspectos históricos eram explorados nos LDs foram utilizados os seguintes critérios: aparece infimamente; discutido em

poucos momentos; aparece em parte considerável da obra; permeia a maior parte da obra; encontra-se ao longo de toda obra; traço (-) – ausente no livro. O autor não apresenta, portanto, uma análise quantitativa, mas analisa qualitativamente cada LD, relacionando-o a cada categoria identificada.

Para Tavares (2010), os LDs apresentam muitas limitações referentes aos métodos científicos. Apenas uma obra descreve sobre o que é método científico para a Ciência. Ainda com relação ao método, o autor discute sobre a necessidade das obras apresentarem maior diversidade metodológica para não favorecer a concepção de que existe um único método, o empírico-indutivista. O papel das influências econômico-político-sociais no processo de construção da Química também apareceu em poucos momentos, pois as obras acabam priorizando a parte teórico-conceitual desse campo. Um aspecto destacado pelo autor é a excessiva presença de informação histórica desconectada do texto principal, ou seja, o uso de boxes ou quadros que apresentam abordagens muito superficiais e limitadas.

Para Tavares (2005), é necessário que sejam realizadas revisões nestas edições para que as questões ausentes sejam abordadas, como, por exemplo, as transições que fizeram parte do desenvolvimento da Química, a noção de conhecimento químico enquanto possível representação da realidade, ou ainda apresentar mais discussões sobre outras formas de conhecimento humano além do científico.

A pesquisa desenvolvida por Pagliarini (2007), trata sobre como a História da Ciência é apresentada por 16 coleções didáticas, as mais populares para o Ensino Médio no Brasil, editadas desde a década de 1980 até 2006. Para analisar estas coleções o autor utilizou três categorias principais, as quais deram origem a subcategorias:

- 1) Em relação à forma de apresentação do material histórico
 - 1.1) Não possui nenhum conteúdo histórico;
 - 1.2) Contém “boxes” e seções específicas sobre a história da ciência ao longo dos capítulos;
 - 1.3) O conteúdo histórico aparece diluído ao longo do texto;
- 2) Em relação às idéias de natureza da Ciência veiculadas
 - 2.1) Discussões que fazem menção implícita ao “método científico”;

- 2.2) Discussões explícitas sobre o “método científico”;
- 2.3) Discussões mais sofisticadas sobre a NdC;
- 3) Em relação à qualidade da informação histórica apresentada
 - 3.1) Contém apenas menções e breves notas biográficas, a respeito de cientistas e suas realizações, ao longo dos capítulos;
 - 3.2) Abordagem histórica que valoriza apenas os conhecimentos aceitos atualmente (história whig);
 - 3.3) Presença de características dos mitos científicos;
 - 3.4) A história da ciência complementa satisfatoriamente a abordagem do conteúdo científico.

Com relação a primeira categoria, Pagliarini (2007), verificou que com exceção de uma, todas as demais coleções analisadas possuem conteúdos históricos, que são apresentados em “boxes” e seções específicas, como em introduções históricas ou textos complementares ao final de capítulos. Em cinco coleções o autor notou uma sobreposição com a subcategoria 1.3, já que em determinados assuntos o conteúdo histórico apresentou-se diluído ao longo do texto, além de suas seções específicas.

No que diz respeito à segunda categoria, este autor percebeu uma maior distribuição das coleções didáticas entre as subcategorias possíveis. Novamente, a maioria das coleções foi classificada, sendo que apenas quatro não possuíam nenhum tipo de conteúdos relativos à natureza da ciência, e assim não foram classificadas nesta segunda categoria. Entre as demais, Pagliarini (2007), observou que oito dentre as doze coleções que possuíam discussões referentes à natureza da Ciência a fizeram de forma a apresentar idéias sobre o método científico, sendo seis de forma explícita, onde eram mencionados como “método científico” ou ainda “método experimental”. Em apenas quatro coleções foram encontradas discussões onde a Ciência era tratada como algo mais complexo, de caráter humanístico, e que não obedecia a uma regra fixa, ressaltando as influências externas e também sua dinamicidade.

Já com relação à terceira categoria, Pagliarini (2007), percebeu uma grande sobreposição de subcategorias, e em praticamente todas as obras didáticas. Assim como na primeira categoria, onde houve sobreposição de subcategorias para certas

obras, um assunto tratado pela coleção vinha acompanhado de uma História da Ciência que se caracterizou por certa subcategoria, enquanto em outros assuntos a História acompanhada encaixou-se numa outra subcategoria. Nesta terceira categoria, houve uma sobreposição que pode ser considerada maior, principalmente no que diz respeito às subcategorias 3.2 e 3.3, uma vez que, quando abordando de maneira histórica um conceito ou teoria, várias coleções a fizeram olhando para eles com olhos do presente (historiografia “Whig”), enquanto que quando contextualizando a vida e obra de certo cientista, muitas coleções basearam-se em mitos científicos.

Com esta pesquisa, Pagliarini (2007) considera que, apesar dos pequenos avanços apontados na pesquisa, a História da Ciência presente nos Livros Didáticos de Física ainda é bastante superficial. Como um todo, a abordagem ainda se resume a nomes e datas precisas, ignorando a contribuição de vários outros pesquisadores, o contexto da época, as dificuldades e erros enfrentados pelos pesquisadores do passado. Para este autor, a complexa Ciência chamada Física possui uma rica história e está imersa em um contexto dinâmico e amplo, sendo assim, um ensino que visa a apreensão de conhecimento sobre ela vai além da apresentação de simples conceitos, fórmulas, nomes e datas.

A pesquisa desenvolvida por Santos (2006) teve como principal objetivo analisar a História da Ciência que está sendo apresentada nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio. A pesquisadora buscou com esta pesquisa responder as seguintes questões: 1) A História da Ciência, quando presente nos Livros Didáticos, como é apresentada? 2) A forma pela qual a História da Ciência aparece nos Livros Didáticos é considerada adequada para um ensino de boa qualidade? c) Como a História da Ciência vem sendo utilizada, uma vez que ela pode ser um excelente recurso pedagógico?

Foram analisados em quatro Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio o assunto *origem da vida*, por ser um assunto que se encontra na maioria dos LDs e que também aborda dois paradigmas: abiogênese e biogênese. Para análise foram utilizadas as seguintes categorias: linearidade; ciência normal; paradigma; quebra-cabeça e relação teoria/experimento.

Nesta investigação, Santos (2006) verificou que a História da Ciência encontra-se presente nos LDs de Biologia, porém, o que está faltando nesta

abordagem, na maioria dos livros didáticos, é estruturá-la, de forma que torne os assuntos mais compreensíveis, incorporando conflitos, o embate teórico das idéias, e interesses econômicos, políticos e ideológicos.

4 METODOLOGIA

Para analisar a abordagem HFC nos Livros Didáticos de Química PNLEM/2008 e PNLD/2012 utilizou-se como metodologia a Análise de Conteúdo, proposta por Bardin (1977).

Para Moraes (1999), a análise de conteúdo consiste em uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de materiais provenientes de comunicação verbal ou não verbal. Dessa forma, cartas, cartazes, jornais, revistas, livros, informes, gravações, entrevistas, questionários, vídeos, etc., são considerados matérias-primas da análise de conteúdo.

Esta metodologia conduz o pesquisador a descrições sistemáticas, qualitativas e também quantitativas, auxiliando na reinterpretação das mensagens para que se tenha uma compreensão de seus significados num nível mais profundo, além de uma leitura comum.

Com relação à análise qualitativa, é fundamental considerar que existem diversos significados no texto. Olabuenga & Ispizúa (*apud* MORAES, 1999), apontam que o sentido interpretado pelo leitor pode ser aquele que o autor quis expressar, mas nem sempre isso ocorre, pois, cada leitor pode compreender o texto de maneiras diferentes, além disso, o próprio autor pode expressar um sentido indesejado de maneira inconsciente.

Ainda é importante salientar que existem várias perspectivas para investigar um texto. Segundo Krippendorf (*apud* MORAES, 1999), pode-se examinar letras, palavras ou orações, verificando as associações, denotações, conotações presentes, portanto, é preciso considerar, além do conteúdo explícito, o autor, o destinatário, ou seja, o contexto no qual o texto está inserido. Desse modo, a análise de conteúdo é uma interpretação pessoal por parte do pesquisador com relação à percepção que tem dos dados. Sendo a leitura uma interpretação, não é possível que seja neutra.

Alguns autores indicam descrições variadas no que se refere ao processo da análise de conteúdo. Neste trabalho utilizou-se como referência elementos do processo apresentado por Moraes (1999), sendo eles: Etapa 1) *preparação das informações*; Etapa 2) *unitarização ou transformação do conteúdo em unidades*;

Etapa 3) *categorização ou classificação das unidades em categorias*; Etapa 4) *descrição*; e Etapa 5) *interpretação*.

Na Etapa 1, que consiste na *preparação das informações* é a primeira etapa da análise, deve-se eleger um conjunto de textos (documentos) capaz de produzir resultados válidos e representativos em relação aos fenômenos investigados. Nesta etapa é preciso organizar e identificar as diferentes amostras de informação a serem analisadas.

Foram analisados nesta pesquisa três Livros Didáticos que foram selecionados no PNLEM/2008 e que foram novamente selecionados no PNLD/2012, porque um dos nossos objetivos foi verificar se houve mudanças de uma edição para outra no que se refere a abordagem HFC. As referências destes livros bem como os códigos utilizados para identificá-los estão apresentados no Quadro 04.

Programa Nacional	Código de identificação	Livros Didáticos
PNLEM/2008	LD1	SANTOS, Wildson L. P. (coord.); MÓL, Gerson S. (coord.); MATSUNAGA, Roseli T.; DIB, Siland M. F.; CASTRO, Eliane N.; SILVA, Gentil S.; SANTOS, Sandra M. O.; FARIAS, Salvia B. Química e Sociedade . Editora Nova Geração, 2005.
	LD2	CANTO, Eduardo L.; PERUZZO, Francisco M. Química na abordagem do cotidiano . vol.1, 3. ed. Editora Moderna, 2005.
	LD3	MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. Química para o ensino médio . Editora Scipione, 2005.
PNLD/2012	LD4	SANTOS, Wildson L. P. (coord.); MÓL, Gerson S. (coord.); MATSUNAGA, Roseli T.; DIB, Siland M. F.; CASTRO, Eliane N.; SILVA, Gentil S.; SANTOS, Sandra M. O.; FARIAS, Salvia B. Química cidadã . vol.1 Editora Nova Geração, 2011
	LD5	CANTO, Eduardo L.; PERUZZO, Francisco M. Química na abordagem do cotidiano . vol. 1; 3. ed. Editora Moderna, 2011.
	LD6	MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. Química . vol. 1 Editora Scipione, 2011.

QUADRO 04 – Livros Didáticos selecionados pelos programas PNLEM/ 2008 e PNLD/2012 que serão analisados.

O recorte realizado para a análise dos livros corresponde aos capítulos e textos relacionados à Combustão do século XVIII. Como na maioria das obras este assunto é abordado no volume 1, neste trabalho este foi o volume analisado, exceto nos livros LD1 e LD2 que são volumes únicos. Portanto, foram analisados três livros do PNLEM/2008 e três do PNLD/2012.

Preparadas as informações, inicia-se a Etapa 2 da Análise de Conteúdo que corresponde a *unitarização*. Esta etapa consiste na leitura e releitura minuciosa para a definição de unidades de análise, isto é, fragmentos do texto que serão

submetidos posteriormente à categorização. Essas unidades de análise podem ser palavras, frases e devem ser definidas pelo pesquisador. Cada unidade de análise precisa ser identificada com um código, relacionado com o código elaborado na primeira etapa, pois devem ser isoladas do texto original, para que possam ser classificadas. É importante que as unidades de análise tenham significado em si mesmas, porém, quando retiradas do corpo do texto parte desse significado pode ser perdido. Para contribuir na interpretação desses fragmentos são definidas unidades de contexto, que podem conter várias unidades de análise e servirão de referência para estas.

As unidades de contexto identificadas em cada livro analisado e os códigos atribuídos, relacionados aos LDs de origem, estão organizados separadamente no Quadro 04, Quadro 05, Quadro 06, Quadro 07, Quadro 08 e Quadro 09:

Unidades de contexto – LD 1 – Química e Sociedade/ PNLEM 2008	Código
Lavoisier contribuiu de forma significativa não só para derrubar a teoria do flogístico, mas para estabelecer um novo método de investigação que caracterizou o nascimento da Química como Ciência experimental.	LD1.1
Medir, pesar, testar, provar. Esse foi o novo jeito de fazer ciência no estudo da Química que nasceu a partir dos trabalhos de Lavoisier.	LD1.2
As explicações que tinham certo caráter “mágico” foram cedendo lugar a explicações científicas, baseadas em experiências. Se considerarmos o trabalho de Lavoisier como marco dessa revolução, a Química tem pouco mais de duzentos anos. É uma ciência nova.	LD1.3
A partir de experiências bem elaboradas e controladas, utilizando balanças de alta precisão (cujas sensibilidade e precisão poderiam rivalizar com algumas balanças modernas), ele mediu a variação de massa durante a combustão de diversas substâncias.	LD1.4
O médico filósofo e alquimista suíço Paracelso, Philipus Aureolus Theophrastus Bombast von Hohenheim (1493-1541), / mesmo ainda ligado à alquímica, desenvolveu estudos que deram início à química média (quimiatría).	LD1.5
Os resultados de seus experimentos demonstraram que havia conservação de massa durante as reações e permitiram que ele demonstrasse que a queima é uma reação com o oxigênio e que a cal metálica da teoria do flogístico era, na verdade, uma nova substância.	LD1.6
Uma outra característica que sempre esteve presente nessa comunidade é o crédito na descoberta científica.	LD1.7
Utilizando uma balança como esta, Lavoisier constatou que mercúrio e oxigênio não sofreram alteração de suas massas quando colocados para reagir num local fechado.	LD1.8
Uma análise superficial dos resultados do experimento anterior pode nos levar a uma interpretação equivocada sobre a variação de massas nas reações de combustão. No entanto, se aquelas reações fossem conduzidas em recipientes fechados, os resultados demonstrariam que não há variação de massas durante a combustão. Essa constatação foi obtida em medições precisas, desenvolvidas em diversos tipos de reações químicas.	LD1.9
O químico Frances Antoine Lavoisier (1743-1794), com a colaboração de sua esposa Marie Anne, realizou muitas experiências que levaram a seguinte conclusão: a massa antes de depois de qualquer reação é sempre a mesma.	LD1.10
Por ter verificado que esse fato se repetia invariavelmente na natureza, concluiu então que se tratava de uma lei.	LD1.11
Na época em que a Lei de Lavoisier foi registrada, muitos químicos chegaram a duvidar de sua validade, pois haviam observado que na queima de algumas substâncias havia aumento da massa, enquanto na queima de outras havia diminuição.	LD1.12

O grande mérito de Lavoisier foi ter descoberto que essas diferenças de massa davam por causa da absorção ou liberação de gases durante as reações.	LD1.13
Boxe: medindo a palha de aço antes e depois de sua queima, observa-se o aumento da massa do material sólido, mas, somando-se a massa do gás oxigênio que reage com o ferro, constata-se o previsto pela Lei de Lavoisier.	LD1.14
Boxe: Antoine Laurent Lavoisier nasceu em Paris em 1743. Ganhou notoriedade com seus trabalhos contra a teoria dos quatro elementos. Sua obra – que trata de procedimentos experimentais, como o uso da balança – foi fundamental para o desenvolvimento da Química, sendo Lavoisier considerado por muitos “pai” da Química como ciência experimental./ Por ser coletor de impostos, Lavoisier foi sentenciado à guilhotina pelo Tribunal da Revolução Francesa.	LD1.15
Vários outros estudiosos, entre os quais se destaca /o físico e químico irlandês Robert Boyle (1627-1691)/, desenvolveram técnicas experimentais na produção metalúrgica e na preparação de diversos materiais.	LD1.16
Uma das mais marcantes para a história da Química foi a teoria do flogístico, proposta pelo químico alemão Georg Ernest Stahl (1660-1774).	LD1.17
O seu trabalho e de outros químicos da época, como o escocês Joseph Black (1728-1799), contribuíram para demonstrar a necessidade do uso de balanças nos estudos da Química.	LD1.18
E é pela mudança de paradigmas que a Ciência se desenvolve, segundo o físico e filósofo alemão Thomas Kuhn (1922-1996).	LD1.19
O sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), que gerou tal gás entre os anos de 1770 e 1773.	LD1.20
O inglês Joseph Priestley (1773-1804), que preparou o gás em 1774, provavelmente sem conhecer o trabalho de Scheele.	LD1.21
Assim como a religião, a alquimia era fundamentada em dogmas, ou seja, em crenças assumidas sem discussão. Para aceitar suas verdades preestabelecidas não era necessário, portanto, fazer uso da experimentação sistemática. Com o Renascimento, no século XVI, essa maneira de pensar foi mudando e uma nova forma de buscar o conhecimento surgiu: a ciência experimental moderna.	LD1.22
Foi uma das primeiras grandes mudanças de paradigma da história da Ciência. Paradigma é o padrão ou modelo que norteia nosso modo de viver, trabalhar, fazer ciência.	LD1.23
Podemos destacar vários fatores que caracterizaram a revolução no conhecimento químico: aumento no uso preciso de métodos quantitativos (baseados em medidas de quantidade e não simplesmente de qualidade); substituição da teoria do flogístico pela teoria da reação com o oxigênio; definição de elemento químico, substância e mistura; estabelecimento de um novo sistema de nomenclatura química; abandono da ideia de ar como elemento.	LD1.24
Como vimos, a mudança no modo de estudar os processos químicos que determinou o surgimento da Química como ciência experimental é denominada pelos historiadores de Revolução Química.	LD1.25
Essa revolução ocorreu quando os químicos passaram a ter um método característico de investigação, uma linguagem própria e um sistema lógico de teorias para explicar seus processos.	LD1.26
Todos esses estudos permitiram a elaboração de novas teorias, embora muitas estivessem impregnadas de velhos conceitos dos alquimistas.	LD1.27
No século XVIII, surgiram melhores explicações para a combustão.	LD1.28
Stahl afirmou que todo material perde algo no processo de queima. E batizou esse material perdido como flogístico, também denominado na época “espírito ígneo”.	LD1.29
Sua obra – que trata de procedimentos experimentais, como o uso da balança – foi fundamental para o desenvolvimento da Química, sendo Lavoisier considerado por muitos “pai” da Química como ciência experimental.	LD1.30
Essa lei abriu caminho para outros estudos sobre a relação entre as massas das substâncias durante as transformações químicas. Os resultados desses trabalhos experimentais, ao final do século XVII e início do século XIX, permitiram que vários químicos pudessem enunciar outras leis relativas as transformações da matéria: as denominadas leis ponderais das combinações químicas.	LD1.31
Isso contribuiu para que uma comunidade de pesquisadores começasse a adotar uma	LD1.32

série das atividades que caracterizaram o trabalho científico.	
O contexto histórico daquela época, caracterizado por profundas mudanças culturais e sociais como a Revolução Industrial e a Revolução Francesa, contribuiu para o estabelecimento da Química como Ciência. Os iluministas defendiam novas formas de compreender o Universo, por novos métodos, como os usados por Lavoisier. E a Revolução Industrial fez com que muitas pesquisas científicas fossem financiadas para desenvolver novas tecnologias.	LD1.33
Imagem de uma cabeça guilhotinada sendo exibida ao povo.	LD1.34
Boxe: Por ser coletor de impostos, Lavoisier foi sentenciado à guilhotina pelo Tribunal da Revolução Francesa.	LD1.35
Rosto de Lavoisier	LD1.36
O químico Antoine Lavoisier e Marie Anne, sua esposa e colaboradora. Sr. e Sra. Lavoisier, obra de Jacques-Louis David, 1778, acervo do Metropolitan Museum de Nova York (EUA)	LD1.37
os alquimistas alcançaram tamanho <i>status</i> que até membros da aristocracia quiseram fazer parte desse respeitável grupo de sábios	LD1.38
Embora as explicações baseadas na teoria do flogístico fossem razoáveis, ela apresentava incongruências em relação à variação de massa.	LD1.39
Os historiadores divergem quanto ao período e fatos que marcaram a Revolução Química. Porém, muitos concordam que essa revolução culminou com a publicação do trabalho de Lavoisier, <i>Traité élémentaire de Chimie</i> (Tratado elementar de Química), em 1789.	LD1.40

QUADRO 05 – Unidades de contexto identificadas em LD1.

Unidades de contexto – LD2 – Química na abordagem do cotidiano – PNLEM/2008	Código
Há outros estudiosos que creditam a Antoine Laurent Lavoisier o mérito de ser o “pai” da Química. Os trabalhos desse cientista frances, realizados do século XVIII, deram a Química bases mais sólidas. Ele realizou experimentos controlados envolvendo medidas da massa de frascos (incluindo a dos materiais neles contidos) antes e depois de acontecerem reações químicas dentro deles. Uma de suas conclusões, a de que a massa se conserva durante as reações químicas, é considerada por alguns o marco inicial da Química.	LD2.1
Não há uma data que possamos estabelecer como início da Química. No entanto, alguns cientistas que viveram nos séculos XVII e XVIII deram importantes contribuições para o estabelecimento dessa Ciência.	LD2.2
Entre esses cientistas, um dos mais importantes foi o francês Antoine Laurent Lavoisier. Seus trabalhos, realizados no século XVIII, foram tão importantes que alguns o consideram o “pai da Química”.	LD2.3
Usando uma balança, Lavoisier determinou a massa do recipiente antes e depois de a reação química acontecer. Comparando as medidas, ele pôde enunciar que <i>a massa final de um recipiente fechado, após ocorrer dentro dele uma reação química, é sempre igual a inicial.</i>	LD2.4
Há quem considere a lei de Lavoisier o marco inicial da Química.	LD2.5
<i>Reprodução da gravura de laboratório de Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794).</i> Descrição: Imagem do cientista com livros caídos no chão e uma bancada com uma retorta sendo utilizada num experimento.	LD2.6

QUADRO 06 – Unidades de contexto identificadas em LD2.

Unidades de contexto – LD3 – Química para o ensino médio – PNLEM/2008	Código
A conservação da massa é uma forte evidência a favor da ideia de que nas reações químicas a matéria não é criada nem destruída, mas apenas se transforma por meio do rearranjo dos átomos que a constituem. Lavoisier (1743-1794), ao enunciar esse princípio, teria dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”.	LD3.1
Lavoisier ao enunciar o princípio de conservação da massa teria dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”.	LD3.2
Rosto de Lavoisier	LD3.3
É por isso que a conservação da massa talvez seja a principal via para passarmos do nível fenomenológico, em que podemos observar as transformações, para o atômico-molecular, em que nos valemos de modelos para tentar explicar o que está ocorrendo.	LD3.4
As ideias que utilizamos para justificar porque a massa se conserva nas transformações – “nada saiu e nada entrou no frasco” – podem ser reinterpretadas em termos atômico-moleculares. Assim, “não entrou nem saiu nada” pode ser traduzido para “os átomos presentes no sistema inicial são os mesmos presentes no sistema final”. Ao fazer essa tradução, estamos estabelecendo relações entre as constatações sobre a conservação (ou não) da massa e o que isso significa, em nível atômico-molecular, para a conservação dos átomos.	LD3.5
Uma importante consequência desta conclusão – a massa se conserva porque os átomos dos elementos químicos envolvidos na transformação se conservam – é que ela nos dá uma indicação do tipo de transformação que um determinado material pode sofrer. Assim, esperamos que os produtos de combustão da vela serão gás carbônico (CO ₂) e água (H ₂ O), entre outros, porque a vela é produzida a partir de uma substância, constituída por átomos de carbono e hidrogênio, que reagem com o oxigênio do ar na combustão. Assim, os elementos que constituem os produtos e os reagentes são os mesmos (carbono, hidrogênio e oxigênio).	LD3.6
Essa conclusão é importante (o princípio de conservação da massa: “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”) porque limita que produtos podem ser esperados de uma reação.	LD3.7
O ideal dos alquimistas – obter ouro, submetendo enxofre e mercúrio a várias transformações – é impossível, pois as substâncias simples mercúrio e enxofre são formadas a partir de átomos de elementos diferentes daqueles que formam a substância simples ouro. Eles não são constituídos por átomos do mesmo tipo.	LD3.8
Por outro lado, essa interpretação de que átomos são conservados numa reação química não proíbe que se possa tentar obter, a partir do açúcar comum (sacarose), diamante e água. Afinal, açúcar é constituído por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio; o diamante, por átomos de carbono; e a água, por átomos de hidrogênio e oxigênio. Se essa reação não acontece é porque há outras limitações impostas às reações químicas, que são relacionadas com as mudanças na energia do sistema quando esse é transformado e com a velocidade com que a reação se processa.	LD3.9

QUADRO 07 – Unidades de contexto identificadas em LD3.

Unidades de contexto – LD4 – Química cidadã – PNLD/2012	Código
Os estudos sobre processos eram desenvolvidos por diversos filósofos e, sobre tudo, pelos alquimistas. Até a Idade Média, tais estudos se fundamentavam em teorias obscuras, mas aos poucos estudiosos adotaram métodos experimentais da Ciência moderna e as novas teorias forma surgindo para explicar as transformações químicas.	LD4.1
Lavoisier contribuiu de forma significativa para o surgimento da Química, enquanto Ciência experimental, ao propor uma alternativa à teoria do flogístico e consolidar um novo método de investigação coerente com o método científico.	LD4.2
o médico filósofo e alquimista suíço Paracelso, Philipus Aureolus Theophrastus Bombast von Hohenheim (1493-1541), mesmo ainda ligado à alquímica, desenvolveu estudos que deram início à química média (quimiatría ou iatroquímica).	LD4.3
Vários outros (cientistas), entre os quais se destaca o físico e químico irlandês Robert Boyle (1627-1691), desenvolveram técnicas experimentais na produção metalúrgica e na preparação de diversos materiais.	LD4.4
Uma das mais marcantes para a história da Química foi a teoria do flogístico, proposta pelo químico alemão Georg Ernest Stahl (1660-1774). Em 1731, ele propôs uma teoria explicativa para a combustão: segundo ele, os corpos combustíveis teriam como constituinte um “elemento”, denominado flogístico, o qual era liberado durante a queima.	LD4.5
Stahl propôs a teoria do flogístico que ficou famosa nos anos de 1750 pela explicação que fornecia para as reações de combustão.	LD4.6
O seu trabalho e de outros químicos da época, como o escocês Joseph Black (1728-1799), contribuíram para demonstrar a necessidade do uso de balanças nos estudos da Química.	LD4.7
o sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), que gerou tal gás entre os anos de 1770 e 1773.	LD4.8
o inglês Joseph Priestley (1773-1804), que preparou o gás em 1774.	LD4.9
comentou o matemático e físico italiano Joseph Louis Lagrange (1736-1813): “Foi preciso somente um momento para cortar sua cabeça e, provavelmente, cem anos não serão suficiente para produzir outra como aquela”.	LD4.10
Entre os fatos que marcaram a chamada Revolução Química está a descoberta do oxigênio, por exemplo, foi reivindicada por três químicos: o sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), que gerou tal gás entre os anos de 1770 e 1773; o inglês Joseph Priestley (1773-1804), que preparou o gás em 1774, provavelmente sem conhecer o trabalho se Scheele; e o francês Lavoisier, que explicou a combustão pelo oxigênio.	LD4.11
Sua obra – que trata de procedimentos experimentais, como o uso da balança – foi fundamental para o desenvolvimento da Química, sendo Lavoisier considerado por muitos historiadores o responsável por tornar a Química uma Ciência experimental.	LD4.12
Esse enunciado, que se aplica a todas as reações químicas, ficou conhecido como Lei de Conservação das Massas ou Lei de Lavoisier,....	LD4.13
Essa nova forma de estudar os processos químicos já era aplicada por vários cientistas e tem os trabalhos de Lavoisier como marco na mudança de paradigma no estudo dessa área de conhecimento.	LD4.14
Muitos químicos contribuíram para a consolidação da Química como Ciência moderna	LD4.15
Rosto de Stahl.	LD4.16
Rosto de Joseph Priestley (1733-1804)	LD4.17
Estátua de bronze do Carl Wilhelm Scheele (1742-1786)	LD4.18
Sr. e Sra. Lavoisier	LD4.19
O químico Antoine Lavoisier e Marie Anne, sua esposa e colaboradora. Sr. e Sra. Lavoisier, obra de Jacques-Louis David, 1778, acervo do Metropolitan Museum de Nova York (EUA)	LD4.20
Embora as explicações baseadas na teoria do flogístico fossem razoáveis, ela apresentava incongruências em relação à variação de massa.	LD4.21
Na época em que a Lei de Lavoisier foi registrada, muitos químicos chegaram a duvidar de sua validade, pois haviam observado que na queima de algumas substâncias havia aumento da massa, enquanto na queima de outras havia diminuição. O grande mérito de Lavoisier foi ter descoberto que essas diferenças de massa davam por causa da absorção ou liberação de gases durante as reações.	LD4.22
No século XVIII, surgiram melhores explicações para a combustão.	LD4.23
Com base em experiências bem elaboradas e controladas, utilizando balanças de alta	LD4.24

precisão (cujas sensibilidade e precisão poderiam rivalizar com algumas balanças modernas), ele mediu a variação de massa durante a combustão de diversas substâncias. Os resultados de seus experimentos demonstraram que havia conservação de massa durante as reações e permitiram que ele demonstrasse que a queima é uma reação com o oxigênio e que a cal metálica da teoria do flogístico era, na verdade, uma nova substância.	
Entre os fatos que marcaram a chamada Revolução Química está a descoberta do oxigênio.	LD4.25
A análise superficial dos resultados do experimento anterior pode nos levar a uma interpretação equivocada sobre a variação de massas nas reações de combustão. No entanto, se aquelas reações fossem conduzidas em recipientes fechados, os resultados demonstrariam que não há variação de massas durante a combustão. Essa constatação foi obtida em medições precisas, desenvolvidas em diversos tipos de reações químicas.	LD4.26
O químico francês Antoine Lavoisier (1743-1794), com a colaboração de sua esposa Marie Anne, realizou muitas experiências que levaram a seguinte conclusão: a massa antes de depois de qualquer reação é sempre a mesma.	LD4.27
Por ter verificado que esse fato se repetia invariavelmente na natureza, concluiu então que se tratava de uma lei.	LD4.28
Boxe: “Podemos estabelecer, como um axioma incontestável, que em todas as operações da arte da natureza nada é criado; existe uma quantidade igual de matéria antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos átomos permanecem precisamente as mesmas e nada acontece além de mudanças e modificações nas combinações desses átomos”.	LD4.29
Os esquemas acima resumem matematicamente o resultado da Lei de Conservação das Massas ou Lei de Lavoisier, pela qual foi possível definir as regras necessárias para a realização de cálculos de análise quantitativa.	LD4.30
Boxe: medindo a palha de aço antes e depois de sua queima, observa-se o aumento da massa do material sólido, mas, somando-se a massa do gás oxigênio que reage com o ferro, constata-se o previsto pela Lei de Lavoisier.	LD4.31
Paradigma é o padrão ou modelo que norteia nosso modo de viver, trabalhar, fazer ciência. E é pela mudança de paradigmas, segundo o físico e filósofo alemão Thomas Kuhn (1922-1996), que a Ciência se desenvolve. Essas mudanças são também chamadas de Revoluções Científicas.	LD4.32
Essa revolução se caracterizou pelo fato de que os químicos passaram a utilizar um método característico de investigação, uma linguagem própria e um sistema lógico de teorias para explicar seus processos.	LD4.33
Lavoisier e sua esposa Anne Marie, que teve um papel importantíssimo em seus trabalhos de pesquisa.	LD4.34
Historiadores da Ciência divergem quanto ao período e fatos que marcaram a Revolução Química. Porém, muitos concordam que essa revolução culminou com a publicação do trabalho de Lavoisier, <i>Traité élémentaire de Chimie</i> (Tratado elementar de Química), em 1789.	LD4.35
Contribuíram para esse surgimento da Química, as profundas mudanças culturais e sociais daquela época, advindas com a Revolução Francesa, inspirada nos ideais dos iluministas do chamado período histórico das luzes.	LD4.36
Seu primeiro contato com cientistas famosos foi no Collège des Quatre Nations, durante seus estudos. Ele adorava Matemática e se interessava por todas as Ciências.[...] Em 1768, com 24 anos, conseguiu uma vaga de adjunto químico, tornando-se membro da Academia de Ciências. Logo, ele começou a ganhar notoriedade com seus trabalhos contra a teoria dos quatro elementos.	LD4.37
No mesmo ano, Lavoisier se tornou membro da Ferme Générale, uma companhia cujos sócios arrendavam do governo o privilégio de coletar os impostos. Eles ficavam obrigados a entregar ao rei uma quantia fixa estipulada e o excedente correspondia aos lucros dos fiscais. Os membros da Ferme Générale eram suspeitos de corrupção e detestados pelo povo em geral. Esse foi o principal motivo utilizado pelo Tribunal da Revolução Francesa para sentenciar a morte de Lavoisier.	LD4.38
“Foi preciso somente um momento para cortar sua cabeça e, provavelmente, cem anos não serão suficiente para produzir outra como aquela”	LD4.39
A Ciência na História – A cabeça de Lavoisier	LD4.40

QUADRO 08 – Unidades de contexto identificadas em LD4.

Unidades de contexto – LD5 – Química na abordagem do cotidiano – PNLD/2012	Código
Há outros estudiosos que creditam a Antoine Laurent Lavoisier o mérito de ser o “pai” da Química. Os trabalhos desse cientista frances, realizados do século XVIII, deram a Química bases mais sólidas. Ele realizou experimentos controlados envolvendo medidas da massa de frascos (incluindo a dos materiais neles contidos) antes e depois de acontecerem reações químicas dentro deles. Uma de suas conclusões, a de que a massa se conserva durante as reações químicas, é considerada por alguns o marco inicial da Química.	LD5.1
Não há uma data que possamos estabelecer como início da Química. No entanto, alguns cientistas que viveram nos séculos XVII e XVIII deram importantes contribuições para o estabelecimento dessa Ciência.	LD5.2
Entre esses cientistas, um dos mais importantes foi o francês Antoine Laurent Lavoisier. Seus trabalhos, realizados no século XVIII, foram tão importantes que alguns o consideram o “pai da Química”.	LD5.3
Usando uma balança, Lavoisier determinou a massa do recipiente antes e depois de a reação química acontecer. Comparando as medidas, ele pôde enunciar que <i>a massa final de um recipientefechado, após ocorrer dentro dele uma reação química, é sempre igual a inicial.</i>	LD5.4
Há quem considere a lei de Lavoisier o marco inicial da Química.	LD5.5
Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794). Rosto de Lavoisier	LD5.6
Informe-se sobre a Química: Antoine Laurent Lavoisier	LD5.7
Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) deu uma grande contribuição para estabelecer a Química como ciência quantitativa ao mostrar a importancia de se efetuarem medidas exatas nas investigações experimentais.	LD5.8
Em um de seus experimentos ele aqueceu o óxido de mercúrio e observou que esse se decompunha produzindo mercúrio metálico e um gás ao qual deu o nome de oxigênio. Não foi observada variação na massa depois de terminada a reação em recipiente fechado.	LD5.9
Lavoisier foi o primeiro cientista a compreender o papel do oxigenio na combustão e, mesmo não tendo sido o descobridor desse elemento, foi ele quem atribuiu o nome de oxigênio.	LD5.10
Publicou em 1789 o famoso <i>Traité Élémentaire</i> (Tratado elementar de Química), o primeiro livro de texto moderno da Química.	LD5.11
Hoje em dia, consideramos fundamentias as ideias desenvolvidas por ele, e não devemos nos esquecer de que essas ideias são essenciais para a ciência moderna e que, num certo período da História, elas representaram um avanço significativo dos esforços humanos.	LD5.12
Baseado na definição de Boyle sobre elemento químico, Lavoisier incluiu uma tabela com 33 elementos em seu livro <i>Tratado elementar de Química</i> . Alguns dos elementos que apareciam em as tabela não eram realmente elementos, porém Lavoisier foi o primeiro a utilizar nomes modernos e de certa forma sistemáticos para os elementos químicos.	LD5.13
Além disso, Lavoisier relacionou substâncias identificadas como terras e radicais. Eram substancias simples, de acordo com os conhecimentos da época, e diferentes dos elementos relacionados acima; hoje sabemos que são compostos. Exemplos: CaO, MgO, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ (terras) e HCl, HF, B ₂ O ₃ (radicais).	LD5.14

QUADRO 09 – Unidades de contexto identificadas em LD5.

Unidades de contexto – LD6 – Química – PNLD/2012	Código
A conservação da massa é uma forte evidência a favor da ideia de que nas reações químicas a matéria não é criada nem destruída, mas apenas se transforma por meio do rearranjo dos átomos que a constituem. Lavoisier (1743-1794), ao enunciar esse princípio, teria dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”.	LD6.1
Lavoisier ao enunciar o princípio de conservação da massa teria dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”.	LD6.2
Rosto de Lavoisier	LD6.3
É por isso que a conservação da massa talvez seja a principal via para passarmos do nível fenomenológico, em que podemos observar as transformações, para o atômico-molecular, em que nos valemos de modelos para tentar explicar o que está ocorrendo.	LD6.4
As ideias que utilizamos para justificar porque a massa se conserva nas transformações – “nada saiu e nada entrou no frasco” – podem ser reinterpretadas em termos atômico-moleculares. Assim, “não entrou nem saiu nada” pode ser traduzido para “os átomos presentes no sistema inicial são os mesmos presentes no sistema final”. Ao fazer essa tradução, estamos estabelecendo relações entre as constatações sobre a conservação (ou não) da massa e o que isso significa, em nível atômico-molecular, para a conservação dos átomos.	LD6.5
Uma importante consequência desta conclusão – a massa se conserva porque os átomos dos elementos químicos envolvidos na transformação se conservam – é que ela nos dá uma indicação do tipo de transformação que um determinado material pode sofrer. Assim, esperamos que os produtos de combustão da vela serão gás carbônico (CO ₂) e água (H ₂ O), entre outros, porque a vela é produzida a partir de uma substância, constituída por átomos de carbono e hidrogênio, que reagem com o oxigênio do ar na combustão. Assim, os elementos que constituem os produtos e os reagentes são os mesmos (carbono, hidrogênio e oxigênio).	LD6.6
Essa conclusão é importante (o princípio de conservação da massa: “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”) porque limita que produtos podem ser esperados de uma reação.	LD6.7
O ideal dos alquimistas – obter ouro, submetendo enxofre e mercúrio a várias transformações – é impossível, pois as substâncias simples mercúrio e enxofre são formadas a partir de átomos de elementos diferentes daqueles que formam a substância simples ouro. Eles não são constituídos por átomos do mesmo tipo.	LD6.8
Por outro lado, essa interpretação de que átomos são conservados numa reação química não proíbe que se possa tentar obter, a partir do açúcar comum (sacarose), diamante e água. Afinal, açúcar é constituído por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio; o diamante, por átomos de carbono; e a água, por átomos de hidrogênio e oxigênio. Se essa reação não acontece é porque há outras limitações impostas às reações químicas, que são relacionadas com as mudanças na energia do sistema quando esse é transformado e com a velocidade com que a reação se processa.	LD6.9

QUADRO 10 – Unidades de contexto identificadas em LD6.

A Etapa 3 de análise consiste na *categorização*, na qual são agrupadas as unidades de análise que apresentam significados semelhantes. Segundo Moraes (1999), essa etapa é a mais criativa da Análise de Conteúdo, pois podem ser utilizadas categorias emergentes, as quais serão resultado da análise dos dados, e ainda categorias a priori, ou seja, aquelas previamente definidas pela literatura. Este processo não ocorre de forma seqüencial e linear, requer várias retomadas ao texto original na procura de aprimorar a compreensão do significado dos dados, o que possibilitará o refinamento progressivo das categorias.

Para o estabelecimento das categorias, Moraes (1999) aponta a necessidade de obedecer alguns critérios. As categorias devem ser *válidas*, *pertinentes* ou *adequadas*, o que implica em serem significativas, úteis, e estarem relacionadas com o objetivo da análise, ou seja, “todos os aspectos significativos do conteúdo investigado e dos objetivos e problemas da pesquisa devem estar representados nas categorias” (MORAES, 1999 p. VERIFICAR). Outro critério está relacionado à *exaustividade* ou *inclusividade*, ou seja, as categorias devem possibilitar a inclusão de todas as unidades de análise. Nesse sentido percebe-se a importância das categorias emergentes, afinal, nenhuma unidade de análise pertinente a pesquisa deve ser excluída das categorias elaboradas. A *homogeneidade* é também um dos critérios estabelecidos, o que significa que as categorias devem estar fundamentadas em um único princípio de classificação. O critério da *exclusividade* ou *exclusão mútua* considera que uma mesma unidade de análise não pode ser incluída em diferentes categorias, o que implica no estabelecimento de regras de classificação bem claras e precisas. Do mesmo modo que aos demais critérios, as categorias ainda devem atender ao critério da *objetividade*, *consistência* ou *fidedignidade*, pois, mesmo que análise seja qualitativa, na qual a subjetividade faz parte da pesquisa, é importante definir os critérios de classificação das unidades de análise, uma vez que não deve haver dúvidas quanto à categoria em que cada unidade de análise deve ser integrada.

Neste trabalho, as unidades de análise que possuem relação com a abordagem HFC são compostas por palavras, frases e imagens. Cada unidade de análise está inserida em unidades de contexto, as quais correspondem a trechos de parágrafos e também às legendas que apresentam a descrição das imagens.

Foram realizadas leituras e releituras dos textos para a determinação das unidades de contexto e análise, sendo que em algumas unidades de contexto foram identificadas mais de uma unidade de análise, e, por esse motivo, acrescentou-se números aos códigos para diferenciar as unidades de análise. A categorização das unidades de análise identificadas em cada LD foi realizada a partir da construção de quadros, nos quais, foram agrupadas as unidades de análise que expressavam significados semelhantes e para cada conjunto dessas unidades foi nomeada uma categoria.

Cada Livro Didático passou por dois processos de categorização: o *primeiro* tendo como fundamento as orientações do PNLEM/2008 e PNLD/2012, no que diz respeito a abordagem HFC; o *segundo* tendo como fundamento a literatura, no que diz respeito às deformações nas concepções epistemológicas a cerca da natureza da Ciência e da construção do conhecimento científico. No *primeiro* processo, buscou-se analisar se os LDs atendem as orientações de cada Programa. Para isso, foram elaboradas categorias a partir dos critérios definidos no PNLEM/2008 e PNLD/2012. O Quadro 11 apresenta os critérios definidos pelo PNLEM/2008.

Critérios definidos no PNLEM/2008	
Eliminatórios	Critério 3 – A obra apresenta a <i>ciência como sendo a única forma de conhecimento</i> , sem reconhecer a diversidade do conhecimento humano e as diferenças entre elas.
	Critério 4 – A obra apresenta: a) o <i>conhecimento científico como verdade absoluta</i> ou retrato da realidade. b) a <i>ciência como neutra</i> , sem reconhecer a influência de valores e interesses sobre a prática científica.
Classificatórios	Critério 31 – Criação de condições para aprendizagem de ciências, particularmente da Química, como <i>processo de produção cultural do conhecimento</i> , valorizando a história e a filosofia das ciências.
	Critério 32 – Tratamento da <i>história da ciência integrado à construção dos conceitos desenvolvidos</i> , evitando resumi-la a <i>biografias de cientistas ou a descobertas isoladas</i> .
	Critério 33 – <i>Abordagem adequada de modelos científicos</i> , evitando confundi-los com a realidade.
	Critério 34 – <i>Abordagem adequada da metodologia científica</i> , evitando apresentar um suposto <i>Método Científico como uma sequência rígida de etapas</i> a serem seguidas.

QUADRO 11 – Critérios definidos no PNLEM/2008 relacionados à abordagem HFC.

A seguir serão apresentados os Quadros com a categorização das unidades de análise segundo as categorias elaboradas a partir dos critérios citados no Quadro 11. Esta categorização foi realizada apenas com o LD1, LD2 e LD3, pois foram selecionados pelo PNLEM/2008.

A Categoria A - *A Ciência como única forma de conhecimento* está relacionada os Critério 3 do PNLEM/2008. Aquelas unidades de análise que não apresentam a Ciência como sendo a única forma de conhecimento, reconhecendo a diversidade do conhecimento humano e as diferenças entre elas, foram classificadas como *atendem ao critério*. Aquelas que apresentam a idéia contrária foram classificadas como *não atendem ao critério*. O Quadro 12 apresenta esta categorização.

Categorização segundo critérios do PNLEM/2008		
Categoria A – A Ciência como única forma de conhecimento		
LD 1 – Química e Sociedade		
Unidades de análise		Código
Não atendem ao critério	Lavoisier contribuiu de forma significativa não só para derrubar a teoria do flogístico, mas para estabelecer um novo método de investigação que caracterizou o nascimento da Química como Ciência experimental. (2º parágrafo - p.16)	LD1.1.2
	As explicações que tinham certo caráter “mágico” foram cedendo lugar a explicações científicas, baseadas em experiências. Se considerarmos o trabalho de Lavoisier como marco dessa revolução, a Química tem pouco mais de duzentos anos. É uma ciência nova. (6º parágrafo - p.16)	LD1.3.1
	O médico filósofo e alquimista suíço Paracelso, Philipus Aureolus Theophrastus Bombast von Hohenheim (1493-1541), mesmo ainda ligado à alquímica , desenvolveu estudos que deram início à química média (quimiatría). (5º parágrafo - p.15)	LD1.5.2
	Embora as explicações baseadas na teoria do flogístico fossem razoáveis, ela apresentava incongruências em relação à variação de massa. (8º parágrafo - p.15)	LD1.39.1
	Assim como a religião, a alquimia era fundamentada em dogmas, ou seja, em crenças assumidas sem discussão. Para aceitar suas verdades preestabelecidas não era necessário, portanto, fazer uso da experimentação sistemática. Com o Renascimento, no século XVI, essa maneira de pensar foi mudando e uma nova forma de buscar o conhecimento surgiu: a ciência experimental moderna. (4º parágrafo - p.15)	LD1.22.1
LD 2 – Química na abordagem do cotidiano		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		-
LD 3 – Química para o ensino médio		
Unidades de análise		Código
Não atendem ao critério	A conservação da massa é uma forte evidência a favor da ideia de que nas reações químicas a matéria não é criada nem destruída, mas apenas se transforma por meio do rearranjo dos átomos que a constituem. Lavoisier (1743-1794), ao enunciar esse princípio, teria dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. (5º parágrafo p.144)	LD3.1.1
	É por isso que a conservação da massa talvez seja a principal via para passarmos do nível fenomenológico, em que podemos observar as transformações, para o atômico-molecular, em que nos valemos de modelos para tentar explicar o que está ocorrendo. (1º parágrafo p.145)	LD3.4.1
	O ideal dos alquimistas – obter ouro, submetendo enxofre e mercúrio a várias transformações – é impossível, pois as substâncias simples mercúrio e enxofre são formadas a partir de átomos de elementos diferentes daqueles que formam a substância simples ouro. Eles não são constituídos por átomos do mesmo tipo. (3º parágrafo p.145)	LD3.8.1

QUADRO 12 – Categorização das unidades de análise segundo os critérios definidos no PNLEM/2008 – Categoria A.

A Categoria B – *Conhecimento científico como verdade absoluta* está relacionada ao Critério 4a. Aquelas unidades de análise que não apresentam o conhecimento científico como verdade absoluta ou retrato da realidade foram

classificadas como *atendem ao critério*. Aquelas que apresentam a idéia contrária foram classificadas como *não atendem ao critério*.

Categorização segundo critérios do PNLEM/2008		
Categoria B – Conhecimento científico como verdade absoluta		
LD 1 – Química e Sociedade		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		-
LD 2 – Química na abordagem do cotidiano		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		-
LD 3 – Química para o ensino médio		
Unidades de análise		Código
Não atende ao critério	Por outro lado, essa interpretação de que átomos são conservados numa reação química não proíbe que se possa tentar obter, a partir do açúcar comum (sacarose), diamante e água. Afinal, açúcar é constituído por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio; o diamante, por átomos de carbono; e a água, por átomos de hidrogênio e oxigênio. Se essa reação não acontece é porque há outras limitações impostas às reações químicas, que são relacionadas com as mudanças na energia do sistema quando esse é transformado e com a velocidade com que a reação se processa. (3º parágrafo p.145)	LD3.9.2

QUADRO 13 – Categorização das unidades de análise segundo os critérios definidos no PNLEM/2008 – Categoria B.

A Categoria C – *A Ciência como neutra* está relacionada ao Critério 4b. Aquelas unidades de análise que não apresentam a Ciência como neutra, reconhecendo a influência de valores e interesses sobre a prática científica foram classificadas como *atendem ao critério*. Aquelas que apresentam a idéia contrária foram classificadas como *não atendem ao critério*.

Categorização segundo critérios do PNLEM/2008		
Categoria C – A Ciência como neutra		
LD 1 – Química e Sociedade		
Unidades de análise		Código
Atende ao critério	O contexto histórico daquela época, caracterizado por profundas mudanças culturais e sociais como a Revolução Industrial e a Revolução Francesa, contribuiu para o estabelecimento da Química como Ciência. Os iluministas defendiam novas formas de compreender o Universo, por novos métodos, como os usados por Lavoisier. E a Revolução Industrial fez com que muitas pesquisas científicas fossem financiadas para desenvolver novas tecnologias. (8º parágrafo - p.16)	LD1.33.2
LD 2 – Química na abordagem do cotidiano		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		-
LD 3 – Química para o ensino médio		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		-

QUADRO 14 – Categorização das unidades de análise segundo os critérios definidos no PNLEM/2008 – Categoria C.

A Categoria D – *Ciência como processo de produção cultural do conhecimento* está relacionada ao Critério 31. Aquelas unidades de análise que criam condições de aprendizagem de ciências, particularmente da Química, como processo de produção cultural do conhecimento, valorizando a História e a Filosofia das Ciências, foram classificadas como *atendem ao critério*. Aquelas que apresentam a idéia contrária foram classificadas como *não atendem ao critério*.

Categorização segundo critérios do PNLEM/2008		
Categoria D – Ciência como processo de produção cultural do conhecimento		
LD 1 – Química e Sociedade		
Unidades de análise		Código
Atendem ao critério	O contexto histórico daquela época, caracterizado por profundas mudanças culturais e sociais como a Revolução Industrial e a Revolução Francesa, contribuiu para o estabelecimento da Química como Ciência. Os iluministas defendiam novas formas de compreender o Universo, por novos métodos, como os usados por Lavoisier. E a Revolução Industrial fez com que muitas pesquisas científicas fossem financiadas para desenvolver novas tecnologias. (8º parágrafo - p.16)	LD1.33.1
LD 2 – Química na abordagem do cotidiano		
Unidades de análise		Código
Atendem ao critério	Não há uma data que possamos estabelecer como início da Química. No entanto, alguns cientistas que viveram nos séculos XVII e XVIII deram importantes contribuições para o estabelecimento dessa Ciência. (5º parágrafo p.46)	LD2.2.1
LD 3 – Química para o ensino médio		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		-

QUADRO 15 – Categorização das unidades de análise segundo os critérios definidos no PNLEM/2008 – Categoria D

A Categoria E – *Biografia de Cientistas e suas descobertas* está relacionada ao Critério 32. Aquelas unidades de análise que tratam a História da Ciência integrada à construção dos conceitos desenvolvidos, evitando resumí-la a biografia de cientistas ou a descobertas isoladas, foram classificadas como *atendem ao critério*. Aquelas que apresentam a idéia contrária foram classificadas como *não atendem ao critério*.

Categorização segundo critérios do PNLEM/2008		
Categoria E – Biografia dos cientistas e suas descobertas		
LD 1 – Química e Sociedade		
Unidades de análise		Código
Atendem ao critério	Todas as unidades de contexto referentes a Lavoisier.	
	Lavoisier contribuiu de forma significativa não só para derrubar a teoria do flogístico, mas para estabelecer um novo método de investigação que caracterizou o nascimento da Química como Ciência experimental. (2º parágrafo - p.16)	LD1.1
	Medir, pesar, testar, provar. Esse foi o novo jeito de fazer ciência no estudo da Química que nasceu a partir dos trabalhos de Lavoisier . (3º parágrafo - p.16)	LD1.2
	As explicações que tinham certo caráter “mágico” foram cedendo lugar a explicações científicas, baseadas em experiências. Se considerarmos o trabalho de Lavoisier como marco dessa revolução, a Química tem pouco mais de duzentos anos. É uma ciência nova. (6º parágrafo - p.16)	LD1.3
	A partir de experiências bem elaboradas e controladas, utilizando balanças de alta precisão (cujas sensibilidade e precisão poderiam rivalizar com algumas balanças modernas), ele mediu a variação de massa durante a combustão de diversas substâncias. (9º parágrafo – p.15)	LD1.4
	Os resultados de seus experimentos demonstraram que havia conservação de massa durante as reações e permitiram que ele demonstrasse que a queima é uma reação com o oxigênio e que a cal metálica da teoria do flogístico era, na verdade, uma nova substância. (9º parágrafo – p.15)	LD1.6
	Utilizando uma balança como esta, Lavoisier constatou que mercúrio e oxigênio não sofreram alteração de suas massas quando colocados para reagir num local fechado. (boxe - p.16)	LD1.8
	O químico francês Antoine Lavoisier (1743-1794), com a colaboração de sua esposa Marie Anne, realizou muitas experiências que levaram a seguinte conclusão: a massa antes de depois de qualquer reação é sempre a mesma. (2º parágrafo - p.277)	LD1.10
	Por ter verificado que esse fato se repetia invariavelmente na natureza, concluiu então que se tratava de uma lei. (2º parágrafo - p.277)	LD1.11
	Na época em que a Lei de Lavoisier foi registrada, muitos químicos chegaram a duvidar de sua validade, pois haviam observado que na queima de algumas substâncias havia aumento da massa, enquanto na queima de outras havia diminuição. (1º parágrafo - p.278)	LD1.12
	O grande mérito de Lavoisier foi ter descoberto que essas diferenças de massa davam por causa da absorção ou liberação de gases durante as reações. (1º parágrafo - p.278)	LD1.13
	Medindo a palha de aço antes e depois de sua queima, observa-se o aumento da massa do material sólido, mas, somando-se a massa do gás oxigênio que reage com o ferro, constata-se o previsto pela Lei de Lavoisier . (boxe - p.278)	LD1.14
	Antoine Laurent Lavoisier nasceu em Paris em 1743. Ganhou notoriedade com seus trabalhos contra a teoria dos quatro elementos. Sua obra – que trata de procedimentos experimentais, como o uso da balança – foi fundamental para o desenvolvimento da Química, sendo Lavoisier considerado por muitos “pai” da Química como ciência experimental./ Por ser coletor de impostos, Lavoisier foi sentenciado à guilhotina pelo Tribunal da Revolução Francesa. (boxe - p.17)	LD1.15
Sua obra – que trata de procedimentos experimentais, como o uso da balança – foi fundamental para o desenvolvimento da Química, sendo Lavoisier considerado por muitos “pai” da Química como ciência experimental. (boxe - p.16)	LD1.30	
O contexto histórico daquela época, caracterizado por profundas mudanças culturais e sociais como a Revolução Industrial e a Revolução Francesa, contribuiu para o estabelecimento da Química como Ciência. Os iluministas defendiam novas formas de compreender o Universo, por novos métodos,	LD1.33	

	como os usados por Lavoisier . E a Revolução Industrial fez com que muitas pesquisas científicas fossem financiadas para desenvolver novas tecnologias. (8º parágrafo - p.16)	
	Imagem de uma cabeça guilhotinada sendo exibida ao povo. (p.17)	LD1.34
	Boxe: Por ser coletor de impostos, Lavoisier foi sentenciado à guilhotina pelo Tribunal da Revolução Francesa. (boxe - p.17)	LD1.35
	Rosto de Lavoisier (imagem - p.16)	LD1.36
	O químico Antoine Lavoisier e Marie Anne, sua esposa e colaboradora. Sr. e Sra. Lavoisier, obra de Jacques-Louis David, 1778, acervo do Metropolitan Museum de Nova York (EUA) (imagem - p.277)	LD1.37
	Os historiadores divergem quanto ao período e fatos que marcaram a Revolução Química. Porém, muitos concordam que essa revolução culminou com a publicação do trabalho de Lavoisier , <i>Traité élémentaire de Chimie</i> (Tratado elementar de Química), em 1789. (4º parágrafo - p.16)	LD1.40
Não atendem ao critério	O médico filósofo e alquimista suíço Paracelso, Philipus Aureolus Theophrastus Bombast von Hohenheim (1493-1541) , mesmo ainda ligado à alquímica, desenvolveu estudos que deram início à química média (quimiatria). (5º parágrafo - p.15)	LD1.5.1
	Vários outros estudiosos, entre os quais se destaca o físico e químico irlandês Robert Boyle (1627-1691) , desenvolveram técnicas experimentais na produção metalúrgica e na preparação de diversos materiais . (5º parágrafo - p.15)	LD1.16.2
	Uma das mais marcantes para a história da Química foi a teoria do flogístico, proposta pelo químico alemão Georg Ernest Stahl (1660-1774) . (6º parágrafo - p.15)	LD1.17.1
	O seu trabalho e de outros químicos da época, como o escocês Joseph Black (1728-1799) , contribuíram para demonstrar a necessidade do uso de balanças nos estudos da Química. (2º parágrafo - p.16)	LD1.18.2
	O sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) , que gerou tal gás entre os anos de 1770 e 1773. (2º parágrafo - p.17)	LD1.20.1
	O inglês Joseph Priestley (1773-1804) , que preparou o gás em 1774, provavelmente sem conhecer o trabalho de Scheele. (2º parágrafo - p.17)	LD1.21.1
LD 2 – Química na abordagem do cotidiano		
	Unidades de análise	Código
Não atendem	Há outros estudiosos que creditam a Antoine Laurent Lavoisier o mérito de ser o “pai” da Química . Os trabalhos desse cientista frances, realizados do século XVIII, deram a Química bases mais sólidas. Ele realizou experimentos controlados envolvendo medidas da massa de frascos (incluindo a dos materiais neles contidos) antes e depois de aconteceram reações químicas dentro deles. Uma de suas conclusões, a de que a massa se conserva durante as reações químicas, é considerada por alguns o marco inicial da Química . (8º parágrafo p.8)	LD2.1.1
	Entre esses cientistas, um dos mais importantes foi o francês Antoine Laurent Lavoisier. Seus trabalhos, realizados no século XVIII, foram tão importantes que alguns o consideram o “pai da Química” . (6º parágrafo p.46)	LD2.3.1
LD 3 – Química para o ensino médio		
	Unidades de análise	Código
Não atendem	A conservação da massa é uma forte evidência a favor da ideia de que nas reações químicas a matéria não é criada nem destruída, mas apenas se transforma por meio do rearranjo dos átomos que a constituem. Lavoisier (1743-1794) , ao enunciar esse princípio, teria dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma” . (5º parágrafo p.144)	LD3.1.2
	Lavoisier ao enunciar o princípio de conservação da massa teria dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma” . (Figura 6-23 p.145)	LD3.2.1
	Rosto de Lavoisier (Figura 6-23 p.145)	LD3.3.1

QUADRO 16 – Categorização das unidades de análise segundo os critérios definidos no PNLEM/2008 – Categoria E

A Categoria F – *Modelos científicos diferentes da realidade* está relacionada ao Critério 33. Aquelas unidades de análise que apresentam abordagem adequada de modelos científicos, evitando confundi-los com a realidade, foram classificadas como *atendem ao critério*. Aquelas que apresentam a idéia contrária foram classificadas como *não atendem ao critério*.

Categorização segundo critérios do PNLEM/2008		
Categoria F – Modelos científicos diferentes da realidade		
LD 1 – Química e Sociedade		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		
LD 2 – Química na abordagem do cotidiano		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		-
LD 3 – Química para o ensino médio		
Unidades de análise		Código
Atende	É por isso que a conservação da massa talvez seja a principal via para passarmos do nível fenomenológico, em que podemos observar as transformações, para o atômico-molecular, em que nos valem os modelos para tentar explicar o que está ocorrendo . (1º parágrafo p.145)	LD3.4.2

QUADRO 17 – Categorização das unidades de análise segundo os critérios definidos no PNLEM/2008 – Categoria F

A Categoria G – *Método Científico como sequência rígida de etapas* está relacionada ao Critério 35. Aquelas unidades de análise que apresentam abordagem adequada da metodologia científica, evitando apresentar um suposto “Método Científico” como uma sequência rígida de etapas a serem seguidas, foram classificadas como *atendem ao critério*. Aquelas que apresentam a idéia contrária foram classificadas como *não atendem ao critério*.

Categorização segundo critérios do PNLEM/2008		
Categoria G – Método Científico como sequência rígida de etapas		
LD 1 – Química e Sociedade		
Unidades de análise		Código
Não atendem	Medir, pesar, testar, provar. Esse foi o novo jeito de fazer ciência no estudo da Química que nasceu a partir dos trabalhos de Lavoisier. (3º parágrafo - p.16)	LD1.2.1
	A partir de experiências bem elaboradas e controladas, utilizando balanças de alta precisão (cujas sensibilidade e precisão poderiam rivalizar com algumas balanças modernas), ele mediu a variação de massa durante a combustão de diversas substâncias. (9º parágrafo – p.15)	LD1.4.1
LD 2 – Química na abordagem do cotidiano		
Unidades de análise		Código
Não atendem	Há outros estudiosos que creditam a Antoine Laurent Lavoisier o mérito de ser o “pai” da Química . Os trabalhos desse cientista frances, realizados do século XVIII, deram a Química bases mais sólidas. Ele realizou experimentos controlados envolvendo medidas da massa de	LD2.1.2

	frascos (incluindo a dos materiais neles contidos) antes e depois de aconteceram reações químicas dentro deles. Uma de suas conclusões, a de que a massa se conserva durante as reações químicas, é considerada por alguns o marco inicial da Química. (8º parágrafo p.8)	
	Usando uma balança, Lavoisier determinou a massa do recipiente antes e depois de a reação química acontecer. Comparando as medidas, ele pôde enunciar que a massa final de um recipiente fechado, após ocorrer dentro dele uma reação química, é sempre igual a inicial. (1º parágrafo p.47)	LD2.4.1
LD 3 – Química para o ensino médio		
Unidades de análise		Código
Não atendem	Uma importante consequência desta conclusão – a massa se conserva porque os átomos dos elementos químicos envolvidos na transformação se conservam – é que ela nos dá uma indicação do tipo de transformação que um determinado material pode sofrer. Assim, esperamos que os produtos de combustão da vela serão gás carbônico (CO ₂) e água (H ₂ O), entre outros, porque a vela é produzida a partir de uma substância, constituída por átomos de carbono e hidrogênio, que reagem com o oxigênio do ar na combustão. Assim, os elementos que constutiem os produtos e os reagentes são os mesmos (carbono, hidrogênio e oxigenio). (2º parágrafo p.145)	LD3.6.1
	Essa conclusão é importante (o príciípio de conservação da massa: “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”) porque limita que produtos podem ser esperados de uma reação. (3º parágrafo p.145)	LD3.7.1

QUADRO 18 – Categorização das unidades de análise segundo os critérios definidos no PNLEM/2008 – Categoria G

A partir do único critério definido pelo PNLD/2012, relacionado à abordagem HFC, foi realizada a categorização com o LD4, LD5 e LD6. O Quadro 18 apresenta este critério e o Quadro 19 apresenta a categorização bem como codificação das unidades de análise em destaque nas unidades de contexto.

Critério definidos no PNLD/2012	
Classificatório	Critério 3.10 – A obra apresenta uma visão de ciência marcada pelo seu <i>caráter provisório</i> , ressaltando as limitações dos modelos.

QUADRO 19 – Critério definido no PNLD/2012 relacionados à abordagem HFC.

A Categoria Única – *Caráter provisório da Ciência* foi elaborada segundo o Critério 3.10. Aquelas unidades de análise que apresentam apresentam uma visão de Ciência marcada pelo seu caráter provisório, ressaltando as limitações dos modelos, foram classificadas como *atendem*. Aquelas que apresentam a idéia contrária foram classificadas como *não atendem*.

Categorização segundo critério do PNLD/2012		
Categoria Única – Caráter provisório da Ciência		
LD 4 – Química Cidadã		
	Unidades de análise	Código
Atendem	Os estudos sobre processos eram desenvolvidos por diversos filósofos e, sobre tudo, pelos alquimistas. Até a Idade Média, tais estudos se	LD4.1.2

	fundamentavam em teorias obscuras, mas aos poucos estudiosos adotaram métodos experimentais da Ciência moderna e as novas teorias forma surgindo para explicar as transformações químicas. (2º parágrafo – p.84)	
	Lavoisier contribuiu de forma significativa para o surgimento da Química, enquanto Ciência experimental, ao propor uma alternativa à teoria do flogístico e consolidar um novo método de investigação coerente com o método científico. (3º parágrafo – p.85)	LD4.2.2
	Essa nova forma de estudar os processos químicos já era aplicada por vários cientistas e tem os trabalhos de Lavoisier como marco na mudança de paradigma no estudo dessa área de conhecimento. (4º parágrafo – p.85)	LD4.14.1
	No século XVIII, surgiram melhores explicações para a combustão. (2º parágrafo – p.85)	LD4.23.1
	Paradigma é o padrão ou modelo que norteia nosso modo de viver, trabalhar, fazer ciência. E é pela mudança de paradigmas , segundo o físico e filósofo alemão Thomas Kuhn (1922-1996), que a Ciência se desenvolve. Essas mudanças são também chamadas de Revoluções Científicas. (4º parágrafo – p.85)	LD4.32.1
	Essa revolução se caracterizou pelo fato de que os químicos passaram a utilizar um método característico de investigação, uma linguagem própria e um sistema lógico de teorias para explicar seus processos.	LD4.33.1
LD5 - Química na abordagem do cotidiano		
	Unidades de análise	Código
Atendem	Há outros estudiosos que creditam a Antoine Laurent Lavoisier o mérito de ser o “pai” da Química. Os trabalhos desse cientista frances, realizados do século XVIII, deram a Química bases mais sólidas. Ele realizou experimentos controlados envolvendo medidas da massa de frascos (incluindo a dos materiais neles contidos) antes e depois de aconteceram reações químicas dentro deles. Uma de suas conclusões, a de que a massa se conserva durante as reações químicas, é considerada por alguns o marco inicial da Química. (9º parágrafo p.14)	LD5.1.2
	Não há uma data que possamos estabelecer como início da Química. No entanto, alguns cientistas que viveram nos séculos XVII e XVIII deram importantes contribuições para o estabelecimento dessa Ciência. (3º parágrafo p.58)	LD5.2.2
	Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) deu uma grande contribuição para estabelecer a Química como ciência quantitativa ao mostrar a importância de se efetuarem medidas exatas nas investigações experimentais. (1º parágrafo p.62)	LD5.8.2
	Lavoisier foi o primeiro cientista a compreender o papel do oxigênio na combustão e, mesmo não tendo sido o descobridor desse elemento, foi ele quem atribuiu o nome de oxigênio. (2º parágrafo p.62)	LD5.10.2
	Baseado na definição de Boyle sobre elemento químico, Lavoisier incluiu uma tabela com 33 elementos em seu livro Tratado elementar de Química. Alguns dos elementos que apareciam em as tabela não eram realmente elementos , porém Lavoisier foi o primeiro a utilizar nomes modernos e de certa forma sistemáticos para os elementos químicos. (5º parágrafo p.62)	LD5.13.2
	Além disso, Lavoisier relacionou substâncias identificadas como terras e radicais. Eram substancias simples, de acordo com os conheciientos da época, e diferentes dos elementos relacionados acima; hoje sabemos que são compostos. Exemplos: CaO, MgO, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ (terras) e HCl, HF, B ₂ O ₃ (radicais).	LD5.14.1
LD6 – Química		
	Unidades de análise	Código
	Não há unidade de análise nesta categoria	-

QUADRO 20 – Categorização das unidades de análise segundo os critérios definidos no PNLD/2012 – Categoria Única.

No *segundo* processo, buscou-se analisar se os LDs levam em consideração a literatura existente sobre abordagem HFC. Neste caso, as deformações nas concepções epistemológicas a cerca da natureza da Ciência e da construção do conhecimento científico foram utilizadas como categorias a priori, que estão organizadas no Quadro 21.

Visões deformadas da Ciência
<i>concepção empírico indutivista e ateórica</i>
<i>visão rígida, algorítmica e exata da prática científica</i>
<i>visão aproblemática e ahistórica;</i>
<i>visão acumulativa de crescimento linear</i>
<i>visão individualista e elitista</i>
<i>visão socialmente neutra da Ciência.</i>

QUADRO 21 – Visões deformadas sobre o conhecimento científico segundo Gil Perez *et al* (2001).

Neste processo foi investigado se o conteúdo presente nas unidades de análise dos seis Livros Didáticos de Química apresentam elementos que reforçam ou não reforçam as deformações apontadas nas categorias.

Os Quadros a seguir apresentam separadamente a categorização bem como codificação das unidades de análise.

Categorização segundo a literatura		
<i>1. concepção empírico indutivista e ateórica</i>		
LD1 – Química e Sociedade (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Reforça	Medir, pesar, testar, provar. Esse foi o novo jeito de fazer ciência no estudo da Química que nasceu a partir dos trabalhos de Lavoisier. (3º parágrafo - p.16)	LD1.2.1
	Os resultados de seus experimentos demonstraram que havia conservação de massa durante as reações e permitiram que ele demonstrasse que a queima é uma reação com o oxigênio e que a cal metálica da teoria do flogístico era, na verdade, uma nova substância. (9º parágrafo – p.15)	LD1.6.1
	Uma outra característica que sempre esteve presente nessa comunidade é o crédito na descoberta científica. (2º parágrafo - p.17)	LD1.7.1
	Utilizando uma balança como esta, Lavoisier constatou que mercúrio e oxigênio não sofreram alteração de suas massas quando colocados para reagir num local fechado. (boxe - p.16)	LD1.8.1
	Uma análise superficial dos resultados do experimento anterior pode nos levar a uma interpretação equivocada sobre a variação de massas nas reações de combustão. No entanto, se aquelas reações fossem conduzidas em recipientes fechados, os resultados demonstrariam que não há variação de massas durante a combustão. Essa constatação foi obtida em medições precisas, desenvolvidas em diversos tipos de reações químicas. (1º parágrafo - p.277)	LD1.9.1
	O químico Frances Antoine Lavoisier (1743-1794), com a colaboração de sua	LD1.10.2

	esposa Marie Anne, realizou muitas experiências que levaram a seguinte conclusão: a massa antes de depois de qualquer reação é sempre a mesma. (2º parágrafo - p.277)	
	Por ter verificado que esse fato se repetia invariavelmente na natureza, concluiu então que se tratava de uma lei. (2º parágrafo - p.277)	LD1.11.1
	O grande mérito de Lavoisier foi ter descoberto que essas diferenças de massa davam por causa da absorção ou liberação de gases durante as reações. (1º parágrafo - p.278)	LD1.13.1
	Boxe: medindo a palha de aço antes e depois de sua queima, observa-se o aumento da massa do material sólido, mas, somando-se a massa do gás oxigênio que reage com o ferro, constata-se o previsto pela Lei de Lavoisier. (boxe - p.278)	LD1.14.1
Não Reforça	O médico filósofo e alquimista suíço Paracelso , Philipus Aureolus Theophrastus Bombast von Hohenheim (1493-1541), mesmo ainda ligado à alquímica, desenvolveu estudos que deram início à química média (quimiatria). (5º parágrafo - p.15)	LD1.5.3
	Uma das mais marcantes para a história da Química foi a teoria do flogístico, proposta pelo químico alemão Georg Ernest Stahl (1660-1774). (6º parágrafo - p.15)	LD1.17.2
LD2 – Química na abordagem do cotidiano (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Reforça	Usando uma balança, Lavoisier determinou a massa do recipiente antes e depois de a reação química acontecer. Comparando as medidas, ele pôde enunciar que a massa final de um recipiente fechado, após ocorrer dentro dele uma reação química, é sempre igual a inicial. (1º parágrafo p.47)	LD2.4.1
LD3 – Química para o ensino médio (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Reforça	A conservação da massa é uma forte evidência a favor da ideia de que nas reações químicas a matéria não é criada nem destruída , mas apenas se transforma por meio do rearranjo dos átomos que a constituem. Lavoisier (1743-1794), ao enunciar esse princípio, teria dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. (5º parágrafo p.144)	LD3.1.1
	Lavoisier ao enunciar o princípio de conservação da massa teria dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. (p.145)	LD3.2.2
	Essa conclusão é importante (o princípio de conservação da massa: “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”) porque limita que produtos podem ser esperados de uma reação. (3º parágrafo p.145)	LD3.7.1
LD4 – Química Cidadã (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Reforça	Entre os fatos que marcaram a chamada Revolução Química está a descoberta do oxigênio, por exemplo, foi reivindicada por três químicos: o sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), que gerou tal gás entre os anos de 1770 e 1773; o inglês Joseph Priestley (1773-1804), que preparou o gás em 1774, provavelmente sem conhecer o trabalho de Scheele; e o francês Lavoisier, que explicou a combustão pelo oxigênio. (boxe – p.85)	LD4.11.1
	Na época em que a Lei de Lavoisier foi registrada, muitos químicos chegaram a duvidar de sua validade, pois haviam observado que na queima de algumas substâncias havia aumento da massa, enquanto na queima de outras havia diminuição. O grande mérito de Lavoisier foi ter descoberto que essas diferenças de massa davam por causa da absorção ou liberação de gases durante as reações. (2º parágrafo - p.370)	LD4.22.2
	Com base em experiências bem elaboradas e controladas, utilizando balanças de alta precisão (cujas sensibilidade e precisão poderiam rivalizar com algumas balanças modernas), ele mediu a variação de massa durante a combustão de diversas substâncias. Os resultados de seus experimentos demonstraram que havia conservação de massa durante as reações e permitiram que ele demonstrasse que a queima é uma reação com o oxigênio e que a cal metálica da teoria do flogístico era, na verdade, uma nova substância. (2º parágrafo – p.85)	LD4.24.2

	Entre os fatos que marcaram a chamada Revolução Química está a descoberta do oxigênio. (boxe – p.85)	LD4.25.1
	A análise superficial dos resultados do experimento anterior pode nos levar a uma interpretação equivocada sobre a variação de massas nas reações de combustão. No entanto, se aquelas reações fossem conduzidas em recipientes fechados, os resultados demonstrariam que não há variação de massas durante a combustão. Essa constatação foi obtida em medições precisas, desenvolvidas em diversos tipos de reações químicas. (1º parágrafo - p.369)	LD4.26.2
	Por ter verificado que esse fato se repetia invariavelmente na natureza, concluiu então que se tratava de uma lei. (2º parágrafo - p. 369)	LD4.28.1
	Boxe: “Podemos estabelecer, como um axioma incontestável, que em todas as operações da arte da natureza nada é criado; existe uma quantidade igual de matéria antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos átomos permanecem precisamente as mesmas e nada acontece além de mudanças e modificações nas combinações desses átomos”. (boxe - p. 369)	LD4.29.1
	Boxe: medindo a palha de aço antes e depois de sua queima, observa-se o aumento da massa do material sólido, mas, somando-se a massa do gás oxigênio que reage com o ferro, constata-se o previsto pela Lei de Lavoisier. (boxe - p.370)	LD4.31.1
Não reforça	Vários outros (cientistas), entre os quais se destaca o físico e químico irlandês Robert Boyle (1627-1691), desenvolveram técnicas experimentais na produção metalúrgica e na preparação de diversos materiais. (2º parágrafo – p.84)	LD4.4.2
	Uma das mais marcantes para a história da Química foi a teoria do flogístico, proposta pelo químico alemão Georg Ernest Stahl (1660-1774). Em 1731, ele propôs uma teoria explicativa para a combustão: segundo ele, os corpos combustíveis teriam como constituinte um “elemento”, denominado flogístico, o qual era liberado durante a queima. (3º parágrafo – p.84)	LD4.5.1
	Stahl propôs a teoria do flogístico que ficou famosa nos anos de 1750 pela explicação que fornecia para as reações de combustão. (boxe – p.84)	LD4.6.1
LD5 – Química na abordagem do cotidiano (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Reforça	Usando uma balança, Lavoisier determinou a massa do recipiente antes e depois de a reação química acontecer. Comparando as medidas, ele pôde enunciar que <i>a massa final de um recipientefechado, após ocorrer dentro dele uma reação química, é sempre igual a inicial.</i> (5º parágrafo p.58)	LD5.4.1
	Em um de seus experimentos ele aqueceu o óxido de mercúrio e observou que esse se decompunha produzindo mercúrio metálico e um gás ao qual deu o nome de oxigênio. Não foi observada variação na massa depois de terminada a reação em recipiente fechado. (1º parágrafo p.62)	LD5.9.1
	Lavoisier foi o primeiro cientista a compreender o papel do oxigenio na combustão e, mesmo não tendo sido o descobridor desse elemento, foi ele quem atribuiu o nome de oxigênio. (2º parágrafo p.62)	LD5.10.1
LD6 – Química (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Reforça	A conservação da massa é uma forte evidência a favor da ideia de que nas reações químicas a matéria não é criada nem destruída, mas apenas se transforma por meio do rearranjo dos átomos que a constituem. Lavoisier (1743-1794), ao enunciar esse princípio, teria dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. (2º paragrafo p.218)	LD6.1.1
	Lavoisier ao enunciar o pricipio de conservação da massa teria dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. (p.218)	LD6.2.2
	Essa conclusão é importante (o pricipio de conservação da massa: “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”) porque limita que produtos podem ser esperados de uma reação. (5º parágrafo p.218)	LD6.7.1

QUADRO 22 – Categorização das unidades de análise segundo a categoria *concepção empírico indutivista e ateorica*.

Categorização segundo a literatura		
<i>2.visão rígida, algorítmica e exata da prática científica</i>		
LD1 – Química e Sociedade (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Reforça	As explicações que tinham certo caráter “mágico” foram cedendo lugar a explicações científicas, baseadas em experiências. Se considerarmos o trabalho de Lavoisier como marco dessa revolução, a Química tem pouco mais de duzentos anos. É uma ciência nova. (6º parágrafo - p.16)	LD1.3.1
	A partir de experiências bem elaboradas e controladas, utilizando balanças de alta precisão (cujas sensibilidade e precisão poderiam rivalizar com algumas balanças modernas), ele mediu a variação de massa durante a combustão de diversas substâncias. (9º parágrafo – p.15)	LD1.4.1
	Uma análise superficial dos resultados do experimento anterior pode nos levar a uma interpretação equivocada sobre a variação de massas nas reações de combustão. No entanto, se aquelas reações fossem conduzidas em recipientes fechados, os resultados demonstrariam que não há variação de massas durante a combustão. Essa constatação foi obtida em medições precisas, desenvolvidas em diversos tipos de reações químicas. (1º parágrafo - p.277)	LD1.9.2
	Sua obra – que trata de procedimentos experimentais, como o uso da balança – foi fundamental para o desenvolvimento da Química, sendo Lavoisier considerado por muitos “pai” da Química como ciência experimental. (boxe - p.16)	LD1.30.1
Não Reforça	Stahl afirmou que todo material perde algo no processo de queima. E batizou esse material perdido como flogístico , também denominado na época “espírito ígneo”. (7º parágrafo - p.15)	LD1.29.2
LD2 – Química na abordagem do cotidiano (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Reforça	Há outros estudiosos que creditam a Antoine Laurent Lavoisier o mérito de ser o “pai” da Química. Os trabalhos desse cientista frances, realizados do século XVIII, deram a Química bases mais sólidas. Ele realizou experimentos controlados envolvendo medidas da massa de frascos (incluindo a dos materiais neles contidos) antes e depois de acontecerem reações químicas dentro deles. Uma de suas conclusões, a de que a massa se conserva durante as reações químicas, é considerada por alguns o marco inicial da Química. (8º parágrafo p.8)	LD2.1.2
	Usando uma balança, Lavoisier determinou a massa do recipiente antes e depois de a reação química acontecer. Comparando as medidas, ele pôde enunciar que <i>a massa final de um recipiente fechado, após ocorrer dentro dele uma reação química, é sempre igual a inicial.</i> (1º parágrafo p.47)	LD2.4.1
LD3 – Química para o ensino médio (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		
LD4 – Química Cidadã (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Reforça	Lavoisier contribuiu de forma significativa para o surgimento da Química, enquanto Ciência experimental, ao propor uma alternativa à teoria do flogístico e consolidar um novo método de investigação coerente com o método científico. (3º parágrafo – p.85)	LD4.2.3
	Com base em experiências bem elaboradas e controladas, utilizando balanças de alta precisão (cujas sensibilidade e precisão poderiam rivalizar com algumas balanças modernas), ele mediu a variação de massa durante a combustão de diversas substâncias. Os resultados de seus experimentos demonstraram que havia conservação de massa durante as reações e permitiram que ele demonstrasse que a queima é uma reação com o oxigênio	LD4.24.1

	e que a cal metálica da teoria do flogístico era, na verdade , uma nova substância. (2º parágrafo – p.85)	
	A análise superficial dos resultados do experimento anterior pode nos levar a uma interpretação equivocada sobre a variação de massas nas reações de combustão. No entanto, se aquelas reações fossem conduzidas em recipientes fechados, os resultados demonstrariam que não há variação de massas durante a combustão. Essa constatação foi obtida em medições precisas , desenvolvidas em diversos tipos de reações químicas. (1º parágrafo - p.369)	LD4.26.1
	Os esquemas acima resumem matematicamente o resultado da Lei de Conservação das Massas ou Lei de Lavoisier, pela qual foi possível definir as regras necessárias para a realização de cálculos de análise quantitativa . (6º parágrafo - p.370)	LD4.30.1
LD5 – Química na abordagem do cotidiano (PNLD/2012)		
	Unidades de análise	Código
Reforça	Usando uma balança, Lavoisier determinou a massa do recipiente antes e depois de a reação química acontecer. Comparando as medidas, ele pôde enunciar que <i>a massa final de um recipientefechado, após ocorrer dentro dele uma reação química, é sempre igual a inicial.</i> (5º parágrafo p.58)	LD5.4.2
	Há outros estudiosos que creditam a Antoine Laurent Lavoisier o mérito de ser o “pai” da Química. Os trabalhos desse cientista frances, realizados do século XVIII, deram a Química bases mais sólidas. Ele realizou experimentos controlados envolvendo medidas da massa de frascos (incluindo a dos materiais neles contidos) antes e depois de acontecerem reações químicas dentro deles. Uma de suas conclusões, a de que a massa se conserva durante as reações químicas, é considerada por alguns o marco inicial da Química. (9º parágrafo p.14)	LD5.1.1
	Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) deu uma grande contribuição para estabelecer a Química como ciência quantitativa ao mostrar a importancia de se efetuarem medidas exatas nas investigações experimentais. (1º parágrafo p.62)	LD5.8.1
LD6 – Química (PNLD/2012)		
	Unidades de análise	Código
	Não há unidade de análise nesta categoria	-

QUADRO 23 – Categorização das unidades de análise segundo a categoria *visão rígida, algorítmica e exata da prática científica*

Categorização segundo a literatura		
<i>Visão aproblemática e ahistórica;</i>		
LD1 – Química e Sociedade (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Não Reforça	Assim como a religião, a alquimia era fundamentada em dogmas, ou seja, em crenças assumidas sem discussão. Para aceitar suas verdades preestabelecidas não era necessário, portanto, fazer uso da experimentação sistemática. Com o Renascimento, no século XVI, essa maneira de pensar foi mudando e uma nova forma de buscar o conhecimento surgiu: a ciência experimental moderna. (4º parágrafo - p.15)	LD1.22.3
	O contexto histórico daquela época, caracterizado por profundas mudanças culturais e sociais como a Revolução Industrial e a Revolução Francesa, contribuiu para o estabelecimento da Química como Ciência. Os iluministas defendiam novas formas de compreender o Universo, por novos métodos, como os usados por Lavoisier. E a Revolução Industrial fez com que muitas pesquisas científicas fossem financiadas para desenvolver novas tecnologias. (8º parágrafo - p.16)	LD1.33.1
	Imagem de uma cabeça guilhotinada sendo exibida ao povo. (imagem - p.17)	LD1.34.1
	Boxe: Por ser coletor de impostos, Lavoisier foi sentenciado à guilhotina pelo Tribunal da Revolução Francesa. (boxe - p.17)	LD1.35.1
LD2 – Química na abordagem do cotidiano (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Não Reforça	Não há uma data que possamos estabelecer como início da Química. No entanto, alguns cientistas que viveram nos séculos XVII e XVIII deram importantes contribuições para o estabelecimento dessa Ciência. (5º parágrafo p.46)	LD2.2.2
	Entre esses cientistas, um dos mais importantes foi o francês Antoine Laurent Lavoisier. Seus trabalhos, realizados no século XVIII , foram tão importantes que alguns o consideram o “pai da Química”. (6º parágrafo p.46)	LD2.3.2
LD3 – Química para o ensino médio (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		-
LD4 – Química Cidadã (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Não Reforça	Os estudos sobre processos eram desenvolvidos por diversos filósofos e, sobre tudo, pelos alquimistas. Até a Idade Média, tais estudos se fundamentavam em teorias obscuras, mas aos poucos estudiosos adotaram métodos experimentais da Ciência moderna e as novas teorias forma surgindo para explicar as transformações químicas. (2º parágrafo – p.84)	LD4.1.3
LD5 – Química na abordagem do cotidiano (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Não reforça	Não há uma data que possamos estabelecer como início da Química. No entanto, alguns cientistas que viveram nos séculos XVII e XVIII deram importantes contribuições para o estabelecimento dessa Ciência. (3º parágrafo p.58)	LD5.2.1
	Entre esses cientistas, um dos mais importantes foi o francês Antoine Laurent Lavoisier. Seus trabalhos, realizados no século XVIII , foram tão importantes que alguns o consideram o “pai da Química”. (4º parágrafo p.58)	LD5.3.2
LD6 – Química (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		-

QUADRO 24 – Categorização das unidades de análise segundo a categoria *visão aproblemática e ahistórica*

Categorização segundo a literatura		
<i>visão acumulativa de crescimento linear</i>		
LD1 – Química e Sociedade (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Reforça	Essa lei abriu caminho para outros estudos sobre a relação entre as massas das substâncias durante as transformações químicas. Os resultados desses trabalhos experimentais, ao final do século XVII e início do século XIX, permitiram que vários químicos pudessem enunciar outras leis relativas as transformações da matéria: as denominadas leis ponderais das combinações químicas. (5º parágrafo - p.278)	LD1.31.1
Não Reforça	Lavoisier contribuiu de forma significativa não só para derrubar a teoria do flogístico, mas para estabelecer um novo método de investigação que caracterizou o nascimento da Química como Ciência experimental. (2º parágrafo - p.16)	LD1.1.2
	Medir, pesar, testar, provar. Esse foi o novo jeito de fazer ciência no estudo da Química que nasceu a partir dos trabalhos de Lavoisier. (3º parágrafo - p.16)	LD1.2.2
	E é pela mudança de paradigmas que a Ciência se desenvolve, segundo o físico e filósofo alemão Thomas Kuhn (1922-1996). (3º parágrafo - p.16)	LD1.19.1
	Assim como a religião, a alquimia era fundamentada em dogmas, ou seja, em crenças assumidas sem discussão. Para aceitar suas verdades preestabelecidas não era necessário, portanto, fazer uso da experimentação sistemática. Com o Renascimento, no século XVI, essa maneira de pensar foi mudando e uma nova forma de buscar o conhecimento surgiu: a ciência experimental moderna. (4º parágrafo - p.15)	LD1.22.2
	Foi uma das primeiras grandes mudanças de paradigma da história da Ciência. Paradigma é o padrão ou modelo que norteia nosso modo de viver, trabalhar, fazer ciência. (3º parágrafo - p.16)	LD1.23.1
	Podemos destacar vários fatores que caracterizaram a revolução no conhecimento químico: aumento no uso preciso de métodos quantitativos (baseados em medidas de quantidade e não simplesmente de qualidade); substituição da teoria do flogístico pela teoria da reação com o oxigênio; definição de elemento químico, substância e mistura; estabelecimento de um novo sistema de nomenclatura química; abandono da ideia de ar como elemento. (5º parágrafo - p.16)	LD1.24.1
	Essa revolução ocorreu quando os químicos passaram a ter um método característico de investigação, uma linguagem própria e um sistema lógico de teorias para explicar seus processos. (7º parágrafo - p.16)	LD1.26.1
	Todos esses estudos permitiram a elaboração de novas teorias, embora muitas estivessem impregnadas de velhos conceitos dos alquimistas. (6º parágrafo - p.15)	LD1.27.1
No século XVIII, surgiram melhores explicações para a combustão. (9º parágrafo - p.15)	LD1.28.1	
LD2 – Química na abordagem do cotidiano (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		-
LD3 – Química para o ensino médio (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Não Reforça	O ideal dos alquimistas – obter ouro, submetendo enxofre e mercúrio a várias transformações – é impossível, pois as substâncias simples mercúrio e enxofre são formadas a partir de átomos de elementos diferentes daqueles que formam a substância simples ouro. Eles não são constituídos por átomos do mesmo tipo. (3º parágrafo p.145)	LD3.8.1
LD4 – Química Cidadã (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Não Reforça	Lavoisier contribuiu de forma significativa para o surgimento da Química, enquanto Ciência experimental, ao propor uma alternativa à teoria do	LD4.2.2

	flogístico e consolidar um novo método de investigação coerente com o método científico. (3º parágrafo – p.85)	
	Os estudos sobre processos eram desenvolvidos por diversos filósofos e, sobre tudo, pelos alquimistas. Até a Idade Média, tais estudos se fundamentavam em teorias obscuras, mas aos poucos estudiosos adotaram métodos experimentais da Ciência moderna e as novas teorias forma surgindo para explicar as transformações químicas. (2º parágrafo – p.84)	LD4.1.2
	Essa nova forma de estudar os processos químicos já era aplicada por vários cientistas e tem os trabalhos de Lavoisier como marco na mudança de paradigma no estudo dessa área de conhecimento. (4º parágrafo – p.85)	LD4.14.1
	No século XVIII, surgiram melhores explicações para a combustão. (2º parágrafo – p.85)	LD4.23.1
	Paradigma é o padrão ou modelo que norteia nosso modo de viver, trabalhar, fazer ciência. E é pela mudança de paradigmas, segundo o físico e filósofo alemão Thomas Kuhn (1922-1996), que a Ciência se desenvolve. Essas mudanças são também chamadas de Revoluções Científicas. (4º parágrafo – p.85)	LD4.32.1
	Essa revolução se caracterizou pelo fato de que os químicos passaram a utilizar um método característico de investigação, uma linguagem própria e um sistema lógico de teorias para explicar seus processos.	LD4.33.1
LD5 – Química na abordagem do cotidiano (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Reforça	Baseado na definição de Boyle sobre elemento químico, Lavoisier incluiu uma tabela com 33 elementos em seu livro Tratado elementar de Química. Alguns dos elementos que apareciam em as tabela não eram realmente elementos , porém Lavoisier foi o primeiro a utilizar nomes modernos e de certa forma sistemáticos para os elementos químicos. (5º parágrafo p.62)	LD5.13.1
Não Reforça	Hoje em dia, consideramos fundamentais as ideias desenvolvidas por ele, e não devemos nos esquecer de que essas ideias são essenciais para a ciência moderna e que, num certo período da História, elas representaram um avanço significativo dos esforços humanos. (4º parágrafo p.62)	LD5.12.2
	Além disso, Lavoisier relacionou substâncias identificadas como terras e radicais. Eram substancias simples, de acordo com os conheciientos da época, e diferentes dos elementos relacionados acima; hoje sabemos que são compostos. Exemplos: CaO, MgO, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ (terras) e HCl, HF, B ₂ O ₃ (radicais).	LD5.14.1
LD6 – Química (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Não Reforça	O ideal dos alquimistas – obter ouro, submetendo enxofre e mercúrio a várias transformações – é impossível, pois as substâncias simples mercúrio e enxofre são formadas a partir de átomos de elementos diferentes daqueles que formam a substância simples ouro. Eles não são constituídos por átomos do mesmo tipo. (5º parágrafo p.218)	LD6.8.1

QUADRO 25 – Categorização das unidades de análise segundo a categoria *visão acumulativa de crescimento linear*

Categorização segundo a literatura		
<i>visão individualista e elitista</i>		
LD1 – Química e Sociedade (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Reforça	Lavoisier contribuiu de forma significativa não só para derrubar a teoria do flogístico, mas para estabelecer um novo método de investigação que caracterizou o nascimento da Química como Ciência experimental. (2º parágrafo - p.16)	LD1.1.1
	Uma das mais marcantes para a história da Química foi a teoria do flogístico, proposta pelo químico alemão Georg Ernest Stahl (1660-1774) . (6º parágrafo - p.15)	LD1.17.1
	Rosto de Lavoisier (imagem - p.16)	LD1.36.1
Não Reforça	O químico Frances Antoine Lavoisier (1743-1794) , com a colaboração de sua esposa Marie Anne , realizou muitas experiências que levaram a seguinte conclusão: a massa antes de depois de qualquer reação é sempre a mesma. (2º parágrafo - p.277)	LD1.10.1
	Vários outros estudiosos , entre os quais se destaca o físico e químico irlandês Robert Boyle (1627-1691), desenvolveram técnicas experimentais na produção metalúrgica e na preparação de diversos materiais . (5º parágrafo - p.15)	LD1.16.1
	O seu trabalho e de outros químicos da época, como o escocês Joseph Black (1728-1799) , contribuíram para demonstrar a necessidade do uso de balanças nos estudos da Química . (2º parágrafo - p.16)	LD1.18.1
	Isso contribuiu para que uma comunidade de pesquisadores começasse a adotar uma série das atividades que caracterizaram o trabalho científico . (1º parágrafo - p.17)	LD1.32.1
	O químico Antoine Lavoisier e Marie Anne, sua esposa e colaboradora. Sr. e Sra. Lavoisier , obra de Jacques-Louis David, 1778, acervo do Metropolitan Museum de Nova York (EUA) (imagem - p.277)	LD1.37.1
LD2 – Química na abordagem do cotidiano (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Reforça	<i>Reprodução da gravura de laboratório de Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794).</i> Descrição: Imagem do cientista com livros caídos no chão e uma bancada com uma retorta sendo utilizada num experimento . (Imagem p.46)	LD2.6.1
Não Reforça	Não há uma data que possamos estabelecer como início da Química. No entanto, alguns cientistas que viveram nos séculos XVII e XVIII deram importantes contribuições para o estabelecimento dessa Ciência . (5º parágrafo p.46)	LD2.2.1
	Entre esses cientistas , um dos mais importantes foi o francês Antoine Laurent Lavoisier. Seus trabalhos, realizados no século XVIII, foram tão importantes que alguns o consideram o “pai da Química”. (6º parágrafo p.46)	LD2.3.1
LD3 – Química para o ensino médio (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Reforça	Lavoisier ao enunciar o princípio de conservação da massa teria dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma” . (Figura 6-23 p.145)	LD3.2.1
LD4 – Química Cidadã (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Reforça	Lavoisier contribuiu de forma significativa para o surgimento da Química , enquanto Ciência experimental, ao propor uma alternativa à teoria do flogístico e consolidar um novo método de investigação coerente com o método científico. (3º parágrafo – p.85)	LD4.2.1
	Uma das mais marcantes para a história da Química foi a teoria do flogístico, proposta pelo químico alemão Georg Ernest Stahl (1660-1774) . Em 1731, ele propôs uma teoria explicativa para a combustão : segundo ele, os corpos combustíveis teriam como constituinte um “elemento”, denominado	LD4.5.2

	flogístico, o qual era liberado durante a queima. (3º parágrafo – p.84)	
	Stahl propôs a teoria do flogístico que ficou famosa nos anos de 1750 pela explicação que fornecia para as reações de combustão. (boxe – p.84)	LD4.6.2
	Entre os fatos que marcaram a chamada Revolução Química está a descoberta do oxigênio, por exemplo, foi reivindicada por três químicos : o sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), que gerou tal gás entre os anos de 1770 e 1773; o inglês Joseph Priestley (1773-1804), que preparou o gás em 1774, provavelmente sem conhecer o trabalho de Scheele; e o francês Lavoisier, que explicou a combustão pelo oxigênio. (boxe – p.85)	LD4.11.2
	Sua obra – que trata de procedimentos experimentais, como o uso da balança – foi fundamental para o desenvolvimento da Química, sendo Lavoisier considerado por muitos historiadores o responsável por tornar a Química uma Ciência experimental.	LD4.12.1
	Esse enunciado , que se aplica a todas as reações químicas, ficou conhecido como Lei de Conservação das Massas ou Lei de Lavoisier ,.... (1º parágrafo - p.370)	LD4.13.1
	Rosto de Stahl. (imagem – p.84)	LD4.16.1
	Rosto de Joseph Priestley (1733-1804) (imagem – p.85)	LD4.17.1
	Estátua de bronze do Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) (imagem – p.85)	LD4.18.1
	Sr. e Sra. Lavoisier (imagem p.86)	LD4.19.1
Não Reforça	Os estudos sobre processos eram desenvolvidos por diversos filósofos e, sobre tudo, pelos alquimistas. Até a Idade Média, tais estudos se fundamentavam em teorias obscuras, mas aos poucos estudiosos adotaram métodos experimentais da Ciência moderna e as novas teorias forma surgindo para explicar as transformações químicas. (2º parágrafo – p.84)	LD4.1.1
	Vários outros (cientistas) , entre os quais se destaca o físico e químico irlandês Robert Boyle (1627-1691), desenvolveram técnicas experimentais na produção metalúrgica e na preparação de diversos materiais. (2º parágrafo – p.84)	LD4.4.1
	O seu trabalho e de outros químicos da época, como o escocês Joseph Black (1728-1799), contribuíram para demonstrar a necessidade do uso de balanças nos estudos da Química. (3º parágrafo – p.85)	LD4.7.1
	Sua obra – que trata de procedimentos experimentais, como o uso da balança – foi fundamental para o desenvolvimento da Química, sendo Lavoisier considerado por muitos historiadores o responsável por tornar a Química uma Ciência experimental.	LD4.12
	Essa nova forma de estudar os processos químicos já era aplicada por vários cientistas e tem os trabalhos de Lavoisier como marco na mudança de paradigma no estudo dessa área de conhecimento. (4º parágrafo – p.85)	LD4.14.2
	Muitos químicos contribuíram para a consolidação da Química como Ciência moderna (boxe – p. 85)	LD4.15.1
	O químico Antoine Lavoisier e Marie Anne, sua esposa e colaboradora. Sr. e Sra. Lavoisier , obra de Jacques-Louis David, 1778, acervo do Metropolitan Museum de Nova York (EUA) (imagem - p.369)	LD4.20.1
	O químico frances Antoine Lavoisier (1743-1794), com a colaboração de sua esposa Marie Anne , realizou muitas experiências que levaram a seguinte conclusão: a massa antes de depois de qualquer reação é sempre a mesma. (2º parágrafo - p.369)	LD4.27.1
	Lavoisier e sua esposa Anne Marie, que teve um papel importantíssimo em seus trabalhos de pesquisa. (legenda da imagem – p.86)	LD4.34.1
	LD5 – Química na abordagem do cotidiano (PNLD/2012)	
	Unidades de análise	Código
Reforça	Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794). Rosto de Lavoisier Imagem:p. 58.	LD5.6.1
	Hoje em dia, consideramos fundamentais as ideias desenvolvidas por ele , e não devemos nos esquecer de que essas ideias são essenciais para a ciência moderna e que, num certo período da História, elas representaram um avanço significativo dos esforços humanos. (4º parágrafo p.62)	LD5.12.1
Não Reforça	Não há uma data que possamos estabelecer como início da Química. No entanto, alguns cientistas que viveram nos séculos XVII e XVIII deram	LD5.2.2

	importantes contribuições para o estabelecimento dessa Ciência. (3º parágrafo p.58)	
	Entre esses cientistas, um dos mais importantes foi o francês Antoine Laurent Lavoisier. Seus trabalhos, realizados no século XVIII, foram tão importantes que alguns o consideram o “pai da Química”. (4º parágrafo p.58)	LD5.3.1
LD6 – Química (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Reforça	Lavoisier ao enunciar o princípio de conservação da massa teria dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. (Figura 7-22 p.218)	LD6.2.1

QUADRO 26 – Categorização das unidades de análise segundo a categoria *visão individualista e elitista*

Categorização segundo a literatura		
<i>visão socialmente neutra da Ciência</i>		
LD1 – Química e Sociedade (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		
LD2 – Química na abordagem do cotidiano (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		
LD3 – Química para o ensino médio (PNLEM/2008)		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		-
LD4 – Química Cidadã (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Não Reforça	Contribuíram para esse surgimento da Química, as profundas mudanças culturais e sociais daquela época, advindas com a Revolução Francesa, inspirada nos ideais dos iluministas do chamado período histórico das luzes. (5º parágrafo – p.85)	LD4.36.1
LD5 – Química na abordagem do cotidiano (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		
LD6 – Química (PNLD/2012)		
Unidades de análise		Código
Não há unidade de análise nesta categoria		-

QUADRO 27 – Categorização das unidades de análise segundo a categoria *visão socialmente neutra da Ciência*

A Etapa 4 do processo da Análise de Conteúdo é a *descrição*, a primeira forma de divulgar os resultados da pesquisa. Naquelas que apresentam abordagem quantitativa, os resultados devem ser organizados em quadros e tabelas exibindo as categorias identificadas, a frequência assim como os percentuais referentes às categorias. Em abordagens qualitativas devem-se descrever brevemente cada categoria identificada, expressando os significados presentes nas unidades de análise incluídas em cada uma delas.

A Etapa 5 do processo da análise de conteúdo é a *interpretação dos resultados* que tem por objetivo proporcionar uma compreensão mais aprofundada do conteúdo das mensagens transmitidas no texto.

As Etapas 4 e 5, *descrição* e *interpretação* dos resultados, respectivamente, compuseram o último momento da análise e serão apresentadas de maneira concomitante no próximo Capítulo, onde serão discutidos os resultados da análise dos Livros Didáticos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme proposto anteriormente, esta pesquisa teve três objetivos ao investigar o conceito Combustão do século XVIII nos Livros Didáticos de Química selecionados no PNLEM/2008 e PNLD/2012:

- i) se estes atendem às orientação destes Programas, no que diz respeito à abordagem HFC;
- ii) se estes levaram em consideração a literatura existente sobre abordagem HFC; e
- iii) se houve mudanças entre as edições dos Livros Didáticos selecionados no PNLEM/2008 e PNLD/2012.

A interpretação e discussão dos resultados, que correspondem às Etapa 4 e Etapa 5 da Análise de Conteúdo, serão apresentadas em três momentos, cada um correspondendo a um objetivo. Para alcançar o *primeiro objetivo*, foi realizada a análise quantitativa da categorização, uma discussão das categorias formuladas a partir dos critérios estabelecidos pelo PNLEM/2008 e PNLD/2012, e a comparação entre os Programas no que diz respeito aos critérios relacionados à abordagem HFC. Para alcançar o *segundo objetivo*, foi realizada a análise quantitativa da categorização, uma discussão das categorias formuladas a partir da literatura e a comparação entre as categorias identificadas nos LDs selecionados pelo PNLEM/2008 com aqueles selecionados pelo PNLD/2012. Já para alcançar o *terceiro objetivo* foi realizada uma análise comparativa entre as edições dos Livros Didáticos selecionados no PNLEM/2008 e PNLD/2012 para verificar se houve e quais foram as mudanças com relação à abordagem HFC e com a forma de apresentação do conteúdo Combustão do século XVIII. A seguir cada um destes momentos será apresentado detalhadamente.

5.1 OS LIVROS DIDÁTICOS E O PNLEM/2008 E PNLD/2012

Esta análise refere-se ao *primeiro objetivo* da pesquisa, o qual consiste em analisar se os LDs atendem aos critérios relacionados à abordagem HFC estabelecidos no PNLEM/2008 e PNLD/2012, apresentados anteriormente no Quadro 11 e Quadro 19, os quais originaram categorias para as Unidades de Análise. Foi avaliado se o conteúdo presente nas Unidades de Análise atendem ou não a tais critérios.

5.1.1 Interpretação e discussão da categorização segundo os critérios do PNLEM/2008

Após a categorização das Unidades de Análise (UA) segundo os critérios estabelecidos pelo PNLEM/2008 foi elaborado o Quadro 28 que representa o resultado quantitativo.

Categorias PNLEM/2008		LD1		LD2		LD3	
		nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA
A - A Ciência como única forma de conhecimento	Atendem	0	0%	0	0%	0	0%
	Não atendem	5	15%	0	0%	3	30%
B - Conhecimento científico como verdade absoluta	Atendem	0	0%	0	0%	0	0%
	Não atendem	0	0%	0	0%	1	10%
C - A Ciência como neutra	Atendem	1	3%	0	0%	0	0%
	Não atendem	0	0%	0	0%	0	0%
D - Ciência como processo de produção cultural do conhecimento	Atendem	1	3%	1	20%	0	0%
	Não atendem	0	0%	0	0%	0	0%
E - Biografia dos cientistas e suas descobertas	Atendem	19	56%	0	0%	0	0%
	Não atendem	6	17%	2	40%	3	30%
F - Modelos científicos diferentes da realidade	Atendem	0	0%	0	0%	1	10%
	Não atendem	0	0%	0	0%	0	0%
G - Método Científico como sequência rígida de etapas	Atendem	0	0%	0	0%	0	0%
	Não atendem	2	6%	2	40%	2	20%
Subtotal	Atendem	20	59%	1	20%	1	10%
	Não atendem	14	41%	4	80%	9	90%
Total		34	100%	5	100%	10	100%

QUADRO 28 – Frequência em quantidade e porcentagem de unidades de análise em cada categoria.

Com base no resultado quantitativo, apresentado no Quadro 28, pode-se afirmar que os Livros Didáticos selecionados pelo PNLEM/2008 não atendem a maioria dos critérios relacionados à abordagem HFC. Considerando as sete categorias analisadas, apenas quatro (Categorias C, D, E e F) apresentaram Unidades de Análise que atendem aos critérios estabelecidos pelo Programa e outras quatro categorias (Categorias A, B, E e G) apresentaram Unidades de Análise que não atendem a tais critérios.

Apresentar Unidades de Análise que não atendam aos critérios não é o único resultado preocupante nesta pesquisa. A ausência de Unidades de Análise que atendam a tais critérios, como pode ser observado nas Categorias A, B e G, também é preocupante, uma vez que desse modo os LDs deixam de apresentar situações que oportunizassem refletir que a Ciência não é linear, não é verdadeira, que é construída por pessoas, que sofre influências sociais, políticas e econômicas do contexto no qual se desenvolve, entre outros aspectos que a abordagem HFC possibilita.

Dessa forma, o LD1 seria aquele que mais apresentou Unidades de Análise que atendem aos critérios estabelecidos no PNLEM/2008, portanto, poderia ser considerado o mais adequado. No entanto, este também foi o LD que mais apresentou Unidades que não atendem os critérios, ou seja, o LD1 apresenta situações que não atendem aos critérios do PNLEM/2008 no que diz respeito a História e Filosofia da Ciência.

Com relação ao LD3, dentre as dez Unidades de Análise relativas à abordagem HFC, apenas uma atende aos critérios do PNLEM/2008. As demais somente reforçam visões equivocadas sobre a Ciência e o conhecimento científico.

Já o LD2 foi aquele que apresentou a menor quantidade de Unidades de Análise relacionada à abordagem HFC. Além disso, das cinco Unidades, apenas uma atende ao critério 31, relacionado a Categoria D. Portanto, é um material didático que apresenta uma abordagem inadequada no que diz respeito a HFC.

A seguir será apresentada a análise qualitativa de cada categoria, onde algumas Unidades de Análise serão citadas com o objetivo de exemplificar a concepção identificada nos LDs.

A Categoria A apresenta a concepção de *Ciência como única forma de conhecimento*. Unidades de Análise que reforçavam esta concepção foram

classificadas como não atendem ao Critério 3 do PNLEM/2008, pois desconsideraram teorias e crenças as quais não podem ser explicadas pela Ciência, como por exemplo, na Unidade LD1.3.1:

As explicações que tinham certo caráter “mágico” foram cedendo lugar a explicações científicas, baseadas em experiências. Se considerarmos o trabalho de Lavoisier como marco dessa revolução, a Química tem pouco mais de duzentos anos. É uma ciência nova (SANTOS *et al*, 2005 p.16).

Conforme Kuhn (2011) não é porque foram descartadas que as teorias anteriores deixam de ser científicas, estas apenas não fazem mais parte do paradigma vigente, por deixarem de dar respostas que satisfaçam a comunidade científica.

Um outro exemplo de Unidade de Análise a qual reforça esta concepção é a LD1.22.1:

Assim como a religião, a alquimia era fundamentada em dogmas, ou seja, em crenças assumidas sem discussão. Para aceitar suas verdades preestabelecidas não era necessário, portanto, fazer uso da experimentação sistemática. Com o Renascimento, no século XVI, essa maneira de pensar foi mudando e uma nova forma de buscar o conhecimento surgiu: a ciência experimental moderna (SANTOS *et al*, 2005 p.15).

Nesta Unidade de Análise é possível perceber que, por mais que sejam citadas a religião e a alquimia como formas de pensar, estas não são consideradas como formas de conhecimento, mas como crença, aceitas sem questionamentos.

Nenhum dos LDs apresentou Unidades de Análise que valorizassem outras formas de conhecimento, portanto, nenhum destes LDs atendem ao PNLEM/2008 segundo este critério.

Analisando os resultados desta análise, pode-se perceber que os LDs não atendem ao critério deste Programa relacionado a esta categoria, o que pode gerar consequências indesejáveis para o Ensino de Ciências, por desvalorizar ou mesmo rejeitar outras formas de conhecimento.

A Categoria B apresenta a concepção de *conhecimento científico como verdade absoluta*, incontestável. Um único LD apresentou uma Unidade de Análise (LD3.9.2) que reforça tal concepção:

Por outro lado, essa interpretação de que átomos são conservados numa reação química não proíbe que se possa tentar obter, a partir do açúcar comum (sacarose), diamante e água. Afinal, açúcar é constituído por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio; o diamante, por átomos de carbono; e a água, por átomos de hidrogênio e oxigênio. **Se essa reação não acontece é porque há outras limitações impostas às reações químicas, que são relacionadas com as mudanças na energia do sistema quando esse é transformado e com a velocidade com que a reação se processa.** (MORTIMER e MACHADO, 2005 p.145)

Este trecho do texto induz à conclusão de que a Ciência não tem falhas, ou seja, utilizando-se de outras teorias científicas é possível chegar ao resultado esperado. Segundo Kuhn, (2011), esta concepção é bem característica para cientistas que estão em pleno período de Ciência Normal. Ou seja, utilizando-se das teorias compartilhadas pela comunidade científica, os cientistas vão justificando seus resultados pois são comprometidos com o paradigma. Reforçar essa concepção de Ciência pode comprometer na educação científica dos alunos, pois não considera o desenvolvimento científico como um todo. Portanto, o único LD que não atende a este critério do PNLEM/2008 é o LD3, pois apresenta uma Unidade de Análise que reforça tal concepção.

A Categoria C apresenta a concepção de *Ciência como neutra*, ou seja, que esta não sofre influências políticas, sociais, econômicas ou religiosas, por exemplo. Reforçar esta concepção nos LDs seria, segundo Porto, (2011) apresentar a Ciência sob uma perspectiva internalista, aquela que não considera o contexto no qual aquele conhecimento está inserido. No entanto, como também apenas o LD1 apresentou uma Unidade de Análise (LD1.33.2) relacionada a neutralidade da Ciência a qual ainda não reforça esta concepção, considera-se positivo:

O contexto histórico daquela época, caracterizado por profundas mudanças culturais e sociais como a Revolução Industrial e a Revolução Francesa, contribuiu para o estabelecimento da Química como Ciência. Os iluministas defendiam novas formas de compreender o Universo, por novos métodos, como os usados por Lavoisier. **E a Revolução Industrial fez com que muitas pesquisas científicas fossem financiadas para desenvolver novas tecnologias** (SANTOS et al 2005 p.16).

Neste trecho o autor contextualiza o período histórico no qual cientistas, dentre eles Lavoisier, estavam desenvolvendo pesquisas para compreender vários fenômenos, dentre estes o da combustão.

Logo, apenas os LD1 atende a este critério do PNLEM/2008 porque foi o único LD a apresentar Unidade de Análise que não reforça esta concepção.

A Categoria D apresenta concepção de *Ciência como processo de produção cultural do conhecimento*. Apesar desta concepção não estar muito presente nos LDs analisados, as Unidades de Análise identificadas reforçam tal ideia, como por exemplo a LD2.2.1:

Não há uma data que possamos estabelecer como início da Química. No entanto, **alguns cientistas que viveram nos séculos XVII e XVIII deram importantes contribuições para o estabelecimento dessa Ciência.** (CANTO e PERUZZO, 2005 p.46).

Este trecho ainda destaca a concepção de que a Ciência que conhecemos hoje não foi desenvolvida ontem, mas que vem de uma construção humana que se dá durante muitos séculos.

Segundo Quadro 28, apenas os LD1 e LD2 atendem a este critério do PNLEM/2008 por apresentar unidades de análise que reforçam tal concepção.

A Categoria E apresenta a concepção de *Biografia dos cientistas e suas descobertas*, ou seja, de que forma a biografia dos cientistas é contemplada nos LDs: de maneira *resumida*, quando são citadas apenas datas de nascimento, falecimento e ainda a suposta data da descoberta; ou de forma *ampliada*, quando são considerados demais aspectos sobre a vida do cientista, inclusive sobre sua relação com a sociedade. A maior ênfase nos LDs analisados foi a biografia resumida, conforme o exemplo de LD1.17.1:

Uma das mais marcantes para a história da Química foi a teoria do flogístico, proposta pelo químico alemão Georg Ernest Stahl (1660-1774). (SANTOS et al 2005, p.15)

Este resumo da biografia, segundo Martins (2006) e Kuhn (2011), está relacionada a concepção antiga de Historiografia da Ciência, na qual cabia ao historiador a tarefa de responder o quê foi descoberto, quando e por quem. Com a Revolução Historiográfica, segundo Alfonso-Goldfarb e Beltran, (2004), esta concepção foi abandonada e passaram a ser considerados aspectos “históricos, epistemológicos, lógicos, antropológicos, científicos e, muitas vezes, lingüísticos e até mesmo artísticos” (ALFONSO-GOLDFARB e BELTRAN, 2004, p.7)

Embora o LD1 tenha sido o LD que mais apresentou a biografia de cientistas de forma resumida, foi o único a apresentar a biografia ampliada, com dezenove unidades de análise referentes ao Lavoisier. Por esse motivo é o único LD que

atende ao critério do PNLEM/2008 relacionado ao tratamento da História da Ciência integrado à construção dos conceitos desenvolvidos, evitando resumí-la em biografias de cientistas ou de descobertas isoladas, embora isso só tenha ocorrido na biografia ampliada de Lavoisier.

A Categoria F apresenta a concepção de *Modelos científicos diferentes da realidade*. Segundo esta concepção é importante definir modelos científicos como formas de representar os fenômenos investigados. O único LD e a única Unidade de Análise (LD3.4.2) a tratar sobre modelos científicos buscou apresentá-lo como forma de representação:

É por isso que a conservação da massa talvez seja a principal via para passarmos do nível fenomenológico, em que podemos observar as transformações, para o atômico-molecular, em que **nos valem os modelos para tentar explicar o que está ocorrendo** (CANTO e PERUZZO, 2005 p.145).

É possível perceber no trecho que o autor apresenta os modelos como estratégia para melhorar a compreensão dos fenômenos investigados. Portanto, o LD3 é o único que atende a esse critério do PNLEM/2008 pois apresentou uma abordagem adequada de modelos científicos, evitando confundí-los com a realidade.

Por fim, a Categoria G apresenta a concepção de *Método Científico como sequencia rígida de etapas*. Um exemplo é a Unidade de Análise que reforça esta concepção é a LD1.2.1:

Medir, pesar, testar, provar. Esse foi o novo jeito de fazer ciência no estudo da Química que nasceu a partir dos trabalhos de Lavoisier (SANTOS et al, 2005, p.16)

Quando se referem a Método Científico, todos os livros reforçam a concepção de sequencia de etapas rígidas, precisão e matematização. Segundo Martins (2006), Loguercio e Del Pino (2006), Adúriz-Bravo *et al* (2002) e Oki e Moradillo (2008), é importante levar em consideração que não existe apenas um único método de desenvolvimento de pesquisas científicas. O papel do cientista é fundamental no desenvolvimento de um experimento, pois sua criatividade assim como sua formação científica podem interferir na maneira de executá-lo e interpretá-lo.

Conforme apresenta o Quadro 28, nenhum dos três LDs atendem ao critério do PNLEM/2008 no que diz respeito a esta concepção, pois todos apresentam

Unidades de Análise que reforçam o Método Científico como uma sequência rígida de etapas a serem seguidas.

5.1.2 Interpretação e discussão da categorização segundo os critérios do PNLD/2012

Após a categorização das unidades de análise segundo os critérios estabelecidos pelo PNLD/2012 foi elaborado o Quadro 29 que representa o resultado quantitativo.

Categoria PNLD/2012		LD4		LD5		LD6	
		nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA
Categoria Única - Caráter provisório da Ciência	Atende	6	100%	6	100%	0	0
	Não atende	0	0%	0	0%	0	0
Total		6	100%	0	100%	0	0

QUADRO 29 – Frequência em quantidade e porcentagem de unidades de análise na categoria única

A Categoria Única, presente no PNLD/2012 relacionada à abordagem HFC, corresponde ao Caráter provisório da Ciência, ou seja, se a obra apresenta uma visão marcada por seu caráter provisório. Para exemplificar tal concepção serão apresentadas as unidades de Análise LD4.14.1 e LD5.14.1, respectivamente:

Essa nova forma de estudar os processos químicos já era aplicada por vários cientistas e tem os trabalhos de Lavoisier como marco na **mudança de paradigma no estudo dessa área de conhecimento**. (SANTOS et al (2011, p.85)

Além disso, Lavoisier relacionou substâncias identificadas como terras e radicais. **Eram substancias simples, de acordo com os conhecimentos da época, e diferentes dos elementos relacionados acima; hoje sabemos que são compostos**. Exemplos: CaO, MgO, SiO₂, Al₂O₃ (terras) e HCl, HF, B₂O₃ (radicais). (CANTO e PERUZZO, 2011, p.63)

O principal autor citado neste trabalho que discute sobre a provisoriedade da Ciência é Kuhn. Segundo Kuhn (2011), a variação entre os períodos de Ciência Normal e Revolução Científica faz com que teorias novas sejam desenvolvidas conforme os paradigmas deixam de apresentar respostas para as comunidades científicas. A Unidade de Análise LD4.14.1 enfatiza mudança nas teorias adotadas,

utilizando inclusive o termo paradigma. Já a Unidade de Análise LD5.14.1 mostra que na medida em que novos conhecimentos são desenvolvidos, mais detalhado pode ser o trabalho científico, sendo a nomenclatura e simbologia, ou seja, a linguagem essencial para expressar o conhecimento. Apenas os LD4 e LD5 atenderam a este critério.

Como é possível observar, a quantidade de critérios relacionados à abordagem HFC foi reduzida do PNLEM/2008 para o PNLD/2012. Essa redução pode acarretar em problemas no que se refere às visões de Ciência vinculadas nos Livros, uma vez que estes Programas de avaliação também tem a função de forçar os autores a reestruturar seus textos, adaptando-os para que atendam aos critérios estabelecidos. Caso essa reestruturação não ocorra, muitos livros vão continuar propagando e reforçando concepções inadequadas sobre a natureza da Ciência e sobre o conhecimento científico.

5.2 OS LIVROS DIDÁTICOS E A LITERATURA

Esta análise refere-se ao *segundo objetivo* da pesquisa, o qual consiste em analisar se os LDs de Química selecionados pelo PNLEM/2008 que foram novamente selecionados pelo PNLD/2012 levam em consideração a literatura existente sobre abordagem HFC.

Após a categorização, realizada a partir das seis deformações das concepções epistemológicas a cerca da natureza da Ciência e da construção do conhecimento científico, localizadas na literatura, foi elaborado o Quadro 30 que apresenta o resultado quantitativo desta análise, ou seja, apresenta a quantidade de Unidades de Análise, presentes em cada LD, classificadas em cada categoria. Após a discussão dos dados deste Quadro, cada categoria será discutida separadamente, onde serão apresentadas algumas Unidades de Análise para exemplificar a concepção abordada no LD. Posteriormente será realizada uma comparação entre as categorias identificadas nos LDs selecionados pelo PNLEM/2008 com aqueles selecionados pelo PNLD/2012.

Categorias		LD1		LD2		LD3		LD4		LD5		LD6	
		nº de UA	% de UA										
1. concepção empírico indutivista e ateórica	Reforça	9	24%	1	13%	3	60%	8	20%	3	20%	3	60%
	Não reforça	2	5%	0	0%	0	0%	3	7%	0	0%	0	0%
2. visão rígida, algorítmica e exata da prática científica	Reforça	4	10%	2	25%	0	0%	4	10%	3	20%	0	0%
	Não reforça	1	3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3. visão aproblemática e ahistórica;	Reforça	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	Não reforça	4	10%	2	25%	0	0%	1	2%	2	13%	0	0%
4. visão acumulativa de crescimento linear	Reforça	1	3%	0	0%	0	0%	0	0%	1	7%	0	0%
	Não reforça	9	24%	0	0%	1	20%	6	14%	2	13%	1	20%
5. visão individualista e elitista	Reforça	3	8%	1	13%	1	20%	10	24%	2	13%	1	20%
	Não reforça	5	13%	2	25%	0	0%	9	21%	2	13%	0	0%
6. visão socialmente neutra da Ciência.	Reforça	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	Não reforça	0	0%	0	0%	0	0%	1	2%	0	0%	0	0%
Subtotal	Reforça	17	45%	4	50%	4	80%	22	52%	9	60%	4	80%
	Não reforça	21	55%	4	50%	1	20%	20	48%	6	40%	1	20%
Total		38	100%	8	100%	5	100%	42	100%	15	100%	5	100%

QUADRO 30 – Frequencia em quantidade e porcentagem de unidades de análise em cada categoria.

O que se espera de um bom Livro Didático é que este apresente um conteúdo histórico que não reforce visões deformadas acerca da natureza da Ciência e da construção do conhecimento científico e que apresente concepções sobre Ciência mais adequadas.

Analisando os dados do Quadro 30, existem sessenta Unidades de Análise que reforçam as concepções relacionadas às categorias e cinquenta e três Unidades de Análise que não reforçam tais concepções. Ou seja, como um resultado geral, os LDs veiculam, praticamente nas mesmas proporções, concepções deformadas e concepções adequadas sobre a natureza da Ciência e a construção do conhecimento científico.

De acordo com o Quadro 30, é possível perceber que todos os LDs reforçam a *concepção empírico indutivista e ateórica*, ou seja, destacam a ideia de que a observação e a experimentação são atividades neutras. Conforme Gil Perez *et al* (2001), esta concepção reforça a relação que se tem entre a Ciência e suas

descobertas e caracteriza-se como visão ingênua da Ciência e sua natureza. Um exemplo desse reforço está apresentado na Unidade de Análise LD6.1.1:

A conservação da massa é uma forte evidência a favor da ideia de que nas reações químicas a matéria não é criada nem destruída, mas apenas se transforma por meio do rearranjo dos átomos que a constituem. Lavoisier (1743-1794), ao enunciar esse princípio, teria dito que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma” (MORTIMER e MACHADO, 2011 p.218).

A análise desta Unidade permite observar que esta reforça a concepção de que a repetição dos resultados experimentais (a conservação da massa) sempre ocorre e a partir desta evidência pode-se enunciar princípios, leis ou até teorias, ou seja, o método indutivo.

Dentre os LDs, o LD1 e LD4 são os que mais apresentam Unidades de Análise reforçando a concepção desta categoria, porém também apresentam Unidades que procuram enfrentar esta concepção, como por exemplo a LD4.4.2

Vários outros (cientistas), entre os quais se destaca o físico e químico irlandês Robert Boyle (1627-1691), desenvolveram técnicas experimentais na produção metalúrgica e na preparação de diversos materiais. (SANTOS et al, 2011 p.84)

Já esta Unidade apresenta o papel fundamental dos cientistas na construção do conhecimento científico, pois eles não só repetem experimentos de acordo com um roteiro, mas também desenvolvem novas técnicas e interferem no processo de construção do conhecimento científico.

Na Categoria 2 a *visão rígida, algorítmica e exata da prática científica* também é reforçada no LD1, LD2, LD4 e LD5. Esta visão pode ser observada na Unidade LD4.24.2:

Com base em experiências bem elaboradas e controladas, utilizando balanças de alta precisão (cujas sensibilidade e precisão poderiam rivalizar com algumas balanças modernas), ele mediu a variação de massa durante a combustão de diversas substâncias. Os resultados de seus experimentos demonstraram que havia conservação de massa durante as reações e permitiram que ele demonstrasse que a queima é uma reação com o oxigênio e que a cal metálica da teoria do flogístico era, na verdade, uma nova substância (SANTOS et al. 2011 p.85).

Analisando esta Unidade pode concluir que os autores referem-se ao Método Científico como uma sequência de etapas que devem ser respeitadas e que

dependem de um controle rigoroso e de um tratamento quantitativo. Porém, seguir este “Método Científico” implica em excluir a criatividade do cientista, excluir a dúvida, considerar que o cientista não influencia nos resultados de uma experiência, e acreditar que os resultados obtidos são exatos e verdadeiros.

Nesta categoria existe apenas uma Unidade (LD1.29.2) que apresenta uma visão que não reforça esta concepção:

Stahl afirmou que todo material perde algo no processo de queima. E **batizou esse material perdido como flogístico**, também denominado na época “espírito ígneo”. (SANTOS et al, 2005 p.15)

Nesta Unidade é possível perceber a interferência do cientista na obtenção dos resultados de um experimento, ou seja, este trecho do texto pode ser utilizado para humanizar a construção do conhecimento científico, valorizando o papel do cientista nesse processo.

Com relação a Categoria 3, não há unidades que reforcem a *visão aproblemática e ahistórica* da Ciência. Com exceção do LD3 e LD6, os LDs apresentaram Unidades que não reforçam tal visão, como pode ser observado na Unidade LD1.33.1:

O contexto histórico daquela época, caracterizado por profundas mudanças culturais e sociais como a Revolução Industrial e a Revolução Francesa, contribuiu para o estabelecimento da Química como Ciência. Os iluministas defendiam novas formas de compreender o Universo, por novos métodos, como os usados por Lavoisier. E a Revolução Industrial fez com que muitas pesquisas científicas fossem financiadas para desenvolver novas tecnologias (SANTOS et al, 2005 p.16).

Nesta Unidade os autores relacionam vários elementos históricos com o desenvolvimento da Ciência como a Revolução Industrial, Revolução Francesa e ainda os ideais iluministas.

A *visão acumulativa de crescimento linear* foi reforçada em apenas duas unidades de análise, como apresentadas a seguir em LD1.31.1 e em LD5.13.1, respectivamente:

Essa lei abriu caminho para outros estudos sobre a relação entre as massas das substâncias durante as transformações químicas. Os resultados desses trabalhos experimentais, ao final do século XVII e início do século XIX, **permitiram que vários químicos pudessem enunciar outras leis relativas as transformações da matéria:** as denominadas leis ponderais das combinações químicas. (SANTOS, et al, 2005 p.278)

Baseado na definição de Boyle sobre elemento químico, Lavoisier incluiu uma tabela com 33 elementos em seu livro Tratado elementar de Química. Alguns dos elementos que apareciam em as tabela **não eram realmente elementos**, porém Lavoisier foi o primeiro a utilizar nomes modernos e de certa forma sistemáticos para os elementos químicos. (MORTIMER e MACHADO, 2011 p.62)

Ambas Unidades apresentam evidências de que cientistas sempre baseiam-se nos trabalhos desenvolvidos por seus antecessores. Segundo Gil Perez *et al* (2001), essa visão não apresenta as confrontações entre as teorias rivais nem as controvérsias teóricas, mas sim que o conhecimento científico se dá de forma cumulativa e direta. Para Kuhn (2011), essa é uma característica do período de Ciência Normal, mas não pode ser entendida como válida para todo o desenvolvimento científico, pois não considera as rupturas que ocorrem nas Revoluções Científicas.

Por outro lado, com exceção do LD2, esta categoria apresenta dezenove Unidades que não reforçam tal concepção, como por exemplo as Unidades LD1.26.1, LD3.8.1;LD4.1.2, respectivamente:

Essa revolução ocorreu quando os químicos passaram a ter um método característico de investigação, uma linguagem própria e um sistema lógico de teorias para explicar seus processos (SANTOS et al. 2005 p.16).

O ideal dos alquimistas – obter ouro, submetendo enxofre e mercúrio a várias transformações – é impossível, pois as substâncias simples mercúrio e enxofre são formadas a partir de átomos de elementos diferentes daqueles que formam a substância simples ouro. Eles não são constituídos por átomos do mesmo tipo (MORTIMER e MACHADO, 2005 p.145).

Lavoisier contribuiu de forma significativa para o surgimento da Química, enquanto Ciência experimental, ao **propor uma alternativa à teoria do flogístico e consolidar um novo método de investigação coerente com o método científico** (SANTOS et al. 2011 p.85).

Na primeira Unidade, Santos et al (2011), aborda explicitamente sobre Revolução Científica, utilizando como exemplo a Revolução Química, ressaltando que quando ocorrem tais Revoluções os cientistas mudam sua metodologia, sua linguagem e teorias, corroborando com a abordagem de Kuhn (2011).

Na segunda Unidade, Mortimer e Machado (2005), ao apresentarem o ideal alquimista, apresentam, de maneira implícita, as rupturas que ocorreram ao longo da História da Ciência, pois os tais ideais não são mais visados na Ciência Moderna.

Na terceira Unidade, Santos et al (2011), apresentam também uma das rupturas da Química, quando surgiu um outro conjunto de teorias ou um outro paradigma que explicasse da maneira a responder melhor os problemas da comunidade científica a questão do flogístico.

Com relação à Categoria 5, é possível perceber uma contadição no que diz respeito a *visão individualista da Ciência*. Foram identificadas dezoito Unidades de Análise que reforçam tal concepção e a mesma quantidade de Unidades que não reforçam.

Aquelas que reforçam a visão individualista e elitista da Ciência em geral apresentam apenas a biografia resumida de um cientista, citando as datas de nascimento e falecimento e indicam qual a descoberta realizada, ou seja, valorizam o mérito da descoberta e atribuem a apenas um indivíduo, ou seja, não consideram a natureza cooperativa do trabalho científico. Essa concepção pode ser observada, por exemplo, nas Unidades LD4.11.2 e LD4.12.1, respectivamente.

Entre os fatos que marcaram a chamada Revolução Química está a **descoberta do oxigênio, por exemplo, foi reivindicada por três químicos**: o sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), que gerou tal gás entre os anos de 1770 e 1773; o inglês Joseph Priestley (1773-1804), que preparou o gás em 1774, provavelmente sem conhecer o trabalho de Scheele; e o francês Lavoisier, que explicou a combustão pelo oxigênio (SANTOS et al. 2011, boxe – p.85).

Sua obra – que trata de procedimentos experimentais, como o uso da balança – foi fundamental para o desenvolvimento da Química, **sendo Lavoisier considerado por muitos historiadores o responsável por tornar a Química uma Ciência experimental** (SANTOS et al. 2011, boxe – p.85).

Aquelas Unidades que não reforçam a visão individualista e elitista da Ciência já apresentam outros elementos no conteúdo dos textos. Dentre as Unidades que não reforçam tal visão estão LD1.10.1, LD2.2.1, LD4.4.1:

O químico Frances Antoine Lavoisier (1743-1794), com a colaboração de sua esposa Marie Anne, realizou muitas experiências que levaram a seguinte conclusão: a massa antes de depois de qualquer reação é sempre a mesma. (SANTOS et al. 2005 p.277)

Não há uma data que possamos estabelecer como início da Química. No entanto, **alguns cientistas que viveram nos séculos XVII e XVIII deram importantes contribuições para o estabelecimento dessa Ciência**. (CANTO e PERUZZO, 2005 p.46)

Vários outros (cientistas), entre os quais se destaca o físico e químico irlandês Robert Boyle (1627-1691), **desenvolveram técnicas experimentais** na produção metalúrgica e na preparação de diversos materiais. (SANTOS et al. 2011p.84)

Nestas três Unidades de análise o que mais se destaca é o trabalho colaborativo entre os cientistas e a existência de comunidades científicas. Porém, Santos et al (2005), além de apresentar este aspecto, no contexto da Ciência a mulher cientista, o que reduz a discriminação sexual presente na atividade científica.

Por fim, a *visão socialmente neutra da Ciência*, relacionada a Categoria 6, foi contemplada por apenas uma Unidade de Análise, a LD4.36.1, a qual não reforça tal concepção:

Contribuíram para esse surgimento da Química, as profundas mudanças culturais e sociais daquela época, advindas com a Revolução Francesa, inspirada nos ideais dos iluministas do chamado período histórico das luzes (SANTOS et al, 2011 p.85).

Nesta Unidade é possível perceber as relações que existem entre o contexto social da época e o desenvolvimento da Química, ou seja, Santos et al (2011) consideram as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, reafirmando que a produção científica sofre influências externas.

Como nesta categorização os seis LDs foram analisados a partir das mesmas categorias, foi possível comparar as obras do PNLEM/2008 com as do PNLD/2012 quanto as categorias identificadas e a frequência de unidades de análise presentes nestas categorias.

Os dados do Quadro 31 mostram que as edições do PNLEM/2008 tinham basicamente a mesma distribuição entre Unidades de Análise que reforçam visões deformadas da Ciência. Portanto, esperava-se que as edições selecionadas pelo PNLD/2012 apresentassem melhora neste aspecto, apresentando um conteúdo histórico que contribuísse para o enfrentamento destas deformações.

Apesar de apresentar mais Unidades de Análise relacionadas ao conteúdo histórico do que as do PNLEM/2008, 56% desta Unidades reforçam as visões deformadas da Ciência, portanto, pode-se considerar que, em geral, as edições pioraram a qualidade com relação à abordagem HFC. Este resultado pode estar relacionado a diminuição dos critérios utilizados para análise e seleção das obras no PNLD/2012.

Categorias		PNLEM/2008		PNLD/2012		
		nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	
1. concepção empírico indutivista e ateórica	Reforça	13	26%	14	23%	
	Não reforça	2	4%	3	4%	
2. visão acumulativa de crescimento linear	Reforça	1	2%	0	0%	
	Não reforça	10	19%	9	15%	
3. visão individualista e elitista	Reforça	5	9%	13	21%	
	Não reforça	7	14%	11	18%	
4. visão aproblemática e ahistórica	Reforça	0	0%	0	0%	
	Não reforça	6	12%	3	5%	
5. visão rígida, algorítmica e exata da prática científica	Reforça	6	12%	7	12%	
	Não reforça	1	2%	0	0%	
6. visão socialmente neutra da Ciência	Reforça	0	0%	0	0%	
	Não reforça	0	0%	1	2%	
Subtotal		Reforça	25	49%	34	56%
Subtotal		Não reforça	26	51%	27	44%
Total			51	100%	61	100%

QUADRO 31 – Frequência em quantidade e percentagem de unidades de análise identificadas nos LDs selecionados pelo PNLEM/2008 e PNLD/2012.

Para a investigar quais forma as mudanças ocorridas entre as edições do PNLEM/2008 e PNLD/2012, será apresentada a seguir uma comparação direta entre estas obras.

5.3 OS LIVROS DIDÁTICOS DO PNLEM/2008 E DO PNLD/2012: DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS ENTRE AS EDIÇÕES

Esta análise corresponde ao *terceiro objetivo* desta pesquisa, o qual é destinado à análise comparativa entre as edições dos Livros Didáticos selecionados no PNLEM/2008 e PNLD/2012 para verificar se houve e quais foram as mudanças com relação à abordagem HFC e com a forma de apresentação do conteúdo Combustão do século XVIII. Como algumas edições mudaram o título, o Quadro 12 apresenta o nome dos autores de ambas edições e o título dos respectivos LDs.

Nesta comparação foram analisadas se houve mudanças relacionadas aos seguintes aspectos: i) na estrutura do LD; ii) no conteúdo específico; iii) conteúdo histórico e filosófico; e iv) na apresentação visual. A seguir será apresentada a análise comparativa do LD1 com LD4, LD2 com LD5 e LD3 com LD6.

Autores	PNLEM/2008	PNLD/2012
SANTOS, W.L.P.(coord.); MÓL, G.S.(coord.); MATSUNAGA, R.T.; DIB, S.M.F.; CASTRO, E. N.; SILVA, G.S.; SANTOS, S. M. O.; FARIAS, S. B.	LD1 – Química e Sociedade	LD4 – Química Cidadã
CANTO, Eduardo L.; PERUZZO, Francisco M.	LD2 – Química na Abordagem do Cotidiano	LD5 – Química na Abordagem do Cotidiano
MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta.	LD3 – Química para o Ensino Médio	LD6 - Química

QUADRO 32 – Relação entre as edições que foram selecionadas no PNLEM/2008 e que permaneceram no PNLD/2012.

5.3.1 Análise do LD1 (PNLEM/2008) e LD4 (PNLD/2012)

A principal diferença entre as edições diz respeito à estrutura, ou seja, o LD1 é organizado em volume único e LD4 em três volumes, um para cada série do Ensino Médio. Por isso, provavelmente, a organização dos capítulos é diferente, mas os títulos dos capítulos permaneceram os mesmos.

O tópico *Da alquimia à Química*, no qual encontra-se o conteúdo analisado, está presente nas duas edições. As diferenças do LD4 em relação ao LD1 consistem em mudanças no texto com inserções que modificaram algumas concepções sobre o desenvolvimento da Ciência, como, por exemplo, a *Ciência como única forma de conhecimento*. Essa mudança pode ser observada nos trechos a seguir:

As explicações que tinham certo caráter “mágico” foram cedendo lugar à explicações científicas, baseadas em experiências. Se considerarmos o trabalho de Lavoisier como marco dessa revolução, a Química tem pouco mais de duzentos anos. É uma ciência nova (SANTOS et al, 2005, p16).

Portanto, podemos dizer que a Química é uma ciência nova com pouco mais de duzentos anos. Há quem defenda que ela derivou da Alquimia, mas na verdade se originou de uma revolução do modo de pensar a matéria. Nesse sentido é que a Química tem propósitos e métodos bem diferentes da Alquimia (SANTOS et al, 2011, p.85).

No primeiro trecho, quando os autores utilizam o termo “mágico” enfatizam a fragilidade do conhecimento aceito naquela época e reforçam a concepção de que a Ciência experimental é única válida. Já no segundo trecho os autores diferenciam a

Química da Alquimia como formas diferentes de pensamento e metodologia, sem depreciar a Alquimia por seus conhecimentos terem sido deixados de lado.

Há outro trecho que ao ser modificado deixou de enfatizar o *método científico como sequencia de etapas rígidas, o trabalho individual dos cientistas e ainda sobre expõe a concepção de provisoriedade de paradigmas.*

Medir, pesar, testar, provar. Esse foi o novo jeito de fazer ciência no estudo da Química que nasceu a partir dos trabalhos de Lavoisier. Foi uma das primeiras grandes mudanças de paradigma da história da Ciência. Paradigma é o padrão ou modelo que norteia nosso modo de viver, trabalhar, fazer ciência. E é pela mudança de paradigmas que a Ciência se desenvolve, segundo o físico e filósofo alemão Thomas Kuhn (1922-1996). Essa mudança é chamada de Revolução Científica (SANTOS et al, 2005, p16).

Essa nova forma de estudar os processos químicos já era aplicada por vários cientistas e tem os trabalhos de Lavoisier como marco na mudança de paradigma no estudo dessa área de conhecimento. Paradigma é o padrão ou modelo que norteia nosso modo de viver, trabalhar, fazer ciência. E é pela mudança de paradigmas, segundo o físico e filósofo alemão Thomas Kuhn (1922-1996), que a Ciência se desenvolve. Essas mudanças são também chamadas de Revoluções Científicas (SANTOS et al, 2011, p.85).

No LD1, ao utilizar os termos “medir, pesar, testar, provar”, os autores reforçam a ideia de que o método científico consiste em etapas precisas e exatas, reforçam também a visão empírico indutivista da Ciência, na qual a criatividade e o propósito do cientista não interfere no experimento. Essa ideia não está mais presente no LD4. No LD1 os autores afirmam que Lavoisier foi o responsável pelo nascimento da Química, reforçando a concepção individualista. Já no LD4 os autores tiveram a preocupação de informar que outros cientistas também estudavam os mesmos processos químicos que Lavoisier, ou seja, destaca-se aqui a comunidade científica. Explicações sobre paradigmas e Revoluções Científicas estão presentes em ambas edições de forma similar, porém, a única informação incorreta é com relação a nacionalidade de Thomas Kuhn, que é americano e não alemão.

Na edição mais recente também foi ampliada a biografia de Lavoisier, na qual são considerados os aspectos sociais da vida do cientista.

Em outro capítulo do livro, no tópico *As leis das reações químicas*, esse conteúdo é retomado quando é tratada a Lei de Conservação da Massa, porém com uma abordagem mais experimental. Não ocorreram mudanças com relação aos

textos apresentados, apenas na apresentação visual, como ilustrações e boxes com destaques para equações químicas e enunciados.

Com esta pesquisa pode-se observar que o 59% das Unidades de Análise identificadas no LD1 atendem aos critérios do PNLEM/2008 e que as Unidades de Análise identificadas no LD4 atendem critério do PNLD/2012. Porém é importante considerar que os critérios de avaliação dos Livros Didáticos relacionados à abordagem HFC diminuíram do PNLEM/2008 para o PNLD/2012, conforme já apresentado.

Com relação às orientações presentes na literatura, 45% das Unidades de Análise identificadas no LD1 reforçam concepções equivocadas sobre Ciência e desenvolvimento Científico. Com relação ao LD4, 52% das Unidades de Análise reforçam tais concepções. Este resultado indica que pode haver pouca influência das orientações dos Programas de avaliação e da literatura relacionadas à abordagem na elaboração destas obras.

5.3.2 Análise do LD2 (PNLEM/2008) e LD5 (PNLD/2012)

Com relação a estrutura dos LD não houve diferença, ambos são organizados em três volumes, um para cada série do Ensino Médio.

Praticamente não há diferença entre as edições no que diz respeito ao conteúdo específico nem histórico e filosófico. No Capítulo 1 – *Introdução ao estudo da Química*, as duas edições fazem referência a Lavoisier como “pai da Química” e informam que o Capítulo 3 – *Introdução ao conceito de reação química*, serão consideradas mais informações sobre este cientista e suas contribuições para a Química.

No Capítulo 3 os textos apresentados são exatamente os mesmos, porém, algumas citações e equações estão mais destacadas (em boxes coloridos) no LD5. Em ambas edições existe uma imagem de Lavoisier, porém diferentes entre si, e outra imagem de um comprimido efervescente reagindo com água em um copo, diferentes também.

A única diferença mais evidente é a inclusão, na edição do PNLD/2012, de um quadro de duas páginas que traz a biografia de Lavoisier, mas não aquela ampliada, onde é considerado o contexto histórico e a participação deste cientista na sociedade francesa. Este texto traz informações sobre os trabalhos desenvolvidos pelo cientista como seus experimentos, a nomenclatura publicada em seu livro *Tratado Elementar de Química* e ainda duas imagens de aparelhos utilizados por Lavoisier, os quais estão em exposição no Conservatório Nacional de Artes e Ofícios, em Paris.

A análise destes Livros mostrou que 80% das Unidades de Análise identificadas no LD2 atendem aos critérios do PNLEM/2008 e que as Unidades de Análise identificadas no LD5 atendem critério do PNLD/2012. Entretanto, como já mencionado, existem diferenças quando aos critérios estabelecidos por estes Programas. No que se refere às orientações presentes na literatura, 50% das Unidades de Análise identificadas no LD2 e no LD5 reforçam concepções equivocadas sobre Ciência e desenvolvimento Científico. Este resultado indica que pode haver pouca influência das orientações dos Programas de avaliação e da literatura relacionadas à abordagem na elaboração destas obras.

Não é possível afirmar que a edição mais recente poderia ter sido reestruturada para atender com mais rigor aos critérios estabelecidos PNLD/2012 caso os critérios com relação à abordagem HFC tivessem sido mantidos ou aperfeiçoados. Porém, considerada a contribuição desta abordagem no Ensino de Ciências/Química, estes critérios poderiam ser revistos com base na literatura.

5.3.3 Análise do LD3 (PNLEM/2008) e LD6 (PNLD/2012)

Com relação a estrutura houve diferença, entre as edições, pois o LD3 é organizado em volume único e o LD6 em três volumes, um para cada série do Ensino Médio.

Comparando as edições é possível observar que quanto ao conteúdo específico e ao conteúdo histórico e filosófico, o LD6 não apresenta mudanças com relação ao LD3. No que se refere à apresentação visual, pôde-se observar apenas

mudanças na formatação dos textos, porque até as imagens continuam as mesmas: rosto de Lavoisier, balanças e ilustrações de experimentos.

O conteúdo analisado é apresentado no Capítulo 7 – *Introdução às transformações químicas*. Em ambas edições este Capítulo enfatiza as atividades experimentais, propondo experimentos que levam a percepção da mudança das massas durante reações químicas realizadas em recipientes abertos e a conservação das mesmas em recipientes fechados. Esta proposta tem por objetivo compreender a Lei da Conservação das Massas e por meio desta abordagem os autores se aproximam da Combustão do século XVIII e do cientista Lavoisier.

Esta pesquisa apontou que 90% das Unidades de Análise relacionadas à abordagem HFC não atendem aos critérios do PNLEM/2008 relacionados a tal abordagem e o LD6 não apresentou Unidades de Análise que atendessem o critério do PNLD/2012. Observou-se ainda que 80% das Unidades de Análise presentes em ambas reforçam concepções equivocadas sobre Ciência e desenvolvimento científico. Portanto, com relação à abordagem HFC pode-se afirmar que estas edições não atendem as orientações dos Programas de avaliação nem da literatura, fato que pode dificultar no entendimento sobre a natureza da Ciência e o desenvolvimento científico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura da área da Educação em Ciências tem demonstrado que a articulação entre a Filosofia da Ciência, História da Ciência e Historiografia da Ciência, por meio da abordagem História e Filosofia da Ciência pode constituir-se em estratégia didática que possibilita o enfrentamento de diversos problemas relacionados ao Ensino de Ciências, conforme já apontado ao longo deste trabalho.

Também a perspectiva kuhniana sobre o desenvolvimento científico, a qual considera os períodos de Ciência Normal, Revoluções Científicas, o papel dos paradigmas e das comunidades científicas, possibilita refletir sobre concepções equivocadas em relação à Ciência e ao desenvolvimento científico, logo também contribui para o enfrentamento desses problemas.

No que se refere aos documentos oficiais, os currículos de ciências brasileiros têm apresentado orientações no sentido de utilizar a abordagem HFC, desde a Reforma Francisco Campos (1931), até os documentos mais atuais. Orientações nesse sentido também se fazem presentes nos documentos referentes a estruturação dos cursos de Bacharelado e Licenciatura em Química, porém, apenas determinações oficiais não tem garantido uma melhor formação de professores, especialmente no que se refere à abordagem HFC, constituindo-se esta em uma das principais dificuldades apontadas na literatura. Ou seja, a falta de professores com formação adequada para ministrar aulas com enfoque histórico-filosófico.

Conseqüentemente os problemas de formação no Ensino Superior se refletem na Educação Básica, pois o professor irá reforçar suas concepções na sala de aula, influenciando os alunos. Nesse contexto está o Livro Didático, o qual historicamente tem sido utilizado como único recurso didático pelos professores e, por isso a importância de se investigar como a abordagem HFC vem sendo veiculada nos mesmos.

Esta pesquisa teve por base tal problemática, na qual buscou-se investigar i) se os Livros Didáticos de Química selecionados pelo PNLEM/2008 e que foram selecionados novamente pelo PNLD/2012, atendem as orientações destes

Programas; ii) se levaram em consideração a literatura sobre HFC; iii) se houve mudanças de uma avaliação para outra.

No que se refere ao primeiro questionamento, ou seja, se os Livros selecionados atendem aos critérios dos Programas de avaliação, consideramos que a maioria dos Livros de ambas as avaliações não atendem estes critérios.

Em relação ao questionamento que se refere aos Livros levarem ou não em consideração a literatura sobre HFC, observamos que a maioria dos Livros reforça concepções equivocadas sobre Ciência e sobre o trabalho científico. Para referenciar e discutir concepções de Ciência, utilizamos trabalhos de Gil Perez (2001), nos quais são identificadas visões deformadas sobre Ciência. Ao analisarmos as 113 Unidades de Análise identificadas no capítulo referente a combustão no século XVIII, nos seis Livros analisados, verificamos que 53% destas Unidades reforçam visões deformadas sobre Ciência. Este fato por si só já é preocupante, tendo em vista que, conforme já argumentamos, os livros didáticos se constituem, para a maioria dos professores, em única referência para a elaboração das aulas. Para além dessa questão, consideramos ainda preocupante o fato de os Livros não apresentarem visões contrárias, ou seja, não apresentarem situações que pudessem fazer refletir que a Ciência não é linear, não é verdadeira, que é construída por pessoas, que sofre influências sociais, políticas e econômicas do contexto no qual se desenvolve, entre outros aspectos que a abordagem HFC possibilita.

Sobre a questão se houve mudanças de uma avaliação para outra, observamos alguns aspectos pontuais. Quanto a estrutura duas coleções passaram de volume único para três volumes. Quanto ao conteúdo específico sobre a combustão no século XVIII, não houve mudanças significativas. Quanto ao conteúdo histórico filosófico, houve inclusão de uma biografia resumida sobre Lavoisier em uma das edições, porém sem levar em conta o contexto socio, político, cultural e econômico em que este desenvolveu suas pesquisas. No que se refere aos aspectos visuais foram observadas poucas alterações, com equações mais destacadas, utilização de boxes coloridos. Todavia, o aspecto observado, que consideramos ser o de maior relevância, diz respeito a quantidade de critérios relacionados à HFC diminuíram do PNLEM/2008 para o PNLD/2012. No 2008 haviam seis critérios, no 2012, apenas um. Este fato é preocupante, uma vez que as

avaliações tem como uma das suas funções forçar as editoras a adequar seus livros e, por consequência, melhorar a qualidade destes. Se a quantidade de critérios relacionados à abordagem HFC diminuem, as editoras, nas próximas edições, tenderão a não priorizar tal abordagem.

Apesar das limitações localizadas nos Livros Didáticos, bem como as dificuldades para utilização desta abordagem nas aulas de Ciências, amplamente apresentadas neste trabalho, reitero minha argumentação de que a abordagem HFC pode contribuir na desconstrução das concepções equivocadas sobre a natureza da Ciência e o desenvolvimento científico, construindo para a melhoria do Ensino de Ciências/Química.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÚRIZ-BRAVO, A; IZQUIERDO, M.; ESTANY, A.; Uma propuesta para estructurar La enseñanza de La filosofía de La ciência para el professorado de ciencias em formación. **Enseñanza da las Ciencias**, 20 (3), 2002.

AIRES, J.A.; **História da disciplina escolar Química: o caso de uma instituição de ensino secundário de Santa Catarina 1909-1942**. Tese (doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis, 2006.

ALFONSO-GOLDEFARB, A.M; BELTRAN, M.H.R. **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas** São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004.

BARDIN, L.; **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BASTOS, Fernando. O ensino de conteúdos de história e filosofia da ciência **Revista Ciência & Educação**, 5(1), 55-72, 1998

BITTENCOURT, C. M. F; História, produção e memória do livro didático. **Educação e Pesquisa - Revista da Faculdade de Educação da USP**. São Paulo, Universidade de São Paulo, v. 30,n. 3, set./dez. 2004

BRAGA, M.; GUERRA, A.; FREITAS, J.; REIS, J. C.; **Lavoisier e a ciência no iluminismo**. São Paulo: Atual, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, 2000.

_____. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Parecer 1.303/2001 – Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Brasília, 2001.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação **Química: Catálogo do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio – PNLEM/2008**. Brasília, 2007.

_____. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação **Guia de livros didáticos: PNLD 2012: Química**. Brasília, 2011.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília, 2002.

_____. Ministério de Educação e Cultura. LDB - **Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, 1996.

BRICCIA, V.; CARVALHO, A.M.P.; Visões sobre a natureza da ciência construídas a partir do uso de um texto histórico na escola média. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 10, n.1, 2011.

BURGUETE, Maria da Conceição; **História e filosofia das ciências**. Lisboa – Instituto Piaget, 2004

CHOPIN, Alain. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa - Revista da Faculdade de Educação da USP**. São Paulo, Universidade de São Paulo, v. 30,n. 3, set./dez. 2004

CONDÉ, M.L.L.; PENNA-FORTE, M.A.; **Thomas Kuhn: a estrutura das revoluções científicas [50 anos]**. Editora FinoTraço, 2012.

DEBUS, A. G.; A ciência e as humanidades: a função renovadora da indagação histórica. **Revista da SBHC**, v. 5, 1991.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2007.

EL-HANI, Charbel Niño; Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: **Estudos de história e filosofia das ciências** – subsídios para aplicação no ensino. Org: SILVA, Cibelle Celestino – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

FABRICIO, C. M.; GUIMARÃES, L. M.; AIRES, J. A.; Abordagem História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química por meio da biografia de Lavoisier. **Anais do XVI**

ENEQ – Encontro Nacional de Ensino de Química. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012

FERNÁNDEZ, L. C.; GATICA, M. Q.; BLANCAFORT, A. M.; La importância de La historia de La química em La enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores em formação **Ciência & Educação**, v. 16, n. 2, p. 277-291, 2010

FILGUEIRAS, C. A. L.; A revolução química de Lavoisier: uma verdadeira revolução? **Química Nova**, 18 (2), 1995.

GAGLIARDI, R; GIORDAN,A. La história de las ciencias: una herramienta para La enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, 4 (3), 1986.

GIL-PÉREZ, D.; Contribución de la história y la filosofía de las ciencias al desarrollo de um modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, 11(2), 1993.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, 2001.

GUERRA, A.; REIS, J.C; BRAGA,M. Um julgamento no ensino médio – uma estratégia para ytrabalar a Ciência sob o enfoque histórico-filosófico. **Física na Escola**. v. 3, nº1, 2002

KOSMINSKY, L.;GIORDAN, M.; Visões de ciencias e sobre cientista entre estudantes do ensino médio. **Química Nova na Escola**, nº 15, maio 2002.

KUHN, T.S.; **A estrutura das revoluções científicas** 10ª edição São Paulo: Editora Perspectiva, 2011.

_____; **O caminho desde a estrutura**: ensaios filosóficos, 1970-1993, com uma entrevista autobiográfica. São Paulo: Editora UNESP, 2006.

LAVOISIER, A. L.; **Tratado elementar de química**. Tradução de traité élémentaire de chimie por Lais dos Santos Pinto Trindade. São Paulo: Madras, 2007.

LEDERMAN, N. Student's and teacher's conceptions of the nature os science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, 29 (4), 1992.

LEITE, L. History of science education: development and validation of a checklist for analyzing the historical content of science textbooks. **Science and Education**, v.11, 2002.

LOGUERCIO, R. Q.; DEL PINO; J. C.; Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química. **Acta Scientiae**, v.8 n.1, jan./jun., 2006.

LOPES, A. C.; **Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado de química**. Dissertação (mestrado), Instituto de Estudos Avançados em Educação – Rio de Janeiro, 1990.

MANTOVANI, K. P.; **O Plano Nacional do Livro Didático – PNLD: impactos na qualidade do ensino público**. Dissertação (mestrado), Universidade de São Paulo – São Paulo, 2007.

MARTINS, A. F. P.; História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 24, n. 1, abr, 2007

MARTINS, Roberto de Andrade. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência In: **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas** Org: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo - São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004.

_____; Introdução: a história das ciências e seus usos na educação In: **Estudos de história e filosofia das ciências** – subsídios para aplicação no ensino. Org: SILVA, Cibelle Celestino – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

MATTHEWS, Michael R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual da reaproximação **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v12, n.3, dez. 1995.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H.; O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação** v.9, n. 2, 2003.

MOCELLIN,R.C.; O “sonho newtoniano” de Guyton de Morveau. **Circumscribere** v. 10, 2011.

MORAES, R.; Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n.37, 1999.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química**. Editora Scipione, 2005.

_____. **Química**. vol. 1 Editora Scipione, 2011.

NASCIMENTO, L. F.; **História e natureza da ciência: um roteiro para análise do livro didático**. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual da Paraíba – Campina Grande, 2011.

OLIVEIRA, J. B. A., GUIMARÃES, S. D. P. e BOMÉNY, M. B. **A Política do Livro Didático**. São Paulo: Ed. UNICAMP, 1984.

OKI, Maria da Conceição Marinho; MORADILLO, Edílson Fortuna de O ensino da história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, v.14, n.1, p.67-88, 2008.

PAGLIARINI, C. R.; **Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de física para o ensino médio**. Dissertação (mestrado), Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo – São Carlos, 2007

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. Sobre a utilização didática da história da ciência. In: PIETROCOLA, Maurício (org) **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001 p. 151.

PENA, F. L. A.; TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR, O.; Como avaliar a qualidade dos livros de física com enfoque na abordagem histórico-filosófica? **Atas do VIII ENPEC** – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – Universidade Estadual de Campinas: Campinas, 2011.

PERUZZO, F. W; CANTO, E. L; **Química na abordagem do cotidiano** – vol.1, 3ª edição – São Paulo: Moderna, 2003.

PESSOA JR, O. Quando a abordagem histórica deve ser usada no Ensino de Ciências? **Ciência & Ensino**, 1, 1996.

PORTO, P.A.; História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O.T (org) **Ensino de Química em foco** – Ijuí: Ed Unijuí, 2011.

SANTOS, C. H. V.; **História e Filosofia da Ciência nos livros didáticos de biologia do ensino médio: análise do conteúdo sobre a origem da vida**. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual de Londrina – Londrina, 2006.

SANTOS, Wildson L. P. (coord.); MÓL, Gerson S. (coord.); MATSUNAGA, Roseli T.; DIB, Siland M. F.; CASTRO, Eliane N.; SILVA, Gentil S.; SANTOS, Sandra M. O.; FARIAS, Salvia B. **Química e Sociedade**. Editora Nova Geração, 2005.

_____. **Química para nova geração – química cidadã**. vol.1 Editora Nova Geração, 2011

SCHNETZER, Roseli P. Apontamentos sobre a história do ensino de Química no Brasil. In: SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O.T (org) **Ensino de Química em foco** – Ijuí: Ed Unijuí, 2011.

_____. Concepções e Alertas sobre Formação Continuada de Professores de Química. **Química Nova na Escola**, nº16 nov. 2002 .

_____. **O tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros para o ensino secundário de Química de 1875 a 1978**. Dissertação (mestrado), Faculdade de Educação – Unicamp, 1980.

SOUZA, R. O.; ARAÚJO, M. S. T.; GUAZZELLI, I. R. B.; MACIEL, M. D. Concepções dos estudantes sobre a ciência, os cientistas e o método científico: uma abordagem histórico-crítica como base para uma proposta de intervenção visando a resignificação destes conceitos. **Atas do XVII SNEF** - Simpósio Nacional de Ensino de Física. Universidade Estadual do Maranhão: São Luis, 2007.

TAVARES, L. H. W.; **A história da ciência nas obras de química do programa nacional do livro didático para o ensino médio: uma análise através do conceito de substância**. Dissertação (mestrado), Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista – Bauru, 2010

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE Jr, O.; EL-HANI, C. N.; A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. **Ciência & Educação**, v.15, n.3, 2009.

TOSI, L.; Lavoisier: uma revolução na química. **Química Nova**, 12(1), 1986.

TURIN, J.; Livro Didático de Química – PNLD/2012: fatores que influenciaram a Eecolha dos livros pelos professores da educação básica. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Paraná – Curitiba, 2013.

VANNUCCHI, A. I.; História e Filosofia da Ciência: da teoria para a sala de aula. Dissertação (mestrado), Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo – São Paulo, 1996.

VIDAL, P. H. O.; A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. Dissertação (mestrado), Universidade de São Paulo – São Paulo, 2009.

WITZEL, D. G.; Identidade e livro didático: movimentos identitários do professor de Língua Portuguesa. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual de Maringá – Paraná, 2002.