

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO:
Conhecimento e Inclusão Social
Faculdade de Educação da UFMG
Linha de Pesquisa: Espaços Educativos, Produção e Apropriação dos Conhecimentos

GERALDO JOSÉ DA SILVA

**A EPISTEMOLOGIA-EM-USO:
IMAGENS DE CIÊNCIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA.**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Educação.

Orientadora: Dra. Carmen Maria De Caro Martins

2007
Belo Horizonte

DEDICATÓRIA

À Fátima,

motor maior de minhas ações, pelo apoio, carinho, incentivo e confiança em todos os momentos que precisei. Como prova de que o mundo ainda é movido pelo amor.

Aos meus filhos, Gabriel, Augusto e Lígia,
pelo apoio, compreensão, carinho e paciência.

AGRADECIMENTOS

À Carmen De Caro, minha orientadora, por ter me recebido de forma acolhedora no Mestrado da FAE, pela disponibilidade de tantos encontros, pela preciosa orientação e por ter sido paciente, sensível, criteriosa, proporcionando-me apoio e incentivo nos vários momentos que atravessei.

Ao professor Oto Neri Borges, pelas lições que muito contribuíram para o caminho metodológico que percorri e pelos esclarecimentos estatísticos que me proporcionou.

Ao professor Bernardo Jefferson, que, desde a especialização em História da Ciência, foi sempre inspirador e sempre disponível, tornando-se um apoio inestimável durante minha pesquisa.

À professora Rosaria Justi, pela leitura crítica, conselhos, disponibilidade e incentivos que tanto me auxiliaram.

Aos professores do Mestrado da FAE e aos colegas de Mestrado, que me proporcionaram muitos momentos significativos.

Ao colega de Mestrado Marcos Nery, pelo companheirismo, pela amizade e pela ajuda extraordinária que me brindou.

Aos colegas do grupo de pesquisa INOVAR, em particular à Inês, pela ajuda, conselhos e discussões que me proporcionaram uma visão mais ampla sobre a prática da pesquisa educacional.

À colega Flávia Rita Coutinho Sarmiento pela cuidadosa e paciente revisão dos originais.

Aos colegas do Colégio Pitágoras, particularmente ao Francisco (Chico) e à Carla, com os quais a convivência foi sempre inspiradora e uma fonte de aprendizado.

A todos os meus amigos, como Sandra, Paulinho, Marusa, Célio, Roseli, entre outros, que, de alguma forma, compartilharam comigo as experiências que contribuíram para o meu desenvolvimento profissional e meu crescimento enquanto ser humano.

RESUMO

Nessa dissertação, apresentamos a pesquisa desenvolvida para analisar a imagem da ciência presente em livros didáticos de química, particularmente pela importância da ciência e da tecnologia na dimensão formativa do currículo visando à cidadania. Nosso objetivo era identificar a imagem da ciência presente em um livro didático de química. Desenvolvemos um desenho metodológico, no qual buscamos identificar “marcas textuais”, isto é, indícios que configurem um determinado perfil epistemológico subjacente ao livro texto. A partir dos referenciais teóricos apresentados por Campos e Cachapuz (1997), duas categorias de perfil epistemológico Empirista/Positivista e Racionalista/Dedutivista foram identificadas, nos capítulos analisados, a partir de marcas textuais. Para análise, os capítulos foram fragmentados semanticamente.

Os fragmentos semânticos foram categorizados através de um livro-de-códigos construído e refinado por validação recursiva (concordância intercodificadores) e validação por especialista visando à confiabilidade e à auditabilidade dos procedimentos metodológicos.

Para coleta de dados, foram selecionados três livros de química que tiveram três capítulos fragmentados (dois escolhidos pelo pesquisador: Introdução e Pilhas e um sorteado: Radioatividade). Seus fragmentos semânticos foram categorizados, e as marcas textuais identificadas foram registradas. As marcas identificadas serviram para análise e definição dos respectivos perfis epistemológicos caracterizando a natureza da ciência, a utilização da história da ciência, a relação ciência, tecnologia e sociedade.

Para análise das possíveis decorrências pedagógicas, foram utilizados os referenciais teóricos do Conhecimento Tácito (Polanyi), Teorias-de-ação (Argyris e Schön) e Campos Conceituais (Vergnaud) nos quais se analisam as possíveis decorrências pedagógicas da epistemologia-em-uso, particularmente nas marcas textuais do tipo exercícios existentes no livro didático.

Conclui-se que a ferramenta metodológica apresenta significativa acuidade (em 98,6% dos 1006 fragmentos coletados foram identificadas marcas textuais). Isso possibilitou a identificação dos perfis característicos dos livros analisados, destacando suas particularidades quanto à imagem da ciência apresentada, bem como a existência de uma epistemologia explícita nos parágrafos que nem sempre é coincidente com a epistemologia-em-uso (tácita) nas demais categorias de marcas textuais (exercícios, experimentos e marcas iconográficas).

ABSTRACT

In this dissertation we present the research developed to analyze the image of science in Chemistry textbooks, particularly because of the importance of science and technology in the formative dimension of the curriculum aiming citizenship. Our objective was to identify the image of science in a textbook of Chemistry. We developed a methodological approach, in which we intend to spot “textual marks”, that is, indications that configure one underlying epistemological profile to the textbook. From the theoretical reference presented by Campos and Cachapuz (1997), two categories of epistemological were identified in the evaluated chapters as far as textual marks are concerned, the Empirist/indutivist and the Rationalist/deductivist ones. To the analysis, the chapters were broken up semantically.

The semantic fragments were categorized by using the Book-of-codes, constructed and refined through recurs reliability (intercodes agreement) and validation by a specialist so as to certify the trustworthiness and auditability of the methodological procedures. Three chapters of three Chemistry textbooks were selected, fragmented and then collected as data (“Introduction” and “Batteries” were chosen by the researcher, while “Radioactivity” was chosen at random). Their semantic fragments were categorized and the identified textual marks were registered. Those marks served to the analysis and definition of the respective epistemological profiles in order to characterize the nature of science, the use of history of science, the science/technology relationship and society.

To study the possible pedagogical results, we have used the theoretical references of the Tacit Knowledge (Polany), Theory-of-action (Argyris and Schön) and Conceptual Fields (Vergnaud), which assess the possible pedagogical results of the epistemology-in-use, particularly in the textual marks exercises type present in the textbook.

We can conclude that the methodological tool has a significative accuracy (textual marks were identified in 98,6% of the 1006 collected fragments). This precision made possible the recognition of characteristic profiles in the analyzed books, highlighting their specific particularities as far as the presented image of science is concerned, as well as the existence of an explicit epistemology in the paragraphs which is not always coincident with the epistemology-in-use (tacit) in other categories of textual marks (exercises, experiments and iconographic marks).

**A EPISTEMOLOGIA-EM-USO:
IMAGENS DE CIÊNCIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA.**

SUMÁRIO

Lista de Figuras, Quadros e Tabelas	8
I - INTRODUÇÃO:	9
II - A CONSTRUÇÃO DE IMAGENS DE CIÊNCIA E A CIDADANIA.....	13
1. EPISTEMOLOGIA E O LIVRO DIDÁTICO	14
2. EPISTEMOLOGIA, TECNOLOGIA E CIDADANIA.....	18
3. CIDADANIA E O LIVRO DIDÁTICO	20
III - A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA DA NATUREZA EPISTEMOLÓGICA DA VISÃO DA CIÊNCIA.	23
IV - IMAGENS DE CIÊNCIA: QUAL A NATUREZA EPISTEMOLÓGICA DA VISÃO DE CIÊNCIA PRESENTE NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA?	28
V – COMO INVESTIGAR A NATUREZA EPISTEMOLÓGICA DA VISÃO DA CIÊNCIA PRESENTE NOS LIVROS DIDÁTICOS?	30
1. PRESSUPOSTOS, OBJETIVOS E REFERENCIAL TEÓRICO.	30
2. CLAMORES POR EVIDÊNCIAS, VALIDAÇÃO E CONFIABILIDADE.	36
3. A BUSCA POR INDÍCIOS: AS MARCAS TEXTUAIS!.....	40
VI - O DESENHO METODOLÓGICO.....	43
1. CRIANDO O LIVRO-DE-CÓDIGOS DE MARCAS TEXTUAIS.....	44
2. A INTERCODIFICAÇÃO RECURSIVA E A VALIDAÇÃO DO LIVRO-DE- CÓDIGOS.....	46
3. A VALIDAÇÃO DO LIVRO-DE-CÓDIGOS POR ESPECIALISTA EM EPISTEMOLOGIA.	50
4. A ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS ESCOLHIDOS.....	55
5. TRATAMENTO DOS DADOS.....	57
VII - A ESCOLHA, A CODIFICAÇÃO E A ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS.....	59
1. A ESCOLHA DOS LIVROS DIDÁTICOS DA PESQUISA	59
2. A ESCOLHA DOS CAPÍTULOS QUE FORAM FRAGMENTADOS.....	60
3. A ANÁLISE DA CODIFICAÇÃO DOS LIVROS DIDÁTICOS ESCOLHIDOS.....	60
4. UM ESTUDO COMPARATIVO DAS CATEGORIAS DE MARCAS TEXTUAIS IDENTIFICADAS.....	86
VIII – DISCUSSÃO SOBRE AS POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS DOS PERFIS EPISTEMOLÓGICOS SUBJACENTES AO LIVRO TEXTO.	99
POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS DO PERFIL DOS EXERCÍCIOS PRESENTES EM LIVROS DIDÁTICOS : COGNIÇÃO E PROCESSOS TÁCITOS.	100
a. O conhecimento tácito de Michael Polanyi	100
b. A cognição através de campos conceituais de Gerárd Vergnaud	105

IX – CONCLUSÃO	109
CONSIDERAÇÕES FINAIS.	113
X – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
XI - ANEXOS	124
Anexo 1: Relatório de Pesquisa 1 – Livro-de-códigos Inicial	124
Anexo 2: Relatório de Pesquisa 2 – O refinamento do Livro-de-códigos pela concordância intercodificadores.	130
Anexo 3: Relatório de Pesquisa 3 – A análise do especialista em epistemologia.	138
Anexo 4: Relatório de Pesquisa 4 – A intercodificação final.....	140
Anexo 5: Relatório de Pesquisa 5 – Um balão de ensaio: a codificação teste.	142

Lista de Figuras, Quadros e Tabelas

Figura 1	Esquema dos dois procedimentos de validação.....	43
Figura 2	Esquema do refinamento e validação do Livro-de-códigos de Marcas Textuais.....	52
Figura 3	Os dois momentos do desenho metodológico.....	56
Figura 4	Percentual de marca textual de cada perfil epistemológico no Livro 1.....	63
Figura 5	Percentual de marca textual de cada perfil epistemológico no Livro 2.....	71
Figura 6	Percentual de marca textual de cada perfil epistemológico no Livro 3.....	77
Figura 7	Percentual de marcas tipo exercícios por capítulos no Livro 3.....	79
Figura 8	Percentual de marcas de cada perfil epistemológico nos livros analisados.....	83
Figura 9	Percentual de cada perfil epistemológico nos três livros analisados.....	84
Figura 10	Número de fragmentos analisados.....	86
Figura 11	Percentual de perfis epistemológicos nos parágrafos.....	88
Figura 12	Percentuais de perfis epistemológicos nos exercícios.....	90
Figura 13	Percentuais de perfis epistemológicos nos experimentos dos três livros.....	94
Figura 14	Percentuais de perfis epistemológicos nos iconográficos dos três livros.....	97
Quadro 1	Descritores do método científico (Campos e Cachapuz, 1997).....	33
Quadro 2	Descritores sobre a história da ciência (Campos e Cachapuz, 1997).....	34
Quadro 3	Descritores sobre a Ciência, Tecnologia e Sociedade (Campos e Cachapuz, 1997).....	35
Quadro 4	Tipos de fragmentos semânticos que serão considerados e suas características.....	42
Quadro 5	Livro-de-códigos de Descritores de Marcas Textuais.....	54
Quadro 6	Valor estatístico calculado para o Livro 1.....	64
Quadro 7	Valor estatístico calculado para o Livro 2.....	71
Quadro 8	Valor estatístico calculado para o Livro 3.....	78
Tabela 1	Matriz de concordância entre dois juízes.....	49
Tabela 2	Codificação dos fragmentos encontrados no Livro 1.....	61
Tabela 3	Codificação dos fragmentos encontrados no Livro 2.....	69
Tabela 4	Codificação dos fragmentos encontrados no Livro 3.....	76
Tabela 5	Categorização de parágrafos (PRG).....	88
Tabela 6	Categorização de exercícios (EXE).....	90
Tabela 7	Frequência de fragmentos tipo experimento nos dois perfis analisados.....	94
Tabela 8	Categorização dos fragmentos iconográficos (ICO).....	97

A EPISTEMOLOGIA-EM-USO: IMAGENS DE CIÊNCIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA.

“Nós criamos uma civilização global em que os elementos mais cruciais – o transporte, as comunicações e todas as outras indústrias, a agricultura, a medicina, a educação, o entretenimento, a proteção ao meio ambiente e a importante instituição democrática do voto – dependem profundamente da ciência e da tecnologia. Também criamos uma ordem em que quase ninguém compreende a ciência e a tecnologia. É uma receita para o desastre. Podemos escapar ilesos por algum tempo, porém, mais cedo ou mais tarde, essa mistura inflamável de ignorância e poder vai explodir na nossa cara”. Carl Sagan (1996).

I - INTRODUÇÃO:

Para apresentar como surgiu a pesquisa que deu origem a essa dissertação, é necessário retomar minha atividade profissional. Sou professor de química no Ensino Médio desde o final da década de 70 e atuo no Ensino Superior há dois anos. Desde o início de minha atividade docente, a reflexão sobre como ensinar ciências esteve presente. Ao entrar em uma sala de aula, foi necessário tentar definir o porquê ensinar, o como ensinar, o para quem ensinar e o que ensinar.

Essa reflexão sobre o ensino da ciência também se voltava sobre a natureza da ciência. A dimensão didática e a epistemológica cada vez mais se uniam. A didática e a epistemologia foram se constituindo como elementos inseparáveis na auto-avaliação de minha atividade docente.

Particularmente, no Ensino Médio, em função da reformulação do caráter e dos propósitos desse segmento (LDB, DCN, PCN), o papel do ensino de ciências para a formação do adolescente foi recolocado em discussão.

Mas, ensinar ciências trouxe não só uma reflexão sobre o porquê, para quem, o que e o como ensinar ciências. Fui tomando consciência de que era importante também compreender como meus alunos viam a ciência.

A visão de ciência dos alunos não é construída apenas dentro dos limites das escolas. O crescente desenvolvimento tecnológico, como abordaremos mais à frente, tomou conta de todos os aspectos da vida cotidiana. A vida cidadã, a meu ver, para ser plena necessita, entre outros fatores, que todo cidadão entenda e possa fazer escolhas conscientes sobre as decorrências das tecnologias utilizadas.

Assim, compreender o que é ciência, para que ela serve, como se relaciona com a tecnologia por um lado e com a sociedade por outro, não só é importante para formar cidadãos, mas também para formar o próprio cientista.

Como professor em escolas públicas, dos mais diversos tipos, como também em escolas particulares, minha percepção era praticamente a mesma: usamos a tecnologia em quase tudo e, nossos alunos não compreendem quase nada dessa tecnologia.

Com essa percepção, pude ir construindo não só minha didática de sala de aula, com erros e acertos, mas também o sentido do ensinar ciências, buscando aprofundar a temática tecnológica como forma de efetivar contextos para o aprendizado, assumindo o desafio apresentado pela reflexão de Carl Sagan.

Fiz especialização em História da Ciência, na FAFICH-UFMG, simultaneamente com uma especialização sobre Metodologia do Ensino Superior no CEPENMG. Pude compreender e acompanhar as controvérsias a respeito do papel da Tecnologia no Ensino de Ciências que visavam à “alfabetização” tecnológica, aceitando a necessidade de colocar a tecnologia como contexto para o ensino de ciências, mas em uma perspectiva crítica, sem transformar a tecnologia em um mito progressista.

Pude compreender também que minha trajetória de ensino era muito similar à trajetória que a didática de ciências fazia em muitos países: do **ensino para a ciência** para um **ensino pela ciência**.

Porém, a questão da visão de ciência construída pelo aluno, que pouco aparece na literatura específica, necessitava ser aprofundada.

A entrada para o mestrado em educação na FAE-UFMG foi a oportunidade de apresentar esse tema e desenvolvê-lo de forma mais ampla, com metodologia mais adequada e referencial teórico mais refinado para discuti-lo.

Ao desenvolver o projeto de pesquisa, que deu origem a essa dissertação, bem como a outros trabalhos apresentados em eventos, como o V ENPEC, o XIII ENEQ, seminários específicos sobre a história e a epistemologia da ciência, meu universo de contato e reflexão se ampliou significativamente. Pude participar de um grupo de pesquisa educacional sobre ensino de ciências, o grupo INOVAR, que se transformou em um apoio e em momentos de grande aprendizado sobre a prática da pesquisa e discussão de resultados educacionais.

Hoje, continuo atuando como professor de química do Ensino Médio, espaço que me permite refletir sobre a didática do ensino de ciências com os “pés no chão” da sala de aula, isto é, no calor da própria interação com meus alunos e com meus colegas de trabalho. Atuo também na coordenação pedagógica do Ensino Médio, o que me coloca o desafio mais amplo sobre a mediação na aprendizagem. Elaboro cursos e participo da capacitação de professores de química, o que me permite ensinar e aprender com professores que atuam nas mais diversas regiões do país.

Assim, estar situado em uma comunidade de investigação da sala de aula - o que me confere maior espaço de reflexão sobre minha ação e sobre meus resultados - me permite retomar, dentro de uma perspectiva ampla, teórica e metodológica, a busca por compreender como se forma o imaginário científico de nossos adolescentes dentro do processo escolar e como esse imaginário se insere na formação da cidadania de nossos jovens.

Para desenvolver essa perspectiva, percebi a necessidade de iniciar esse estudo, a partir de alguma das várias facetas envolvidas na construção da imagem de ciência de nossos alunos dentro do processo escolar. Dada a multiplicidade de fatores envolvidos nesse processo, percebi que iniciar pela dimensão do livro didático na construção da imagem da ciência possibilitava um primeiro passo nessa busca. Possibilitava desenvolver referências teóricas, evidências e conclusões iniciais para essa pesquisa epistemológica do ensino de ciências.

Decidi, portanto, delimitar minha temática pelo estudo da imagem de ciência explícita e implícita nos livros didáticos. Assim, escolhi o seguinte problema para esta pesquisa: Qual é a imagem de ciência presente nos livros didáticos de química?

II - A CONSTRUÇÃO DE IMAGENS DE CIÊNCIA E A CIDADANIA.

O ensino brasileiro tem sofrido, nos últimos anos, muitas modificações: nova LDB (Lei de Diretrizes e Bases), novas diretrizes curriculares, parâmetros curriculares, ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), projetos pedagógicos, novas práticas educacionais, interdisciplinaridade, pedagogias diferenciadas, dentre outras. Essas mudanças propõem alterações no ensino básico e, em especial, no ensino médio.

No Brasil, diversos pesquisadores da área de ensino de ciências vêm discutindo a natureza epistemológica da ciência e seu papel no ensino de ciências (PAULA, 2004; EL-HANI *et al*, 2004; PFUETZENREITER, 2003; LABURU e ARRUDA, 2002; ARRUDA *et al*, 2001; DA ROS e DELIZOICOV, 1999; LIMA, 1999; DELIZOICOV, 1995). Essas pesquisas têm apontado para mudanças a serem instituídas na educação escolar de modo a torná-la um instrumento para a compreensão da atividade científica enquanto um empreendimento cultural.

A própria natureza epistemológica da ciência tem sido objeto de grandes discussões e aprofundamentos, dando origem a várias abordagens historiográficas. Desde o empirismo-positivista até o racionalismo-construtivista surgiram várias referências para compreender a natureza da ciência e seu desenvolvimento (CAMPOS e CACHAPUZ, 1997).

Nesse contexto, muitas formulações alcançaram grande repercussão. Podemos destacar as críticas de Popper ao empirismo e suas noções sobre o falsacionismo; os estilos de pensamento e o pensamento coletivo de Fleck; a noção de paradigmas, revolução científica e ciência normal de Khun; a epistemologia de Bachelard; o papel do conhecimento tácito na descoberta científica de Michael Polanyi; os programas de pesquisas de Lakatos; o anarquismo metodológico de Feyerabend e até mesmo o extremo relativismo da “antropologia”¹ da ciência de Latour e Bloor e as contrapartidas como o “realismo ontológico” de Bunge, ou mesmo a epistemologia baseada na autopoiese de Maturana e Varela.

¹ 1. A antropologia da ciência é muitas vezes designada de sócio-construtivista (Oliveira e Conde, 2002) ou de construtivismo social (Castañon, 2005). Castañon apresenta em seu artigo “Construtivismo e ciências sociais” um pequeno “espectro” das vertentes que se denominam (por razões completamente diversas) construtivistas.

Essas discussões contribuíram de forma significativa para a compreensão da natureza da ciência, do conhecimento científico, da atividade científica e do seu impacto sobre nossa sociedade.

1. EPISTEMOLOGIA E O LIVRO DIDÁTICO

A discussão epistemológica em relação à natureza da ciência visa a obter uma maior compreensão sobre a atividade científica tem em si mesma, isto é, como compreender a natureza da ciência, seu papel, o papel do cientista e sua importância em nossa sociedade. Essa compreensão tem enorme relevância na busca da educação científica de futuros cidadãos (CACHAPUZ *et al*, 2005) em um mundo impregnado de ciência e tecnologia.

Guilbert e Meloche (1993) assinalam que a formação de professores com melhor compreensão dos modos de construção do conhecimento científico tem relevância não apenas teórica, mas é uma questão eminentemente prática. Isso porque objetiva compreender a importância prática, para a ação do professor, da formação epistemológica e, a partir disso, potencializar sua ação com seus alunos.

Cachapuz *et al* (p. 63 a 65, 2005) apresenta 10 aspectos que devem ser considerados na análise ou elaboração de um currículo de ciências para favorecer a construção de conhecimentos científicos:

1. Apresentam-se situações problemas adequadas?
2. Propõe-se uma reflexão sobre o interesse das situações-problema?
3. Propõe-se uma análise qualitativa, significativa que ajude a compreender as situações-problema?
4. Propõe-se a emissão de hipóteses, fundamentadas nos conhecimentos disponíveis?
5. Propõe-se a elaboração de estratégias, incluindo desenhos experimentais?
6. Propõe-se a análise profunda dos resultados à luz dos conhecimentos disponíveis?
7. Propõe-se a consideração de possíveis perspectivas sociais, tecnológicas e ambientais?

8. Pede-se um esforço de integração que considere a contribuição à construção de um corpo coerente de conhecimentos?
9. Presta-se atenção à comunicação como aspecto essencial da atividade científica?
10. Potencializa-se a dimensão coletiva do trabalho científico?

Esses aspectos levantados por Cachapuz para o enriquecimento do currículo do ensino de ciências é um bom exemplo da incidência positiva que pode ter a explicitação da natureza da ciência.

Essa explicitação acaba levando à necessidade de que o processo ensino/aprendizagem das ciências deixe de estar baseado na transmissão (ensino) através do professor e dos livros didáticos de conhecimentos já elaborados e se volte para a sua assimilação/acomodação (aprendizagem) pelos estudantes.

Existem inúmeros autores que, como Cachapuz (DUARTE, 1993; SANTOS, 1999; WESTPHAL e PINHEIRO, 2004; MOREIRA, 2004, PAULA, 2004, etc), indicam, de uma forma ou de outra, a relação entre a epistemologia, particularmente contemporânea, e a busca de um melhor resultado educacional, seja na formação de cidadãos, de cientistas, ou na própria atração de jovens para carreiras científicas.

O reconhecimento da existência de relações entre a epistemologia e o ensino-aprendizagem das ciências faz parte de uma espécie de consenso, às vezes tácito, às vezes explícito, dentro da comunidade científica que trabalha no âmbito da didática das ciências. No entanto, os trabalhos, em geral, não nos indicam a correlação entre um bom aprendizado de ciências e uma visão epistemológica mais contemporânea.

A análise epistemológica pode dar pistas sobre a dimensão epistemológica na prática do professor em sala de aula e sua interferência no currículo desenvolvido na escola.

A própria dimensão histórica do livro didático pode ser percebida pela análise epistemológica. Bachelard (1948, p. 28,29) assinalou que no século XVIII os livros falavam da natureza, da vida cotidiana, com uma linguagem acessível ao leitor. No entanto, no século XX, os livros têm se tornado auto-suficientes, eles fazem perguntas e as respondem, apresentam a ciência como algo organizado sem levar em conta os conhecimentos e interesses do leitor.

Bensaude-Vincent *et al*, ao analisar o livro didático em seu artigo “The Power of didactic writings” (2005), descrevem que a distinção entre a criação científica e a exposição científica é percebida intuitivamente e aceita como natural nos dias de hoje. Os autores sugerem que essa visão pode ser identificada no início do século XIX. Na França, isso foi claramente enunciado pelo fundador do positivismo, Auguste Comte. Na segunda lição de seu popular “Cours de philosophie positive” (1830), Comte explicita o estado que as mais avançadas ciências não podiam mais ser ensinadas através da ordem cronológica das descobertas. O ensino requereu uma consistente e orgânica reconstrução do conhecimento independente dos atuais processos de produção de conhecimento. Comte a denominou de “ordem dogmática” em contraste com a “ordem histórica” de exposição.

Embora Comte tenha estabelecido que a ciência não podia ser plenamente compreendida sem sua história, ele considerava a ordem dogmática necessária para os propósitos educacionais (Bensaúde-Vincent, 2005). É impossível, argumentou Comte, desenvolver em um intelecto individual, muito freqüentemente medíocre, o nível de conhecimento adquirido por muitas gerações de gênios. Nenhum indivíduo, para Comte, poderia se desenvolver seguindo rigorosamente todos os passos da humanidade na linha do tempo.

Faz-se, então, necessário um atalho, a reconstrução lógica do presente estado do conhecimento. Mais que uma simples fenda, a dicotomia entre a ordem dogmática e a ordem histórica requer uma opção: a apresentação histórica ou a apresentação dogmática. Comte admitiu que muitos livros textos faziam, de fato, uma mistura entre as duas ordens, mas ele insistia que tais compromissos eram inconsistentes porque a ordem dogmática era incompatível com a exposição histórica da ciência, ou eles se apoiariam sobre uma narrativa parcial do passado.

Dada essa origem positivista, era esperado que os filósofos anti-positivistas questionassem a dicotomia entre a geração de conhecimento e a exposição didática. Ao contrário, no século XX, a análise do livro tradicional veio a reforçá-la (Bensaude-Vincent, 2005, p.363). Bachelard (1948) insistiu que esse “divórcio” era uma característica da idade científica, inevitavelmente consequência de uma ruptura entre o pré-científico e o espírito científico. Enquanto a primeira era ametódica e errante, o caminho científico do pensamento era “treinado em laboratórios oficiais e codificado em livros didáticos”. Bachelard enfatizava que os livros textos de física eram repetitivos e sob estrito controle.

Eles estocavam a ciência fixada e socializada que poderia passar por natural apenas em um imutável currículo escolar (Bensaude-Vincent). O livro didático não era descritivo, mas prescritivo, não era para transmitir significado, mas para passar comandos.

Thomas Kuhn (1962) adicionou conservadorismo na elaboração do livro texto de ciências. Livros tinham significado para a perpetuação do paradigma, para treinar estudantes em resolução de quebra cabeças ou então inventar novos problemas. Kuhn argumentava que os livros assumiam a função conservadora através de várias maneiras. Eles apresentavam somente o estabelecido e incontrovertido conhecimento, resultado estável de revoluções científicas passadas.

Os livros didáticos regularmente ocultavam outras revoluções pela eliminação histórica ou por apresentarem o presente estado de conhecimento como o produto final de uma acumulação linear de dados. Eles, conseqüentemente, disfarçavam os atuais procedimentos da descoberta e da justificativa. Como ferramentas para treinar (emular) rituais de introdução em uma comunidade científica, eles eram poderosos precisamente porque estabilizavam uma disciplina negando as mudanças científicas (Bensaude-Vincent, 2005).

A despeito das diferenças Comte, Bachelard e Kuhn, tais autores compartilham de vários aspectos sobre o tema. Eles assumem que a existência do livro didático (ou exposição didática da ciência) é necessária. Enfatizam que os livros didáticos não são espelhos da ciência em ação e concordam que livros textos deliberadamente mudam a imagem de ciência, distorcendo a real natureza da atividade científica para propósitos didáticos.

No entanto, aprender sobre ciência é diferente de aprender ciência. Tem a ver com a compreensão da natureza da ciência. A necessidade de uma outra dimensão curricular é consequência de uma nova visão sobre a ciência e seu ensino. A necessidade de um caráter formativo, humanista na educação básica, levou a didática de ensinar ciência para a ciência à didática de educar pela ciência (SANTOS, 1999). A preocupação curricular com a compreensão da natureza da ciência não é dos dias de hoje, porém ganhou força com as mudanças curriculares ocorridas nas últimas décadas, cujas finalidades educativas deixaram de ser internalistas e passaram para uma concepção de educação através da ciência que revaloriza objetivos de formação pessoal e social.

Trata-se agora de investigar se existe uma nova dimensão da natureza da ciência presente nos livros didáticos desenvolvidos para as novas concepções de ensino. Significa tentar perceber se os livros didáticos apresentam uma nova dimensão epistemológica ou ainda estão presos à epistemologia defendida por Comte, e percebida por Bachelard e Kuhn. Isto é, se os textos mantêm a dicotomia entre a ciência em ação e a exposição dos conhecimentos científicos.

2. EPISTEMOLOGIA, TECNOLOGIA E CIDADANIA.

Em uma sociedade tecnológica como a atual, com tantas contradições e desafios, a imagem de ciência e dos cientistas, como também da tecnologia é fundamental para a formação da cidadania plena (SANTOS e SCHNETZLER, 1997).

Estudos de Milton Santos apontam que *“A base técnica da sociedade e do espaço constitui, hoje, um dado fundamental da explicação histórica, já que a técnica invadiu todos os aspectos da vida humana em todos os lugares”* (SANTOS, 1997. p. 67).

Milton Santos (1997) já ressaltava que o nosso meio geográfico teria se transformado em um meio tecno-científico informacional (ciência+tecnologia+informática) que englobava todas as dimensões da atividade humana. Assim como percebemos uma hidrosfera, uma atmosfera, uma biosfera, a sociedade tinha desenvolvido uma “tecnosfera” (SANTOS, 1997) que necessita ser compreendida em todas as suas dimensões.

No II Congresso Ibero-americano de Educação em Ciências (Córdoba, Argentina, setembro de 2000) que se desenvolveu sob o tema: “Ciência para todos: calidad y equidad” os principais expositores (GIL-PÉREZ e POZO J.) concordaram que um dos mais fortes argumentos que sustenta a necessidade de “uma ciência para todos” é a necessidade de que os cidadãos sejam capazes de *“entender el mundo para poder tomar decisiones fundadas sobre él”* (CUDMANI, 2001).

Considerando a importância da ciência na vida das pessoas, estamos interessados em compreender como o imaginário científico é construído/desconstruído/reconstruído no cotidiano da sala de aula. Compreender a construção do imaginário científico significa conhecer as várias facetas de como a visão de ciência é construída pelos alunos durante o processo escolar.

Campos e Cachapuz (1997) chamam a atenção para o papel dos livros didáticos na formação das concepções de ciência e de cientistas entre os estudantes e professores. Esses

autores mostram, em suas pesquisas, que o livro didático de química é um “*instrumento didático e habitual*” e é majoritariamente utilizado pelos professores e alunos e, portanto, “*exerce uma influência marcante no processo de ensino-aprendizagem*”. Para esses autores, o livro didático é “*relevante para as concepções de ciência e cientistas construídas pelos alunos*” (CAMPOS e CACHAPUZ, 1997, p.23).

Maria Eduarda Santos (p. 51, 1999) discute que princípios, valores, ideologias e mitos relacionados à imagem da ciência têm muito a ver com visões do mundo (pessoais e sociais) e com questões básicas de natureza filosófica relacionadas com a ordem e à inteligibilidade do cosmos. Assim, freqüentemente, surgem, segundo a autora, questões sobre a natureza e o status da ciência, sobre sua linguagem e sobre o lugar da história da ciência no ensino da ciência. E essas relações epistemológicas estão subjacentes no livro didático escolhido pelo professor e manuseado pelos alunos durante o processo escolar.

Diversos trabalhos sobre análise de conteúdo de livros didáticos, embora utilizando diferentes metodologias ou perseguindo diferentes objetivos, mostram direta ou indiretamente a importância destes no cotidiano da prática de ensino (AGUIRRE DE CÁRCER, 1993; BRINCONES & OTERO, 1994; CALDAS, 1999; CALDAS & SALTIEL, 2000; ISLAS & GURIDI, 1999; CUNHA & CALDAS, 2000; CALDAS & SALTIEL, 2001).

As diferentes investigações indicam que o professor funciona como um elo de ligação entre os alunos e os textos didáticos e, a partir destes, prepara as suas aulas, escolhe as questões a discutir e monta as suas atividades em sala de aula.

Assim, para Caldas e Saltiel (2001), parece indiscutível a relevância do papel desempenhado pelos livros didáticos no processo de aquisição do conhecimento e de como estes podem contribuir, positiva ou negativamente, para a formação ou permanência das chamadas concepções de senso comum e dos modos de raciocínio de estudantes e professores.

Jiménez Valadares (2001) discute que, embora exista uma tentativa de incorporar novos recursos à prática pedagógica, a realidade vem mostrar que o livro didático é o meio mais amplamente aceito e, muitas vezes, o único, utilizado pelos membros da comunidade educativa (professores, alunos e pais).

Para a autora, esse fato inquestionável possui indubitáveis repercussões econômicas e sociais, seja por constituir o sustento de muitas editoras ou por provocar protestos das associações de pais de alunos por causa de seu elevado custo.

Assim, se a necessidade do caráter formativo do currículo tem que responder à formação da cidadania, já que esta integra uma enorme rede de problemas da vida comunitária as quais a escola não pode ficar alheia. Significa, para nós, que é necessário investigar se os diferentes livros didáticos das diversas disciplinas estão suficientemente amadurecidos para mobilizar saberes, vontades e energia para responder aos grandes desafios centrados na dimensão formativa da educação pela ciência.

3. CIDADANIA E O LIVRO DIDÁTICO

Segundo Maria Eduarda Santos (1999), a reconceitualização do ensino da ciência corresponde a uma mudança de um alinhamento discursivo radicado em uma lógica de aprendizagem de conceitos no interior da ciência (a autora denominou de aprendizagem conceitual disciplinar, SANTOS, 1998). Essa primeira grande mudança tem um caráter internalista, também denominada de ensino da ciência e para a ciência.

Nessa perspectiva, o livro didático apresenta a idéia de conhecimento científico apoiado no conhecimento estabilizado, não conflituoso, subjacente de um método científico rigoroso e suficiente para desenvolver conhecimento seguro semelhante à função descrita por Comte, Bachelard ou Kuhn.

O livro didático deve, portanto, emular as dimensões da ciência como ritual preparatório para o ingresso em uma comunidade científica. Não é à toa que, nos vários gêneros de divulgação científica, o livro didático é visto como o menos criativo, talvez o último nos vários gêneros desenvolvidos: “o patinho feio” que corresponde a quase um manual do usuário para o futuro cientista que esta sendo formado.

Porém, Maria Eduarda Santos aponta um segundo alinhamento discursivo, uma reconceitualização do currículo que atende a uma lógica e a uma orientação axiológica regida por valores e princípios básicos que conduzem à preparação para o exercício da cidadania (SANTOS, 1998, 1999, SCHNITZLER e ARAGÃO, 2000).

Esse último alinhamento leva em conta que o cidadão participante da sociedade (SANTOS, 1999; SCHNITZLER e ARAGÃO, 2000) é atualmente mais exigente e mais complexo, e o exercício da cidadania necessita de uma educação que recuse a aceitação

acrítica da autoridade da ciência e da tecnologia, e que o saber deve estar ligado, indissolivelmente, a valores que se assentam na dignidade da pessoa humana.

Segundo Maria Eduarda Santos, a atual reconceitualização do ensino das ciências, como acontece no movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade, tem que renunciar ao otimismo positivista dos saberes, mas também deve rejeitar a ilusão do primado absoluto de competências, atitude e valores. Significa não subestimar a importância da conceitualização dos conhecimentos científicos, mas que a mente que constrói conceitos e esquemas de pensamento é, em todas as circunstâncias, uma mente individual que busca significados.

Nessa dimensão, a autora nos apresenta elementos de uma progressiva tomada de consciência curricular (SANTOS, p.27, 28, 1999) que aponta para um ensino de ciências que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e de teorias centrados em conteúdos canônicos. Um ensino que tenha uma validade cultural, para além da validade científica e, como meta, ensinar a cada cidadão o essencial para chegar a sê-lo de fato aproveitando as contribuições para uma educação científica e tecnológica (SANTOS, p. 25, 1999). Ao contrário de isolar, procura que se estabeleçam interconexões entre as ciências naturais e os campos social, tecnológico, comportamental, cognitivo, ético e comunicativo.

Assim, a reconceitualização do ensino de ciências (saindo do ensino da “ciência pura” para uma “concepção tipo a CTS”) engendra uma dinâmica de reinvenções curriculares. Os Parâmetros Curriculares e seus complementos para a área da Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias representam uma indicação nesse sentido.

As respostas curriculares, por sua vez, engendram a necessidade de inovação em material curricular, isto é, a inovação nos livros didáticos.

Nesse sentido, Maria Eduarda Santos (1998) desenvolveu uma pesquisa sobre a incidência dessas novas dimensões epistemológicas em livros didáticos portugueses. Segundo a autora, as reflexões teóricas e os resultados empíricos proporcionaram evidências de que os manuais não dão resposta ao *ethos* da ciência atual, que as relações de tipo CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) estabelecem.

Embora ocupem mais espaço do que o inicialmente previsto, essas relações não têm em conta o caráter operatório da ciência, raramente projetam o seu ensino para contextos do mundo real e que diferenças de perspectivas epistemológicas e de concepções de ensino

não se traduziram em correspondentes diferenças na cobertura e na sofisticação preconizada pelos movimentos CTS, embora já indiquem alguma diferenciação qualitativa.

Assim a questão da reflexão sobre a reconceitualização do ensino de ciências pode ser desenvolvida pela investigação acurada da imagem de ciência subjacente aos livros didáticos mais utilizados pelos professores em sala de aula.

Pesquisar a imagem da ciência para tentar levantar evidências sobre os possíveis impactos pedagógicos da natureza da atividade e do conhecimento científico na terminalidade da educação básica, que tem como finalidade educativa a formação da cidadania.

III - A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA DA NATUREZA EPISTEMOLÓGICA DA VISÃO DA CIÊNCIA.

Chevallard (1991) introduziu o termo “transposição didática” para nomear o processo de transição que vai do “objeto do saber” ao “objeto de ensino”. Se bem que seu objetivo estava centrado na didática da matemática, seu uso se estendeu à didática de outras disciplinas científicas. É indubitável que tal conceito permite dar conta de uma realidade do ensino que todo docente conhece: a teoria dos cientistas e a teoria ensinada pelo professor não são idênticas, como tão pouco o é a aprendida pelos alunos. Em boa medida isso é produto das necessárias adaptações que deve fazer o docente para conseguir algum grau de aprendizagem por parte dos alunos.

Isto leva o professor a adaptar a linguagem, as ferramentas matemáticas que utiliza, o grau de simplificação das aplicações, a idealização de exemplos, etc. Segundo Paruelo (2003), esse processo estabelece uma diferença entre ambas as teorias (a dos cientistas e a ensinada) e conduz a uma diferença maior entre as teorias quanto menor é o nível educativo sobre o que se trabalha.

A distância entre a teoria do cientista e a teoria ensinada pelo professor é maior no nível inicial do que no último ciclo da educação básica. Se, além da formação geral do estudante, a escola persegue também o objetivo de ensinar conteúdos, isto é, teorias científicas, então é de se esperar que a teoria dos cientistas e a teoria ensinada tendam a aproximar-se à medida que avançam nos níveis educativos.

Por tratar-se de uma imagem gráfica, poderíamos pensar a teoria dos cientistas como uma reta da qual uma curva (que representa a teoria ensinada) se aproxima assintoticamente (sem tocá-la) à medida que o nível educativo cresce. (PARUELO, 2003, p.330).

Vários autores (GIL PEREZ *et al* 2001; PARUELO, 2003; CACHAPUZ *et al*, 2005, etc) têm apontado que, ao se fazer a transposição didática, algumas questões relacionadas à epistemologia da ciência podem ser deixadas de lado. Esse fato impediria a convergência esperada entre as teorias, conduzindo às seguintes situações:

- a) circularidades ou contradições que geram confusão nos alunos;

b) confusões que podem conduzir a uma má compreensão da metodologia científica;

c) o ensino de teorias diferentes das desenvolvidas pelos cientistas, sem que se consiga a mencionada convergência.

A pesquisa epistemológica surge naturalmente como uma ferramenta útil e necessária para o desenvolvimento de novas estratégias educacionais. Isto tem sido posto em evidência em vários trabalhos desenvolvidos sobre tudo nos últimos quinze anos. É habitual que investigadores em ensino de ciências abordem temas vinculados a epistemologia. Por outro lado, não é tão habitual que os filósofos da ciência abordem o tema. É raro encontrar trabalhos sobre a relação entre filosofia da ciência e ensino da ciência nos congressos de filosofia (PARUELO, 2003).²

Para Cachapuz et al (2005, p. 38), a análise do ensino das ciências tem mostrado entre outras coisas, graves discordâncias da natureza da ciência que justificam, em grande medida, tanto o fracasso de um bom número de estudantes, como o desencanto para com a ciência. Esses estudos são concordantes com as conclusões de Guilbert e Meloche (1993) ao afirmarem, “que o melhoramento da educação científica exige, como requisito iniludível, modificar a imagem da natureza da ciência que nós, professores, temos e transmitimos”.

Com efeito, numerosos estudos mostraram que o ensino transmite visões de ciências que se afastam notoriamente da forma como se constroem e evoluem os conceitos científicos (Mc COMAS, 1998; FERNANDÉZ, 2000, GIL-PEREZ et al, 2001). Como afirma Cachapuz *et al* (2001), “visões empobrecidas e distorcidas que criam o desinteresse, quando não a rejeição, de muitos estudantes e se convertem em um obstáculo para a aprendizagem”.

A análise do conteúdo dos livros didáticos constitui um instrumento de investigação pedagógica de indubitável interesse no campo da didática das ciências experimentais. Esse é um grande “guarda-chuva” que abriga diferentes enfoques e pesquisas. Podemos mencionar a análise da estrutura:

² Kuhn, por razões da própria trajetória, é uma exceção. No entanto, a quantidade de estudos sobre epistemologia nos encontros sobre ensino de ciências, não deixa de ser um indício da necessidade de referências epistemológicas para as concepções didáticas no ensino de ciências.

a) sintática: conceitos presentes, seqüência dos conteúdos, etc (PERALES, 1987; JIMENEZ, 2001, etc);

b) semântica: compreensão de textos, argumentações utilizadas, estudos sobre as linguagens, sobre as analogias utilizadas, etc (OTERO, 1990, ELLINGE e ROBERTS, 1993, IZQUIERDO e RIVERA, 1997, MILAGRES e JUSTI, 2001, MORTIMER e SCOTT, 2002, MOL, 2002, BRAGA, 2003);

c) simbólica: ilustrações presentes, etc (CARNEIRO, 1997; VALLADARES et al, 2001, MARTINS *et al*, 2005, etc);

d) curricular: erros conceituais, tipos de atividades incluídas, etc (BEL e PEARSON, 1992; CACHAPUZ, 1995; FERNANDÉZ, 2000; GIL-PÉREZ, *et al* 2001; SILVA, DE CARO E BORGES, 2005, etc);

e) evolutiva: variações temporais, evolução dos livros textos, etc (MORTIMER, 1988, MODDY, 1996; BENSAUDE-VINCENT, 2005, etc);

Além dessas abordagens de pesquisa, também identificamos estudos sobre o grau de dificuldade dos conteúdos (SHAYER e ADEY, 1984; CALDAS E SALTIEL, 2001) e a seleção de livro didático (LOGUÉRCIO, SAMRSLA e DEL PINO, 2001; NUÑES *et al*, 2001; GARCIA *et al*, 2002, etc.).

Em nossa pesquisa, que se encaixa na dimensão da análise curricular dos livros textos, nos propomos a analisar como os livros didáticos de química apresentam a ciência e o “método científico”, como vislumbram e se apóiam na história da ciência e como tratam das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Outro aspecto relevante identificado na literatura é a existência de visões deformadas sobre a ciência e o trabalho científico dentro do conjunto de professores de ciências (GIL-PÉREZ *et al*, 2001; FERNANDÉZ, 2000; CACHAPUZ, 1995; BEL e PEARSON, 1992). Essa identificação nos coloca a necessidade de providências e orientações para que o professor possa reconhecer e tomar consciência das visões deformadas e, assim, modificar sua própria concepção epistemológica sobre a ciência e a construção do conhecimento científico.

Cachapuz et al (2001) rebatem a contra-argumentação de que esta dissonância não impediu aos docentes de desempenharem a tarefa de transmissores dos conhecimentos científicos. Os autores ressaltam as limitações de uma educação científica centrada em uma

mera transmissão de conhecimentos – limitações postas em relevo por uma abundante literatura, recolhida em boa medida nos Handboks já publicados (GABEL, 1994; FRASER e TOBIN, 1998; PERALES e CANAL, 2000) e que deram origem a investigações que evidenciam concepções inadequadas e mesmo incorretas como um dos principais obstáculos aos movimentos de renovação da Educação em Ciência.

A reflexão sobre a visão de ciência presente no livro didático (e como essa visão vem sofrendo modificações nas últimas décadas) pode se constituir em instrumento extraordinário para que o professor possa (re)conhecer visões deformadas e, assim, (re)pensar a natureza do trabalho científico (GIL-PÉREZ *et al*, 2001) servindo como uma das referências para o professor no processo de escolha do livro didático que utilizará durante o ano letivo (GARCIA *et al*, 2002; LOGUERCIO, SAMRSLA e DEL PINO, 2001).

Essas reflexões se aliam às novas orientações do processo educacional brasileiro e ao movimento intenso de reformulação curricular em diversos países, levando os autores a proclamarem a necessidade de articular, em bases mais sólidas, o ensino de ciências com perspectivas epistemológicas mais contemporâneas, como indica a pesquisa de Campos e Cachapuz (1997).

Uma das conclusões desses autores em relação à importância da pesquisa epistemológica em livros didáticos é a de possibilitar aos alunos, através de concepções de ciência, a construção do conhecimento científico mais adequado a uma visão contemporânea da ciência e dos cientistas. Dessa forma, o objetivo desse tipo de estudo é contribuir para efetivar, na aprendizagem científica, valores educativos éticos e humanísticos que possibilitem ultrapassar a simples aprendizagem de fatos, leis e teorias científicas (CAMPOS e CACHAPUZ, 1997, p.23).

Assim, as pesquisas nos indicam que a compreensão significativa de conceitos científicos necessita superar o reducionismo conceitual e dotar o ensino de ciências como uma atividade, próxima à investigação científica, que interage aspectos conceituais, procedimentais e axiológicos (CACHAPUZ *et al*, 2005, p.32).

Ao focar nossa pesquisa na construção da imagem de ciência pelos estudantes de ensino médio, queremos entender como esse processo é desenvolvido, suas facetas, suas contradições e sua complexidade. Esse é um tema de extrema relevância para a produção

de políticas públicas ou privadas na busca do desafio colocado claramente por Carl Sagan na introdução desse projeto. Assim, na delimitação dessa temática, desenvolvemos o seguinte problema para esta pesquisa:

- Qual é a imagem de ciência presente nos livros didáticos de química?

IV - IMAGENS DE CIÊNCIA: QUAL A NATUREZA EPISTEMOLÓGICA DA VISÃO DE CIÊNCIA PRESENTE NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA?

Minha experiência como professor de química no ensino médio tem contribuído para a compreensão de que, quando a ciência é apresentada como processo e não como produto, a interação do aluno com o conhecimento científico é facilitada, ainda mais se as questões tecnológicas servirem como tema de fundo para o contexto desses conhecimentos. Como docente, despertei-me para a necessidade de compreender como se dá a formação do imaginário científico em sala de aula articulada com a formação da cidadania, como é proposto nas atuais orientações curriculares para o ensino médio (Brasil PCN+, 2002).

Estamos considerando que a imagem de ciência representa a compreensão da natureza da ciência em seus aspectos internos e externos, isto é, que descrição é feita sobre como funciona a ciência, como é construído seu corpo de conhecimento, como a ciência se desenvolve, qual é o papel e a importância do trabalho do cientista e como a ciência interage com a tecnologia e a sociedade, portanto, como afeta o nosso cotidiano.

De modo geral, a imagem de ciência encontrada nos livros didáticos de química é a de uma ciência descontextualizada, separada da sociedade e da vida cotidiana. O método científico é concebido como um conjunto de regras fixas para encontrar a “verdade”, seguindo mais ou menos a concepção empirista/positivista baseada na indução e no desenvolvimento acumulativo, sem marcas qualitativas do tipo histórico, tecnológico, sociológico e humanístico como tem sido apontado em algumas pesquisas (KÖHNLEIN e PEDUZZI, 2002; CAMPOS e CACHAPUZ, 1997; PORRÚA & PEREZ-FROIZ, 1994).

Pesquisas sobre a visão de ciência de professores apontam que é comum encontrar, entre professores de ciências, uma visão empirista/indutivista e a-teórica (IZQUIERDO, SANMARTÍ e ESPINET, 1999; THOMAZ, 1996; HEWSON, KERBY e COOK, 1995; JIMÉNEZ, 1995; LAKIN e WELLINGTON, 1994; DÉSAUTELS *et al.*, 1993). Nessa visão, destaca-se o papel “neutro” (não influenciado por idéias apriorísticas) da observação e da experimentação. O papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação, assim como das teorias que orientam todo o processo, não é considerada (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

No entanto, pesquisas sobre como o livro didático aborda a imagem de ciência, o método científico, a história da ciência e a interação ciência, tecnologia e sociedade, ainda são incompletas.

Assim, desenvolvemos como recorte dessa pesquisa, a seguinte problemática:

- ❖ Qual é a visão de ciência (principalmente seu papel e metodologia) existente nos livros didáticos de química?
- ❖ Como esses livros tratam a história da ciência e a relação entre ciência, tecnologia e sociedade?

Evidentemente, não se trata de analisar, na presente pesquisa, quais são as concepções epistemológicas dos autores desses livros didáticos, pois a construção de um livro didático depende de uma rede de conexões e posicionamentos que não são apenas dos autores, mas também, a partir de que projetos pedagógicos escrevem e para quem escrevem (editoras, escolas, etc.).

No entanto, o livro didático com sua visão epistemológica irá interagir com os professores e alunos que o usam. Assim, consideramos que ele representa um objeto de análise relevante para o ensino de ciências. A imagem de ciência do livro didático, explícita ou não, pode ter um papel importante na formação da imagem de ciência dos estudantes durante o processo escolar.

A partir da revisão bibliográfica que fizemos sobre o tema, formulamos a hipótese de pesquisa de que devemos encontrar, nos livros didáticos, a apresentação de uma ciência empirista/indutivista, a-histórica e descontextualizada. Por outro lado, consideramos possível encontrar livros didáticos mais recentes que apresentem uma visão mais racionalista/dedutivista, relacionada a uma história mais consistente e dentro de uma comunidade científica que reconhece e valida conhecimentos, que é impactada e que tem impacto na tecnologia e na sociedade.

V – COMO INVESTIGAR A NATUREZA EPISTEMOLÓGICA DA VISÃO DA CIÊNCIA PRESENTE NOS LIVROS DIDÁTICOS?

Para investigar a natureza epistemológica da visão da ciência presente nos livros didáticos, teremos que discorrer sobre quatro perguntas centrais: quais pressupostos e referencial teórico utilizar? Quais evidências deverão se constituir como alicerce da pesquisa? Como validar e dar confiabilidade aos procedimentos metodológicos? E, por fim, qual o desenho metodológico necessário?

1. PRESSUPOSTOS, OBJETIVOS E REFERENCIAL TEÓRICO.

O primeiro aspecto dessa pesquisa está no pressuposto de que os livros didáticos de química, no ensino médio, veiculam concepções sobre a natureza da ciência e da construção de conhecimento científico. Consideramos ainda, que é possível, identificar tais concepções nos diferentes capítulos do livro.

O segundo aspecto é a definição dos propósitos, isto é, quais são os objetivos que queremos atingir com a presente pesquisa educacional. Esses objetivos estão assinalados a seguir.

- a) Identificar a visão sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico veiculadas por livros didáticos de química, do ensino médio.
- b) Analisar a visão apresentada no enfoque sobre a ciência, o método científico, o uso da história da ciência, a relação ciência, tecnologia e sociedade.
- c) Analisar a consonância de tais imagens com uma visão mais contemporânea da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico.

As referências teóricas para análise dos livros didáticos foram desenvolvidas a partir dos trabalhos de Campos e Cachapuz (1997), que analisaram livros didáticos de química de Portugal com base em duas concepções: 1. Empirista/Positivista e 2. Racionalista/Construtivista.

É importante compreender que tal polarização emergiu diretamente do estudo dos livros didáticos, isto é, são posições epistemológicas subjacentes ao livro didático e não de qualquer levantamento historiográfico das diversas concepções epistemológicas sobre a ciência que se expressaram nas várias discussões sobre a ciência e o conhecimento científico.

Na perspectiva da pesquisa, o fundamental é precisar e caracterizar os perfis (padrões) epistemológicos existentes nos diversos livros didáticos de química e, a partir disso, comparar com as posturas epistemológicas historicamente desenvolvidas.

Em nossa pesquisa, vamos analisar os livros didáticos considerando a descrição que Campos e Cachapuz desenvolveram para cada abordagem epistemológica, no entanto, alteramos as denominações das concepções apresentadas pelos autores pelas denominações: 1. Empirista/Indutivista e 2. Racionalista/Dedutivista.

Essa alteração ultrapassa a questão pura e simples da denominação em si. Ela decorre da necessidade de diferenciar claramente as categorias, construtos associados à pesquisa de perfis epistemológicos subjacentes ao livro didático, das correntes filosóficas ou sociológicas sobre a natureza da ciência.

Consideramos a denominação empirista/indutivista mais adequada do que empirista/positivista, já que ela possibilita evitar possíveis confusões entre o nome dado a esta categoria e os posicionamentos existentes (correntes filosóficas) sobre a natureza da ciência. Sob a denominação, empirista/indutivista, é possível incluir desde as concepções indutivistas ateóricas percebidas por vários autores até as vertentes mais sofisticadas do empirismo (positivismo, positivismo lógico, etc.). Assim, os descritores apresentam as categorias da pesquisa e não pretendem descrever concepções de nenhuma das correntes filosóficas epistemológicas.

Da mesma forma, estamos considerando a denominação racionalista/dedutivista mais adequada do que racionalista/construtivista. Essa denominação tem a vantagem de não fazer referência a possíveis vertentes denominadas de construtivismo, evitando também possível relação com a vertente historiográfica por vezes denominada de construtivismo social ou sócio-construtivista, que acreditamos não ser adequada à descrição da natureza da ciência que é possível de ser encontrada em livros textos de química.

Oliveira e Condé (2002), em artigo sobre a historiografia da ciência, apresentam algumas razões para que esta não seja encontrada em livros textos de ciência.

"Thomas Kuhn é tido como um divisor de águas na história das ciências. Sua noção de paradigma como algo que circunscreve o que o cientista observa e problematiza, e a consideração de que diferentes paradigmas

científicos são incomparáveis (“incomensuráveis”) teria fomentado uma abordagem sócio-construtivista das ciências, que procura compreender a prática e o desenvolvimento científico como equivalente ao de qualquer outra instituição social, isto é, como fruto de negociações e acordos entre grupos. Dessa forma, em vez da comparação analítica das teorias, que visa à análise da coerência, ou de sua abrangência e alcance, procura-se entender o sucesso das explicações científicas como vinculado à trama social, política e institucional na qual tais explicações são produzidas, mantidas e alteradas.”(OLIVEIRA e CONDÉ, 2002. p.132)

A nosso ver, essa vertente que aparece na sociologia da ciência, apresenta, em geral, um ponto de vista de descrédito completo em relação à ciência como processo racional. Os trabalhos dessa área da sociologia da ciência (antropologia da ciência) visam apenas à descrição de como os cientistas entram em acordo.

Sob a perspectiva antropológica da ciência, foram desenvolvidos trabalhos muito interessantes sobre vários aspectos da ciência e do trabalho dos cientistas (LATOURET, 1997, 2000).

No entanto, essa abordagem é insatisfatória para uma descrição global da ciência, do seu desenvolvimento e da construção dos conhecimentos científicos (FREITAS, 2004; CUDMANI, 2001). É claro, portanto, que livros textos de ciência, escritos por cientistas e professores de ciência, não expressam esse tipo de compreensão sobre a atividade científica, isto é, é uma categoria historiográfica que não está presente nos livros didáticos de ciência.

A postura racionalista/dedutivista, proposta nesta pesquisa, não se contrapõe ao aspecto cultural do desenvolvimento científico e, ao assumi-lo, portanto, abrange desde um posicionamento racionalista absolutamente internalista até um posicionamento construtivista externalista do desenvolvimento do conhecimento científico.

A denominação racionalista/dedutivista representa, de modo global, uma referência oposta ao posicionamento empirista/indutivista.

Os quadros, a seguir, foram construídos tomando como base o trabalho de Campos e Cachapuz e apresentam a dimensão teórica de cada concepção epistemológica organizada como um conjunto de descritores que servirão de apoio para a análise das descrições

apresentadas nos respectivos livros didáticos de química apoiadas na revisão bibliográfica dos trabalhos desenvolvidos com objetivos similares aos apresentados nesta pesquisa.

Esses quadros têm o papel de apresentar as principais características das duas concepções epistemológicas consideradas. Cada quadro enfoca um aspecto específico para análise, isto é, em relação ao método científico, a história da ciência e a inter-relação ciência, tecnologia e sociedade.

Quadro 1 – Descritores do método científico (Campos e Cachapuz, 1997).

CATEGORIA	CONCEPÇÃO	
	1. Empirista/Indutivista	2. Racionalista/Dedutivista
Método Científico	* Leis e teorias científicas são apresentadas utilizando-se um mesmo procedimento, como, por exemplo, observação - hipótese-experiência - resultado - conclusões. Pode-se mesmo chegar-se ao extremo de apresentar essa seqüência de passos como sendo o método científico, ou experimental, em que as leis e teorias são estabelecidas por indução.	* Apresentam-se os pressupostos, as teorias e os modelos levados em conta na elaboração de hipóteses (partindo de problemas), clarificando-se, assim, os critérios segundo os quais se realizarão as observações.
	* As atividades propostas aos alunos são esquematizadas segundo aquele conjunto de “passos”.	* Pode apresentar o método a partir de passos como idéias ou ciclos sem um ponto obrigatório de início.
	* Parte-se da observação atenta e completa dos fenômenos para estabelecer as leis e teorias científicas, que surgem como generalizações de enunciados observacionais.	* Propõem-se aos alunos atividades diversificadas, desde o planejamento e execução de experiências, para questionar suas idéias ou as sugeridas pelo manual, a coleta de materiais, organização de informação, pesquisa bibliográfica ou interpretação de textos científicos.
	* O papel das hipóteses é pouco levado em conta ou simplesmente ignorado, na relação entre teoria e observação.	* Evidencia pluralismo metodológico na apresentação das leis e teorias científicas.

Quadro 2 – Descritores sobre a história da ciência (Campos e Cachapuz, 1997).

CATEGORIA	CONCEPÇÃO	
	1. Empirista/Indutivista	2. Racionalista/Dedutivista
História da Ciência	* A história da ciência ou não existe ou é apresentada com carácter meramente factual, por exemplo, em “boxes” à parte do texto principal, ou em pequenas biografias, onde se transcrevem datas relativas a cientistas e descobertas, ou episódios históricos desligados dos conceitos e teorias que estão sendo abordados.	* Aproveita períodos de controvérsia científica (por exemplo, química do oxigênio, teoria atômica, atmosfera primitiva no início da formação da vida, queda livre, etc), para mostrar a evolução dos conceitos e teorias, as dúvidas, os erros e as limitações na construção do conhecimento científico.
	* Apresenta o trabalho científico como obra de cientistas isolados, intelectualmente geniais, ignorando-se, em cada época histórica, o papel das comunidades científicas e o intercâmbio entre as equipes de investigadores.	* Apresenta o cientista inserido numa comunidade científica, à qual cabe, em última análise, a decisão final sobre o seu trabalho. Enfatiza-se o intercâmbio e, por vezes, a competitividade entre equipes de investigação no avanço da ciência.

Quadro 3 – Descritores sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (Campos e Cachapuz, 1997).

CATEGORIA	CONCEPÇÃO	
	1. Empirista/Indutivista	2. Racionalista/Dedutivista
Ciência, Tecnologia e Sociedade.	* Na abordagem dos temas, apresenta-se o conhecimento científico como um conjunto de fatos, leis e teorias que valem por si mesmos.	* Os temas são desenvolvidos num contexto com relevância social e tecnológica, mostrando-se as implicações da ciência/tecnologia sobre o homem/ambiente/patrimônio e a sociedade em geral.
	* Tem pouco em conta a utilidade da ciência/tecnologia no dia-a-dia dos alunos, não se recorrendo a contextos que lhes são familiares no estabelecimento dos conceitos científicos.	* Procura-se implicar os alunos em problemas sociais, tecnológicos e éticos da atualidade, incentivando-os a expressar suas opiniões, cientificamente fundamentadas sobre eles.
	* Apresenta a ciência / tecnologia como fator absoluto de progresso e com capacidade quase ilimitada para resolver os problemas que se impõem hoje à humanidade.	* Apresenta a ciência/ tecnologia como uma atividade em progresso, mas enfatiza suas limitações, erros e dúvidas, características de qualquer atividade humana, podendo apresentar exemplos de insucessos e/ou de problemas ainda não resolvidos pela comunidade científica.
	* Ignora-se ou não se realça as implicações sociais da ciência/ tecnologia, assim como a influência da sociedade no desenvolvimento das mesmas. .	* Enfatiza-se a interligação entre ciência e tecnologia. Estas surgem como um empreendimento que influencia e é influenciado pela sociedade.
	*A tecnologia aparece desarticulada em relação à ciência. Apresentam-se aplicações tecnológicas de alguns aspectos da ciência, mas quase sempre em paralelo ao desenvolvimento dos temas, ou no final dos capítulos.	* Parte-se, eventualmente, de problemas tecnológicos para introduzir conceitos, leis e teorias científicas.

2. CLAMORES POR EVIDÊNCIAS, VALIDAÇÃO E CONFIABILIDADE.

Muitas pesquisas sobre o ensino de ciências se orientam para o entendimento dos processos que caracterizam o cotidiano escolar, como também a adequação de tais processos aos propósitos educacionais vislumbrados pelos educadores, dirigentes e toda a sociedade.

Considerando a importância dessas pesquisas, o desenho metodológico, tanto de construção de categorias para análise como a sua validação, se torna um objeto especial de reflexão. Muitas vezes, a discussão metodológica sobre a pesquisa educacional é feita de maneira muito sumária, contrapondo a pesquisa qualitativa à quantitativa. No entanto, métodos quantitativos podem contribuir com a confiabilidade das pesquisas qualitativas e vice-versa.

Essa perspectiva vem ao encontro da necessidade de maior rigor nas conclusões das pesquisas educacionais. Significa que, cada vez mais, as conclusões devem ser apresentadas e discutidas conjuntamente com os desenhos metodológicos que as originaram (MEDEIROS, 2002).

A metodologia que apresentamos pretende levar em conta os clamores por mais e melhores evidências nas pesquisas educacionais (CHATTERJI, 2005; EISENHART e DEHAAN, 2005; HARRY; STURGES e KLINGNER, 2005; JOHNSON e ONWUEGBUZIE, 2004). Ao mesmo tempo, pretendemos lidar com aspectos típicos da pesquisa qualitativa com uma preocupação na validação, confiabilidade e objetividade dos procedimentos.

Nosso desafio é como identificar, em um livro didático, o posicionamento epistemológico apresentado por ele. Na abordagem de Campos e Cachapuz (1997) o livro didático é classificado com base nas categorias propostas pelos autores considerando o livro como um todo.

Se, de um lado, nesse desenho existe o mérito do tratamento holístico, por outro, debilita-se a compreensão das razões que levaram o pesquisador a enquadrar o livro em uma dada categoria. Na verdade, pode-se argumentar que essa metodologia é muito

subjetiva por não explicitar as marcas ou indícios que levaram cada livro didático analisado a tal categorização.

Devemos também lembrar que um livro didático pode não apresentar uma postura epistemológica única, pois concepções epistemológicas não são dicotômicas e nem descontínuas. Um livro didático pode perfeitamente apresentar elementos de várias posturas epistemológicas.

A metodologia utilizada por Cachapuz seria problemática se aplicada ao julgamento de um portfólio escolar ou na correção de questões abertas em uma prova. Consideramos haver duas ordens de problemas com essa metodologia, uma diz respeito à baixa confiabilidade desse procedimento metodológico, a outra diz respeito à própria natureza da relação entre dados, evidência e conclusão.

A noção clássica de confiabilidade, nascida no contexto das pesquisas quantitativas na tradição psicométrica, advém de se considerar a seguinte questão: “se os sujeitos são testados duas vezes, os dois escores irão concordar entre si?” (CRONBACH, 1990:191). Transladada para o contexto da categorização de textos, a pergunta poderia ser traduzida em: se um texto for codificado em dois momentos distintos, irão os códigos coincidir? Ou ainda, se dois codificadores distintos codificam o mesmo texto, irão os códigos coincidir?

A primeira questão parece uma obviedade, mas não é. Não se trata apenas da estabilidade do esquema de codificação, mas da possibilidade de leituras distintas de um mesmo texto em virtude do conhecimento do codificador ter se alterado. É sabido que a leitura depende do conhecimento do mundo do leitor (FULGÊNCIO e LIBERATO, 1992; KOCH, 1992; SMITH, 1989), e o conhecimento do mundo muda se o codificador já fez muitas codificações.

Como nos alertam Miles e Huberman (1994), “*não são as palavras em si, mas seus significados que importam*” (p.56). Eles também nos alertam que categorizar ou “*codificar é análise*” (p.56), isto é, exige fazer escolhas, tomar posições, interpretar, o que exclui outras escolhas e posições, outras categorizações. Se categorizar é análise e se “*uma frase não contém um significado como um frasco contém a água*”, mas seu significado é atribuído pelo leitor em um dado contexto e momento da leitura, um mesmo codificador pode não manter estabilidade na codificação e interpretação ao longo do tempo. Todos aqueles que têm experiência em corrigir provas de alunos sabem disso e dessa dificuldade.

O problema relativo à natureza da relação entre dados, evidência e conclusão está relacionado a uma visão simplista de que

- (i) dados são evidências e,
- (ii) uma vez aceita a existência de evidências, a conclusão já está implicada nelas.

A primeira visão é mais simples de discutir e esclarecer. Dados não são fatos brutos, informações do mundo “tal como ele é”. Dados são construções do pesquisador e refletem a sua perspectiva de pesquisa: “*a coleta de dados é inescapavelmente um processo seletivo*” (MILES e HUBERMAN, 1994, p.55).

Por outro lado, evidências são também construções do pesquisador, mas construções de uma natureza diferente dos dados. De fato, se dados são construídos pelo pesquisador, eles em si não são evidências. Schum (1987) explicava que um conjunto de dados torna-se uma evidência quando é estabelecida a sua relevância para alguma hipótese levantada em algum problema analítico. A evidência só existe em função de relevância dos dados para alguma hipótese levantada. Isto é, a relevância do dado consiste em se ele aumenta ou diminui a probabilidade da hipótese em estudo. Para Schum (1987), sem hipóteses não se pode estabelecer relevância para nenhum conjunto de dados colhidos em uma pesquisa.

Isso significa que, se dados são construídos pelos filtros da perspectiva do pesquisador, as evidências dependem da teoria e da formulação do problema pelo pesquisador. Vê-se, pelo argumento de Schum, que as evidências não decorrem dos dados, elas se baseiam nas hipóteses criadas pelo pesquisador para ligar dados e teoria. E, finalmente, dado que uma evidência foi construída, ela pode fortalecer ou enfraquecer nossa crença na veracidade da hipótese.

Desse modo as evidências percebidas não têm todas a mesma força ou o mesmo poder de convicção. Myslevy (1996) dá um exemplo de como as evidências se encadeiam em um raciocínio para sustentar uma conclusão: ele descreve como um grupo de juízes analisa um portfólio específico e lhe atribui uma nota e, para tal, desenvolvem um diagrama no qual as evidências são relacionadas mostrando como cada evidência fortalece ou enfraquece uma determinada inferência. O exemplo de Mislevy ilustra a idéia expressa por Twining (1985) sobre a ligação entre evidência e inferência. Twining nos mostra que a determinação da força probativa geral, ou peso de uma evidência, levanta questões difíceis,

pois essa determinação envolve conceitos básicos que incluem conjunção, proposições compostas, corroboração, convergências e inferências concatenadas, isto é, inferências sobre inferências. Portanto, é complexo determinar o que realmente está envolvido no peso de uma evidência. E, por essa razão, esses conceitos básicos não podem ficar implícitos nas evidências construídas por um pesquisador.

Ao fazerem a codificação dos livros didáticos sem tornarem explícitas suas razões, Campos e Cachapuz não nos oferecem a chance de avaliar a força de cada evidência, bem como, a adequação e a confiabilidade de sua categorização.

Mas, nem todos os pesquisadores acham tais noções adequadas para a pesquisa qualitativa. Segundo Hruschka et al. (2004), há três atitudes entre os pesquisadores em relação ao uso da noção de confiabilidade das codificações nas pesquisas qualitativas:

(i) a primeira sustenta que a pesquisa qualitativa constitui-se em um paradigma distinto e que a noção de confiabilidade originada nas tradições de pesquisa “positivista” e quantitativa não deve ser usada neste tipo de pesquisa;

(ii) a segunda é a que demonstra um ceticismo sobre a possibilidade de se gerar codificações confiáveis, dada a natureza subjetiva da análise qualitativa. Nesta perspectiva entende-se que gerar codificações confiáveis de texto é impossível ou, no máximo, de importância menor;

(iii) a terceira reconhece que a noção de confiabilidade das codificações é uma noção muito útil nos cenários caracterizados pelo trabalho aplicado, multidisciplinar ou, ainda, baseado em equipes de trabalho.

Miles e Huberman (1994, p.277) fizeram uma sondagem entre pesquisadores qualitativos sobre a questão da qualidade dos resultados da pesquisa e identificaram duas posições: uma que achava a noção de confiabilidade útil no contexto da justificação, como para convencer os pesquisadores do paradigma quantitativo ou “positivista” de que a pesquisa qualitativa naturalística não usa métodos mais imprecisos ou enviesados do que a deles. A segunda posição considera a noção útil no próprio contexto da pesquisa qualitativa e não apenas como um dispositivo justificatório.

No entanto, Miles e Huberman reconhecem que esse é um tema controverso, e apesar disso, acham que a noção de validação da pesquisa precisa ser discutida e considerada. Dentre os diversos tipos de validação que discutem, está a da objetividade e

confirmabilidade dos resultados. Essa noção está relacionada a quanto as conclusões dependem dos sujeitos ou das condições da pesquisa, e é também chamada de confiabilidade externa.

Um segundo tipo de validação lida com a confiabilidade e auditabilidade, (a possibilidade de auditar a coleta de dados) da pesquisa. Aqui, a questão básica é se os processos da investigação são consistentes e têm uma razoável estabilidade no tempo e entre pesquisadores e métodos.

Aqui se encaixa a noção de que um bom sistema de categorização precisa ser razoavelmente independente do pesquisador, claramente enunciar os critérios e princípios de codificação. A confiabilidade intercodificadores é o processo de assegurar essas qualidades. Nessa perspectiva, é ela que falta na metodologia de Campos e Cachapuz.

3. A BUSCA POR INDÍCIOS: AS MARCAS TEXTUAIS!

Para contornar as dificuldades do método de Campos e Cachapuz, optamos por um desenho metodológico distinto. A idéia geral é que a categorização do livro será uma inferência baseada em evidências (MISLEVY, 1996). Para isso, nossa unidade de estudo não será o livro tomado como uma obra integral e indivisível. Nossa unidade de estudo será o livro tomado como um texto que pode ser dividido em fragmentos menores de diversas naturezas, fragmentos semânticos. Do ponto de vista de formatação, consideramos que um “fragmento semântico” pode ter mais de um parágrafo. Ele pode conter além do texto, uma fórmula, uma equação. Uma figura e sua legenda do ponto de vista semântico também formam um único fragmento.

Seguem alguns exemplos de fragmentos semânticos:

Exemplo 1: SP.

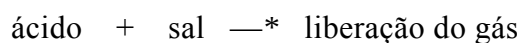
A ciência começa pela observação. Chamam-se dados os *Jatos observados*, sejam eles qualitativos ou quantitativos. Assim, as descrições feitas anteriormente sobre o comportamento de água, hidrogênio e oxigênio são exemplos de dados. Através dos anos, os dados acumulados alcançaram uma proporção fabulosa, mas mesmo assim um químico deve ter um bom conhecimento de grande parte deles. É praticamente impossível rememorar tantos dados como fatos isolados; felizmente, a grande maioria deles pode ser condensada em afirmações simples e resumidas. Tais *afirmações, que descrevem o comportamento geral da natureza*, são chamadas *leis*.

SP, p.13.

Exemplo 2: Livro AL

Quando o cientista consegue uma boa explicação para o fenômeno observado, ele está criando uma **teoria**. As teorias são as principais alavancas no avanço de uma ciência.

No caso da experiência com o comprimido efervescente, as teorias dizem que o gás não estava preso no interior do comprimido. A reação entre um sal e um ácido é que produz um gás e, dessa forma, explica a efervescência observada:

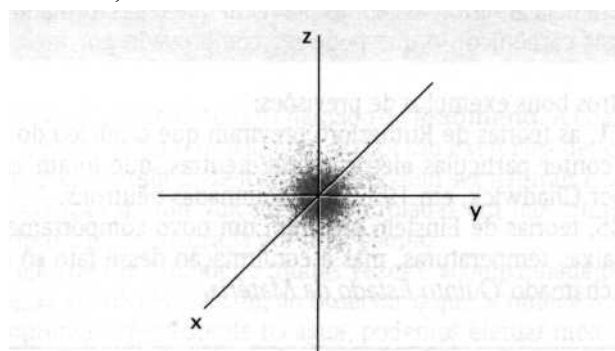


AL p.15

Exemplo 3: Livro AL**Os modelos**

Para ser mais bem compreendida, uma teoria utiliza frequentemente um **modelo**. A teoria cinética dos gases, por exemplo, considera as moléculas como bolas de bilhar.

Algumas vezes, os modelos são essencialmente matemáticos, como o modelo orbital do elétron.



Essa representação do orbital é um modelo matemático muito complicado.

AL, p.16.

Os fragmentos semânticos constituirão nossas unidades de análise. O quadro 4 nos mostra a tipologia utilizada para o reconhecimento e análise desses fragmentos.

Quadro 4. Tipos de fragmentos semânticos que serão considerados e suas características.

FRAGMENTOS	CARACTERÍSTICAS
Parágrafos	Compreendidos semanticamente (incluindo uma possível equação química ou uma fórmula associada ao parágrafo embora apresentada em destaque).
Diagramas	Representações teóricas com as respectivas legendas.
Fotos	Analisadas com as respectivas legendas.
Desenhos	Representações iconográficas dos fenômenos e as respectivas legendas.
Tabelas	Analisadas com as respectivas legendas.
Citações	Apresentadas em destaque ou no conjunto do texto.
Exercícios	Tipos, objetivos e propósitos desenvolvidos no capítulo.
Experimentos	Analisados conjuntamente com o respectivo roteiro.

Esses fragmentos foram categorizados segundo o conjunto de “marcas textuais” que apresentavam.

Estamos chamando de “marcas textuais” os indícios textuais que nos permitem identificar as diferentes posturas epistemológicas que estão sendo consideradas para a análise dos livros escolhidos para estudo.

As “marcas textuais” serão para nós indícios objetivos, no livro didático, da presença de uma determinada postura epistemológica. Assim, cada postura epistemológica utilizada, conscientemente ou não, deixará “marcas”, que poderão ser reconhecidas, mapeadas e classificadas.

Em um texto didático, podemos encontrar “marcas textuais” como o uso de certas palavras, expressões, frases e referências explícitas a processos ou procedimentos metodológicos, dentre outras, que nos remetem a uma postura epistemológica do livro, isto é, que se relacionam com os quadros de descritores apresentados anteriormente. Estas marcas textuais podem ser identificadas no texto, nas citações, nos diagramas, nos exemplos, nas analogias, nos experimentos propostos, bem como nos exercícios.

Como todo dado, a identificação das marcas textuais é um processo de coleta de dados e, portanto, também é um processo dependente das perspectivas do pesquisador. No entanto, esse processo pode ser minimizado se o conjunto de marcas for submetido a um especialista em epistemologia e se ele acorda que elas são realmente marcas que sinalizam uma determinada opção ou postura epistemológica.

VI - O DESENHO METODOLÓGICO

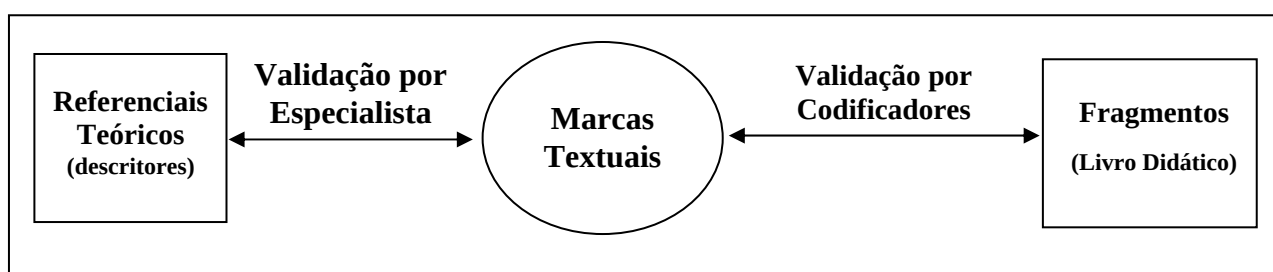
Em nossa pesquisa, vamos estudar a imagem de ciência subjacente em um livro didático. Para isso, vamos identificar marcas textuais em fragmentos semânticos de capítulos que o livro didático apresenta.

Para este estudo, nosso desafio foi desenhar um procedimento metodológico rigoroso que permitisse a identificação da imagem de ciência presente em um livro didático de química. Para tal, estamos propondo uma metodologia que considera os seguintes procedimentos: a criação e validação do Livro-de-códigos de marcas textuais, a coleta de dados e o tratamento dos dados.

O Livro-de-códigos foi criado a partir do referencial teórico apresentado nos trabalhos de Campos e Cachapuz (1997), já descrito anteriormente. Esse referencial definiu os descritores que foram identificados em fragmentos semânticos de dois livros selecionados (SP e AL) para a etapa de elaboração do Livro-de-códigos.

Após a criação do primeiro Livro-de-códigos, utilizamos dois procedimentos distintos de validação (Figura 1): no primeiro, o Livro-de-códigos foi revisto, modificado e validado recursivamente a partir da concordância entre os codificadores (juízes que codificaram cada fragmento). No segundo, o Livro-de-códigos foi submetido à validação por especialista em epistemologia. O objetivo desse procedimento foi verificar se as marcas textuais eram adequadas para cada uma das posturas epistemológicas.

Figura 1 . Esquema dos dois procedimentos de validação.



1. CRIANDO O LIVRO-DE-CÓDIGOS DE MARCAS TEXTUAIS.

Nossa coleta de dados foi baseada na busca de marcas textuais que permitissem identificar as diferentes concepções de ciência nos fragmentos de um livro texto.

Para isso, o primeiro passo foi desenvolver um procedimento metodológico fundamentado na validação intercodificadores. Hruschka *et al.* (2004) propõem um método baseado na recursividade do procedimento de validação. Segundo eles, o processo de validação envolve diversos passos: segmentação do texto, criação de um livro de códigos, codificação, teste de confiabilidade, revisão do livro de códigos. Esses passos são sucessivamente repetidos até que um nível ótimo de confiabilidade intercodificadores seja alcançado. Em seguida, procede-se à codificação final.

No nosso caso, a fragmentação do texto em si não é problemática. O livro didático possui parágrafos semânticos (parágrafos, tabelas, figuras, entre outros) que são facilmente reconhecidos.

A criação do Livro-de-códigos se inicia com a construção das marcas textuais. Para isso, utilizamos fragmentos semânticos de dois livros de química que, reconhecidamente, apresentam posicionamentos epistemológicos opostos. Esses fragmentos foram avaliados por dois juízes conforme os descritores dos referenciais teóricos apresentados nos quadros 1, 2 e 3.

Para o perfil epistemológico 1 (empirista/indutivista) utilizamos o livro SP e, para o perfil epistemológico 2 (racionalista/dedutivista), utilizamos o livro AL. Nesses livros, foram escolhidos os seguintes capítulos:

- i) **Introdução** - no qual a natureza da ciência (métodos, história, relação com a sociedade e a tecnologia) esteja abordada explicitamente para compreendermos como o livro faz a apresentação da ciência, da natureza do conhecimento científico e a relação ciência, tecnologia e sociedade. Em geral, nos capítulos iniciais, o autor apresenta o que é a ciência e o porquê de seu estudo. Essa descrição explicitamente apresentada no livro didático tem papel fundamental na análise do livro em função dos objetivos dessa pesquisa.
- ii) **Eletroquímica (Pilhas em particular)** - no qual, comumente, aparece uma abordagem da história da ciência relacionada aos trabalhos de Volta e Daniell. É comum que os autores apresentem, neste capítulo, alguma relação entre a ciência, a

tecnologia e a sociedade. A descrição de um capítulo nos mostra como um determinado conhecimento científico é apresentado, permitindo comparar com a descrição da ciência apresentada no capítulo anterior. Permite também verificar se o conteúdo representa uma interface evidente com a história da ciência (como narra o desenvolvimento científico nesse conteúdo), com a tecnologia (as diversidades de pilhas desenvolvidas) e com as decorrências sócio-ambientais de seu uso (descarte, reciclagem, contaminação, etc.). Este capítulo foi usado como forma de comparação com o capítulo introdutório, pois ao analisarmos como os conteúdos científicos são apresentados podemos perceber se estão condizentes com a ciência apresentada no capítulo introdutório.

- iii) **Radioatividade** – esse capítulo foi selecionado de forma aleatória. Este procedimento teve o objetivo de minimizar o viés do pesquisador e, ainda, auxiliar na triangulação dos dados. Essa escolha, sem a interferência dos critérios do pesquisador, qualifica a triangulação no sentido da percepção das várias dimensões próprias no livro texto analisado, como também gera nova dimensão em relação às possíveis evidências percebidas durante a análise dos dados.

Os três capítulos foram fragmentados e analisados para construir as primeiras categorias apoiando-se nos trabalhos de Campos e Cachapuz. (1997). Cada fragmento foi identificado com um código secreto que evitava seu reconhecimento por parte do codificador. As marcas foram comparadas com o quadro de descritores e foram categorizadas com base nos quadros 01, 02 e 03. Feito isso, estava construído o primeiro Livro-de-códigos.

O Livro-de-códigos de marcas textuais produzido a partir destes dois livros foi utilizado para o treinamento dos codificadores.

Os descritores das marcas textuais foram classificados em descritores de parágrafos (PRG), exercícios (EXE), atividades experimentais (EXP) e iconográficos (ICO). Vale ressaltar que os parágrafos (PRG) são semânticos e, portanto, podem incluir uma equação ou uma gravura a que fazem referência. Já os exercícios (EXE), por sua vez, foram classificados como um único fragmento quando representaram questões sobre um mesmo texto ou situação-problema. As atividades experimentais (EXP) foram fragmentadas como um todo incluindo roteiro, questões e descrição da metodologia. Finalmente, os fragmentos

iconográficos (ICO) só foram assim classificados quando a figura, a foto ou o esquema existente no livro era independente do texto, isto é, apresentavam certa autonomia da parte textual.

A primeira sistematização do Livro-de-códigos apresentava 32 tipos de descritores para cada um dos perfis epistemológicos categorizados. Um estudo sobre a aplicabilidade, inter-relacionamento e grau de independência permitiu refinar e apurar a precisão dos diversos tipos de descritores. Partimos, então, para refinar esses descritores de modo que cada fragmento analisado correspondesse a um só descritor de marcas textuais. Assim, reduzimos para 14 o número de descritores que compuseram o primeiro Livro-de-códigos construído (Anexo 1 – Relatório de Pesquisa 1: O Livro-de-códigos Inicial).

Esse primeiro Livro-de-códigos serviu também de base de preparação e treinamento dos intercodificadores que teve como objetivo seu refinamento.

2. A INTERCODIFICAÇÃO RECURSIVA E A VALIDAÇÃO DO LIVRO-DE-CÓDIGOS.

A segunda fase da pesquisa foi o refinamento recursivo, apoiado na concordância intercodificadores, dos códigos existentes no Livro-de-códigos de Marcas Textuais. Os seguintes procedimentos foram realizados:

A-Treinamento dos codificadores ou juízes (pesquisadores)

Para o procedimento de codificação pelos dois juízes (dois pesquisadores) foi necessário prepará-los e treiná-los para utilização do Livro-de-códigos construído. Para o treinamento, a primeira versão do Livro-de-códigos foi apresentada com vários fragmentos semânticos já codificados como exemplo (Anexo 1: Relatório de Pesquisa 1: O Livro-de-códigos Inicial).

A partir da discussão dos exemplos de fragmentos codificados, foi realizado um pequeno exercício com fragmentos não codificados, de modo a permitir um treinamento com o Livro-de-códigos construído.

Essa preparação permitiu aos juízes compreenderem a dimensão da codificação, bem como, suas sutilezas. Com os exemplos utilizados, os juízes aprendem as tipologias de fragmentos bem como a relação desses fragmentos com os descritores presentes no Livro-de-códigos.

B- Avaliação da confiabilidade do Livro-de-códigos

Nesta fase, o Livro-de-códigos foi submetido à validação entre codificadores. Ou seja, verificamos o grau de concordância entre os codificadores. Um bom livro-de-códigos deve possibilitar alta concordância entre codificadores. Se queremos construir uma ferramenta de pesquisa que tenha confiabilidade, esta ferramenta deve possibilitar alta concordância na identificação da orientação epistemológica dos fragmentos analisados.

Para isso, consideramos uma amostra aleatória, constituída de 20% do total de fragmentos. Os fragmentos da amostra foram submetidas à análise dos dois codificadores já treinados.

A confiabilidade intercodificadores foi avaliada por uma das estatísticas utilizadas para verificar o grau de concordância entre os dois codificadores, o coeficiente kappa (k), proposto por Cohen (1960). O coeficiente kappa avalia a concordância e a discrepância entre as observações de dois codificadores ou juízes, em uma mesma unidade amostral. O teste de concordância, no entanto, não se apóia apenas na concordância observada absoluta ou percentual, ele permite determinar a concordância intercodificadores extraindo as concordâncias aleatórias, isto é, determina se a concordância entre os intercodificadores tem ou não caráter casual. O valor de kappa varia de +1 (concordância total entre os juízes) até -1 (discordância completa entre os juízes). O valor 0 significa que a concordância existente não se distingue da concordância ocorrida aleatoriamente.

Em estudos quantitativos na área de saúde, Landis & Koch (1977) sugerem que valores de kappa acima de 0,75 já representariam concordância excelente, valores abaixo de 0,40 uma concordância pobre e os valores entre 0,40 e 0,75 representariam uma concordância de suficiente a boa (1975). No entanto, em nosso caso, escolhemos valores de kappa maiores do que +0,9 por considerarmos que este valor indica alta confiabilidade intercodificadores, possibilitando um rigor significativo para o refinamento do Livro-de-códigos.

Enquanto o valor de kappa não atingia um valor ótimo (valores acima de 0,9), o Livro-de-códigos era discutido e modificado e o processo reiniciava com o sorteio de nova amostra e uma nova intercodificação dos fragmentos.

Assim, os valores encontrados para kappa foram os balizadores no refinamento das marcas textuais associadas às diferentes concepções epistemológicas de ciência.

Para compreender como foi calculado o valor de kappa utilizaremos um pequeno espaço para descrever características e procedimentos para determinação do coeficiente K (kappa).

Cálculo de Kappa

Tem-se admitido que o dado percentual represente um valor ilusoriamente otimista, isto porque se o codificador segue examinando aleatoriamente, de acordo com as probabilidades das categorias do índice, algum nível de concordância pode se dar devido ao acaso. Com o propósito de ajustar o percentual de concordância descontando esta concordância do acaso, utilizam-se as frequências para calcular a faixa de concordância que seria, em média, uma ocorrência do acaso, “corrigindo” assim a estatística de concordância percentual. É o que se chama de coeficiente Kappa e é definido como:

$$\text{Coeficiente kappa} = \frac{\text{Concordância Observada (CO)} - \text{Concordância Esperada (CE)}}{\text{Nº fragmentos da Amostra (N)} - \text{Concordância Esperada (CE)}}$$

A **concordância observada** é o número absoluto de fragmentos em que houve concordância entre os codificadores.

O “N” representa o número total de fragmentos da amostra.

A **concordância esperada** é calculada a partir do resultado da codificação de cada um dos juízes conforme apresentado na Tabela 1. Observe que cada célula da tabela apresenta o número de fragmentos que foi classificado por cada juiz em cada uma das categorias: 0 – sem marca textual; 1 – marca do perfil epistemológico 1; 2 – marca do perfil epistemológico 2. Na tabela, a coluna (i) indicam a classificação do juiz 1 e a linha (j) a classificação do juiz 2.

Tabela 1 – Matriz de concordância entre dois juízes.

N Fragmentos codificados			Códigos do Pesquisador 1		
			0	1	2
			Σcoluna_0	Σcoluna_1	Σcoluna_2
Códigos do Pesquisador 2	0	Σlinha_0	C_{00}	C_{10}	C_{20}
	1	Σlinha_1	C_{01}	C_{11}	C_{21}
	2	Σlinha_2	C_{02}	C_{12}	C_{22}
CONCORDÂNCIA OBSERVADA					$\Sigma C_{ij} \text{ para } i=j$
PERCENTUAL DE CONCORDÂNCIA					$(\Sigma C_{ij}) * 100 / N \text{ para } i=j$
CONCORDÂNCIA ESPERADA					$(\Sigma ((\Sigma \text{linha}_i * \Sigma \text{coluna}_j) / N) \text{ para } i=j)$
KAPPA					$\frac{(CO - CE)}{(N - CE)}$
Data					Juiz 1 : (Pesquisador 1) Juiz 2: (Pesquisador 2)

As células sombreadas indicam concordância entre os dois juízes para uma dada categoria. Essa matriz é o modelo que foi utilizado para os cálculos de kappa durante a intercodificação, como consta do Relatório de Pesquisa 2: O refinamento do Livro-de-códigos pela concordância intercodificadores (Anexo 2).

A **concordância observada (CO)** é dada pela somatória dos resultados indicados nas células sombreadas na tabela matriz ($\Sigma C_{ij} \text{ para } i=j$). Nestas células, o valor da coluna

(i) é igual ao valor da linha (j), indicando, portanto, que os dois intercodificadores fizeram a mesma codificação do fragmento analisado.

A **concordância esperada (CE)** é dada pela somatória do resultado da multiplicação do total de cada coluna com o total de cada linha dividido pelo total da amostra de cada uma das células sombreadas ($\sum (\sum \text{colunai} * \sum \text{linhaj}) / N$ para $i=j$). Assim, essa somatória leva em conta a frequência e a dispersão das codificações apresentadas por ambos os juízes.

A vantagem usualmente reconhecida no coeficiente Kappa é sua capacidade de remover da concordância percentual aquelas concordâncias que, provavelmente, foram devidas ao acaso, trazendo uma distribuição mais global das condições dentro dos fragmentos codificados.

A confiabilidade intercodificadores com os respectivos refinamentos encontra-se descritas no Anexo 2 (Relatório de Pesquisa 2: O refinamento do Livro-de-códigos pela concordância intercodificadores), onde aparecem todos os valores de kappa calculados durante a intercodificação até atingir kappa superior a 0,9.

3. A VALIDAÇÃO DO LIVRO-DE-CÓDIGOS POR ESPECIALISTA EM EPISTEMOLOGIA.

Após o procedimento de validação intercodificadores, o Livro-de-códigos foi submetido a um especialista em epistemologia, com ampla experiência na área da história da ciência.

A primeira reflexão é sobre o papel do especialista em epistemologia nesta pesquisa. É fundamental que tenhamos clareza que sua validação é de natureza distinta da validação de um perito técnico. A discussão epistemológica é caracterizada por vários pontos divergentes. Assim, o trabalho do especialista será de refletir se a categorização apresentada situa-se em uma “zona” de concordância entre os vários enfoques epistemológicos contemporâneos. E, também, se existe um alinhamento entre o referencial teórico utilizado e o conjunto de descritores para o reconhecimento das marcas textuais.

O especialista examinou cada marca textual e avaliou se elas eram índices adequados de cada categoria epistemológica utilizada. Para a validação do Livro-de-códigos de descritores de marcas textuais, foram realizados três encontros. No primeiro, a

apresentação do desenho metodológico, da concepção da categoria das marcas textuais, como foi elaborado o primeiro Livro-de-códigos e os procedimentos, pela intercodificação, que levaram ao seu refinamento até o Livro-de-códigos apresentado para avaliação. Em um segundo encontro, uma nova retomada de explicações e discussões sobre o Livro-de-códigos. O terceiro encontro, serviu para o especialista relatar sua avaliação das categorias utilizadas e, em particular, dos descritores que compõem o Livro-de-códigos. Esses encontros geraram um relatório que se encontra em anexo (Anexo 3 – Relatório de Pesquisa 3: A análise do especialista em epistemologia).

Após as discussões e levando-se em consideração todos os ajustes indicados pelo especialista, as alterações foram efetivadas e nova intercodificação foi efetuada, utilizando agora o total de fragmentos de um capítulo para codificação.

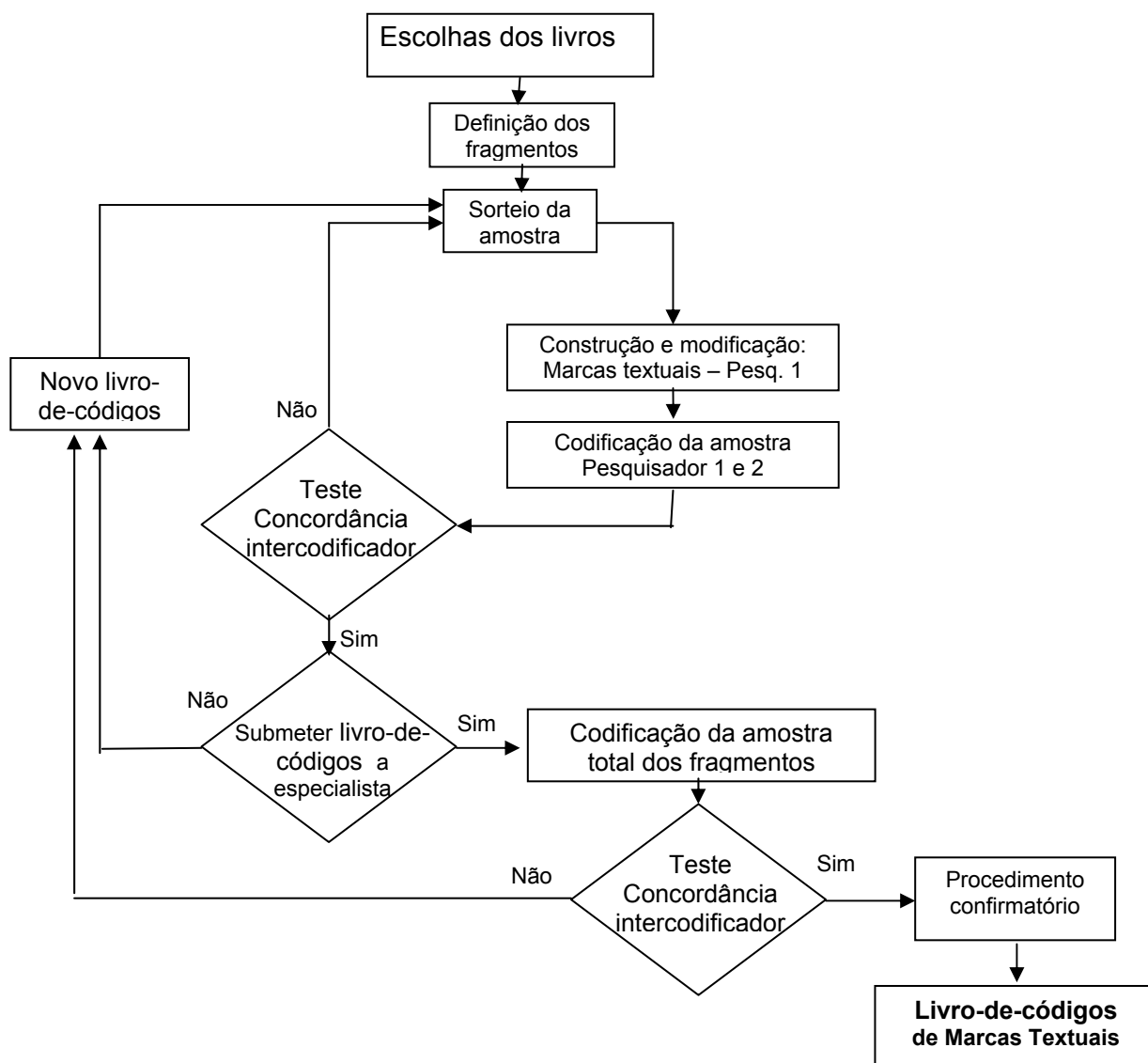
Como o livro de códigos foi validado pelo especialista, os dois juízes procederam a uma nova codificação de todos os fragmentos dos dois capítulos analisados. O grau de concordância foi novamente aferido, e o grau ótimo de concordância intercodificadores foi atingido. Nesta fase, os fragmentos do capítulo sorteado foram codificados e o grau de concordância intercodificadores determinado como está descrito no Relatório de Pesquisa 4 – A intercodificação final, apresentado no Anexo 4.

Caso o nível de concordância entre os codificadores não fosse atingido, o Livro-de-códigos teria que ser revisto novamente e o processo se reiniciaria com sorteio de outra amostra de teste.

Ao final dessa etapa o Livro-de-códigos de marcas textuais, que foi a base para o processo de coleta de dados, estava construído. Após todo o processo de validação, esse Livro-de-códigos apresentou uma estabilidade significativa, pois foi validado não só na sua relação com as referências teóricas através de um especialista, mas também em relação à sua confiabilidade já que apresentou alta concordância entre os codificadores.

A Figura 2, apresentada a seguir, nos mostra um diagrama que descreve os passos desenvolvidos considerando os processos de validação proposto nesse desenho metodológico para a construção do Livro-de-códigos de Marcas Textuais.

Figura 2 . Esquema do refinamento e validação do Livro-de-códigos de Marcas Textuais.



O novo Livro-de-códigos de descritores de marcas textuais para codificação ficou definido e está apresentado no quadro 5.

É importante destacar que as marcas textuais foram classificadas em 4 tipos. Parágrafos (PRG), Exercícios (EXE), Experimentos (EXP) e Iconográficos (ICO). O primeiro tipo, parágrafo, está subdividido em quadro categorias:

PRG-01 – Descritor de marcas textuais para a explicitação da natureza da ciência, do cientista, do método da ciência ou do conhecimento científico.

PRG-02 – Descritor de marcas textuais para a explicitação sobre a história da ciência ou da evolução científica.

PRG-03 – Descritor de marcas textuais para explicitação do conhecimento científico, dos conceitos, leis, teorias, princípios relacionados a determinados conteúdos.

PRG-04 – Descritor de marcas textuais para a relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

Após sua construção e validação, o Livro-de-códigos foi testado (balão de ensaio). Para esse teste utilizamos dois outros livros de química (T1 e T2) como consta no Relatório de Pesquisa 5 – Um balão de ensaio: a codificação teste. (Anexo 5).

Após o teste, passamos a analisar os três livros didáticos de química que foram objeto de estudo desta pesquisa (L1, L2 e L3). Nesta etapa, todos os procedimentos metodológicos foram realizados pelo pesquisador, autor deste trabalho.

O Quadro 5 abaixo indica o Livro-de-códigos finalizado, pronto para ser utilizado na codificação e na análise dos livros escolhidos para esta pesquisa.

Quadro 5 – Livro-de- códigos de Descritores de Marcas Textuais

DESCRITORES DE MARCAS TEXTUAIS				
	Nº	1. Empirista/Indutivista	Nº	2. Racionalista/Dedutivista
	PRG 1.1	Método científico a partir de passos iniciados pela observação (Observação – generalização – hipótese – experiência – resultado – conclusão). Dados são fatos observados qualitativos ou quantitativos. Leis são afirmações simples (qualitativas ou matemáticas) que condensam ou descrevem, por indução, uma série de fatos isolados. Princípios como generalizações propostas para explicar observações. Reduzir uma grande série de fatos a alguns poucos princípios. Teoria é uma explicação do comportamento observado através de um modelo simples.	PRG 1.2	Teorias e modelos para elaborar hipóteses a partir de problemas e desenvolvido como “ciclo” sem um ponto obrigatório de início. A hipótese é uma explicação provisória de um fenômeno estudado. Busca produzir explicações (teorias ou modelos) sobre os fenômenos. As observações são definidas segundo critérios especificados pelas teorias e modelos. Leis são proposições podendo ser deduzidas de teorias. Teorias são criações intelectuais (representações temporárias) do homem para a explicação dos fenômenos.
	PRG 2.1	A história da ciência não existe ou é apresentada com caráter formal, linear, crescente e descontextualizada. Ciência como resultado de um processo de acumulação. Conceitos científicos cada vez mais próximos da verdade. A ciência é uma busca da verdade, por isso, suas teorias e princípios são a-históricos. Apresentam pequenas biografias indicando datas relativas a cientistas isolados, descobertas e pequenos episódios históricos descontextualizados. Trabalho científico apresentado como obra de cientistas isolados e intelectualmente geniais.	PRG 2.2	Aproveita períodos de controvérsias para mostrar a evolução dos conceitos. Mostra a evolução dos conceitos e teorias a partir de dúvidas e erros. Apresenta as limitações na construção dos conhecimentos científicos. As teorias são criações intelectuais e dependem de fatores como: -época histórica; - fatores ideológicos; - criatividade do cientista. Apresenta o cientista inserido em uma comunidade científica que participa e valida as descobertas. Apresentam o conhecimento científico como intercâmbio e competitividade entre equipes de investigação científica.
	PRG 3.1	Apresenta o conhecimento científico sem levar em conta o uso da ciência/tecnologia no dia-a-dia. O uso de regras como forma de aplicar esse conhecimento. Conhecimento científico como um conjunto de fatos, leis e teorias que valem por si mesmos. Geralmente não recorre a contextos sociais ou científicos que são relacionados aos conceitos, a não ser como meros exemplos. Tecnologia é decorrência da ciência.	PRG 3.2	Parte de problemas sociais ou tecnológicos para introduzir conceitos e teorias. Apresenta temas desenvolvidos em um contexto com relevância social, científica ou tecnológica. Mostra as implicações da ciência/tecnologia sobre homem/ambiente/patrimônio e a sociedade em geral. Tecnologia como campo próprio, porém, interligada com a ciência.
	PRG 4.1	Ciência e tecnologia como fator absoluto de progresso. Capacidade quase ilimitada de resolver problemas que se impõe à humanidade. Ignoram-se as implicações sociais da ciência e da tecnologia. Ignora-se a influência da sociedade no desenvolvimento da ciência e tecnologia.	PRG 4.2	Ciência e tecnologia em evolução, mas enfatiza limitações, erros e dúvidas. Ciência e tecnologia como fonte de problemas e soluções. Realçam as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Mostra-se a ciência e tecnologia que influencia e é influenciada pela sociedade.

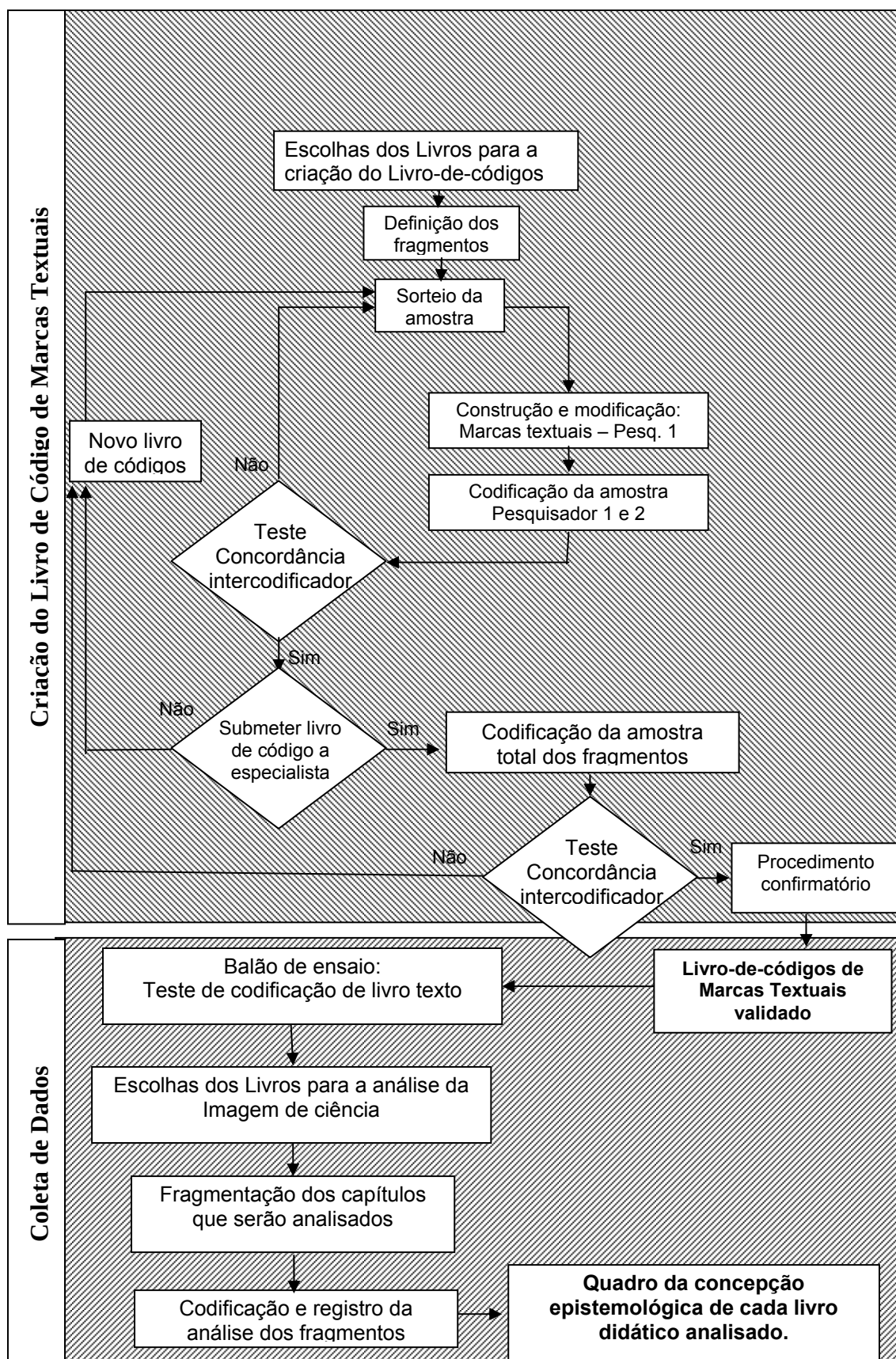
	Nº	1. Empirista/Indutivista	Nº	2. Racionalista/Dedutivista
EXERCÍCIOS	EXE 5.1	Exercícios propostos aos alunos são esquematizados segundo a sequência dos “passos” do método científico. Exercícios são desenvolvidos como aplicação de um determinado princípio, teoria ou formulação.	EXE 5.2	Propõem-se aos alunos atividades diversificadas, desde o planejamento à execução de experiências para questionar idéias dos alunos ou do livro didático. São desenvolvidos a partir de uma situação-problema em função de um contexto social ou científico.
EXPERIMENTO	EXP 6.1	Experimentos propostos seguindo os “passos” do “método científico”. Experimento para demonstrar a validade de determinado princípio, aspecto teórico ou fórmula já apresentada anteriormente.	EXP 6.2	Experimentos visando a explorar um determinado fenômeno. Experimento com caráter reflexivo para desenvolver estratégias e hipóteses para resolução de problemas.
ICONOGRAFICO	ICO 7.1	Esquema de um processo aparecendo na legenda como o “modo” ou a maneira pelo qual tal fenômeno acontece. Foto ou desenho como se fosse a “demonstração real” de um mecanismo ou de uma teoria.	ICO 7.2	Esquema de um processo indicando na legenda como “modelo” ou possível “representação” de como o fenômeno acontece. Foto ou desenho como suposição a partir de um determinado modelo ou abordagem.

4. A ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS ESCOLHIDOS.

Com o Livro de Códigos estabelecido e validado, a coleta de dados foi realizada por um único pesquisador que foi codificando todos os parágrafos de cada capítulo definido para cada livro e registrando a codificação em planilha adequada. Os resultados da codificação dos fragmentos semânticos foram registrados em um quadro-síntese para posterior análise e comparação. A análise dos livros didáticos escolhidos foi efetuada através das inferências efetivadas pelos dados colhidos e discutidas as possíveis decorrências pedagógicas das evidências percebidas. Os dados de cada capítulo foram registrados em um quadro para posterior análise e comparação.

A Figura 3 apresenta um diagrama com o conjunto dos procedimentos metodológicos desenvolvidos pelo desenho metodológico da pesquisa, destacando-se os dois momentos da coleta de dados: a criação do Livro-de-códigos e a análise dos livros didáticos escolhidos, interligando todas as fases do desenho metodológico construído.

Figura 3. Os dois momentos do desenho metodológico.



Para refinar a etapa de coleta de dados, isto é, a codificação dos fragmentos dos vários capítulos selecionados, dividimos a coleta de dados em dois momentos distintos. No primeiro momento, foi realizado um piloto como balão de ensaio, tanto para a codificação do conjunto de fragmentos de um capítulo como também para testar a possibilidade de analisar, classificar e compreender as características particulares de um livro didático. O segundo momento é justamente a codificação dos capítulos dos livros didáticos escolhidos para os objetivos da pesquisa.

Como já demonstramos o desenho metodológico desenvolvido é um elemento extremamente significativo e interligado a todo processo que culmina nas conclusões a partir das codificações executadas. Para melhor compreensão, apresentamos um resumo das seis fases da coleta de dados, a saber:

FASE I – A construção do primeiro Livro-de-códigos dos Descritores de Marcas Textuais.

FASE II – A intercodificação recursiva e a validação do Livro-de-códigos dos Descritores de Marcas Textuais.

FASE III – A validação do Livro-de-códigos dos Descritores de Marcas Textuais por um especialista em epistemologia.

FASE IV – A intercodificação e a validação da versão final do Livro-de-códigos dos Descritores de Marcas Textuais.

FASE V – O balão de ensaio: teste de codificação de livros didáticos.

FASE VI – A codificação e a análise dos Livros Didáticos Escolhidos.

5. TRATAMENTO DOS DADOS

A primeira discussão pertinente a essa metodologia é a validade ou não da fragmentação da unidade de estudo, afinal, dentro de uma pesquisa qualitativa, a fragmentação e a busca de marcas textuais objetivas podem representar um esforço desnecessário, diferente do enquadramento que, a partir de uma visão global da unidade de análise, pode-se fazer. Porém, quando discutimos essa perspectiva dentro da dimensão de validade e confiabilidade, a fragmentação da unidade de estudo e a busca de indícios (marcas) dentro desses fragmentos ganham em transparência e auditabilidade

intersubjetiva. Assim, se o livro didático será a unidade de estudo, o fragmento semântico será a unidade de análise na busca dos indícios necessários aos objetivos da pesquisa.

A possibilidade de identificar o posicionamento epistemológico de maneira objetiva transforma-se em um instrumento que possibilita analisar o livro didático em suas características epistemológicas particulares, já que um livro didático não é, necessariamente, caracterizado por um único posicionamento epistemológico.

Mesmo em um livro com posicionamento mais empirista, podemos encontrar conteúdos com fragmentos mais racionalistas. Ou ainda um livro didático que apresenta uma visão mais dedutivo/racionalista pode ser empírico/indutivista ao apresentar um conteúdo conceitual ou mesmo nos exercícios que propõe ao aluno dentro de um determinado capítulo.

A partir da análise do quadro de marcas textuais existente no livro didático codificado, poderemos identificar a principal concepção epistemológica de cada capítulo. Ao considerarmos o conjunto de codificações dos fragmentos, que foram tomados como unidade de análise, poderemos categorizar cada livro analisado conforme sua principal vertente epistemológica.

VII - A ESCOLHA, A CODIFICAÇÃO E A ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

De posse do Livro definitivo de Código de Marcas Textuais, já devidamente testado em uma análise preliminar, procedeu-se a coleta de dados, nos livros didáticos de química conforme os objetivos desta pesquisa.

1. A ESCOLHA DOS LIVROS DIDÁTICOS DA PESQUISA

Após a criação, validação e teste do Livro-de-códigos, partimos para a pesquisa empírica. Para a coleta de dados, escolhemos livros que foram aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), conforme apresentação oral da Coordenação de Química do PNLEM no XIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XII ENEQ). Entre os aprovados, foram escolhidos para coleta de dados os seguintes livros textos:

L1 – Fundamentos de Química – Química –Tecnologia – Sociedade – Ricardo Feltre – Editora Moderna (Ed. 2005). Trata-se de um livro tradicionalmente escolhido pelos professores que continua entre os mais vendidos pela sua editora. No Programa de Livro Didático do Governo do Estado de Minas Gerais (PNLEM-MG/2007), foi o livro mais escolhido pelos professores da Rede Estadual de Ensino. Representa uma opção dentre o que se denomina de opção tradicional no ensino de química.

L2 – Universo da Química – Bianchi, Albrecht e Daltamir – FTD (Ed. 2005). Um livro escolhido para análise por representar uma opção entre os tradicionalmente escolhidos pelos professores e os livros de química denominados alternativos. Representa, portanto, uma novidade editorial dentre os livros recomendados pelo relatório do PNLEM-2007.

L3 – Química & Sociedade, Projeto de ensino de química e sociedade (PEQUIS) – Wildson *et al* (2005). Um livro que representa uma escolha do que se tem denominado de livro alternativo no atual cenário do ensino de química. Consta na relação de livros recomendados pelo relatório do PNLEM-2007.

Escolhidos os Livros Didáticos, procedeu-se à seleção dos capítulos utilizados para codificação e análise.

2. A ESCOLHA DOS CAPÍTULOS QUE FORAM FRAGMENTADOS.

Para cada livro, decidimos fragmentar dois capítulos: o primeiro, que denominaremos de introdutório (INTRO), é o capítulo no qual a ciência é formalmente apresentada. Este capítulo permite analisar o como e o quanto o livro didático descreve a ciência, isto é, podemos identificar a imagem de ciência explícita (verbalizada).

O segundo capítulo escolhido foi o de eletroquímica, que versa sobre pilhas. Este capítulo (PILHAS) permite apreciar como o conhecimento científico é apresentado bem como sua relação com elementos da história da química (Volta, Daniell, Leclanché, etc) e a relação com a tecnologia pelo uso e diversidade de pilhas consumidas atualmente. Permite identificar a epistemologia-em-uso nesse livro didático.

Para procedimento confirmatório, foi escolhido aleatoriamente mais um capítulo que foi devidamente fragmentado. O procedimento confirmatório permite a triangulação dos dados e maior acuidade na identificação das marcas textuais que servirão para definir as particularidades de cada livro didático em relação à visão de ciência subjacente ao livro texto. O capítulo sorteado para este fim foi o que trata da Radioatividade ou Radioquímica (RADIO).

Os três capítulos de cada livro foram devidamente fragmentados e identificados e, assim, procedeu-se à codificação dos fragmentos conforme o Livro-de-códigos produzido.

3. A ANÁLISE DA CODIFICAÇÃO DOS LIVROS DIDÁTICOS ESCOLHIDOS.

Em cada livro, identificamos, nos fragmentos semânticos dos capítulos selecionados, as marcas textuais para os dois perfis epistemológicos descritos.

Com os resultados dessa codificação, construímos tabelas que apresentam o número de marcas textuais em cada capítulo para cada um dos livros em função de cada categoria de marca textual existente no Livro-de-códigos. Essas tabelas, com o conjunto das codificações efetuadas, foram a base para a análise que permitiu determinar qual é perfil epistemológico existente em cada livro texto.

A análise do Livro 1.

No Livro 1, foram identificados 306 fragmentos semânticos. Desses, 302 (98,7% do total de fragmentos) apresentaram marcas textuais.

A Tabela 2 apresenta o número de fragmentos semânticos para cada categoria de marca textual, tanto do perfil epistemológico 1 (empirista/indutivista) como do perfil epistemológico 2 (racionalista/dedutivista) em cada capítulo do Livro 1.

Tabela 2 - Codificação dos fragmentos encontrados no Livro 1.

MARCAS TEXTUAIS		LIVRO L1								
		Perfil epistemológico								TOTAL
		INTRO		PILHAS		RADIO		total L1		
		1	2	1	2	1	2	total 1	total 2	
PRG	1	3	0	2	0	1	0	6	0	6
	2	7	1	2	0	10	1	19	2	21
	3	26	4	40	1	22	0	88	5	93
	4	1	1	4	0	5	1	10	2	12
	subtotal	37	6	48	1	38	2	123	9	132
EXE	5	45	4	51	7	41	7	137	18	155
EXP	6	0	0	1	0	0	0	1	0	1
ICO	7	8	1	3	0	2	0	13	1	14
Totais marcas por perfil		90	11	103	8	81	9	274	28	302
% marcas por perfil		89,1	10,9	92,8	7,2	90,0	10,0	90,7	9,3	100,0
Totais marcas por capítulo		101		111		90		302		302
% marcas por capítulo		98,1		98,2		100,0		98,7		98,7
TOTAL FRAGMENTOS		103		113		90		306		306
Sem marcas identificadas		2		2		0		4		4
% total com marcas		98,1		98,2		100,0		98,7		98,7

Observa-se que, no Livro 1, 132 (43% do total) foram marcas do tipo parágrafos (PRG) sendo 123 (93,2% do total dos parágrafos) com perfil epistemológico 1 e 9 (6,8% do total de parágrafos) com perfil epistemológico 2.

Constata-se que 155 fragmentos (50,1% de todos os fragmentos) correspondem a exercícios (EXE), sendo 137 (88,4% dos exercícios) com perfil 1 e 18 fragmentos (11,6% dos exercícios) com perfil 2.

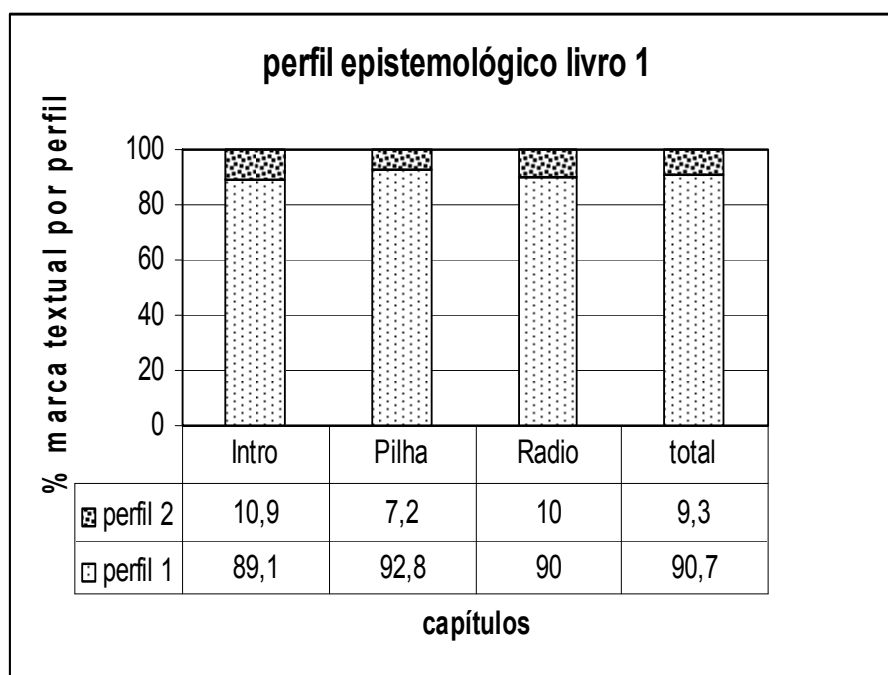
Apenas um fragmento (0,3% do total de fragmentos) corresponde a experimentos (EXP), enquanto 14 fragmentos (4,5% do total de fragmentos) correspondem a marcas iconográficas (ICO) sendo que 93% delas são do perfil epistemológico 1.

Sobre os fragmentos com marcas tipo parágrafos observa-se que 6 (4,5% do total dos parágrafos) correspondem a PRG 1, categoria que trata da descrição do método científico, todos esses fragmentos apresentam marcas do perfil epistemológico 1. Na categoria PRG 2, que descreve como a história da ciência é utilizada, encontram-se 21 fragmentos (16% do total dos parágrafos). Nessa categoria, 90,5% dos fragmentos apresentam perfil 1. Na categoria PRG 3, que descreve como o conhecimento científico é apresentado, 94,6% (88 em 93) dos fragmentos apresentam perfil epistemológico 1 e para a categoria PRG 4, que descreve a relação ciência, tecnologia e sociedade, 83,3% (10 em 12) das marcas apresentam perfil epistemológico 1.

Considerando o total de fragmentos com marcas textuais no Livro 1, 90,7% (274 marcas textuais) apresentam perfil epistemológico 1, enquanto que 9,3% , (28 marcas) apresentam perfil epistemológico 2.

Na Figura 4, é apresentado o percentual de cada perfil epistemológico tanto em cada um dos capítulos analisados bem como no total dos capítulos do Livro 1.

Figura 4 – Percentual de marca textual de cada perfil epistemológico no Livro 1.



No capítulo Introdutório, foram identificados 90 fragmentos (89%) com marcas do tipo 1 (empirista/indutivista) e apenas 11 fragmentos com marcas do tipo 2.

No capítulo sobre Pilhas observou-se que 92,8% dos fragmentos tinham perfil empirista e apenas 7,2% dos fragmentos tinham perfil racionalista. Essa tendência empirista também se manifesta no capítulo sobre Radioatividade. Cerca de 90% dos fragmentos apresentam perfil epistemológico 1.

A análise dos resultados da codificação indica que há predominância de marcas textuais (cerca de 90% dos fragmentos) do perfil epistemológico tipo 1 (empirista-indutivista) em todos os capítulos analisados, como é percebido pelo gráfico apresentado na Figura 4.

Utilizamos o Método Clássico de Teste de Hipótese para testar a existência de diferenças significativas nas proporções encontradas para cada um dos perfis considerados.

O valor estatístico para significância é calculado a partir dos valores de variação (desvio) de percentuais (ΔP) considerando o grau de confiança igual a 95% ($\alpha = 0,05$ e $z = 1,96$, conforme TRIOLA, 1999, p.192/193 e 228/230). Para esse teste estatístico, as diferenças de percentuais significativas têm que ser superiores aos ΔP s calculados.

O Quadro 6, a seguir, mostra os valores utilizados para o cálculo do valor estatístico para o teste de proporção onde:

P1 e P2 – representam as frequências de cada perfil em cada capítulo e no total dos fragmentos;

N – representa o tamanho total da amostra;

$(P1 \times P2 / N)$ - a frequência dos dois perfis no total da amostra;

σ_p – o desvio-padrão:

ΔP – desvio percentual encontrado para cada capítulo;

ΔP^*_{i-p} – desvio percentual encontrado para a comparação do capítulo Introdutório com o de Pilhas;

ΔP^*_{p-r} – desvio percentual encontrado para a comparação do capítulo de pilhas com o de Radioatividade;

ΔP^*_{i-r} – desvio percentual encontrado para a comparação do capítulo Introdutório com o de Radioatividade.

Quadro 6 - Valor estatístico calculado para o Livro 1

	INTRO	PILHAS	RADIO	TOTAL
P1	0,8911	0,9279	0,9	0,9073
P2	0,1089	0,0721	0,1	0,0927
N	101	111	90	302
$(P1 \times P2) / N$	0,0009608	0,0006027	0,001	0,0002785
σ_p	0,030997	0,02455	0,031623	0,016688
ΔP^*	6,10%	4,80%	6,20%	3,20%
ΔP^*_{i-p}	3,70%	3,70%		
ΔP^*_{p-r}		3,80%	3,80%	
ΔP^*_{i-r}	1,20%		1,20%	

* Grau de confiança = 95 % ($\alpha=0,05$ e $z=1,96$)

Como mostra a Figura 4, a porcentagem de marcas textuais do perfil epistemológico 1 é significativamente maior que as marcas do perfil 2 em todos os capítulos avaliados.

Utilizando o Método Clássico para comparar proporções encontramos para o o capítulo Introdutório um valor de 78,2% (89,1% - 10,9%) muito superior ao ΔP calculado (6,1%). Isso ocorre nos demais capítulos, isto é, a diferença entre os percentuais encontrados para os dois perfis epistemológicos é muito superior aos respectivos ΔP s

calculados. Da mesma forma, no total dos fragmentos, a diferença de percentuais ($90,7\% - 9,3\% = 81,4\%$) de marcas textuais dos perfis epistemológicos é muito superior ao ΔP ($3,2\%$) para o total de fragmentos.

Constata-se ainda que, neste livro, os capítulos analisados apresentam aproximadamente a mesma proporção de marcas do Perfil 1. Ao fazermos o teste estatístico para proporções, os capítulos não apresentaram diferenças significativas, isto é o ΔP encontrado na comparação de dois capítulos foi menor do que o ΔP calculado. Nos Capítulos Introdutório e Pilhas, a diferença de percentual para o perfil epistemológico 1 é igual a 3,7 e o ΔP também é 3,7. A diferença de percentual para o perfil epistemológico 1 entre o capítulo de Pilhas e o de Radioatividade é igual a 2,8% enquanto que o ΔP para esses capítulos foi calculado em 3,8%. Se forem comparados o capítulo Introdutório e o de Radioatividade, observa-se que a diferença entre o percentual de perfil epistemológico 1 é de 0,9%, enquanto que o ΔP calculado é igual a 1,2%.

Também foi identificada, no Livro 1, uma pequena incidência (somente 2% do total de marcas) do descritor que explicita a natureza da ciência, do conhecimento científico e do método científico (PRG 1) presente no livro texto. Independentemente do perfil epistemológico predominante, a presença dessa descrição é relevante para o ensino de química, pois trata da compreensão do que é a ciência, e do porquê a química é uma ciência. Para o perfil empirista, essa descrição da natureza da ciência é importante para demarcar o conhecimento produzido pela ciência de outros tipos de conhecimento existente na sociedade contemporânea.

A pequena incidência de marcas do tipo PRG 1, associada à quase inexistência de experimentos, surpreendeu pois esperava-se que um livro com abordagem fortemente empirista estas marcas estariam presentes com frequência elevada já que, na abordagem empirista, os experimentos têm como papel principal indicar como “funciona” a ciência e como os conhecimentos são descobertos pelo cientista.

Nesta visão, o experimento permitiria desenvolver no aluno a compreensão dos passos do “método científico” apresentados na descrição da natureza da ciência. A irrisória existência de experimentos representa um aspecto particularmente contraditório, pois o perfil empirista/indutivista deveria se basear mais na observação e na obtenção de dados empíricos para desenvolver as generalizações que representariam leis e, assim,

desenvolver explicações (teorias). Permitiria, nessa perspectiva, desenvolver no aluno características típicas do pensamento científico, dentro de uma visão empirista.

A baixa frequência da descrição da natureza da ciência, combinada com a baixa frequência de atividade experimental, pode ser um indício de uma proposta educacional (implícita no livro didático) centrada na exposição da ciência como um produto acabado, pronto, que precisa ser memorizado. A pequena proposição de atividades experimentais pode ser um indício de uma postura centrada na memorização de fatos, leis e teorias e não na compreensão de como os fatos, leis e teorias foram desenvolvidas pela ciência.

O perfil epistemológico empirista aparentemente alinhado a uma compreensão pedagógica tradicional, poderia, como decorrência pedagógica, levar o aluno a acreditar apenas nas informações dadas, não desenvolvendo nenhuma atitude crítica perante o conhecimento descrito. Dessa forma, o perfil epistemológico percebido no livro texto possibilita ao leitor compreender a ciência como um produto pronto, obra de grandes gênios e, portanto, inacessível aos cidadãos comuns. Essa combinação pode distanciar o aluno da ciência ensinada e da ciência praticada pelas comunidades científicas.

A predominância do perfil epistemológico 1 sem uma descrição da natureza da ciência combinada de poucas atividades experimentais torna-se uma abordagem pobre e simplista que dificilmente contribui para desenvolver no aluno uma visão mais contemporânea sobre a natureza do conhecimento científico.

No entanto, este Livro apresenta 51% do total de fragmentos do tipo exercício. Esta quantidade não é significativamente maior do que a encontrada para os demais fragmentos (diferença de percentual - 2% - é menor que o ΔP - 3,2%). Percebe-se, porém, que as diferenças percentuais de fragmentos tipo exercício são significativamente maior do que os fragmentos tipo parágrafo, pois a diferença entre os percentuais ($51 - 43,7 = 7,3$ %) é significativa, pois é maior que o ΔP (3,2%) calculado. Nos fragmentos tipo exercício foram identificados 88% com marcas textuais tipo 1. O que significa que a grande parte desses exercícios é do tipo aplicação direta dos conteúdos apresentados, como é descrito no Livro-de-códigos (para EXE no perfil 1): “Exercícios propostos aos alunos são esquematizados segundo a seqüência dos “passos” do método científico. Exercícios são desenvolvidos como aplicação de um determinado princípio, teoria ou formulação”.

Se forem considerados os fragmentos tipo parágrafo, 70% deles estão relacionados à apresentação do conhecimento científico (PRG-3). Além disso, há uma expressiva quantidade de exercícios de aplicação direta do conhecimento, o que pode indicar uma presença de uma concepção tradicional sobre a aprendizagem subjacente ao livro didático.

De certa forma, o predomínio de exercícios, principalmente pelas características que apresentam, pode passar uma impressão para o leitor de que eles são mais importantes no livro texto que a própria apresentação dos conceitos, da explicitação científica e da experimentação.

No entanto, não se pode deixar de mencionar os 18 exercícios (12%) que apresentam perfil epistemológico 2. Considera-se que esta diversificação é importante, pois amplia o tipo de atividade proposta para os estudantes, o que poderia contribuir para a aprendizagem dos conceitos químicos desejáveis para o ensino médio.

Nesse livro, percebem-se evidências de que a proposta de ensino implícita nos capítulos tem um caráter prescritivo. Por exemplo, utiliza-se a idéia de regras para ensinar balanceamento, cálculo do número de oxidação, para apresentar determinados conceitos teóricos. Estas evidências são compatíveis com o perfil empirista/indutivista e expressam, um tipo particular de “ilusão pedagógica” de que basta compreender as regras para compreender os determinados conceitos.

Outra característica do Livro 1 é a pobreza de fragmentos com descrição da história da ciência (7% dos fragmentos), e relação tecnologia e sociedade (4% dos fragmentos). O teste de comparação de proporções mostrou não haver diferença significativa na comparação da frequência destes dois tipos de fragmentos. Essa baixa frequência não deixa de ser surpreendente, porque na apresentação dos conhecimentos científicos, é comum, no perfil epistemológico predominante, utilizar uma história da ciência linear e cumulativa para servir de contexto para os conhecimentos científicos narrados. É, possivelmente, por essa razão que 90% dos fragmentos que tratam da história da ciência apresentaram marcas com perfil 1. No entanto, era de se esperar que o livro didático com o perfil epistemológico 1 apresentasse maior frequência de fragmentos com marcas relativas à história da ciência do que de marcas do tipo tecnologia e sociedade. A relação tecnologia e sociedade, nessa dimensão epistemológica, corresponde a aplicações da ciência, servindo apenas para exemplificação dos conceitos científicos narrados no livro texto.

Uma possível explicação para a incidência da história da ciência (PRG 2) não superar significativamente as marcas textuais tipo ciência, tecnologia e sociedade (PRG 4) no livro analisado, pode estar em uma preocupação em também utilizar a relação “ciência, tecnologia e sociedade” como contexto para apresentar os conhecimentos químicos.

Além da frequência de fragmentos com reflexão tecnológica ser superior ao esperado, essa categoria apresenta 17% de fragmentos com marcas epistemológicas tipo perfil 2 (o maior percentual para o perfil 2 em todas as categorias de marcas textuais). Isso leva a suspeitar de uma tentativa dos autores em atender, em parte, às orientações oficiais tais como Parâmetros Curriculares, Diretrizes Curriculares e Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio. Pode ser, portanto, um indício que as prescrições oficiais possam levar aos autores a ultrapassar o perfil epistemológico empirista-indutivista.

Outra característica que se destaca é a existência de 4,6% de marcas textuais tipo iconográfico (ICO-08). Lembrando que esse fragmento é constituído de elementos que apresentam certa independência, isto é, não foram tratados textualmente na narrativa do livro. Este resultado pode ser um indício de que o elemento gráfico (iconográfico), possua um significado que ultrapassa a dimensão textual. Esse recurso pode servir como um atrativo específico para professores e estudantes e contribuir para ser indicado como livro texto.

Os fragmentos iconográficos identificados mantêm a coerência epistemológica já descrita anteriormente, isto é, 93% desses fragmentos apresentam perfil epistemológico 1. Portanto, todas as categorias de fragmentos semânticos (parágrafos, exercícios, experimentos e iconográficos) apresentam uma unidade epistemológica muito forte. Em todas essas categorias, o perfil epistemológico 1 é predominante.

Assim, a análise das marcas textuais permitiu categorizar o Livro 1 como marcadamente empirista-indutivista. Permitiu, ainda, descrever várias características próprias desse livro texto, a saber, predomínio de fragmentos tipo exercícios em relação aos parágrafos; predomínio de fragmentos de apresentação do conhecimento científico seguidos de exercícios do tipo memorização ou aplicação direta do conhecimento apresentado; pequena descrição da história da ciência não se distinguindo em significância estatística da descrição da relação ciência, tecnologia e sociedade; quase inexistência de atividades experimentais.

Acreditamos que esse perfil e essas características têm desdobramentos pedagógicos importantes, não só para o ensino de ciências como também para a cidadania em formação nos alunos. Ao não explicitar a natureza do conhecimento científico, ao não explicitar sobre como se desenvolve o conhecimento científico, o livro texto com um perfil empirista-indutivista pode reforçar uma visão deformada de que o conhecimento científico é uma verdade inquestionável e que apenas técnicos e especialistas devem e podem manipulá-lo.

A análise do Livro 2.

No Livro 2, em um total de 346 fragmentos codificados, 338 (97,7%) apresentam marcas textuais. Desse total, 168 (49,7% das marcas) apresentam perfil epistemológico 1, enquanto 170 (50,3% das marcas) apresentam perfil epistemológico 2.

A Tabela 3 apresenta o resultado da codificação efetuada com os fragmentos dos capítulos do Livro 2.

Tabela 3 - Codificação dos fragmentos encontrados no Livro 2.

MARCAS TEXTUAIS		LIVRO L2								TOTAL
		Perfil epistemológico								
		INTRO		PILHAS		RADIO		total L2		
		1	2	1	2	1	2	total1	total2	
PRG	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
	2	6	5	1	7	3	11	10	23	33
	3	23	12	20	18	10	33	53	63	116
	4	1	11	0	17	0	16	1	44	45
	subtotal	31	28	21	42	13	60	65	130	195
EXE	5	22	13	35	11	30	6	87	30	117
EXP	6	2	0	1	0	0	0	3	0	3
ICO	7	9	3	2	2	2	5	13	10	23
Totais marcas por perfil		64	44	59	55	45	71	168	170	338
% marcas por perfil		59,3	40,7	51,8	48,2	38,8	61, 2	49,7	50,3	100,0
Totais marcas por capítulo		108		114		116		338		338
% marcas por capítulo		100,0		98,3		95,1		97,7		97,7
TOTAL FRAGMENTOS		108		116		122		346		346
Sem marcas identificadas		0		2		6		8		8
% total de marcas		100,0		98,3		95,1		97,7		97,7

Observa-se que, no Livro 2, 195 (56,4% do total) foram marcas do tipo parágrafos (PRG) sendo 65 (33,3% do total dos parágrafos) com perfil epistemológico 1 e 130 (66,7% do total de parágrafos) com perfil epistemológico 2.

Identificaram-se 117 fragmentos (33,8% do total) com marcas tipo exercícios (EXE), desses exercícios 87 (74,4%) apresentam perfil 1 e 30 fragmentos (25,6%) perfil 2.

Apenas três fragmentos (0,9% do total de fragmentos) correspondem a experimentos (EXE), todos eles com perfil empirista. Cerca de 7% (23 fragmentos) correspondem a marcas iconográficas (ICO). Entre elas, 13 (56,5% do total de iconográficos) apresentam perfil epistemológico 1 e dez marcas (43,5% do total de iconográfico) apresentam perfil epistemológico 2.

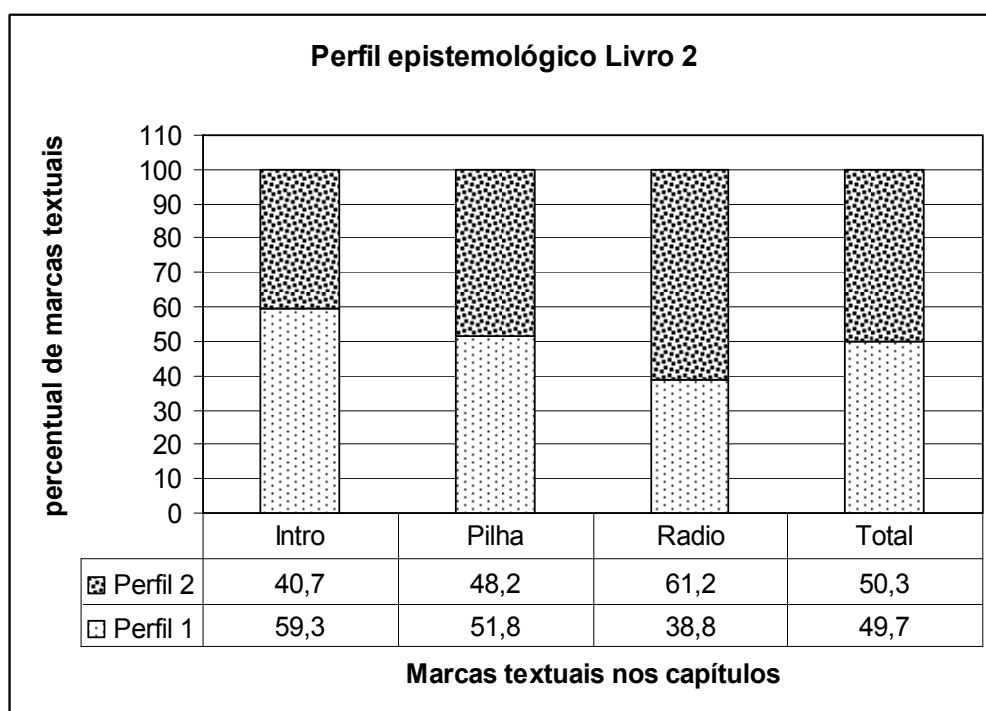
Sobre os fragmentos com marcas tipo parágrafos observa-se que somente um trata da descrição do método científico (PRG 1). Este único fragmento apresenta perfil epistemológico 1. Encontra-se 33 (16,9%) parágrafos na categoria PRG 2, que descreve a história da ciência. Desses, dez apresentam perfil 1.

A categoria que descreve como o conhecimento científico é apresentado (PRG 3) foi a mais freqüente (116 fragmentos). Entre esses fragmentos, 45,7% (53) apresentaram perfil epistemológico 1 e 54,3% perfil epistemológico 2.

Por sua vez, 45 fragmentos (38,8% dos parágrafos) correspondem à categoria PRG 4 (descreve a relação ciência, tecnologia e sociedade). Nesse tipo de parágrafo, foi identificado o predomínio do perfil epistemológico 2 (97,7% dos parágrafos).

A Figura 5, apresentada a seguir, destaca a diferenciação do perfil epistemológico percebida no conjunto dos fragmentos por capítulo e no total do livro texto analisado.

Figura 5 – Percentual de marca textual de cada perfil epistemológico no Livro 2.



No capítulo Introdutório, foram identificados 59,3% de marcas do tipo 1 (empirista/indutivista) e 40,7% do tipo 2. No capítulo sobre Pilhas, observa-se 51,8% com perfil empirista e 48,2% com perfil racionalista e, no capítulo sobre Radioatividade, identifica-se 38,8% dos fragmentos com perfil epistemológico 1 e 61,2% com perfil epistemológico 2.

Para verificar se essas diferenças encontradas entre os perfis epistemológicos nos capítulos são significativas, utilizou-se o teste estatístico para proporções já descrito anteriormente. O quadro 7 apresenta os valores estatísticos (ΔP) calculados nas amostras coletadas do Livro 2.

Quadro 7 - Valor estatístico calculado para o Livro 2

	INTRO	PILHAS	RADIO	TOTAL
P1	0,593	0,5175	0,3879	0,497
P2	0,407	0,4825	0,6121	0,503
N	108	114	116	338
(P1*P2)/N	0,002235	0,00219	0,002047	0,0007396
σ_p	0,047273	0,0468	0,04524	0,0272
ΔP^*	9,30%	9,10%	8,90%	5,30%
ΔP^*_{i-p}	1,30%	1,30%		
ΔP^*_{p-r}		1,20%	1,20%	
ΔP^*_{i-r}	1,40%		1,40%	

* Grau de confiança = 95 % ($\alpha=0,05$ e $z=1,96$)

Observam-se, no capítulo Introdutório, que a diferença de percentual entre os perfis epistemológicos ($59,3\% - 40,7\% = 18,6\%$) é superior ao ΔP calculado ($9,3\%$), portanto nesse capítulo o predomínio do perfil empirista (1) é significativo. No capítulo Pilhas, a diferença de percentual entre os perfis ($3,6\%$) é inferior ao ΔP calculado ($9,1\%$) não existindo, portanto, nenhuma predominância significativa. Por sua vez, no capítulo Radioatividade, a diferença percentual entre os perfis ($22,4\%$) é muito superior ao ΔP calculado ($8,9\%$), o que permite identificar o predomínio significativo do perfil racionalista (2) nesse capítulo. Considerando o total de fragmentos dos capítulos analisados não foram encontradas diferenças significativas no percentual de marcas. O ΔP ($0,6\%$) é muito inferior ao ΔP calculado ($5,3\%$). Desse modo, pode-se considerar que, no Livro 2, há um equilíbrio entre os perfis epistemológicos identificados no conjunto dos capítulos analisados.

Ao analisar os capítulos codificados é possível perceber que existe uma diferença entre o “apelo tecnológico” que apresentam. O capítulo de Radioatividade tem um apelito tecnológico maior que o capítulo Pilhas. Este, por sua vez, tem um apelito tecnológico maior que o capítulo Introdutório. O interessante, no Livro 2, é que quanto maior o apelito tecnológico que o capítulo apresenta, maior o percentual do perfil 2 identificado (INTRO – $40,7\%$; PILHAS – $48,2\%$; RADIO – $61,2\%$). Observa-se também que essas diferenças são significativas, pois ultrapassam o ΔP calculado, por exemplo, a diferença entre os percentuais do perfil 2 entre o capítulo Introdutório e o de Pilhas ($7,5\%$) é superior ao ΔP calculado ($1,3\%$) para proporção entre os fragmentos dos dois capítulos. Isso também acontece com as diferenças de marcas epistemológicas 2 entre os demais capítulos.

Um capítulo como radioatividade não tem um conteúdo de química muito específico (afinal não trata de uma reação química convencional), e acaba descrevendo a questão das bombas atômicas ou de hidrogênio, a aplicação da radioatividade na medicina, na conservação dos alimentos, obtenção de energia elétrica por reatores nucleares, etc. Isso nos levanta a suspeita de que esse apelito tecnológico pode induzir os autores a explorarem a relação entre ciência, tecnologia e sociedade bem mais do que o usual. Por sua vez, um capítulo como o de Pilhas apresenta vários aspectos tecnológicos (o uso de pilhas e baterias, as variedades de pilhas, se são recarregáveis ou não, o descarte dessas pilhas, etc), mas os conteúdos químicos específicos são mais identificados e desenvolvidos (a óxi-redução, a corrosão e a deposição metálica, o potencial de redução, a diferença de

potencial, etc). Assim, nesse capítulo, o apelo para a relação ciência, tecnologia e sociedade fica com menor intensidade. Já o capítulo Introdutório apresenta marcas textuais tipo parágrafo com a maior incidência do perfil 1 (Intro – 52,5%; Pilhas – 33,3% e Radio – 17,8%). Além do capítulo Introdutório apresentar um menor apelo tecnológico, aparentemente os autores ficaram mais preocupados em tratar de conteúdos básicos. Pode-se observar que esse capítulo quase não descreve a natureza da ciência e do conhecimento científico (existe apenas um fragmento dessa categoria) e é o capítulo que menos utiliza a descrição da relação ciência, tecnologia e sociedade (12 fragmentos é a menor frequência dessa categoria nos capítulos analisados).

Outra característica interessante sobre o Livro 2 é que nas marcas tipo parágrafo (PRG), o perfil 2 predomina (66%), enquanto nos outros tipos de fragmentos (EXE, EXP e ICO) predomina o perfil 1 (72%). Isso pode indicar que, na construção da narrativa para apresentar os conteúdos, mesmo nos mais específicos da química, existe a preocupação com a contextualização, seja a partir da relação ciência, tecnologia e a sociedade ou com a história da ciência. Afinal, de todas as marcas textuais encontradas para parágrafos, em 59,5% o conhecimento científico é apresentado, 23% descrevem a relação ciência, tecnologia e sociedade e 17% abordam a descrição da história da ciência. Estas marcas superam significativamente aquelas relativas à descrição da natureza da ciência (0,3%). Porém, essa preocupação desaparece no tratamento dos exercícios (74,3% marcas tipo 1), dos experimentos (100% marcas tipo 1) e dos fragmentos iconográficos (56,5% marcas tipo 1).

Essas características podem ser consideradas como indícios da influência das definições oficiais, isto é, podem ser resultado das orientações oficiais, tais como PCN, DCN e OCN, que são significativas para a análise do livro didático no PNLD.

Esses documentos oficiais defendem a necessidade de que o currículo de química desenvolva reflexões sobre a ciência, tecnologia e sociedade, principalmente visando à contextualização e à interdisciplinaridade (art. 6º das DCN). As orientações, por sua vez, podem induzir os autores a uma abordagem textual mais próxima do perfil epistemológico 2.

Pode-se perceber isso ao detectar que os fragmentos com marcas textuais sobre ciência, tecnologia e sociedade junto com as marcas tipo história da ciência apresentam 86% de marcas tipo 2, no entanto as marcas que apresentam o conhecimento (PRG 3)

apresentam 54% com perfil 2, isto é, não têm a predominância desse perfil epistemológico (a diferença não é significativa, pois não supera o ΔP calculado – 8,9%).

As categorias PRG 4 e PRG 2 (descrevem a ciência, tecnologia e sociedade e a história da ciência respectivamente) apresentam uma dimensão epistemológica distinta das demais categorias (sejam ou não parágrafos). Isso pode ser explicado pela possível influência das diretrizes oficiais, podendo, portanto, representar um indício importante do papel dessas diretrizes na elaboração dos livros didáticos. Considera-se que a predominância do perfil 2 em categorias de parágrafos representa, neste livro, um enriquecimento para a abordagem desenvolvida.

Por outro lado discutir-se-ão em outros capítulos, os impactos que os outros tipos de marcas textuais, particularmente as atividades propostas (exercícios), podem produzir no processo pedagógico, devido a apresentarem um perfil epistemológico oposto ao perfil epistemológico apresentado textualmente nos parágrafos. Assim, deve-se buscar referenciais teóricos que permitam estabelecer reflexos educacionais dessas dimensões epistemológicas na conceitualização.

A questão que se coloca para discussão é sobre o impacto dos exercícios na visão do aluno. O texto didático apresentado pelos autores dos livros necessariamente teria maior relevância do que as atividades propostas para o aluno exercitar seu conhecimento? Suspeita-se que não. Embora atuem vários fatores relevantes sobre o impacto pedagógico, os exercícios poderão desempenhar um papel específico que será discutido com maior profundidade adiante.

Os fragmentos com marcas textuais tipo iconográfico (ICO-08) aparecem em 23 dos 338 fragmentos com marcas textuais no Livro 2. Embora este número seja relativamente pequeno, ele ultrapassa o número de fragmentos dedicado à descrição da natureza da ciência e às experiências propostas, indicando um peso específico significativo. Neste tipo de fragmento, encontram-se cerca de 56% de marcas correspondentes ao perfil epistemológico 1, predominância significativa, pois supera o ΔP calculado (8,9%). A influência de fragmentos iconográficos tanto como possível elemento de atração para escolha do professor quanto como disseminador de um perfil epistemológico, são elementos para a análise dessa categoria de marca textual.

A baixa incidência de fragmentos que contemplam a descrição da ciência (0,3%) nos parece uma contradição para a narrativa desenvolvida pelo livro 2. Em uma abordagem mais contemporânea a natureza do conhecimento científico deva ser explicitada, pois ela é distinta da ciência subjacente na mídia. Consideramos que isso seja importante na formação do imaginário científico do estudante do ensino médio. A formação de um cidadão crítico requer uma visão crítica da tecnologia como também da própria ciência.

Além disso, não podemos esquecer que, exceto as marcas do tipo parágrafos, todas as outras categorias de marcas textuais apresentam um perfil empirista predominante. Isso nos leva a considerar o livro 2 dentro do quadro do perfil epistemológico empirista-indutivista representado pelo perfil 1.

Como já discutimos anteriormente, não se trata de um perfil puro, nem mesmo uma predominância significativa do total dos fragmentos, pois os valores totais quantidades (ou proporções) equivalentes. Trata-se de analisar o conjunto dessas características e identificar qual perfil epistemológico está subjacente às combinações existentes no conjunto dos fragmentos analisados.

Nessa percepção o Livro 2 tem a dimensão do perfil epistemológico 1 e, possivelmente ao tentar responder às orientações oficiais, sua narrativa supera o perfil epistemológico empirista. Isso é observado, por exemplo, nos parágrafos que tratam da relação ciência, tecnologia e sociedade e da história da ciência onde ocorre predominância do perfil epistemológico 2. Mas, no conjunto dos demais tipos de fragmentos na narrativa, como na dimensão epistemológica dos exercícios, dos experimentos e dos fragmentos iconográficos o perfil empirista predomina.

A análise do Livro 3.

No Livro 3, em um total de 354 fragmentos, 352 (99,4%) apresentaram marcas textuais. Desse total 262 (74,4% das marcas) apresentam perfil epistemológico 2 enquanto que 90 (25,6% das marcas) apresentam perfil epistemológico 1.

A Tabela 4 apresenta o resultado da codificação efetuada com os fragmentos dos capítulos definidos para o Livro 3.

Tabela 4 - Codificação dos fragmentos encontrados no Livro 3.

MARCAS TEXTUAIS		LIVRO L3								TOTAL
		Perfil epistemológico								
		INTRO		PILHAS		RADIO		total L3		
		1	2	1	2	1	2	total1	total2	
PRG	1	1	4	0	0	0	0	1	4	5
	2	0	2	1	1	1	9	2	12	14
	3	0	15	0	38	2	22	2	75	77
	4	0	4	0	16	0	20	0	40	40
	subtotal	1	25	1	55	3	51	5	131	136
EXE	5	4	27	49	40	31	15	84	82	166
EXP	6	0	1	0	2	0	0	0	3	3
ICO	7	0	17	0	21	1	8	1	46	47
Totais marcas por perfil		5	70	50	118	35	74	90	262	352
% marcas por perfil		6,7	93,3	29,8	70,2	32,1	67,9	25,6	74,4	100,0
Totais marcas por capítulo		75		168		109		352		352
% marcas por capítulo		100,0		98,8		100,0		99,4		99,4
TOTAL FRAGMENTOS		75		170		109		354		354
Sem marcas identificadas		0		2		0		2		2
% total de marcas		100,0		98,8		100,0		99,4		99,4

Observa-se que no Livro 3, 136 (38,4% do total) foram marcas tipo parágrafos (PRG) sendo 131 (96,3% do total dos parágrafos) com perfil epistemológico 2 e apenas 5 (3,7% do total de parágrafos) com perfil epistemológico 1.

Constata-se que 166 fragmentos (46,9% de todos os fragmentos) correspondem a exercícios (EXE), sendo 82 (49,4% dos exercícios) com perfil 2 e 84 fragmentos (50,6% dos exercícios) com perfil 1.

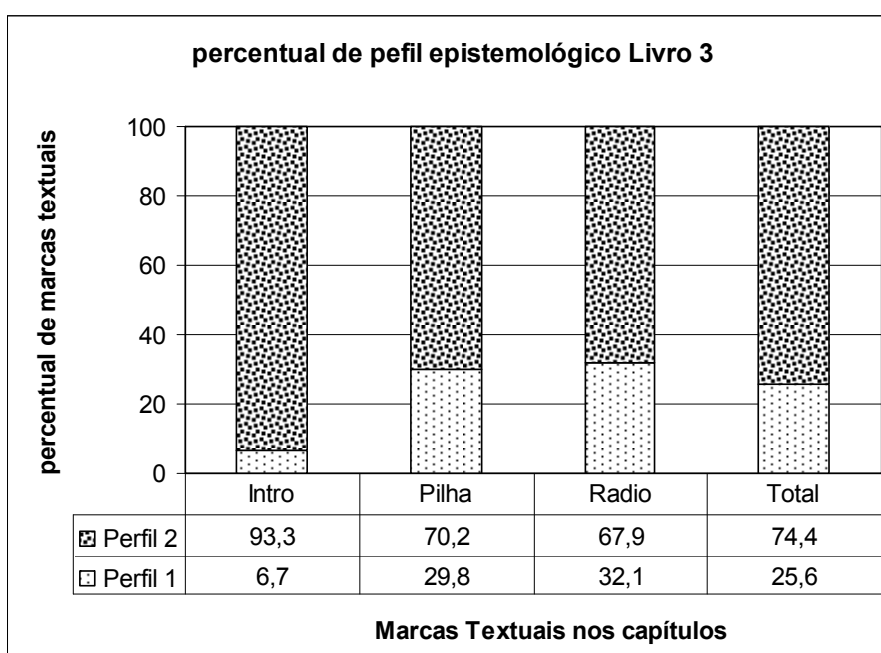
Existem 3 fragmentos (0,9% do total de fragmentos) identificados como experimentos (EXP), todos apresentando marca textual tipo 2. Foram percebidos 47 fragmentos (13,3% do total de fragmentos) com marcas iconográficas (ICO), desses fragmentos 97,9% apresentam perfil epistemológico 2.

Sobre os fragmentos com marcas tipo parágrafos, observa-se que somente 3,7% correspondem à categoria que trata da descrição do método científico (PRG 1), sendo que

80% deles apresentam perfil epistemológico 2. Foram identificados 14 fragmentos com marcas da categoria que descreve como a história da ciência é utilizada (PRG 2), com 85,7% desses fragmentos com marcas do perfil 2. Na categoria PRG 3, categoria que descreve como o conhecimento científico é apresentado, encontram-se 77 fragmentos dos quais 97,4% apresentam perfil epistemológico 2. Por sua vez, a categoria PRG 4 (descreve a relação ciência, tecnologia e sociedade) apresenta 40 fragmentos e todos apresentaram perfil epistemológico 2.

A identificação dos perfis epistemológicos presentes nos capítulos analisados do Livro 3 está apresentada na Figura 6. Nessa figura, identifica-se o percentual de marcas textuais para cada capítulo e para o total de fragmentos analisados do Livro 3.

Figura 6 – Percentual de marca textual de cada perfil epistemológico no Livro 3.



No capítulo Introdutório, foram identificados 93,3% de marcas do tipo 2 (racionalista/dedutivista) e apenas 6,7% do tipo 1. No capítulo sobre Pilhas, 70,2% dos fragmentos apresentaram perfil racionalista (perfil 2) e 29,8% apresentam perfil empirista (perfil 1). No capítulo sobre Radioatividade, 67,9% das marcas foram identificadas com perfil epistemológico 2, enquanto 32,1% apresentaram perfil epistemológico 1.

O quadro 8 apresenta os valores estatísticos (ΔP) calculados nas amostras coletadas do Livro 3.

Quadro 8 - Valor estatístico calculado para o Livro 3

	INTRO	PILHAS	RADIO	TOTAL
P1	0,0667	0,2976	0,3211	0,2557
P2	0,9333	0,7024	0,6789	0,7443
N	75	168	109	352
(P1*P2)/N	0,00083	0,001245	0,001999	0,000541
σp	0,028805	0,03528	0,04472	0,023252
ΔP^*	5,60%	6,70%	8,80%	4,60%
ΔP^*_{i-p}	4,00%	4,00%		
ΔP^*_{p-r}		5,40%	5,40%	
ΔP^*_{i-r}	6,70%		6,70%	

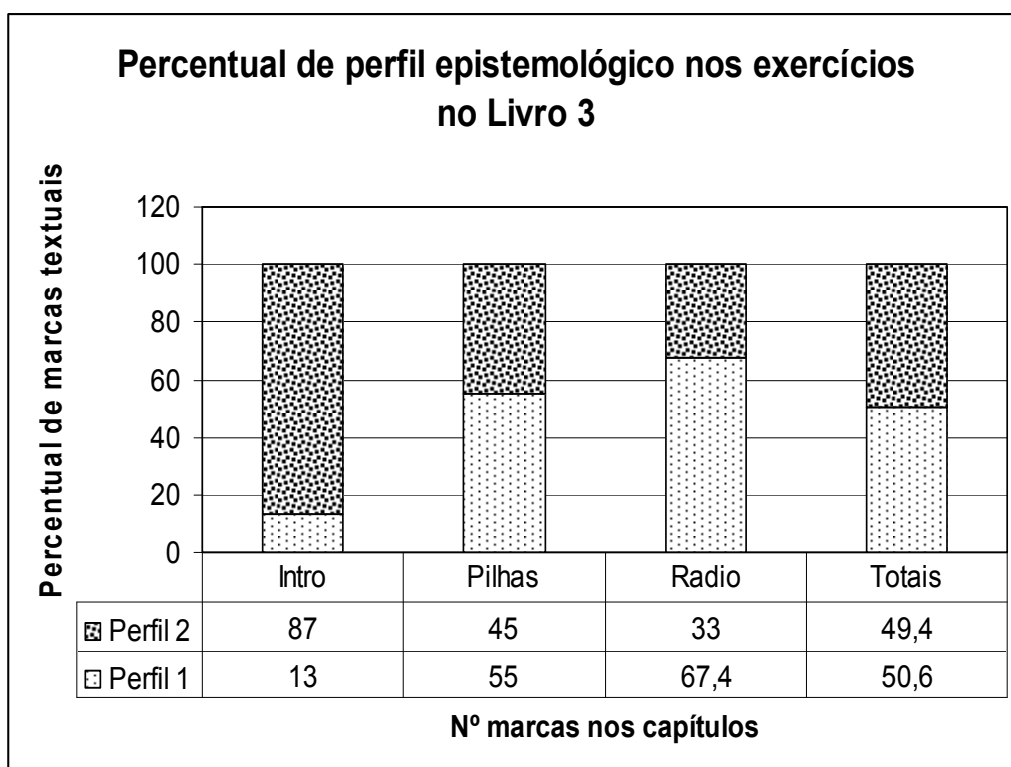
* Grau de confiança = 95 % ($\alpha=0,05$ e $z=1,96$)

A análise dos percentuais de perfis epistemológico em cada capítulo permite identificar a predominância do perfil epistemológico 2, pois, em todos os capítulos, as diferenças de percentuais entre os perfis são muito superiores aos ΔP s calculados. No capítulo de Radioatividade, por exemplo, a diferença de percentuais entre os perfis é igual a 35,8% (67,8% - 32,1%), bem superior ao ΔP calculado (8,8%).

A diferença do percentual do perfil epistemológico 2 entre o capítulo Introdutório e o capítulo Pilhas (93,3% - 70,2% = 23,1%) é bem superior ao ΔP_{i-p} (4%) calculado para os dois capítulos, indicando, portanto, que essa diferença é significativa. Também é significativa a diferença de percentual do perfil 2 entre o capítulo Introdutório e o capítulo Radioatividade. Porém, a diferença de percentuais do perfil 2 entre os capítulos Pilha e Radioatividade (2,3%) é inferior a 5,4% (ΔP calculado). Isto indica que a diferença percentual do perfil epistemológico nesses capítulos não é significativa. Assim, na Introdução, onde são tratados conceitos mais gerais, o perfil epistemológico 2 tem maior amplitude do que nos capítulos de Pilhas e Radioatividade onde conceitos químicos mais específicos têm que ser abordados.

A análise do quadro de fragmentos codificados permite identificar a predominância do perfil epistemológico 2 (racionalista-dedutivista) em praticamente todos os tipos de fragmentos, com exceção do tipo exercício (EXE) que apresenta aproximadamente a mesma frequência de fragmentos para cada um dos dois tipos de perfis. Considerando os diferentes capítulos, observa-se que há uma grande diferença na proporção de marcas do perfil 1 ou 2 encontradas nos exercícios (Figura 7).

Figura 7 – Percentual de marcas tipo exercícios por capítulos no Livro 3



Considerando o total dos exercícios nos capítulos analisados, encontram-se proporções semelhantes de marcas com perfil 1 ou 2 (49,4% de marcas para Perfil 2 e 50,6% de marcas para o Perfil 2). No entanto, quando se compara a codificação dos fragmentos do capítulo Introdutório (onde predomina perfil 2) com as codificações dos fragmentos dos capítulos Pilhas e Radioatividade (onde predominam o perfil epistemológico 1), as diferenças de percentuais entre os capítulos são todas significativas, isto é, superam os valores de ΔP s calculados.

Nesse livro, quanto maior o caráter tecnológico do tema, maior o percentual de exercícios com perfil 1. O perfil 2 predomina significativamente no capítulo Introdutório, perde o predomínio no capítulo de Pilhas enquanto que o perfil 1 assume a supremacia nos exercícios do capítulo de Radioatividade. Essa característica dos fragmentos tipo exercícios parece ser o elemento decisivo que faz com que a frequência de marcas com perfil epistemológico 1 vá crescendo significativamente do capítulo Introdutório para o capítulo de Radioatividade, como é identificado na Figura 9.

Isso é exatamente o oposto do que ocorreu com o Livro 2. A impressão que fica é que houve uma preocupação muito grande com capítulos clássicos, principalmente, no

sentido de apresentar questões epistemologicamente mais contemporâneas, mas, nos exercícios do capítulo de Radioatividade, que tem grande apelo tecnológico, os autores não conseguiram utilizar exercícios que correspondessem ao modo como eles apresentaram no capítulo Introdutório. Aparentemente, o esforço maior dos autores foi com o desenvolvimento temático dos conteúdos, principalmente contextualizando os temas apresentados pela relação ciência, tecnologia e sociedade na perspectiva do perfil 2 (todas as 36 marcas dessa categoria existentes no capítulo Pilhas e Radioatividade apresentam 100% de perfil 2), mas possivelmente descuidaram dos exercícios escolhidos na construção dos capítulos.

A abordagem temática de conteúdos dentro de uma perspectiva epistemológica mais contemporânea já é por si só um resultado significativo. Porém, a utilização de uma quantidade expressiva de exercícios, sem a preocupação de avaliar o perfil epistemológico subjacente, pode ter levado a propor exercícios com perfil oposto ao desenvolvido nas demais categorias de marcas textuais existentes no Livro 3.

É perfeitamente aceitável que, em todo capítulo, existam questões de fixação, ou mesmo de aplicação pura e simples de uma discussão apresentada textualmente, o que seria mais compatível com uma posição epistemológica do tipo 1. Porém, o que se levanta para discussão não é a existência em si de exercícios de perfil epistemológico 1, mas sim o seu predomínio, isto é, o superdimensionamento desse perfil, que é antagônico ao perfil apresentado no conjunto do Livro 3, característica que poderá apresentar consequências pedagógicas.

No Livro 3, também percebe-se a pequena quantidade de fragmentos que descrevem a ciência (1,4%), como aconteceu nos dois livros anteriores. Pela abordagem epistemológica identificada nesse livro didático, essa descrição poderia ter um papel relevante na formação do imaginário científico dos alunos, pois essa abordagem se diferencia da maioria dos livros textos, da concepção que predomina na divulgação da mídia, etc.

A descrição da natureza da ciência, decorrente do perfil epistemológico 2, poderia cumprir um papel especial, pois permitiria a explicitação de uma visão mais contemporânea da natureza da ciência contrastando com a visão normalmente propagada em nossa sociedade. E com isso se aproximar o ensino da ciência da ciência em ação, isto é, de como funciona a ciência, bem como o conhecimento científico é construído pela

comunidade científica. É importante também reconhecer que esse perfil racionalista-dedutivista, embora sem muita descrição explícita sobre a natureza da ciência, é claramente predominante nos diversos tipos de parágrafos.

É interessante observar que fragmentos com marcas típicas sobre a história da ciência apareçam em menor quantidade que as marcas típicas da relação tecnologia e sociedade. Neste caso, a predominância significativa da preocupação com o contexto tecnológico pode evidenciar a densidade epistemológica da abordagem existente no livro texto. A descrição sobre a interação ciência, tecnologia e sociedade mantém a coerência epistemológica observada, pois todos esses fragmentos dessa categoria apresentaram perfil epistemológico 2. Além do que, nesse livro, é marcante a abordagem temática relativa à relação ciência, tecnologia e sociedade.

No entanto, seria esperado um peso maior à descrição da história da ciência do que os 10,3% de fragmentos tipo parágrafos que foram identificados. A abordagem epistemológica presente no livro texto também pressupõe uma nova historiografia que implicaria um peso específico maior no trato da história da ciência. Isso talvez seja um indício de que a história da ciência nem sempre é tão simples de ser descrita e utilizada para contextualizar determinados conhecimentos científicos como muitas vezes se apregoa.

A coerência epistemológica no conjunto dos capítulos é relevante e extremamente significativa, e se manifesta em outro aspecto particular, na presença de muitos fragmentos do tipo iconográfico no livro texto: é o livro que apresenta maior percentual desse tipo de fragmento. Embora coerentemente alinhado à epistemologia do livro didático, contribuindo, portanto, com o desenvolvimento da compreensão mais contemporânea da natureza da ciência, a grande participação do fragmento iconográfico pode cumprir outro papel, principalmente na atração sobre professores em busca de adoção de um material didático. Como já se indicou anteriormente, vários autores, como Jiménez *et al* (2001), apresentam a indicação do crescimento das ilustrações nas obras didáticas (suspeitam de estar atingindo 50% da superfície de um livro didático) devido ao poder de atração exercida pela linguagem iconográfica.

Assim, podemos perceber, pela análise do Livro 3, que a ocorrência de um perfil epistemológico mais contemporâneo parece ser um dos predicados de um livro do tipo denominado “alternativo”. Este livro desenvolve um cuidado maior com as dimensões da ciência, seja da natureza do conhecimento científico, seja do significado desse

conhecimento para a sociedade contemporânea. E essa abordagem é feita utilizando temáticas tecnológicas ou sociais decorrentes da relação ciência, tecnologia e sociedade, isto é, os conteúdos específicos aparecem em função do desenvolvimento da temática, portanto como meio e não como um fim na narrativa textual.

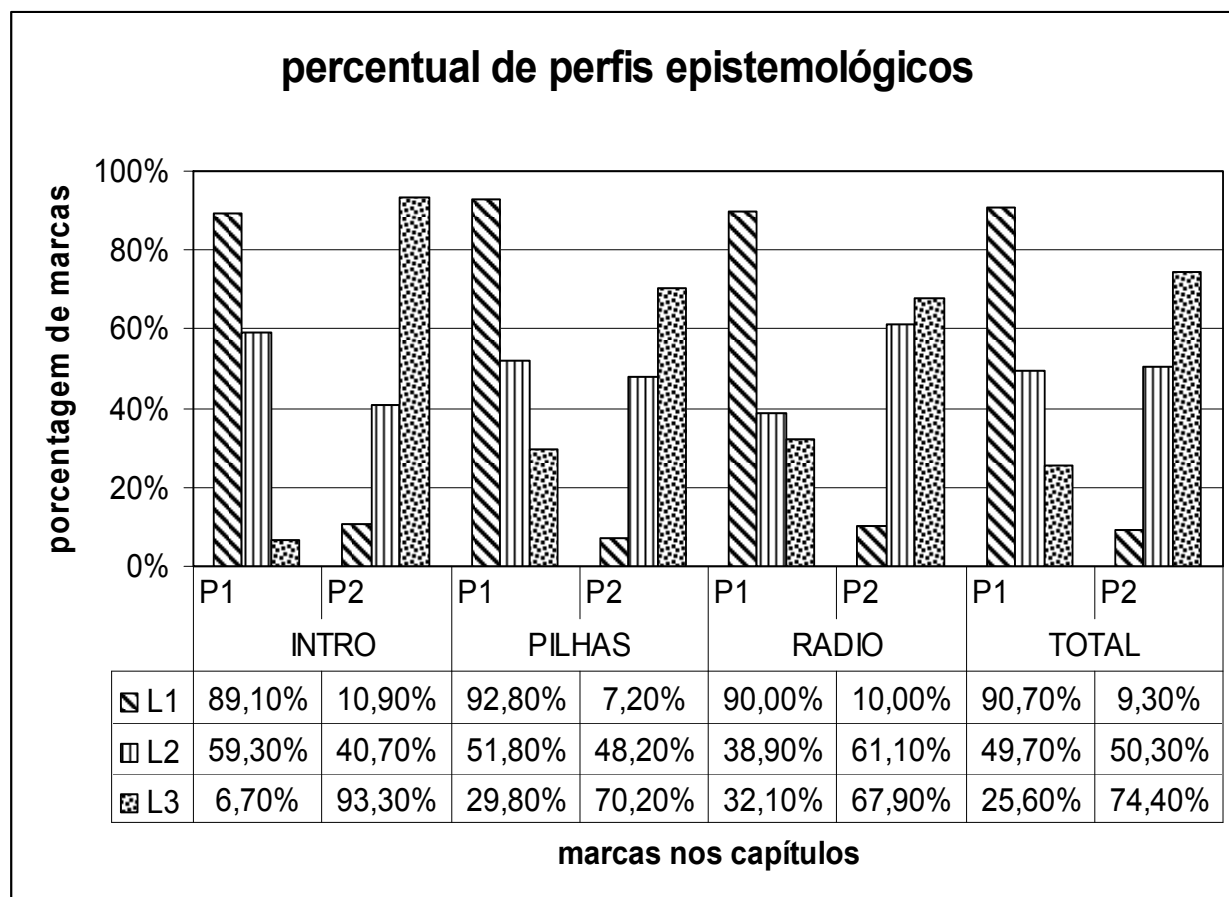
Comparando os três livros analisados

A análise das codificações sugere que as marcas textuais constituem uma busca significativa para levantar evidências da imagem de ciência existente em livros didáticos. Dos 1006 fragmentos semânticos coletados nos três livros textos, 992 (98,6%) apresentam marcas textuais de um dos dois perfis epistemológicos referenciais. O que evidencia a acuidade da ferramenta metodológica desenvolvida para estudar os livros didáticos escolhidos.

O desenho metodológico permitiu levantar as características epistemológicas de cada livro analisado e por meio da análise das marcas identificadas, foi possível explicitar as razões que nos levaram a definir o perfil epistemológico presente em cada livro texto.

A Figura 8 apresenta as características dos perfis epistemológicos identificados em cada um dos capítulos analisados, bem como no total de fragmentos utilizados na coleta de dados, para os três livros didáticos.

Figura 8 – Percentual de marcas de cada perfil epistemológico nos livros analisados.



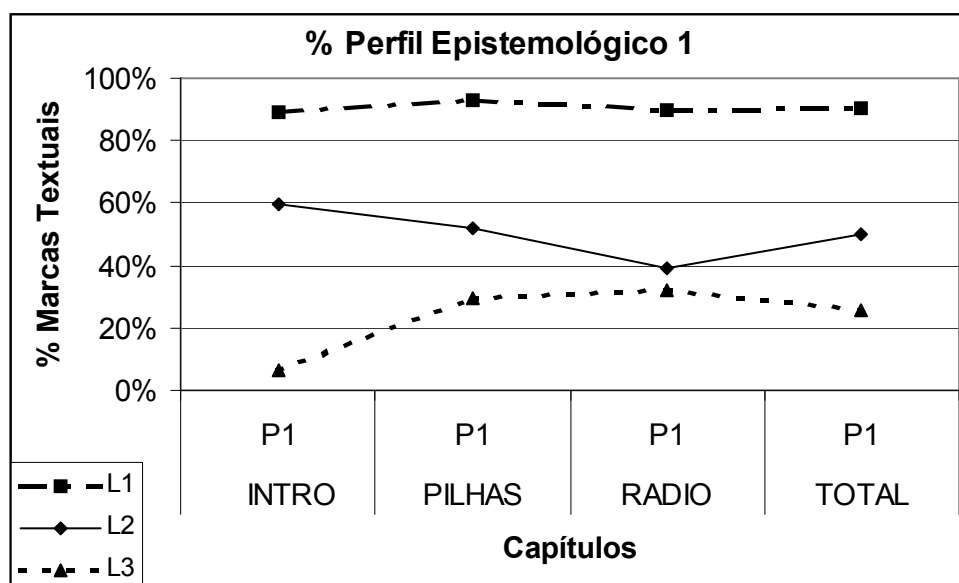
A análise dos quadros de codificação, bem como da Figura 8, mostra três livros com características epistemológicas distintas, como era esperado, pois são livros textos que foram escolhidos por representarem tipos diferentes de livros didáticos (tradicional, novidade e alternativo).

O Livro 1 fortemente identificado com o perfil epistemológico 1 (empirista-indutivista), isto é, apresenta os maiores percentuais de marcas do tipo 1 independentemente dos capítulos analisados ou tipo de fragmento. O Livro 3, fortemente identificado com o perfil epistemológico 2 (racionalista-dedutivista), apresenta maiores percentuais de marcas do perfil epistemológico 2 em todos os capítulos e praticamente todos os tipos de fragmentos. Já o Livro 2 parece se localizar no meio desse caminho, embora apresente um leve predomínio empirista-indutivista.

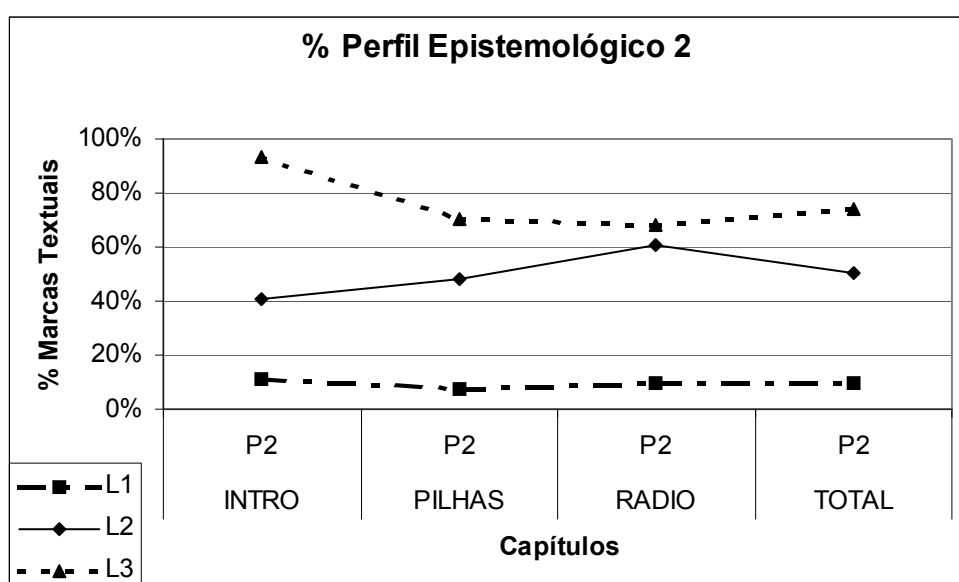
A Figura 9 apresenta um gráfico comparativo dos três livros para cada um dos perfis epistemológicos.

Figura 9 – Percentual de cada perfil epistemológico nos três livros analisados.

9a – Percentual do perfil epistemológico empirista



9b – Percentual do perfil epistemológico racionalista



Esses resultados apontam que os três livros analisados são bem diferentes. O Livro 1, mais tradicional, extremamente empirista e descritivo. O Livro 3, mais contemporâneo e temático ao tratar e apresentar os conhecimentos científicos. E o Livro 2,

que ora apresenta-se mais empirista, ora mais racionalista, dependendo do capítulo analisado.

Os gráficos permitem comparar a tendência dos perfis epistemológicos nos capítulos dos livros analisados. No Livro 2, aparecem os seguintes percentuais para o perfil epistemológico 2, 40,7% no capítulo introdutório, 48,2% no capítulo de pilhas e salta para 61,1% no capítulo de radioatividade, diferenças sempre superiores aos ΔP s calculados. Ou seja, existe um crescente na marca textual típica do perfil epistemológico 2 nesse livro didático em função do apelo tecnológico existente entre os capítulos analisados.

No Livro 3, aparecem os seguintes percentuais para o perfil epistemológico 2, 93,3% no capítulo Introdutório, cai para 70,2% no capítulo de Pilhas e 67,9% no capítulo sobre a Radioatividade (embora essa última diferença se encontre abaixo do ΔP calculado 5,4%). O crescente apelo tecnológico existente nos capítulos analisados aparentemente não produziu o mesmo efeito do Livro 2.

O Livro 2 acabou ultrapassando o perfil epistemológico 1, em alguns tipos de marcas, em função da característica tecnológica associada ao tópico do capítulo e, possivelmente, à preocupação em seguir as diretrizes oficiais pré-estabelecidas. Isso é perceptível quando se observa que o perfil 2 somente predomina nos parágrafos que descrevem a história da ciência e a relação ciência-tecnologia-sociedade. Tópicos indicados principalmente para dar contexto aos conhecimentos científicos.

Como já foi observado no Livro 3, o perfil epistemológico 2 sempre predominou, o que demonstra uma coerência epistemológica de uma visão de ciência contemporânea, o que parece ser uma característica de livros textos considerados alternativos. Aparentemente, no Livro 3, os autores tomaram mais cuidados com a apresentação temática do conhecimento científico. No entanto, parecem ter se descuidado nos tópicos mais tecnológicos e de grande impacto e relevância social, como o tópico de radioatividade.

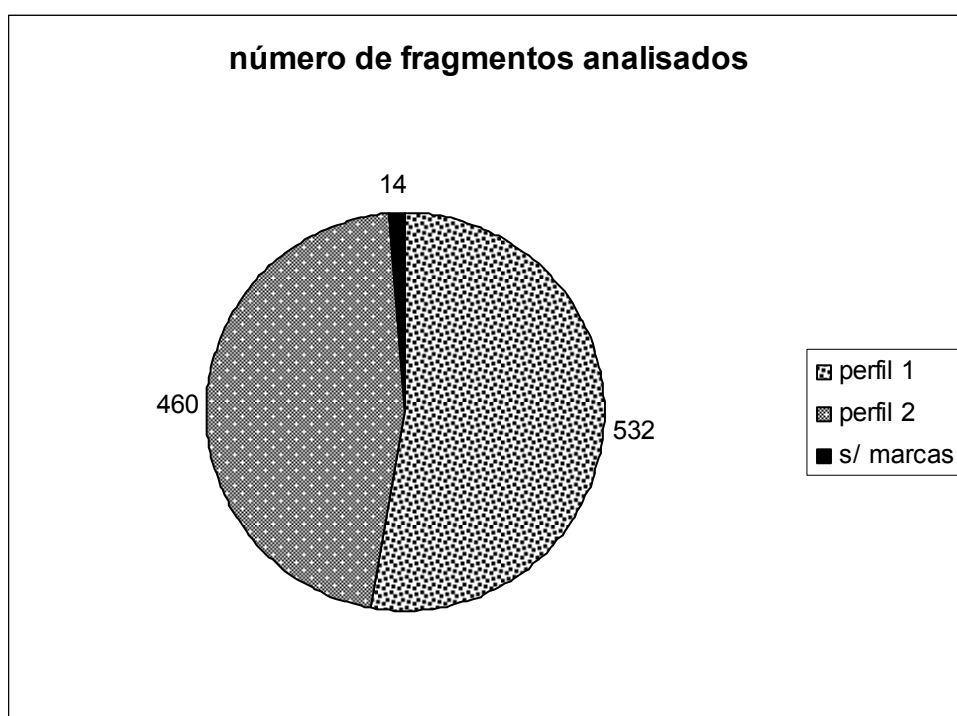
A análise das marcas mostra que a queda do perfil 2 nos capítulos Pilhas e Radioatividade foi justamente devido ao perfil epistemológico associados aos exercícios escolhidos. São esses capítulos, no Livro 3, nos quais as marcas tipo exercícios apresentam predomínio significativo do perfil epistemológico 1.

4. UM ESTUDO COMPARATIVO DAS CATEGORIAS DE MARCAS TEXTUAIS IDENTIFICADAS.

O primeiro aspecto ressaltado na análise está no significado da quantidade de marcas textuais encontradas nos fragmentos analisados. Foram encontradas marcas textuais em cerca de 99% do total de fragmentos do Livro 1, em 98% dos fragmentos do Livro 2 e em 99% dos fragmentos do Livro 3. Isso é uma evidência da acuidade do desenho metodológico.

A Figura 10 apresenta, no total dos três livros, o número de fragmentos com marcas de perfil 1, o número de fragmentos com marcas de perfil 2 e o número de fragmentos em que não foi identificada nenhuma marca textual.

Figura 10 – Número de fragmentos analisados



Como se pode observar, apenas em 14 fragmentos (1,4%) não foram identificadas marcas textuais. É importante assinalar que este é o resultado da fragmentação através da concepção de fragmentos semânticos, isto é, definidos em função de um sentido. Essa concepção de fragmentos semânticos foi fundamental para possibilitar

a codificação. Possivelmente outra maneira de segmentar os capítulos poderiam resultar em uma grande quantidade de fragmentos que dificilmente permitiriam a percepção da presença de marcas textuais. Com poucas marcas textuais identificadas poderiam debilitar a análise pretendida.

Além do mais, no decorrer da intercodificação, foi possível aprimorar o Livro-de-códigos, como também aprimorar a maneira de fragmentar um determinado capítulo. O refinamento do Livro-de-códigos combinado com o aprimoramento da fragmentação semântica possibilitou a demarcação efetiva de perfis epistemológicos. Na análise, portanto, o baixo percentual de fragmentos sem identificação de marcas textuais é um dos indícios da consistência dos procedimentos metodológicos utilizados.

A pequena superioridade do percentual do perfil epistemológico 1 (53% x 46%), embora não significativa, pode ser perfeitamente compreendida pelo fato de que o Livro 2 e o Livro 3 (que apresentam o maior contingente de fragmentos com marcas textuais do tipo 2) apresentam significativo perfil epistemológico 1.

Como se pôde observar nas tabelas de dados (Tabelas 2, 3 e 4), foram coletados 306 fragmentos do Livro 1, 346 fragmentos do Livro 2 e 354 fragmentos do Livro 3. O número de fragmento no total do Livro 2 e Livro 3 superam o dobro dos fragmentos encontrados no Livro 1 em cerca de 15% (90 fragmentos). A significativa presença do perfil, nesses livros, justifica a aparente superioridade das marcas de perfil 1 no conjunto de fragmentos.

Agora, serão analisadas as características identificadas em cada tipo de marca textual para os três livros didáticos.

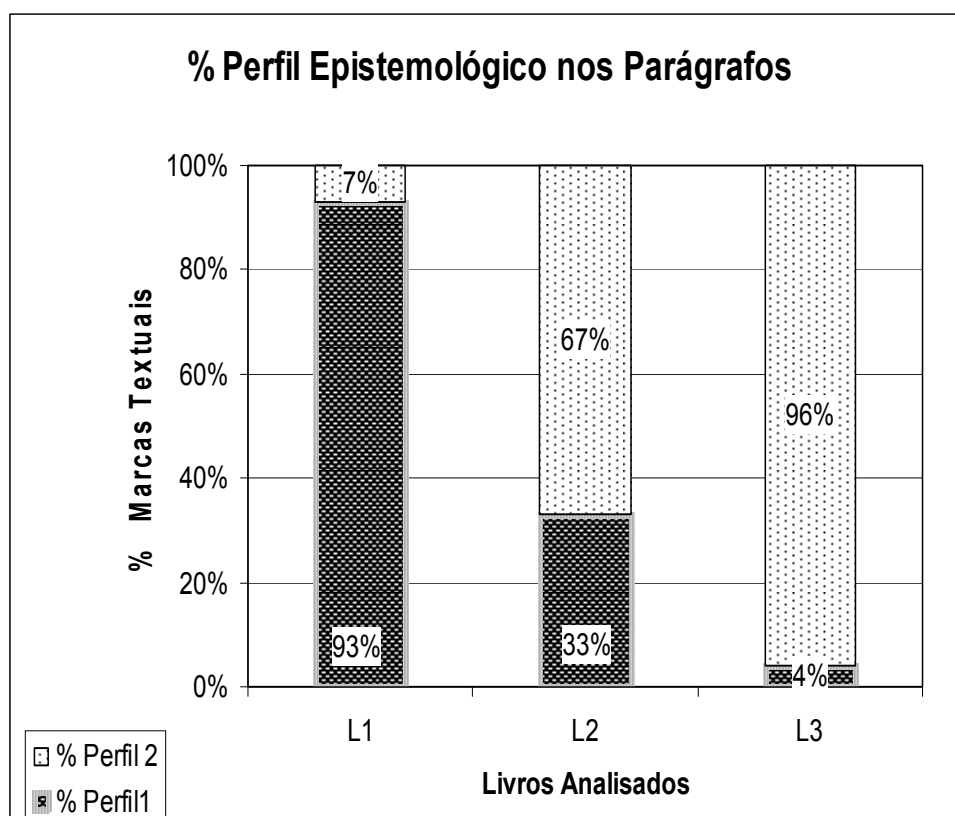
Análise dos fragmentos tipo parágrafos nos três livros analisados.

Outra dimensão importante para a análise é a possibilidade de mapear as características próprias de cada livro texto bem como analisar os livros em função de determinados tipos de fragmentos categorizados. A tabela a seguir (Tabela 5) e a Figura 11 apresentam a categorização comparativa dos vários livros em função da tipologia de fragmentos semânticos com marcas textuais tipo parágrafos.

Tabela 5 - Categorização de parágrafos (PRG):

Livro	Nº Fragmentos	% Fragmentos	Perfil 1		Perfil 2	
			Nº	%	Nº	%
L1	132	43%	123	93%	9	7%
L2	195	56%	65	33%	130	67%
L3	136	38%	5	4%	131	96%
TOTAL	463	46%	193	42%	270	58%

Figura 11 – Percentual de perfis epistemológicos nos parágrafos.



A identificação de que quase a metade (46%) dos fragmentos apresenta marcas textuais categorizados como parágrafos (PRG) representa certa surpresa, pois o esperado, para um livro texto, é a predominância de marcas textuais nessa categoria de fragmento semântico. A expectativa de ter marcas tipo parágrafos predominando é decorrente da esperada exploração textual explícita dos contextos, conceitos e exemplos.

Porém, somente o Livro 2 tem predomínio significativo das marcas tipo parágrafos. Embora, não seja possível analisar as razões para essa frequência (consequência da abordagem, consequência do estilo textual ou consequência da restrição do número de páginas, etc), essa característica pode estar representando um indício de que algum quesito que deveria ser tratado textualmente foi deixado de lado.

Assim, tem-se que analisar as subcategorias existentes dentro da marca parágrafo. Há quatro tipos de marcas textuais constituindo a categoria parágrafo (PRG). A análise da identificação do perfil 1 epistemológico dessas subcategorias forneceu a descrição das marcas em cada livro texto analisado, permitindo identificar características próprias para cada unidade de estudo.

O tipo de fragmento parágrafo (PRG 1), que faz a descrição da ciência e do seu método, é o tipo de parágrafo que menos aparece nos três livros estudados. A saber, em cerca de 2% dos fragmentos do Livro 1, em cerca de 0,3% dos fragmentos do Livro 2 e cerca de 1,4% dos fragmentos do Livro 3, demonstrando a fragilidade dos três livros analisados no quesito de explicitar a natureza da ciência.

Por outro lado, dentro da tipologia de parágrafo, o fragmento PRG 3, que é o descritor para o perfil epistemológico associado à apresentação do conhecimento científico, é a categoria que predomina nos três livros didáticos categorizados. A saber, em cerca de 30% dos fragmentos do Livro 1, em cerca de 34% dos fragmentos do Livro 2, e em cerca de 22% dos fragmentos do Livro 3.

Uma comparação necessária é a dos perfis predominantes nos fragmentos tipo parágrafos com os predominantes em cada um dos livros textos. O Livro 1 (que apresenta no total 90,7% de perfil 1) apresenta nos parágrafos 93% do perfil 1. No Livro 3 (que apresenta 74,4% de perfil 2 no total de seus fragmentos), foram identificados 96% de perfil 2 nos seus parágrafos. Já o Livro 2, que pelo conjunto das categorias tem pequeno predomínio 1, apresenta nos fragmentos tipo parágrafo 67% com perfil 2. É perceptível que os livros apresentam um percentual de perfil epistemológico muito similar ao perfil epistemológico predominante no livro texto, com exceção do Livro 2.

No caso do Livro 2, a diferença entre o perfil dominante no livro analisado e o predominante no fragmento parágrafo é, em geral, explicado pelo perfil epistemológico presente no fragmento tipo exercício, que será analisado a seguir.

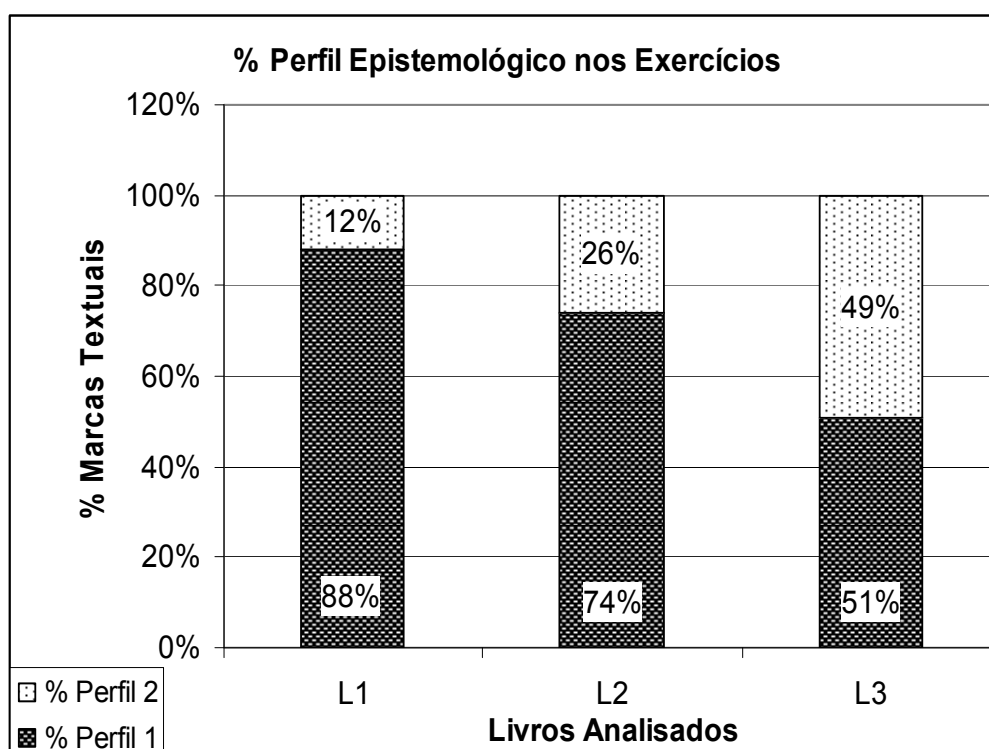
Análise dos fragmentos tipo exercícios nos três livros analisados.

A análise dos fragmentos tipo exercício é uma das mais significativas para se discutir decorrências pedagógicas. A Tabela 6 e a Figura 12 servem para apresentar os resultados da codificação dos três livros didáticos em relação a esse tipo de fragmento.

Tabela 6 - Categorização de exercícios (EXE):

Livro	Nº Fragmentos	% Fragmentos	Perfil 1		Perfil 2	
			Nº	%	Nº	%
L1	155	51%	137	88%	18	12%
L2	117	34%	87	74%	30	26%
L3	166	47%	84	51%	82	49%
TOTAL	438	44%	308	70%	130	30%

Figura 12 – Percentuais de perfis epistemológicos nos exercícios .



A análise do quadro de categorização de exercícios permite concluir a significância dos exercícios como marcas textuais de perfis epistemológicos em um livro didático. 44% dos fragmentos analisados pertencem a essa categoria. Pode-se constatar que 90% dos

fragmentos com marcas textuais correspondem a parágrafos (46%) e exercícios (44%), sendo que a diferença de percentuais entre os dois tipos de marcas textuais não apresenta significância estatística. Assim, as características dos livros analisados são percebidas, principalmente pela análise dos perfis identificados nesses dois tipos de marcas textuais.

Quase a metade (44%) dos fragmentos com marcas textuais são exercícios, isso representa um fator de grande relevância, possivelmente impactando a realidade da sala de aula devido à decorrência de seu perfil epistemológico subjacente. E, nessa categoria, acontece uma situação específica: predomina perfil epistemológico 1 (empirista-indutivista) nos três livros didáticos analisados (com exceção somente ao capítulo Introdutório do Livro 3 como já foi ressaltado anteriormente), como pode ser percebido no gráfico de categorização de exercícios (Figura 7).

No entanto, há diferenças entre os livros analisados. No Livro 1, predomina o perfil 1 em 88% dos exercícios (e em todos os capítulos). No Livro 2, o perfil 1 predomina em 74 % dos fragmentos em todos os capítulos (predomínio epistemologicamente oposto aos parágrafos), enquanto, no Livro 3, o predomínio do perfil 1 não é estatisticamente significativo (51%) considerando o total dos capítulos, porém torna-se significativo se forem considerados os exercícios nos capítulos sobre Pilhas e Radioatividade (59,3% de perfil 1, predomínio epistemológico oposto a todos os outros tipos de marcas textuais presentes nesse livro texto).

A análise dos perfis nos exercícios nos mostra que, para o Livro 1, os exercícios ratificam o predomínio do perfil epistemológico empirista. Para o Livro 3, o perfil 1 predominante nos exercícios atenua o perfil racionalista predominante. Mas, para o Livro 2, o perfil 1 predominante nos exercícios será o ponto central para reverter o predomínio do perfil 2 existente nos parágrafos. Vejamos isso com mais atenção.

O Livro 1 tem perfil epistemológico 1 predominante (como aconteceu com os parágrafos e demais marcas textuais), assim o perfil dos exercícios não altera, somente corrobora o perfil epistemológico empirista presente nesse livro didático. Reforça a coesão epistemológica entre as categorias de marcas textuais percebidas nesse livro didático.

No entanto, no Livro 3, o perfil epistemológico dos exercícios apresenta consequências. Já se observou que o Livro 3 apresenta no conjunto das marcas tipo exercícios um equilíbrio (51% perfil 1; 49% perfil 2) entre os perfis epistemológicos

(Figura 12). No entanto, isso muda radicalmente, caso se considerem as marcas tipo exercícios existentes nos capítulos de Pilhas (55% perfil 1) e Radioatividade (67,4% perfil 1), observar-se-á o predomínio do perfil empirista.

Como, no Livro 3, o perfil 2 predomina nos parágrafos (96%), nos experimentos (100%) e nas marcas iconográficas (97,9%), a predominância do perfil 1 nos dois capítulos assinalados não chega a inverter o perfil predominante no Livro 3, mas é o responsável pela diminuição significativa de percentual de perfil 2 durante o capítulo de Pilhas (70,2% perfil 2) e de Radioatividade (67,9% perfil 2) enquanto, no capítulo Introdutório 93,3% das marcas apresentam perfil 2.

Acredita-se que a contradição entre o perfil expresso pelos parágrafos e o perfil subjacente nos exercícios, percebida em nossa análise, pode representar consequências pedagógicas que serão discutidas mais a frente.

Por sua vez, o Livro 2, que apresenta o menor percentual de exercício entre os três livros, sofre a consequência do perfil epistemológico 1 predominante nesses exercícios. Na verdade, o perfil epistemológico empirista predomina nos exercícios, nos experimentos e nos fragmentos iconográficos. Essa conjunção de perfil epistemológico subjacente a esses tipos de fragmentos inverte o predomínio epistemológico no livro texto comparado ao percebido nos fragmentos tipo parágrafo.

Os exercícios, pelo seu peso específico são os principais agentes dessa inversão epistemológica. É devido aos exercícios que o Livro 2 fica, aparentemente, em uma posição intermediária entre os outros dois livros, mas dentro de um marco epistemológico empirista. Como já se assinalou anteriormente, o perfil 2 predominante na narrativa do Livro 2 parece ser consequência de uma preocupação em atender os documentos oficiais e não decorrente de uma concepção epistemológica sobre o livro didático.

A discussão sobre as possíveis consequências pedagógicas dessa característica do livro será tratada mais profundamente no próximo capítulo, mas é necessário adiantar algumas observações, pois esse fenômeno já tinha sido observado quando da análise dos livros utilizados em uma análise piloto (ver o Relatório de Pesquisa 5: Um balão de ensaio: a codificação teste no Anexo 5).

Cabe apresentar uma reflexão sobre a discussão do impacto para o aluno: mesmo utilizando um livro que nos parágrafos a ciência é descrita e apresentada explicitamente

com o perfil 2, a predominância do perfil 1 nos exercícios pode representar uma dinâmica oposta e ter reflexos mais significativos e duradouros na imagem de ciência que esse aluno construirá a partir de sua relação com o conhecimento científico apresentado em sala de aula.

A quantidade e o papel de exercícios em livros didáticos vem sendo objeto de estudos de alguns pesquisadores como Nuñez *et al* (2003, p. 561) sobre os critérios de seleção de livro didático. Esses autores observam, em artigo sobre critérios que os professores de química utilizam para selecionar livros didáticos, que os principais interesses dos professores são “verificar se os livros possuem bastantes exercícios para o vestibular e alguma alusão ao cotidiano dos alunos, o mínimo que se pode inferir é que o conhecimento químico presente nesses livros é tido como certo, definitivo e inquestionável”. (NUÑEZ *et al*, 2003; ESPINOZA & FERNANDEZ, 2002; CALDAS e SALTIEL, 2001; LOGUERCIO, 2001)

Considerando que muitas vezes o próprio professor se apóia muito mais nos exercícios do que na apresentação textual do livro didático adotado, o perfil epistemológico subjacente nos exercícios não atuará apenas na concepção dos alunos, mas também diretamente na epistemologia-em-uso do próprio professor e, portanto, poderá ter decorrências na ação desse professor em sala de aula.

Porém, a epistemologia-em-uso nas marcas tipo exercício interage com a epistemologia-em-uso das outras categorias de marcas textuais. A natureza da ciência também está subjacente aos experimentos utilizados ou propostos e as marcas iconográficas utilizadas. Assim, serão analisadas as características nas marcas textuais tipo experimentos identificadas nos livros estudados.

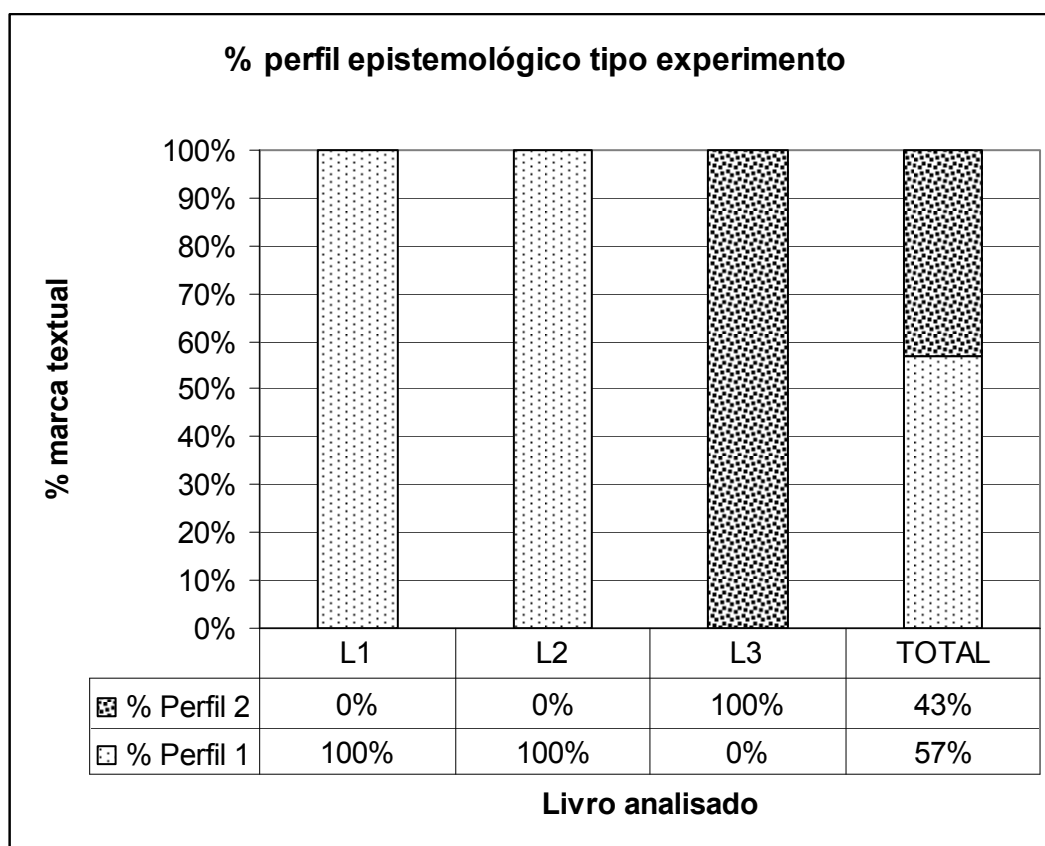
Análise dos fragmentos tipo experimentos nos três livros analisados.

As marcas tipo experimento tiveram pequena incidência nos livros analisados (Tabela 7). A Tabela 7 e a Figura 13 servem para apresentar os resultados da codificação dos três livros didáticos em relação a esse tipo de fragmento.

Tabela 7 - Frequência de fragmentos tipo experimento nos dois perfis analisados:

Livro	Nº Fragmentos	% Fragmentos	Perfil 1		Perfil 2	
			Nº	%	Nº	%
L1	1	0,3%	1	100%	0	0%
L2	3	0,9%	3	100%	0	0%
L3	3	0,8%	0	0%	3	100%
TOTAL	7	0,7%	4	57%	3	43%

Figura 13 - Percentuais de perfis epistemológicos nos experimentos dos três livros.



Quando é proposto, executado e discutido um experimento, um determinado perfil epistemológico é desenvolvido.

Segundo os empiristas clássicos, a ciência começa com a observação, devendo o observador registrar de um modo fidedigno tudo aquilo que pode ver, ouvir, medir, etc., para a partir das observações estabelecer uma série de enunciados dos quais derivam as leis e as teorias que vão constituir o conhecimento científico. No empirismo clássico (CACHAPUZ *et al*, 2005 p.81-87), são os dados observacionais neutros, destituídos do componente teórico que ultrapasse, estritamente, a observação, que permitem o controle da teoria científica. Esta concepção arrastam consequências para o ensino, tais como serem os fatos científicos que passam a dar significados as teorias ou que é a observação a etapa mais importante do método científico. Assim, espera-se para esse perfil epistemológico que a “observação” tenha enorme relevância na didática desenvolvida e, portanto, as atividades experimentais terão importância por permitirem a vivência do aluno com as etapas do método científico, particularmente com a etapa mais relevante: as observações.

Não é objetivo dessa pesquisa discutir a validade ou não dessa dimensão epistemológica. A nossa análise se pauta no porquê de o experimento ser o tipo de marca textual de pequena frequência nos livros de perfil empirista. O Livro 1, rigorosamente coeso epistemologicamente, na sua dimensão empírica, não somente apresenta poucos parágrafos descrevendo a ciência como também é o mais pobre de atividade experimental (0,3% dos fragmentos com marcas são tipo experimento).

O Livro 2, por sua vez, apresenta 0,9% de frequência de marca textual tipo experimento.

Então a vertente racionalista poderia ser analisada. Que importância tem a atividade experimental para essa vertente? Essa perspectiva não prega o abandono da observação. Pelo contrário, defende que ela não é neutra, nem objetiva (o que não significa que não se faça o possível para que o seja), que deve ser cada vez mais orientada por doutrinas mais elaboradas. Admite que os fatos científicos são construídos por um longo percurso através da teoria. Nesse perfil epistemológico, a observação é entendida como um processo seletivo, estando a pertinência de uma observação ligada ao contexto do próprio estudo, tornando-se necessário ter alguma idéia de partida do que se espera observar. Essa dimensão epistemológica carrega para o ensino a necessidade de estratégias pedagógicas apoiadas na reflexão sobre o significado da observação, tendo em mente a situação concreta da sala de aula. A atividade experimental faz parte de uma estratégia em que o sujeito é o elemento central da aprendizagem, e a atividade funcionará como um processo

de questionar as hipóteses que os alunos sugerem (CACHAPUZ et al, 2005; PAULA, 2004). Assim sendo, nessa perspectiva, a atividade experimental também apresenta grande relevância.

No entanto, no Livro 3, de perfil epistemológico 2, a quantidade de experimentos que aparecem corresponde a 0,8% dos fragmentos com marcas textuais. Isso mostra que a quantidade de experimentos é muito pequena.

Existe uma identidade em todos esses livros: as quantidades de experimentos junto com a quantidade de parágrafos que descreve a ciência aparecem muito pouco no conjunto dos capítulos.

Esse alinhamento sugere que a existência de poucos exercícios não se relaciona ao perfil epistemológico do livro didático. Tanto que os poucos experimentos que aparecem em cada livro estão totalmente alinhados com o perfil epistemológico identificado em cada livro texto.

Isso pode ser um reflexo da dificuldade de autores em dimensionar a efetividade da utilização de atividades experimentais. Isso significa que a indicação de experimentos enfrenta dificuldades devido à formação insuficiente dos professores em relação a execução dos experimentos, a insegurança do professor em relação ao uso do laboratório, à dificuldades de infra-estrutura em muitas escolas em relação a um local adequado para a prática, a possibilidade de materiais disponíveis para executar a prática, etc.

Possivelmente um professor que não usará a prática terá preferência por um livro texto que não apresente nenhuma ou quase nenhuma atividade experimental.

Na revisão bibliográfica, encontrou-se certo consenso indicando que para melhorar a dimensão do ensino de ciências é fundamental integrar os aspectos conceituais, procedimentais e axiológicos próprios da ciência. *“Dito por outras palavras, o que a investigação está a mostrar é que a compreensão significativa dos conceitos exige superar o reducionismo conceitual e apresentar o ensino de ciências como uma atividade, próxima à investigação científica, que integre os aspectos conceituais, procedimentais e axiológicos”* (CACHAPUZ et al, 2005.p.32). No entanto, nos livros analisados, essa é uma busca que parece não ter sido efetivada.

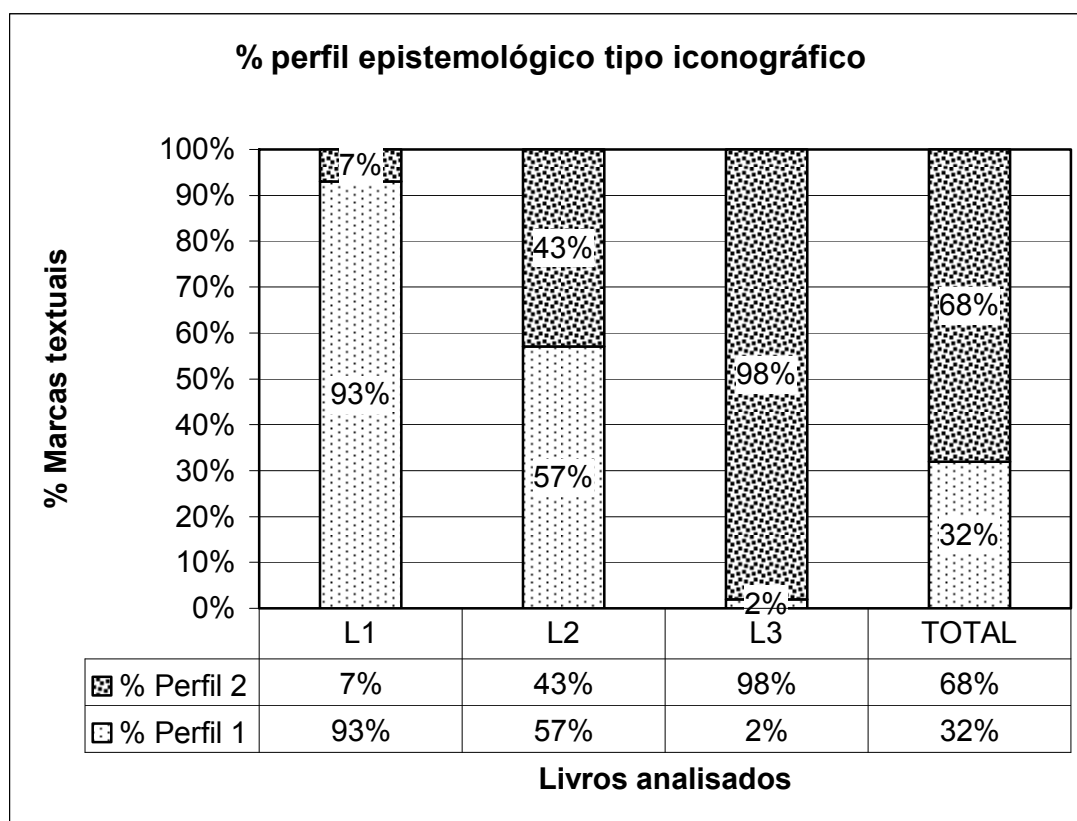
Análise dos fragmentos tipo iconográfico nos três livros analisados.

A análise dos fragmentos tipo iconográfico representa um importante aspecto devido ao peso específico desses fragmentos no conjunto dos livros, mas também devido à importância da atração que esse tipo de fragmento apresenta sobre o leitor. A Tabela 8 e a Figura 14 servem para apresentar os resultados da codificação dos três livros didáticos em relação a esse tipo de fragmento.

Tabela 8 - Categorização dos fragmentos iconográficos (ICO):

Livro	Nº Fragmentos	% Fragmentos	Perfil 1		Perfil 2	
			Nº	%	Nº	%
L1	14	5%	13	93%	1	7%
L2	23	7%	13	57%	10	43%
L3	47	13%	1	2%	46	98%
TOTAL	84	8%	27	32%	57	68%

Figura 14 - Percentuais de perfis epistemológicos nos iconográficos dos três livros.



Jíménez *et al* (2001) estudaram a função didática das ilustrações em um livro texto e colocam duas razões que os levaram a pesquisar o campo das ilustrações incorporadas em um livro didático. A primeira é que suspeitam que as ilustrações influenciem fortemente na decisão de um professor para adotar um determinado livro texto. A segunda é que suspeitam (e seus estudos apontam para essa perspectiva) que as ilustrações cheguem a ocupar em torno de 50% da superfície de um livro didático da educação básica.

Entretanto, o que esta pesquisa identifica é que os elementos iconográficos em um livro didático apresentam um alinhamento em termos de perfis epistemológicos. No Livro 1, onde predomina o perfil epistemológico 1, também nos fragmentos iconográficos ocorre predominância desse perfil (93% dos fragmentos iconográficos do livro 1). Por sua vez, o Livro 3, que apresenta predomínio do perfil 2, a predominância desse perfil nos fragmentos iconográficos é de 98%. Já o Livro 2 apresenta predominância do perfil epistemológico 1 nos fragmentos iconográficos se opondo ao perfil epistemológico predominante dos parágrafos existentes nesse livro texto. Isto é, enquanto o texto apresenta uma natureza da ciência, experimentos, fragmentos iconográficos e exercícios apresentam imagem de ciência oposta.

Também foi detectado que o Livro 3 busca ser atrativo pelo elemento iconográfico, apresentando 56% dos fragmentos iconográficos identificados no conjunto dos três livros analisados. É, possivelmente, o resultado da combinação de uma coerência epistemológica (pois as marcas tipo iconográfico apresentam 98% de perfil 2) já identificada com a preocupação editorial possivelmente visando nas marcas iconográficas um atrativo a mais para ganhar o interesse e a indicação do professor.

VIII – DISCUSSÃO SOBRE AS POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS DOS PERFIS EPISTEMOLÓGICOS SUBJACENTES AO LIVRO TEXTO.

De todos os tipos de fragmentos, foi no tipo exercício que a análise detectou uma determinada semelhança entre os três livros analisados, independente das diferenças epistemológicas tão claramente percebidas nesses materiais didáticos.

Por essa razão, analisar o significado dos exercícios apresentados nos livros textos representa uma possibilidade de evidências entre as características dos livros didáticos e os processos escolares, particularmente, a sala de aula.

A análise demonstrou que existe um alinhamento marcante entre parágrafos, experimentos, iconográficos com o perfil epistemológico predominante. Já os fragmentos tipo exercícios apresentam marcas textuais que não são tão contrastantes entre os livros didáticos analisados.

A metodologia permitiu analisar e classificar como a história da ciência, a relação sociedade, tecnologia e ciência são tratadas em cada um dos livros textos analisados. Pode ser feita a análise da proporção de parágrafos destinados a estes itens epistemológicos, bem como o perfil predominante em cada um destes itens, como era o segundo objetivo desta pesquisa.

Isso por si só já coloca a necessidade de tentar buscar a relação entre essas análises e a implicação pedagógica desse tipo de fragmento sobre o professor, sobre o aluno, enfim sobre a sala de aula, buscando conclusões que possam ajudar a desvendar aspectos importantes dos processos curriculares reais, isto é, dos processos que acontecem e efetivam a sala de aula no seu cotidiano.

Por tudo isso, será necessário abrir um espaço para aprofundar as análises desses dados buscando efetivar conclusões sobre as implicações educacionais que as evidências analisadas representam.

POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS DO PERFIL DOS EXERCÍCIOS PRESENTES EM LIVROS DIDÁTICOS : COGNIÇÃO E PROCESSOS TÁCITOS.

Um dos aspectos que essa pesquisa aponta é a relevância dos exercícios apresentados em um livro didático. Apresenta a mesma frequência do que os parágrafos no conjunto dos fragmentos, mas seu perfil epistemológico é, nos Livros 1 e 2, significativamente diferente do perfil epistemológico identificado nos parágrafos.

Como os experimentos e os fragmentos iconográficos apresentam pequena frequência na amostra, analisar as possíveis implicações pedagógicas das marcas textuais tipo exercício, identificadas nos livros didáticos, torna-se uma necessidade.

Foram escolhidos dois referenciais teóricos para refletir e discutir sobre as implicações pedagógicas decorrentes do tipo de exercício utilizado em atividades didáticas: o conhecimento tácito de Michael Polanyi (1966) com as teorias-de-ação de Argyris e Schön (1974), e o de Campos Conceituais de Gerard Vergnaud (1990).

a. O conhecimento tácito de Michael Polanyi

No início do primeiro capítulo do livro *The Tacit Dimension* (1983), Polanyi declara não ser possível tratar o conhecimento humano sem partir do princípio de que “sabemos mais do que podemos dizer” (POLANYI, p.4, 1983). Frade (2003) em sua tese sobre componentes tácitos e explícitos do conhecimento matemático de áreas e medidas comenta que tal princípio se tornaria uma citação obrigatória por parte de todos aqueles que se remetem a Polanyi. Embora esse princípio pareça ser óbvio, ele espelha um dos principais pilares de sua concepção de conhecimento: o reconhecimento da existência de um tipo de conhecimento que não pode ser completamente exposto e, mais especificamente, que não pode ser descrito em regras ou palavras: o conhecimento tácito.

Em particular, para o autor, tal conhecimento é subjacente a todo conhecimento proposicional, ou seja, a linguagem sozinha é insuficiente para tornar um conhecimento explícito. Disso, resulta que todo conhecimento ou é tácito ou é construído a partir de conhecimentos tácitos (POLANYI, 1969a, p. 144).

Frade (2003, p.13) considera que, ao analisar os diversos exemplos apresentados por Polanyi para ilustrar o conhecimento tácito, constata-se que esse conhecimento está vinculado a uma determinada prática. Para a autora, quando se realiza uma tarefa que

envolva tanto atos físicos como mentais (andar de bicicleta, ler ou escrever um texto, reconhecer uma fisionomia, ensinar alguma coisa a alguém, resolver uma questão de alguma disciplina, etc.) “*acionamos um processo interno de funcionamento das nossas ações cujo propósito é o de nos auxiliar na concretização dessa tarefa*”. Esse processo ao ser ativado mobiliza um conjunto específico de conhecimentos que possuímos, os quais funcionarão como instrumentos para realizarmos a tarefa, bem como para monitorarmos sua realização. Cada um desses conhecimentos que são mobilizados para tal fim é para Frade, correspondente a um conhecimento tácito. De fato, segundo Polanyi, tais conhecimentos são tácitos na medida em que são usados de maneira instrumental (subsidiário) e não explicitamente como objetos. Assim, tais conhecimentos que estão sendo mobilizados não são percebidos em si mesmos, mas sim, em termos daquilo que eles contribuem para a realização da tarefa. Portanto, interpretar o que é tácito depende da situação analisada, depende do contexto, pois, para Frade, “a mente não é estática ou descontextualizada, mas responde ao contexto, à atividade e é orientada para comunicar e agir”.

Pode-se ilustrar com a afirmação de Polanyi que “*sabemos mais do que podemos relatar*” ou utilizando a metáfora do iceberg: a parte visível do iceberg assemelha-se ao conhecimento que pode ser descrito, o conhecimento explícito. A parte submersa é o conhecimento tácito que tem dimensão bem maior que a parte visível, explícita (SAIANI, 2005). Existe, no entanto, um fluxo constante entre as partes do iceberg, pois o que pode ter sido anteriormente explícito pode passar a ser implícito, como podemos explicitar alguns dos fatores (não todos) que atuavam tacitamente em nosso conhecimento.

Saiani (2005) ilustra com um exemplo do cotidiano: quando se observa a performance de um motorista dirigindo no trânsito de uma cidade de grande porte, mal dá-se conta das integrações tácitas relacionadas ao seu domínio do veículo, à sua reação automática às inúmeras situações inesperadas com as quais se depara (o pedestre que atravessa a rua à sua frente, o anda-e-para do tráfego, os semáforos, etc.). Caso sua atenção fosse atraída a todas essas ocorrências, dificilmente deixaria de causar um acidente.

A interação entre as duas partes do conhecimento vai determinando uma integração tácita de particularidades que são captadas ao realizarmos uma determinada tarefa. Tal integração depende, de modo pessoal e intransferível (SAIANI, 2005), de cada aparato perceptivo, das experiências com outros casos e, finalmente, de cada história de vida.

Trata-se de um ato de **inferência tácita**, não de uma dedução explícita (POLANYI e PROSCH, 1977).

O fato de um conhecimento tácito não poder ser declarado ou exposto completamente não significa que ele não possa ser comunicado ou compartilhado. De acordo com Polanyi (1983), uma primeira pessoa pode aprender ou conhecer um conhecimento tácito de uma segunda pessoa. Isso pode se dar através da apreensão de alguns de seus particulares (aspectos) que são identificados por meio de pistas – palavras, gestos, apontamentos, ações, por exemplo – mais ou menos fragmentárias, e por um esforço inteligente, por parte da primeira pessoa, para compreender e integrar os significados desses poucos aspectos apreendidos. Por outro lado, para que a segunda pessoa possa comunicar particulares de um seu conhecimento tácito à primeira pessoa é necessário que meios adequados estejam ao seu dispor. Assim, tanto a comunicação quanto a integração dos particulares de um conhecimento tácito ocorrem através de seus significados (FRADE, 2005).

Polanyi ilustra essa questão com o seguinte exemplo:

“Conhecemos a face de uma pessoa e podemos identificá-la dentre milhares de outras, na verdade dentre milhões, ainda que usualmente não saibamos dizer como a reconhecemos. Assim, grande parte desse conhecimento não pode ser colocada em palavras. Todavia, a polícia introduziu, recentemente, um método através do qual podemos comunicar muito desse conhecimento. Eles confeccionaram uma grande coleção de gravuras que mostram uma variedade de narizes, bocas e outros aspectos. A partir desses, a vítima seleciona os particulares da face que ela conhece e as peças, então, podem ser encaixadas de maneira a formar uma razoável aproximação da face. Isso sugere que, apesar de tudo, podemos comunicar nosso conhecimento de uma fisionomia se nos forem dados meios adequados para nos expressar... Esse ato de comunicação exhibe um conhecimento que não podemos falar sobre ele”. Michael Polanyi (1983, p.4-5)

Após essa breve apresentação da dimensão tácita do conhecimento, é possível retomar a reflexão sobre a importância dos exercícios. No processo escolar, a dimensão tácita do conhecimento é negligenciada. A escolha de Polanyi como um primeiro referencial teórico é devido à dimensão e à dinâmica do conhecimento. Ao resolver as questões propostas em determinado capítulo, ou livro, um aluno estará mobilizando conhecimentos tácitos na sua resolução como também integrará particularidades dessas questões que vão lhe permitir desenvolver inferências tácitas sobre o conteúdo, a ciência.

Como se viu, em vários capítulos, ou mesmo livros, que postulam um determinado

perfil epistemológico mudam este perfil ao apresentarem o conjunto de exercícios de um determinado capítulo.

Ao se adotar o referencial de Polanyi, pode-se suspeitar que a parte explícita, que no texto aparece na forma da apresentação textual formal tenha uma importância menor do que o que está implícito nos exercícios. Ao resolver as questões propostas, os estudantes usam conhecimentos tácitos para desenvolver inferências.

O referencial teórico de Polanyi, expresso pela metáfora do iceberg, é bem claro: a dimensão tácita é bem maior que a dimensão explícita.

Esse referencial polanyiano do conhecimento é também importante para a relação do professor com o livro didático. Como já se apresentou antes, professores escolhem livros didáticos considerando os exercícios apresentados (quantidade, principalmente). Assim, acredita-se que uma parte significativa de professores não dá muita importância ao apresentado formalmente nos capítulos, mas centram a relação com o livro didático pela resolução das questões propostas, que serão sugeridas aos alunos e terão resolução em sala de aula. Ora, se essa quantidade de questões, que acaba se tornando o elo concreto livro-professor-aluno, tem uma dimensão epistemológica diferente da apresentada na parte textual do livro didático, esse perfil epistemológico ganha uma dimensão maior.

Ao relacionar-se com o livro didático pelas questões, o perfil epistemológico, implícito nessas questões, poderá afetar o conhecimento tácito não só do aluno como também do próprio professor. Este conhecimento possivelmente constituirá parte do conhecimento subsidiário desse professor, o que poderia reforçar os processos tácitos dos alunos na dinâmica da sala de aula.

Não se trata de negar que o uso que o professor faz do livro didático modifica substancialmente o significado do livro didático em sala de aula (e quanto mais consciente e crítico for o professor em relação ao livro didático, mais efetivamente diminuirá os efeitos de um livro didático inadequado). O que se está colocando em discussão é que se o professor “modifica” o livro didático em sala de aula, também deve-se considerar a possibilidade do professor ser “modificado” pelo uso de um determinado livro didático, principalmente pelo alcance da epistemologia implícita nos parágrafos, nos exercícios, nos experimentos e na iconografia apresentada no livro didático.³

³ Um estudo interessante sobre a epistemologia tacitamente veiculada pelas iconografias existentes em um livro didático é apresentado no artigo “*Questões epistemológicas nas iconicidades de representações visuais em livros didáticos de física*” (MEDEIROS e MEDEIROS, 2000).

Nesta análise, pôde-se identificar uma epistemologia explícita, particularmente nas categorias de marcas tipo parágrafos como também uma epistemologia tácita, subjacente a exercícios, experimentos e iconografias. Assim, identificou-se uma epistemologia verbalizada e uma epistemologia-em-uso em um determinado livro didático.

Além de Polanyi, foi necessário complementar essa reflexão com um referencial, baseado em Polanyi, mas que se propõe a descrever uma teoria utilizada (teoria-de-ação), para a nossa pesquisa uma epistemologia-de-ação.

Ao se tratar a epistemologia como uma teoria-em-uso, estamos nos apoiando em Argyris e Schön. Segundo Martins (2004), estes autores distinguem dois níveis em que operam as teorias-de-ação: as teorias verbalizadas, acolhidas (exposed) – que se referem à interpretação do pesquisador sobre as teorias que usamos para justificar nossas ações, nosso comportamento; e as teorias-em-uso – que são as interpretações feitas pelo pesquisador sobre a ação do sujeito.

Para Argyris e Schön as teorias-em-uso constituem a psicologia do dia-a-dia. Todas as atividades humanas são orientadas pelas teorias-em-uso das pessoas. São elas que determinam as estratégias adotadas na resolução de um problema. Em particular, se perguntarmos ao estudante como ele elaborou sua explicação de um fato observado, ele nos dará uma resposta no contexto de justificar a sua ação, usando uma teoria acolhida. Mas, ao interpretarmos sua ação, poderemos concluir que ele agiu segundo uma teoria-em-uso, que pode coincidir ou não com a teoria que ele declarou. Para Argyris e Schön, estas teorias possuem as mesmas propriedades de qualquer outra teoria tais como: a generalização, a estabilidade, a centralidade, a relevância, a consistência e a simplicidade (MARTINS, 2004).

Aproveitando essa concepção de Argyris e Schön, denominamos de epistemologia verbalizada aquela apresentada textualmente e a epistemologia-em-uso aquela que é tácita, subjacente ao livro texto. Estas epistemologias podem coincidir ou não e, como já foi identificado nos livros didáticos analisados, muitas vezes, não coincidem.

Em particular, estamos interessados em discutir a epistemologia-em-uso (aquela presente nos exercícios e atividades propostas para o estudante) com a epistemologia verbalizada nos capítulos introdutórios de um livro didático.

Considera-se que essa epistemologia-em-uso poderá apresentar, tacitamente, decorrências pedagógicas.

Porém, para se compreender essa relação entre a epistemologia-em-uso e possíveis decorrências didáticas, tem-se que considerar os aspectos cognitivos da aprendizagem em ciências. Para esta discussão, utilizou-se o referencial de campos conceituais de Gerárd Vergnaud (1983).

b. A cognição através de campos conceituais de Gerárd Vergnaud

A teoria dos campos conceituais, concepção de cognição desenvolvida por Gerárd Vergnaud, é muito utilizada no ensino da matemática.

Segundo Moreira (2004), a teoria dos campos conceituais de Gerárd Vergnaud é uma teoria psicológica cognitivista que supõe que o núcleo do desenvolvimento cognitivo é a conceitualização do real (VERGNAUD, 1966a, p.118). É uma teoria psicológica de conceitos, na qual a conceitualização é considerada a pedra angular da cognição (VERGNAUD, 1998, p.173). Para Vergnaud, o conhecimento está organizado em campos conceituais, cujo domínio, de parte do aprendiz, ocorre ao longo de um largo período de tempo, através de experiência, maturidade e aprendizagem (VERGNAUD, 1983, p.40).

Segundo Vergnaud (1983), campo conceitual é um “conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações do pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aprendizagem”. Um conjunto de situações cujo domínio requer, por sua vez, o domínio de vários conceitos, procedimentos e representações de natureza distintas (VERGNAUD, 1988, p.141; 1990, p. 146).

Já que a conceitualização é a pedra angular da cognição, para o campo conceitual, é necessário dar toda a atenção aos aspectos conceituais dos esquemas e à análise das situações nas quais os aprendizes desenvolvem seus esquemas na escola ou na vida real (MOREIRA, 2004).

Vergnaud compreende que os conceitos são basicamente relacionais e se referem a:

- i - um **conjunto de situações** que dão sentido ao conceito;
- ii - a um **conjunto de invariantes operatórios**, que permitem ao sujeito analisar e dominar as situações enfrentadas (conceito-em-ação, teorias-em-ação) que constituem o significado do conceito, e

- iii - um **conjunto de representações simbólicas** (linguagem natural, gráficos, diagramas, sentenças formais, equações, etc.) que compõe o significante do conceito.

Nessa tríade de conjuntos (situações, invariantes operatórios e representações) que consiste o conceito, o conjunto de situações que lhe dão significado, não são propriamente as situações didáticas, como indica Moreira (2004), mas as tarefas propostas. Será em função das tarefas confrontadas, que caso sejam complexas poderão ser analisadas como uma combinação de tarefas, que os sujeitos darão suas respostas, isto é, ativarão seus esquemas e, portanto, darão um sentido para o conceito.

Assim, os conhecimentos dos alunos serão moldados pelas situações que encontram e progressivamente dominam. Segundo Vergnaud, muitas de nossas concepções vêm das primeiras situações que fomos capazes de dominar ou de nossa experiência tentando modificá-las. Para Moreira, essas duas idéias dão a dimensão de variedade e história para o sentido de situação.

Já o conjunto de invariantes operatórios, que podem ser designados pelas expressões “conceito-em-ação” e “teorema-em-ação”, são componentes essenciais de esquemas (VERGNAUD, 1998) e determinam as diferenças entre eles. Enquanto “teorema-em-ação” é uma proposição tida como verdadeira sobre o real, o “conceito-em-ação” é um objeto, um predicado, uma categoria do pensamento tida como pertinente e relevante.

Vergnaud reconhece o elemento tácito do conhecimento quando indica que conceitos e teoremas explícitos não constituem mais do que a parte visível do iceberg da conceitualização (VERGNAUD, 1990, p.144): sem a parte escondida formada pelos invariantes operatórios, essa parte visível não seria nada. Isto é, os invariantes operatórios utilizados para resolver tarefas, situações, são elementos tácitos do conhecimento (Donald Schön, utiliza a expressão de “teoria-em-uso” para esse tipo de elemento tácito do conhecimento). Para esta pesquisa, os invariantes operatórios correspondem ao que se denomina de epistemologia-em-uso.

A escolha dessa teoria de cognição está em justamente analisar o conhecimento a partir da resolução de situações, e de como inter-relaciona situações, invariantes

operatórios (elementos tácitos do conhecimento) e representações para a compreensão de um conceito.

Ao ver nos exercícios propostos uma modalidade de situações que o aluno deverá enfrentar para desenvolver seu conhecimento, pode-se discutir as implicações pedagógicas da orientação epistemológica dos exercícios apresentados em um livro texto.

Os exercícios propostos aos alunos podem ser interpretados como situações que irão ativar esquemas e ativar invariantes operatórios que serão confirmados ou refutados a cada tarefa desenvolvida.

Os “conceitos-em-ação” e “teoremas-em-ação” sobre a dimensão epistemológica da ciência, mesmo sendo implícitos, farão parte do imaginário científico desenvolvido pelo aluno na interação da sala de aula como seu livro didático.

O que corrobora com a dimensão já discutida das inferências tácitas que vão sendo fortalecidas pela resolução de grande quantidade de questões que postulam um perfil epistemológico contrário ao exposto pelo livro didático ou mesmo pela narrativa do professor em sala de aula. Pois, na dimensão dos campos conceituais, o que dará sentido aos conceitos será o conjunto de situações que o aluno enfrentará. Dessa maneira, a epistemologia-em-uso, particularmente subjacente aos exercícios poderá ter maior incidência do que a narrativa textual do livro didático, ou as belas palavras utilizadas pelo professor.

Pode-se, também, para compreender as implicações pedagógicas dessa percepção epistemológica dos exercícios, retomar o que Vergnaud denominou de “ilusão pedagógica” (VERGNAUD, 1983, p.173). “Ilusão pedagógica” é a atitude do professor que crê que o ensino (de química, por exemplo) consiste na apresentação organizada, clara, rigorosa, das teorias formais e que quando faz isso bem feito, os alunos aprendem. Para Vergnaud, trata-se de uma ilusão porque é através de situação de resolução de problemas que os conceitos se desenvolvem no aluno. E, as situações que tornam os conceitos significativos para os alunos podem estar, pelo menos inicialmente, muito distantes do formalismo desenvolvido pelo professor (MOREIRA, 2004).

Pode-se considerar que essa mesma “ilusão pedagógica” afeta os autores de materiais didáticos que acreditam que a apresentação organizada, clara, rigorosa das teorias formais em seu material determinará a aprendizagem do aluno.

Essa “ilusão” fecha seus olhos para a escolha dos exercícios, das atividades e dos problemas que serão apresentados aos alunos e que poderão ter um papel decisivo em sua aprendizagem. Essa “ilusão” pode levar aos autores e professores a acreditarem que quanto mais exercícios melhor, independente do que subjaz desse conjunto de atividades propostas.

Pode-se suspeitar que, devido à facilidade de encontrar exercícios prontos de praticamente todos os conceitos da química, na maioria dos vestibulares do país, cada vez mais professores e, principalmente autores, não se dediquem a desenvolver questões, problemas e exercícios que possam desenvolver a cognição dos alunos.

Os conceitos e teoremas-em-ação, desenvolvidos pelas inferências implícitas dos alunos ao resolverem questões, constituirão o maior volume do iceberg do conhecimento do aluno e, portanto, terão consequência e permanência nos seus esquemas, podendo se constituir em elementos significativos do imaginário científico desse aluno.

Assim, a reflexão sobre a epistemologia-em-uso no livro didático, dentro de um projeto maior de reflexão sobre a didática no ensino de ciências, poderá permitir aos autores de livros textos a analisarem as implicações dos exercícios propostos, e a partir dessa análise, construir ou selecionarem os itens que atendam a todos os aspectos que considere necessário desenvolver.

A percepção da epistemologia-em-uso nos livros didáticos, dentro de uma política de formação de professores, permitirá também, ao professor desenvolver critérios para selecionar ou criar questões e problemas que tratará em sala de aula. Poderá contribuir no critério de seleção de questões que indicará obrigatoriamente aos seus alunos (em suas atividades em casa ou em sala), e mesmo, aquelas que estarão na composição de suas avaliações. O professor poderá, dentro de sua sequência didática, estabelecer quais questões deverá selecionar (ou produzir) para atingir todas as dimensões necessárias para efetivar sentido aos conceitos de cada conhecimento disciplinar focado em suas unidades de ensino.

IX – CONCLUSÃO

Nesta pesquisa, foram analisados três livros didáticos de química que apresentavam posturas epistemológicas distintas. Desenvolveu-se uma metodologia de coleta de dados considerando a concordância entre diferentes juízes para codificar fragmentos semânticos que continham marcas textuais.

A análise dos dados coletados pela codificação dos fragmentos semânticos permite concluir a validade e acuidade da ferramenta metodológica. Independentemente do perfil epistemológico que cada livro apresenta, em mais de 98% de seus fragmentos foram identificadas marcas textuais.

Esse resultado realça a significância do desenho metodológico utilizado, pois o processo de validação recursiva aliada à validação por especialista permitiu a construção de um Livro-de-códigos estável e significativo para a identificação das marcas textuais e, ao mesmo tempo, consolidou a segmentação semântica dos capítulos escolhidos.

As marcas textuais tornaram-se um indício relevante na identificação dos perfis epistemológicos através de seus descritores, que permitiram a demarcação de fragmentos e categorias de fragmentos que constituíram os elementos para a análise desenvolvida.

Os objetivos da pesquisa eram:

- a) identificar a visão sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico veiculadas por livros didáticos de química, do ensino médio;
- b) analisar a visão apresentada no enfoque sobre a ciência, o método científico, o uso da história da ciência, a relação ciência, tecnologia e sociedade, e
- c) analisar a consonância de tais imagens com uma visão mais contemporânea da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico.

A análise dos dados coletados permitiu identificar a natureza da ciência explícita, isto é, verbalizada nos capítulos introdutórios, como também a implícita (epistemologia-em-uso), isto é, a imagem de ciência subjacente aos parágrafos, exercícios, experimentos e dos elementos iconográficos presentes no livro texto.

A partir dos estudos que foram realizados foi possível identificar o perfil epistemológico predominante em cada um dos livros textos analisados.

Os resultados indicaram que no Livro 1 o perfil empirista-indutivista predominou em todos os capítulos e em todas as categorias de marcas textuais.

O Livro 3 apresentou o predomínio do perfil epistemológico racionalista/dedutivista em todos os capítulos e nas categorias de marca textual, exceto na categoria exercícios. Desse modo, considerou-se que ele apresenta um perfil epistemológico oposto ao do Livro 1.

Por sua vez, o Livro 2 apresentou perfil epistemológico 1 predominando em todas as categorias de marcas textuais, excluindo a marca tipo parágrafo, tanto nos parágrafos que descreviam a relação ciência, tecnologia e sociedade como naqueles que descreviam a história da ciência. Dessa forma, no Livro 2, o perfil epistemológico 1, que é o perfil epistemológico que predomina nos exercícios, nos experimentos e nos fragmentos iconográficos, acaba caracterizando esse livro didático e, de certa forma, deixa-o situado entre os Livros 1 e 3.

A comparação entre os três livros escolhidos para a análise foi possível devido às características levantadas a partir do desenho metodológico. A busca de marcas textuais, construídas intersubjetivamente, transforma-se em possibilidade de evidências que possibilitaram a análise, a classificação e a discussão das conseqüências pedagógicas relacionadas.

A metodologia desenvolvida permite a auditabilidade por deixar expressa as evidências que levaram a cada definição epistemológica apresentada. Identificaram-se características que se expressam nos parágrafos, nos exercícios, nos experimentos como também nos fragmentos iconográficos presentes nos livros analisados.

Os dados coletados possibilitaram não só identificar quantitativamente a descrição das características da imagem de ciência, como também as suas características qualitativas, e quais categorias epistemológicas apareciam nessa descrição. A análise dos dados pôde identificar qual era o enfoque sobre a ciência, o método científico, o uso da história da ciência, a relação ciência, tecnologia e sociedade.

A partir da identificação do perfil epistemológico, pôde-se analisar a abordagem da natureza da ciência, da história da ciência e da relação ciência, tecnologia e sociedade pela análise do perfil epistemológico que foi identificado no conjunto de parágrafos (PRG 1 – descrição da natureza da ciência; PRG 2 – descrição do uso da história da ciência; PRG

4 – descrição da relação ciência, tecnologia e sociedade). A análise dos dados possibilitou, portanto, responder ao segundo objetivo dessa pesquisa.

A percepção que um livro didático não apresenta um perfil epistemológico único ficou claramente percebida nos três livros analisados. O Livro 1, o mais coeso epistemologicamente, apresenta certo grau de perfil epistemológico 2, particularmente nos exercícios e nos fragmentos iconográficos.

Mesmo o livro considerado alternativo e mais contemporâneo (Livro 3), a análise das marcas textuais mostra que o perfil 1 predominou no conjunto de exercícios propostos em dois capítulos. A análise também mostrou que a descrição sobre a natureza da ciência ou do conhecimento científico foi pouco explorada no livro analisado. Aliás, a pequena frequência de marcas com a descrição da natureza da ciência foi comum aos três livros textos analisados, sendo que o Livro 2 foi o que menos apresentou marcas dessa categoria.

A análise das marcas textuais identificadas também mostrou que os Livros 1 e 3 desenvolveram estratégias distintas: prescritiva no Livro 1 e temática no Livro 3. No entanto, ambas buscaram a relação ciência, tecnologia e sociedade como contexto aos conhecimentos científicos apresentados. Nesses dois livros, poucos experimentos são utilizados, mas muitos exercícios são propostos. E, novamente, há algo em comum em ambos os livros: exercícios apresentados possuem perfil epistemológico 1. Em particular, os capítulos de Pilhas e Radioatividade do Livro 3 apresentam predomínio do perfil epistemológico 1.

O Livro 2 apresenta predominância do perfil 1, porém o perfil explícito nos parágrafos é o perfil 2, particularmente em relação à história da ciência e da relação ciência-tecnologia e sociedade, que se contrapõe ao perfil 1 subjacente aos exercícios, experimentos e fragmentos iconográficos, isto é, em todas as outras categorias de marcas textuais.

Por outro lado, a significativa incidência de marcas textuais tipo história da ciência e tipo ciência, tecnologia e sociedade, no Livro 2, com predominância do perfil epistemológico 2, distinto do restante das categorias de marcas textuais, pode estar significando o resultado do esforço dos autores em acompanhar as diretrizes oficiais para o ensino de ciências no Ensino Médio.

A pequena incidência de marcas que descrevem a natureza da ciência nos três livros analisados se combina com poucos experimentos. A pequena quantidade de atividades experimentais, independente do perfil epistemológico identificado, pode ser resultado da complexidade de viabilizar esse tipo de atividade devido à fragilidade da formação dos professores, dificuldades estruturais das escolas, etc. Essas características representam certa fragilidade da explicitação da visão de ciência, particularmente do trabalho do cientista e da própria gênese do conhecimento científico, como já consta da análise dos dados coletados.

A análise das marcas textuais identificadas permitiu discutir se o enfoque sobre ciência tecnologia e sociedade, presente no livro didático, era decorrente de uma epistemologia mais contemporânea (como percebido no Livro 3) ou se expressava tentativa de acompanhar as diretivas oficiais prescritas pelos documentos oficiais, como por exemplo, as do PNLEM (como percebido nos Livros 1 e 2).

Discutiram-se as possíveis decorrências pedagógicas quando a epistemologia verbalizada se contrastava com a epistemologia-em-uso no decorrer dos capítulos, em particular nos exercícios apresentados. Com o referencial do Conhecimento Tácito (Polanyi) e dos Campos Conceituais (Vergnaud), pôde-se perceber que os exercícios propostos representam tarefas que mobilizam o conhecimento tácito, ativam teorias-em-ação ou conceitos-em-ação, que levam a desenvolver inferências tácitas que podem afetar o desenvolvimento conceitual no processo pedagógico.

Identificou-se no Livro 3, reconhecido como alternativo, uma epistemologia mais contemporânea sobre a natureza da ciência e a construção do conhecimento científico. Elemento fundamental para possibilitar uma mudança qualitativa no processo ensino-aprendizagem efetuada em sala de aula.

Evidentemente, essa mudança não é construída só pelo livro didático, mas principalmente pelo professor em sala de aula. Isto é, a ação do professor pode reforçar ou distorcer a epistemologia do livro didático. Porém, essa discussão sobre a epistemologia-em-uso do livro didático pode ser um ponto de referência para o professor refletir sobre a sequência didática em sua sala de aula. E, com isso, contribuir para um aperfeiçoamento da didática utilizada, efetuando a construção em sala de aula de uma imagem de ciência nos alunos mais adequada às necessidades de um currículo que visa à formação da cidadania em nossa sociedade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS.

A identificação do perfil epistemológico subjacente ao livro didático de química pela metodologia desenvolvida, remete à busca de evidências sobre a relação do livro didático com a ação do professor e do aluno no processo escolar. Particularmente na dinâmica da reconceitualização do ensino de ciências a partir das dimensões formativas do currículo escolar.

A nova dimensão da ciência e da tecnologia (tecnosfera) em nossa sociedade implica nova dimensão epistemológica ao apresentar a ciência, o conhecimento científico, a atividade científica o papel do cientista, da história da ciência bem como da relação da ciência com a tecnologia e a sociedade. Essa nova dimensão curricular, com viés formativo, de educar pela ciência, visando à cidadania, necessita de uma perspectiva epistemológica contemporânea que se substancia na ação pedagógica.

As reflexões teóricas e os resultados empíricos nesta pesquisa proporcionaram evidências de que os livros textos já apresentam determinadas mudanças, principalmente nos livros didáticos denominados de alternativos, porém ainda com contradições ou com descuidos, talvez por não levarem em conta todas as dimensões epistemológicas-em-uso nas estruturas didáticas utilizadas na construção do livro didático.

O resultado dessa pesquisa abre a direção necessária para pesquisar a relação entre as estruturas pedagógicas do livro didático (como, por exemplo, a metodologia subjacente na sequência didática utilizada) com a estrutura pedagógica da ação do professor em sala de aula.

Assim, como se identificou em um livro texto, um professor pode apresentar uma epistemologia verbalizada, e pode estar apresentando uma epistemologia-em-uso distinta subjacente as sequências didáticas de que faz uso, dos seus esquemas, de como responde a dúvidas de seus alunos, dos exercícios que propõe em suas aulas, das questões em suas avaliações, etc. Uma escola pode apresentar uma epistemologia declarada em seus documentos oficiais, como seu projeto político pedagógico, e efetivar uma epistemologia-em-uso distinta subjacente aos processos didáticos que efetivamente acontecem em sala de aula.

A revisão bibliográfica nos mostra a necessidade de buscar essas evidências, e pela investigação, desenvolver inferências mais auditáveis sobre essas evidências. Se

existem várias vertentes de pesquisas que analisam o livro didático, pouco tem se efetivado para cruzar essas análises, de cruzar essas conclusões, possibilitando dar um salto nas implicações pedagógicas relacionadas às dimensões explícitas e implícitas dos livros textos.

Se essas pesquisas efetivarem evidências, permitirão embasar, de maneira mais significativa, políticas de:

- i formação de professores, de seleção de livros didáticos;
- ii apoio aos autores para reverem criticamente e, assim, qualificar melhor seus materiais instrucionais;
- iii apoio aos professores para desenvolverem um olhar crítico sobre os processos pedagógicos que escolhem e propiciam na seqüência didática que efetivam em sala de aula.

A pesquisa epistemológica, desenvolvida a partir do mesmo referencial metodológico que se utilizou nesta pesquisa, pode permitir que se analise a seqüência didática de um livro didático, a seqüência didática de um professor em sala de aula, nos livros indicados pelos vestibulares, nas várias modalidades de mídia, etc.

Assim, a dimensão epistemológica como vertente para a pesquisa educacional sobre o ensino de ciências, buscando evidências e discutindo inferências, abre novas perspectivas para a análise da interação existente em uma sala de aula. A pesquisa epistemológica pode transformar-se em um amplo referencial para um vigoroso programa de pesquisa sobre o significado e as conseqüências do ensino de ciências contemplando sua dimensão formativa na construção da cidadania tão necessária em nossa sociedade.

X – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGOTTI, J. A. P. e AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: Implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v.7, n.1. p. 15-27, 2001.

ARGYRIS, C. e SCHÖN, D.A. **Theory in Practice – Increasing professional effectiveness**. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1974. 219p.

ARRUDA, S.M. SILVA, M.R LABURU, C.E. Laboratório didático de física a partir de uma perspectiva kuhniana **Investigações em Ensino de Ciências** v. 6, N. 1, 2001.

BACHELARD, Gaston. **Epistemologia**. Lisboa: Ed.70, 1973.

_____. **A Filosofia do Não. Filosofia do Novo Espírito Científico**. Lisboa: Ed. Presença, 1976.

BELL, B. F.; PEARSON, J. **Better Learning, International Journal of Science Education**, 14 (3): 349-361, 1992.

BENSAUDE-VINCENT, B *et all*. **The Power of Didactic Writings: French Nineteenth Century Chemistry Textbooks**. 2005.

BLOOR, D. **Knowledge and Social Imagery**. Londres: Routledge, 1976.

BRAGA, S. A. M. **O texto de biologia do livro didático de ciências**. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Belo Horizonte, Minas Gerais, Tese de Doutorado, 2003.

BRASIL PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. / Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Brasília : MEC ; SEMTEC, 2002.

BRINCONES, I.; OTERO, J. Students Conceptions of the top-level structure of physic text. **Science Education**, 78 (2): 171-183. 1994.

BUNGE, M. **Ciencia, técnica y desarrollo**. Buenos Aires: Sudamericana, 1997.

_____. **Filosofia da física**. Lisboa: Edições 70, 1973.

_____. **Racionalidad y realismo**. Madrid: Alianza, 1985.

_____. **Una caricatura de la ciencia: la novísima sociología de la ciencia**. **Interciencia**, Caracas, v.16, n. 2, p. 69-77, abr. 1991.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez Editora. 2005.

CACHAPUZ, A. PÉREZ, Isabel F. PRATA, J. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

_____ problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação**, v.8, nº1, p.127 – 145, 2002.

CALDAS, H. **Atrito: o que diz a física, o que os alunos pensam e o que os livros explicam**. Edufes. Brasil. 1999.

CALDAS H. SALTIEL, E. Le trottement cinétique: analyse des raisonnements des étudiants. **Didaskalia: Recherches sur le communication et l'apprentissage des sciences et des techniques**. 17:9-25. 2000.

CALDAS H. SALTIEL, E. Uma metodologia de análise de textos escolares: Um exemplo da física. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, Portugal, ano/vol. 14, n. 001, 2001.

CAMAPANARIO, J. M. Algunas posibilidades del artículo de investigación como recurso didáctico orientado a cuestionar ideas inadecuadas sobre la ciencia. **Enseñanza de las Ciencias**, 22(3), 365–378, 2004.

CAMPOS, Carlos. CACHAPUZ, Antônio. Imagens de ciência em manuais de química portugueses. **Química nova na escola**. Nº 6, novembro, p.23-29, 1997.

CÁRCER, I. Aguirre de. Dificuldades em la comprensión de las explicaciones de los libros de texto de física. **Enseñanza de las Ciencias**, 1 (2): 92-98. 1993.

CARNEIRO, M. H. S.. As imagens no livro didático. In: Moreira, A. (org.). **Atas do I Encontro de Pesquisa e Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, 23 a 26 de novembro, pp 366-373. (1997).

CASTAÑON, Gustavo A. (2005). Construtivismo e ciências humanas. **Ciências & Cognição**; Ano 02, Vol 05. Disponível em www.cienciasecognicao.org

CHATTERJI, Madhabi. Evidence on "What Works": An Argument for Extended-Term Mixed Method (ETMM) Evaluation Designs. **Educational Researcher**, Volume 34 No 5, June/July 2005.

CHEVALLARD, Y.. **La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique. 1991.

COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and Psychological Measurement**, vol. 20, 1960.

COMTE, A. **Cours de philosophie positive**. Paris: Hermann, 2nd leçon, vol. 1: 50-51 [1830].1975.

CRONBACH, L. J. **Essentials of psychological testing**. New York: Harper Collins. 1990.

CUDMANI, Leonor C. “Cuestiones que plantean las concepciones posmodernas en la enseñanza de las ciencias. Visiones de científicos destacados de la historia” *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.155-168, 2001.

_____. ¿Que puede aportar la epistemologia a los diseños curriculares em física? *Ciência & Educação* v.9, n.1, p.83-91, 2003.

CUNHA, A.L. CALDAS, H. Sentido das forças de atrito e os livros de 8ª série. **Cadernos Catarinense de Ensino de Física**, 17 (1):7-21. 2000.

CUPANI, A. & PIETROCOLA, M. A relevância da epistemologia de Mario Bunge para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.19, p.100-125, jun. 2002. Número especial.

DA ROS, M. A.; DELIZOICOV, D. Estilos de pensamento em saúde pública. In: **Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências** (1999: Valinhos). *Atas...* Valinhos: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1999 (disco compacto).

DELIZOICOV, N. C. **O professor de ciências naturais e o livro didático (no ensino de programas de saúde)**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1995.

DÉSAUTELS, J. *et al.* La formation a l'enseignement des sciences: le virage épistémologique. **Didaskalia**, v. 1, p. 49-67, 1993.

DUARTE, M.C. **Mudança conceptual e ensino das ciências naturais: uma proposta de intervenção pedagógica no 2º ciclo do Ensino Básico**. Tese de Doutoramento. Universidade do Minho. Portugal. 1993.

DUARTE, M.C. Investigação em ensino de Ciências: influências ao nível do manual escolar. **Revista Portuguesa de Educação**, 12(2): 227-248. 1999.

EISENHART, Margaret e DEHAAN, Robert L. Doctoral Preparation of Scientifically Based Education Researchers. **Educational Researcher**, Volume 34 No 4, May 2005.

EL-HANI, C.N., TAVARES, e.J.M. ROCHA, P.L.B. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. **Investigações em Ensino de Ciências** . V. 9, N. 3, 2004.

ELTINGE, E. M.; ROBERTS, C.W. Linguistic content analysis: A method to measure science as inquiry in textbooks. **Journal of Research in Science Teaching**, 30 (1): 65-83. 1993.

ESPINOZA, M.P.P.; FERNÁNDEZ, I.M.S. **Herramienta de evaluación de material didáctico impreso**. Grupo de Investigación de Tecnología Educativa (G.I.T.E.). Universidade de Murcia. Espana. 2002.

FAZENDA, Ivani C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro**. São Paulo: Edições Loyola, 1979.

_____. **Interdisciplinaridade Um projeto em parceria**. São Paulo: Edições Loyola, 1995.

FERNÁNDEZ, I. **Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: Una propuesta de transformación**. Teses Doutoral. Departament de Didáctica de las Ciéncias Experimentales. Universidade de Valência. Espanha. 2000.

FLECK, Ludwik. **La génesis y el desarrollo de um hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial. 1986.

FRASER, B. J.; TOBIN, K. G. (Eds) **International Handbook of Science Education**. London: Kluber Academic Publisher. 1998.

FREITAS, Renan S. A saga do ideal de boa ciência. **Revista Brasileira de Ciências Sociais** – v.19, Nº. 55. Junho 2004.

FULGÊNCIO, Lúcia e LIBERATO, Yara. **Como facilitar a leitura**. São Paulo, Contexto, 1992.

GABEL, D. L. **Handbook of Research on Science Teaching and learning**. New York: Mc Millan. 1994.

GARCIA, M. M. T. et all. Un estudio sobre la evaluación de libros didácticos. **I Encuentro Ibero-americano sobre Investigación en Educación en Ciencias**, Burgos, España, 16-21 de septiembre de 2002.

GIL-PÉREZ, D. El papel de la educación frente las transformaciones científico-tecnológicas. **Revista Iberoamericana de Educación**. N.18, p.69-90. 1998.

GIL-PÉREZ, Daniel *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

GUILBERT, L.; MELOCHE, D. L'idée de science chez des enseignants en formation: un lieu entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions. **Didaskalia**, 2: 7-30. 1993.

HARRY, Beth; STURGES, Keith M. e KLINGNER, Janette K. Mapping the Process: An Exemplar of Process and Challenge in Grounded Theory Analysis **Educational Researcher**, Volume 34 No 2, March 2005.

HEWSON, P. W., KERBY, H. W., COOK, P.A. Determining the conceptions of teaching science held by experienced high school science teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 32, n. 5, p. 503-520, 1995.

HRUSCHKA, D.J, *at al.* Reliability in coding open-ended data: lessons learned from HIV behavioral research. **Field Methods**, 16:307-331, 2004.

HUANN-SHIANG LIN, The effectiveness of teaching chemistry through history of science. **Journal of Chemistry Education**. V. 75. n. 8, October, 1998.

ISLAS, S. M.; GURIDI, V. M. El quehacer científico versus el quehacer áulico. Buscando rasgos del quehacer científico en libros de texto. **Enseñanza de las Ciencias**, 14 (2): 281-290, 1999.

IZQUIERDO, M., SANMARTÍ, N., ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 45-59, 1999.

IZQUIERDO, M.; RIVERA, L. La estructura y la comprensión de los textos de ciencias. **Alambique**, 11: 224-33. 1997.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JIMENEZ, ALEIXANDRE, M. P. **La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal**: Departamento de Didáctica de las Ciencias, Universidad de Extremadura. 1995.

JIMENEZ, J. D. *et al* Analisis de los modelos e los grafismos en los libros de texto. **Alambique**, 11: 75-86. 1997.

JIMENEZ VALADARES, *et al* Aplicación del analisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física e química de la ESO. **Enseñanza de las Ciencias**, 19 (1): 3-19. 2001.

JOHNSON, R. Burke e ONWUEGBUZIE, Anthony J. Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. **Educational Researcher**, Volume 33 Number 7, October 2004.

KOCH, I. V. **A inter-ação pela linguagem**. Linguagem e sociedade. A construção interativa dos sentidos no texto. São Paulo: Contexto. P. 29-47. 1992.

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a concepção empirista-indutivista no ensino de ciências. **Atas do VIII EPEF**, Águas de Lindóia, SP, p. 01-18, 2002.

KUHN, T. S. – **A Estrutura das Revoluções Científicas** – São Paulo, Editora Perspectiva. 5ª edição, 1998. Original publicado em 1962.

LABURÚ, C.E. e ARRUDA, S.M. Reflexões Críticas sobre as Estratégias Instrucionais Construtivistas na Educação Científica **Rev. Bras. Ens. Fis.**v.24,no.4, 2002

LAKIN, S., WELLINGTON, J. Who will teach the “nature of science”? teachers view of science and their implications for science education. **International Journal of Science Education**, v. 16, n. 2, p. 175-190, 1994.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. – **A vida de Laboratório: A produção dos Fatos Científicos**. Dumará Distribuidora de Publicações Ltda, Rio de Janeiro, R.J.; 1997.

LATOUR, Bruno. **Ciência em ação. Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. – São Paulo: Editora UNESP, 2000.

LIMA, L. C. **A formação de professores de ciências: uma abordagem epistemológica**. Dissertação (Mestrado em Educação – Educação e Ciência) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999.

LOGUERCIO, R. Q. SAMRSLA, V. E. E. e DEL PINO, J. C. A dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de química. **Química. Nova na Escola**, Vol. 24, No. 4, 557-562, 2001.

McCOMAS, W. F. (Ed.) **The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies**, Dordrecht/Boston London: Kluwer Academic Publishers. 1998.

MARTINS, C. M. D. C. **Explicações de estudantes do ensino médio sobre o murchar de uma folha de alface temperada: evidências de mudança de teoria-em-uso**. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

MARTINS et all Analisando aspectos da leitura de imagens em livros didáticos de ciências por estudantes do ensino fundamental no Brasil. **Enseñanza de las ciencias**,. número extra. VII congresso.2005.

MEDEIROS, Alexandre. Metodologia da pesquisa em educação em ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2(1)73-82, 2002.

MEDEIROS, A. e MEDEIROS, C. **Questões epistemológicas nas iconicidades de representações visuais em livros didáticos de física**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2000.

MILAGRES, V; JUSTI R. S. Modelos de ensino de equilíbrio químico. Algumas considerações sobre o que tem sido apresentado em livros didáticos no ensino médio. **Química Nova na Escola**, n. 13, maio, 2001.

MILES, M.B., and HUBERMAN, A.M. **Qualitative Data Analysis**, 2nd Ed. Newbury Park, CA: Sage, Press of America.1994.

MISLEVY, R.J. Evidence and inference in educational assessment. **Psychometrika**, 59, 439-483.1994.

MODDY, D. E. Evolution and the textbook structure of biology. **Science Education**, 80 (4): 395-418. 1996.

MOL, G. S. **O uso de analogias no ensino de química**. Tese (Doutorado em Química) Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

MONTEIRO, I.G. e JUSTI, R.S. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 2, 2000.

MOREIRA, M. A. org. **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nesta área**. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 2004.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Atividade discursiva na sala de aula de ciências, uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre. RS. V. 7, n.3, 2002.

MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário, Brasília, **Em aberto**, 7 (40): 25-41, out-dez, 1988.

NUÑES *et all*. A seleção do livro didático: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de ciências. **Revista Iberoamericana de educación**. 2001.

OLIVEIRA, B. J. e CONDÉ, M. L. L. Thomas Khun e a nova historiografia da ciência. **Ensaio** vol. 4 nº 02. p. 131-139. 2002.

OTERO, J. Variables cognitivas e metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. **Enseñanza de las Ciencias**, 8 (1): 17-22. 1990.

PARUELO, J. Enseñanza de las ciencias y filosofía. **Enseñanza de las Ciencias**, , 21 (2), pp. 329-335. 2003.

PAULA, Helder de Figueiredo. **A ciência escolar como instrumento para a compreensão da atividade científica**. Tese de doutorado no programa de pós-graduação em educação FAE-UFGM. Belo Horizonte, 2004.

PERALES, F.J.. Análisis de contenidos en óptica geométrica. **Enseñanza de las Ciencias**, 5(3), pp. 211-219. 1987.

PERALES, F.J.. Los trabajos prácticos de óptica geométrica en libros de texto de EGB. **Alambique**, 6, pp. 119-123. 1995.

PERALES, F.J.; CAÑAL, P. **Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de las ciencias**. Alcoy: Marfil. 2000.

PFUETZENREITER , M.R. Epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa nas ciências aplicadas. **Episteme**, Porto Alegre, n. 16, p. 111-135, jan./jun. 2003.

POLANYI, Michael.. **Personal Knowledge**. London: Routledge & Kegan Paul. 1962.

POLANYI, Michael. **Meaning**. London: The University of Chicago Press Ltd. 1975.

POLANYI, Michael. **The Tacit Dimension**. Gloucester (Mass): Peter Smith. 1983.

POLANYI, Michael. **Knowing and Being**. Ed. by M. Grene. Chicago: Chicago

University Press. 1969.

PORRÚA, J.C. & PEREZ-FROIZ, M. Epistemologia y formación del profesorado, **Actas do IV Encontro Nacionalde Docentes de Ciências da Natureza**, Universidade de Aveiro,1994.

PROSCH, Harry. **Michael Polanyi: A Critical Exposition**. Albany: SUNY Press. 1986.

QUILÉZ, J. A historical approach to the development of chemical equilibrium through the evolution of the affinity concept: some educational suggestions. **Chemistry Education: Research and Practice**, Vol. 5, No. 1, pp. 69-87, 2004.

RYAN, A.G. y AIKENHEAD, G.S.. Students' preconceptions about the epistemology of science. **Science Education**, 76, pp. 559-580. .1992.

SAGAN, Carl. **O Mundo Assombrado Pelos Demônios: a ciência vista como uma vela no escuro**. São Paulo: Cia. Das Letras. 1996.

SANTOS, M. E. V. M. **Respostas curriculares a mudanças no ethos da ciência: os manuais escolares como reflexo dessas mudanças**.Tese de doutoramento em Educação (Didáctica das Ciências), apresentada à Universidade de Lisboa através da Faculdade de Ciências. Lisboa. 1998

_____. **Desafios pedagógicos para o século XXI. Suas raízes em forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social**. Lisboa: Livros Horizontes, 1999.

_____. **Educação pela ciência e educação sobre ciência nos manuais escolares**. Trabalho apresentado na II Encontro Iberoamericano sobre Investigação Básica em Educação em Ciência. Burgos, Espanha. Setembro, 2004.

SANTOS, Milton. **Técnica, espaço e o tempo. Globalização e meio técnico-científico informacional**. São Paulo: Editora Hucitec, 3ª Edição.1997.

SANTOS, Wildson L.P., SCHNETZLER, Roseli P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1997.

SHAYER, M. y ADEY, P. . **La ciencia de enseñar ciencias**. Madrid: Narcea. 1984.

SCHUM, D. A. **Evidence and inference for the intelligence analyst**. Lanham, MD: University

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. (Orgs) **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas: R. Vieira, 2000.

SMITH, Frank. **Compreendendo a leitura; uma análise psicolinguística da leitura e do aprender a ler**. Porto Alegre. Artes Médicas, 1989.

STERNBERG, Robert J. Theory and Measurement of Tacit Knowledge as a Part of Practical Intelligence. **Zeitschrift für Psychologie** 203, 319-334. 1995.

- THOMAZ, M. F. Concepciones de futuros profesores del primer ciclo de primaria sobre la naturaleza de la ciencia: contribuciones de la formación inicial. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 3, p. 315-322, 1996.
- TONUCCI, F.. El rechazo del libro de texto. **Cuadernos de Pedagogía**, 122, pp. 7-10. 1985.
- TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 7ª Edição, 1999.
- TROCHIM, W.M.K. **Measurement validity types**. Disponível no endereço eletrônico <http://www.socialresearchmethods.net/kb/measval.htm>, acessado em 23/08/05.
- TWINING, William L., **Theories of Evidence: Bentham and Wigmore** .Stanford: Stanford University Press, 1986.
- VERGNAUD, G. **Problem solving and concept development in the learning of mathematics**. E.A.R.L.I. Second Meeting. Tübingen, 1983.
- VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**. v.10, n.23, pp.133-170. Tübingen, 1988.
- VILLANI, A. Filosofia da ciência e ensino de ciência: uma analogia. **Ciência & Educação**. v.7 (2):169-181, 2001.
- WESTPHAL, M.; PINHEIRO, T. C. A epistemologia de Mario Bunge e sua contribuição para o ensino de ciencias. **Ciência & Educação**, v. 10 (3): 585-596, 2004.
- WOLFF-MICHAEL, R.. Physics students' epistemologies and views about knowing and learning. **Journal of Research in Science Teaching**, 31, pp. 5-30.1994.

XI - ANEXOS

Anexo 1: Relatório de Pesquisa 1 – Livro-de-códigos Inicial

DESCRITORES DE MARCAS TEXTUAIS COM EXEMPLOS			
FRAGMENTO		1. Empirista/Indutivista	2. Racionalista/Dedutivista
TIPO	Nº		
PRG	1	Leis e teorias científicas a partir de passos iniciados pela observação e dos dados os cientistas fazem suposições: observação – generalização – hipótese – experiência – resultado – conclusão.	Teorias e modelos para elaborar hipóteses a partir de problemas e desenvolvido como “ciclo” sem um ponto obrigatório de início. A hipótese é uma explicação provisória de um fenômeno estudado
		A ciência começa pela observação. Chamam-se dados os <i> fatos observados</i> , sejam eles qualitativos ou quantitativos. Assim, as descrições feitas anteriormente sobre o comportamento de água, hidrogênio e oxigênio são exemplos de dados. Através dos anos, os dados acumulados alcançaram uma proporção fabulosa, mas mesmo assim um químico deve ter um bom conhecimento de grande parte deles. É praticamente impossível rememorar tantos dados como fatos isolados; felizmente, a grande maioria deles pode ser condensada em afirmações simples e resumidas. Tais afirmações, que descrevem o comportamento geral da natureza, são chamadas leis (SP p 13)	Observe que o método científico é um ciclo e, assim sendo, constitui um esquema flexível, sem ponto predeterminado para começar e terminar. Veremos a seguir os principais aspectos desse ciclo. (ALp13)
	2	Princípios como generalizações propostas para explicar observações. Reduzir uma grande série de fatos a alguns poucos princípios.	Trata as ocorrências como fenômenos que serão observados. Busca produzir explicações (teorias ou modelos) sobre os fenômenos.
		O estudo da química nos dá uma compreensão dos processos de raciocínio usados em ciência. Como qualquer outro cientista, o químico procura reduzir uma grande série de fatos observados a alguns poucos princípios gerais. O objetivo principal da pesquisa científica é estabelecer tais princípios, que devem explicar todos os fatos experimentais observados, possibilitar a organização sistemática do conhecimento e prever o comportamento em situações novas. É importante lembrar que esses princípios só são válidos com base nos fatos experimentais que lhes deram origem. (SP p 4)	Tudo o que ocorre na natureza é chamado de fenômeno. A chama de uma vela, o som de um violão ou o movimento do Sol são exemplos de fenômenos. Quando o cientista consegue uma boa explicação para o fenômeno observado, ele está criando uma teoria. As teorias são as principais alavancas no avanço de uma ciência. (ALp14)

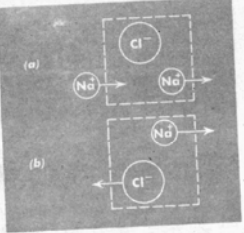
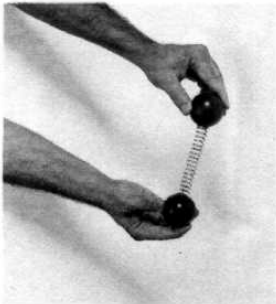
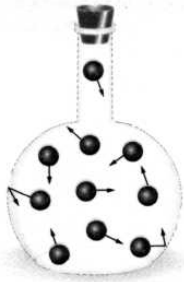
DESCRITORES DE MARCAS TEXTUAIS COM EXEMPLOS			
FRAGMENTO		1. Empirista/Indutivista	2. Racionalista/Dedutivista
TIPO	Nº		
PRG	3	Dados são fatos observados qualitativos ou quantitativos. Leis são afirmações simples (qualitativas ou matemáticas) e resumidas que condensam ou descrevem, por indução, uma série de fatos isolados. Teoria é uma explicação do comportamento observado através de um modelo simples. A partir dele propõe-se uma previsão para ser testado.	As observações são definidas segundo critérios especificados pelas teorias e modelos. Leis são proposições que organizam informações sobre fenômenos observados, podendo ser deduzidas ou de teorias. Teorias são criações intelectuais do homem para a explicação dos fenômenos. A partir de um problema, levando em conta teorias e modelos, hipóteses são propostas.
		A partir dos dados obtidos, o cientista começa a fazer suposições. Para explicar a compressibilidade dos gases, supõe que os gases são formados por partículas submicroscópicas (chamadas moléculas) com espaços relativamente grandes entre elas. Assim, quando um gás é comprimido, as moléculas aproximam-se mais umas das outras. Esse modelo geral de um gás é um exemplo de uma teoria. Em geral, qualquer teoria é uma explicação do comportamento observado através de um modelo simples, que apresenta propriedades bem conhecidas. Os fatos observados são então "explicados", isto é, tornam-se mais plausíveis por estarem relacionados a fenômenos mais simples ou mais familiares. Sendo um produto da mente humana, a teoria não é infalível e poderá ser modificada ou mesmo desprezada à luz de experiências posteriores. (SPp14)	Assim, na experiência do comprimido adicionado à água, poderíamos levantar duas hipóteses: Hipótese I: o borbulhamento deve-se à formação de um gás por uma reação química. Hipótese II: o gás observado já existia e estava preso no interior do comprimido. (Lp14)
	4	A ciência é uma busca da verdade, por isso, suas teorias e princípios são a-históricos. Conhecimento científico como um conjunto de fatos, leis e teorias que valem por si mesmos.	As teorias são criações intelectuais e dependem de fatores como: -época histórica; - fatores ideológicos; - criatividade do cientista.
		A partir do momento em que um modelo é proposto para explicar algumas informações conhecidas, pode servir de base para a previsão de um novo comportamento, ainda não investigado. Podem ser efetuadas novas experiências para verificar a validade do modelo e incidentalmente pôr a descoberto fatos novos. Assim, as teorias servem como estímulo para o desenvolvimento da ciência. (SPp14)	As teorias são criações intelectuais do homem, portanto, dependem de fatores como: a época histórica; fatores ideológicos; a criatividade do cientista. (Lp15)

DESCRITORES DE MARCAS TEXTUAIS COM EXEMPLOS			
FRAGMENTO		1. Empirista/Indutivista	2. Racionalista/Dedutivista
TIPO	Nº		
PRG	5	A história da ciência não existe ou é apresentada com caráter formal, linear, crescente e descontextualizada. Ciência como resultado de um processo de acumulação. Conceitos científicos cada vez mais próximos da verdade.	Aproveita períodos de controvérsias para mostrar a evolução dos conceitos. Mostra a evolução dos conceitos e teorias a partir de dúvidas e erros. Apresenta as limitações na construção dos conhecimentos científicos.
		As leis naturais, que são afirmações qualitativas ou fórmulas matemáticas, descrevem fenômenos observados, em contraposição às leis humanas, que são sempre obrigatórias ou proibitivas (ordenam ou proíbem). Um exemplo familiar de uma lei natural é a lei da gravidade, que diz que a força de atração entre dois corpos é diretamente proporcional ao produto de suas,, massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. (Os métodos matemáticos para exprimir proporcionalidade são dados no Apêndice 3.1.) Um outro exemplo, não tão conhecido, é o das leis que descrevem o comportamento dos gases. Por exemplo, qualquer gás pode ser comprimido, e a lei de Boyle diz que o seu volume é inversamente proporcional à pressão exercida sobre ele. Deve-se notar que nem a lei da gravidade nem a lei de Boyle apresentam razões para o comportamento da natureza, apenas o descrevem. (SPp13)	Assim, um modelo pode se fundamentar em objetos físicos ou sistemas que nos são mais familiares. Em resumo, é preciso entender que: uma teoria é apenas uma explicação que se aproxima da realidade; podem existir várias teorias para explicar um mesmo fenômeno; uma boa teoria deve prever novos fatos; o modelo é uma representação do sistema estudado. (ALp16)
	6	Apresenta pequenas biografias indicando datas relativos a cientistas, descobertas e pequenos episódios históricos descontextualizados. Trabalho científico apresentado como obra de cientistas isolados e intelectualmente geniais.	Apresenta o cientista inserido em uma comunidade científica que participa e valida as descobertas. Apresenta o conhecimento científico como intercâmbio e competitividade entre equipes de investigação científica.
		QUANDO SE FALA EM "cientista", em geral a imagem que se evoca é a de uma figura vestida de branco, em um laboratório cheio de aparelhos complicados, trabalhando para salvar a humanidade e fazer do mundo um lugar melhor para se viver, ou a de um gênio irrequieto curvado sobre obscuros instrumentos de destruição. Contudo, nenhuma dessas interpretações é certa, pois lhes falta a característica essencial de todo cientista — a curiosidade que não pode ser limitada por barreiras predeterminadas de preconceitos. (SPp3)	O químico moderno é um profissional que precisa conhecer os problemas de sua comunidade, trabalhar para solucioná-los. E, o mais importante, esforçar-se para que suas soluções sejam implantadas. (ALp18)

DESCRIPTORIOS DE MARCAS TEXTUAIS COM EXEMPLOS			
FRAGMENTO		1. Empirista/Indutivista	2. Racionalista/Dedutivista
TIPO	Nº		
PRG	7	Apresenta o conhecimento científico sem levar em conta o uso da ciência/tecnologia no dia-a-dia. Não recorre a contextos que são relacionados aos conceitos, a não ser como meros exemplos. Tecnologia desarticulada em relação à ciência. Somente apresenta aplicações tecnológicas de alguns conceitos científicos.	Apresenta temas desenvolvidos em um contexto com relevância social e tecnológica. Mostra as implicações da ciência/tecnologia sobre o homem/ambiente/patrimônio e a sociedade em geral. Ciência interligada com a tecnologia. Parte de problemas tecnológicos para introduzir conceitos e teorias.
		A química é o ramo da ciência que procura responder às questões: "De que se compõem as substâncias ? Qual a relação entre as suas propriedades e a sua composição ? Como reage uma substância com outra ?" É importante para o químico saber a resposta a essas perguntas não porque precise descobrir novos plásticos, novos remédios, novas ligas, mas sim porque quer entender o mundo que o rodeia. Em nosso mundo atual, todas as profissões requerem o auxílio da química.(SPp3)	Quando o italiano Volta inventou a primeira pilha elétrica, em 1800, estava fazendo pesquisa pura. Mas, quando os estudos se voltaram para a elaboração de pilhas pequenas, práticas e baratas, já estava sendo realizada pesquisa aplicada. Um bom exemplo do conceito de tecnologia você encontra nas populares pilhas níquel-cádmio, já que, dependendo da técnica de fabricação, podem ser recarregáveis ou não, apesar de possuírem basicamente o mesmo funcionamento químico.(ALp18)
	8	Ciência e tecnologia como fator absoluto de progresso. Capacidade quase ilimitada de resolver problemas que se impõe à humanidade. Ignoram-se as implicações sociais da ciência e da tecnologia. Ignora-se a influência da sociedade no desenvolvimento da ciência e tecnologia.	Ciência e tecnologia em progresso, mas enfatiza limitações, erros e dúvidas. Ciência e tecnologia como fonte de problemas e soluções. Realçam as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Mostra-se a ciência e tecnologia que influencia e é influenciada pela sociedade.
		A aceitação dos princípios da química aprofunda a compreensão. Servindo de estrutura adequada para se ter em mente uma grande soma de informações e, também, como base sólida para predições sobre fatos desconhecidos. (SPp1)	Sabemos hoje que a maioria dos resultados científicos utilizados em nossa vida cotidiana – máquinas, remédios, fertilizantes, produtos de limpeza e higiene, materiais sintéticos, computadores – teve como origem investigações militares e estratégicas, competições econômicas entre grandes empresas transnacionais e competições políticas entre grandes Estados. (ALp18)
EXE	9	Exercícios propostos aos alunos são esquematizados segundo a sequência dos “passos” do método científico.	Propõem-se aos alunos atividades diversificadas, desde o planejamento e execução de experiências para questionar idéias dos alunos ou do livro didático.
		Método científico, a) Qual a diferença entre "teoria" e "lei" em química? b) Discuta e critique a seguinte afirmação: "Quando uma teoria foi verificada várias vezes e considerada verdadeira, ela passa a ser uma lei."(SPp19)	3. Todos nós já vimos expressões do tipo: "pão sem química" ou "tratamento de piscinas sem química". O que tais expressões querem dizer? Há alguma confusão entre elas e os conceitos demonstrados neste capítulo? (ALp19)

DESCRITORES DE MARCAS TEXTUAIS COM EXEMPLOS			
FRAGMENTO		1. Empirista/Indutivista	2. Racionalista/Dedutivista
TIPO	Nº		
EXE	10	Exercícios descontextualizados desenvolvidos como aplicação de um determinado princípio, teoria ou formulação.	Exercícios desenvolvidos por situação-problema de contexto social ou científico.
		Densidade. Um tanque contém: a) uma bola de ferro de raio 2,00cm e densidade 7,86g/cm ³ ; b) uma barra de alumínio com 28,0cm de comprimento e 3,00cm de raio e densidade 2,70g/cm ³ ; c) 6,05 litros (1 litro = 1.000 cm ³) de água de densidade 0,998g/cm ³ . Calcule a densidade média do material no tanque. (SPp19)	7. Faça uma entrevista com um cientista de sua cidade. O perfil do entrevistado deverá abordar: •seu nível socioeconômico; como foi sua carreira escolar; aspectos gerais de suas atividades profissionais. Explore também outra questão importante: qual a posição do entrevistado a respeito da relação entre o cientista e a comunidade? (ALp19)
EXP	11	Experimentos propostos seguindo os “passos” do “método científico”.	Experimento com caráter reflexivo para desenvolver estratégias e hipóteses para resolução de problemas.
	12	Experimento para demonstrar determinado princípio, aspecto teórico ou fórmula já apresentada anteriormente.	Experimento visando explorar um determinado fenômeno.
			 Na adição de um comprimido efervescente à água, pode-se medir a massa do comprimido e a da água ou, ainda, o volume do gás produzido. observação de fatos indução conclusão geral dedução

(ALp14)

DESCRITORES DE MARCAS TEXTUAIS COM EXEMPLOS			
FRAGMENTO		1. Empirista/Indutivista	2. Racionalista/Dedutivista
TIPO	Nº		
ICO	13	Esquema de um processo aparecendo na legenda como o “modo” ou a maneira pelo qual tal fenômeno acontece.	Esquema de um processo indicando na legenda como “modelo” ou possível “representação” de como o fenômeno acontece.
		290 ELETROQUÍMICA Fig. 14.3 Dois modos pelos quais os íons em migração podem manter a neutralidade elétrica em uma região da solução.  (SPp290)	 SÉRGIO DOTTA, JUNIOR Um modelo de esferas pode representar uma molécula. (ALp16)
	14	Foto ou desenho como se fosse a “demonstração real” de um mecanismo ou de uma teoria.	Esquema de um processo indicando na legenda como “modelo” ou possível “representação” de como o fenômeno acontece.
			 Neste modelo, as moléculas de um gás se comportam como microscópicas bolas de bilhar. (ALp16)

Anexo 2: Relatório de Pesquisa 2 – O refinamento do Livro-de-códigos pela concordância intercodificadores.

A segunda fase da pesquisa foi o refinamento recursivo, apoiado na concordância intercodificadores, dos códigos existentes no Livro-de-códigos de Marcas Textuais.

O teste de concordância, no entanto, não se apóia apenas na concordância observada, absoluta ou percentual. Para validação e confiabilidade, escolheu-se o coeficiente K (kappa) de Cohen (1960), pois tal coeficiente permite determinar a concordância intercodificadores extraíndo as concordâncias aleatórias, isto é, determina-se a concordância que supera claramente concordâncias que tem caráter casual. A importância para uma análise fundamentada é que a concordância considerada é aquela que supera as possibilidades de concordância ao acaso que a codificação dos fragmentos permitiria acontecer. Para compreender como foi efetuada tal determinação, utilizar-se-á um pequeno espaço para descrever características e procedimentos para determinação do coeficiente K (kappa).

Cálculo de Kappa

Tem-se admitido que o dado percentual representa um valor irrealmente otimista, isto porque se o codificador segue examinando aleatoriamente, de acordo com as probabilidades das categorias do índice, algum nível de concordância pode se dar devido ao acaso. Com o propósito de ajustar o percentual de concordância descontando esta concordância do acaso, utilizam-se as frequências para calcular a faixa de concordância que seria, em média, uma ocorrência do acaso, “corrigindo” assim a estatística de concordância percentual. É o que se chama de coeficiente Kappa e é definido como:

$$\text{Coeficiente Kappa} = \frac{\text{Concordância observada} - \text{Concordância Esperada}}{N - \text{Concordância Esperada}}$$

A **concordância observada** e o “N” são idênticos aos valores da concordância percentual. A **concordância esperada** é calculada a partir de todas as frequências observadas durante cada uma das duas codificações. Isso quer dizer que, para cada célula da tabela com uma frequência observada, deve ser calculada uma frequência esperada. Para se entender melhor como isso funciona, vamos antes criar referências para

as células da tabela. Cada célula possui uma indicação de linha e de coluna, nas quais as colunas são numeradas da esquerda para a direita e as linhas de cima para baixo.

Considere a Tabela 1 (matriz) de concordância.

Tabela 1 – Matriz de concordância

N Fragmentos codificados			Códigos do Pesquisador 1		
			0	1	2
			Σcoluna_0	Σcoluna_1	Σcoluna_2
Códigos do Pesquisador 2	0	Σlinha_0	C_{00}	C_{10}	C_{20}
	1	Σlinha_1	C_{01}	C_{11}	C_{21}
	2	Σlinha_2	C_{02}	C_{12}	C_{22}

A **concordância observada** é dada pela somatória $\sum C_{ij}$ para $i=j$, correspondendo às células sombreadas na tabela matriz (valor da coluna é igual ao valor da linha, representando portanto que os dois intercodificadores indicaram a mesma codificação ao fragmento analisado).

A **concordância esperada** é dada pela somatória $\sum ((\sum \text{linha}_i * \sum \text{coluna}_j) / N)$ para $i=j$, essa somatória leva em conta a frequência e a dispersão das codificações apresentadas por ambos os juízes. Quanto menos distribuídos apresentarem as codificações maior será a concordância esperada, pois maior será a possibilidade de concordâncias ao acaso.

A vantagem usualmente reconhecida no coeficiente Kappa é sua capacidade de remover da concordância percentual aquelas concordâncias que provavelmente foram devidas ao acaso, trazendo uma distribuição mais global das condições dentro dos fragmentos codificados.

Para tratar de variáveis dicotômicas avaliadas por dois juízes, o coeficiente Kappa foi escolhido como medida de fidedignidade. O coeficiente Kappa pode variar de 1

a -1, indicando concordância ou discordância completa, e o valor 0 indicam um valor de concordância igual ao acaso. Para uma interpretação dos valores Kappa, foram utilizadas as faixas de valores elaboradas por Landis & Koch (1977) utilizadas nos estudos quantitativos na área de saúde.

Esses autores sugerem que os valores acima de 0,75 representam concordância excelente, valores abaixo de 0,40 uma concordância pobre e os valores entre 0,40 e 0,75 representariam uma concordância de suficiente a boa. (1975).

Neste estudo, as variáveis não são dicotômicas, mas a utilização do coeficiente Kappa representa um rigor significativo na busca de confiabilidade dos códigos construídos para a análise de um livro didático.

Concordância encontrada 1ª intercodificação

O primeiro estudo sobre a concordância intercodificadores utilizando o Livro-de-códigos gerado na fase I da pesquisa, foi efetuada por outro pesquisador e que está representado no quadro 1a.

Quadro 1a

CONCORDÂNCIA INTERCODIFICADORES					
QUADRO	1	FASE II	Livro T1		
27 fragmentos codificados			P1		
			0	1	2
			6	18	3
P2	0	8	4	3	1
	1	19	2	15	2
	2	0	0	0	0
CONCORDÂNCIA OBSERVADA			19		
% CONCORDÂNCIA			70,370		
CONCORDÂNCIA ESPERADA			14,444		
KAPPA (K)			0,363		
DATA	P1		Pesquisador 1		
26/04/06	P2		Pesquisador 2		

Nesse caso, o treinamento e a discussão sobre o Livro-de-códigos foram executados em dois momentos diferentes, um pequeno treinamento foi executado por ambos os juízes (P1 e P2) e depois, isoladamente, cada pesquisador classificou cada

fragmento da amostragem sorteada. O cálculo de kappa ocorreu sem a possibilidade de discussão entre os intercodificadores.

Esse procedimento necessitava de aprimoramento, pois demonstrou que o treinamento precisava ser mais aprofundado, por exemplo, além de mostrar fragmentos já previamente classificados era necessário ter um conjunto de fragmentos para ser codificado como verificador da compreensão dos pesquisadores sobre o Livro-de-códigos que foi aplicado.

O resultado da codificação não foi submetido a nenhuma discussão, e os dados das codificações geraram o quadro 1 e os cálculos de % de concordância e de kappa.

Mesmo em condições não otimizadas de treinamento a concordância observada foi de 19 fragmentos em um total de 27, correspondendo a um percentual de concordância de 70,37%. O que pode aparecer como um percentual significativo, no entanto, o resultado de kappa mostrou que a concordância esperada, é de 14,444. Isto significa, que concordância de 14,444 não se diferencia muito de uma concordância aleatória, isto é, é uma concordância pobre como pode ser percebido pelo resultado dessa primeira intercodificação que teve kappa igual a 0,363, próxima de uma concordância suficiente, mas ainda insatisfatória.

Evidentemente que se existisse uma discussão sobre a diferença de codificação dos dois codificadores, poderia ter modificações pela retirada de incompreensões do uso do Livro-de-códigos. No entanto, o resultado, mesmo de kappa, não deixa de ser relevante.

É possível também fazer o levantamento da concordância por escore, como está no quadro 1b. O levantamento por escore permite discriminar para cada categoria analisada como ocorre a concordância. Esse levantamento, ao ser analisado, permitiu identificar os itens com maior ou menor concordância. Essa identificação instrumentaliza a discussão sobre as causas das diferenças de codificação.

Quadro 1b - % de concordância por escore

Perfil epistemológico do fragmento	Cálculo	Percentual de concordância (%)
0	4/10	40%
1	15/22	68,18%
2	0/3	0%

A análise desse quadro permite realçar que o perfil 2, apresentado por um dos codificadores não apresenta nenhuma concordância, enquanto que o perfil 1 apresenta um percentual significativo de concordância em relação aos fragmentos do livro analisado. Em relação aos fragmentos que não apresentariam marcas textuais, apresentaram uma percentagem de concordância insuficiente.

2ª Interodificação

A segunda intercodificação já foi precedida de uma discussão mais profunda e detalhada do Livro-de-códigos. Foi escolhido um novo livro (T3) para o teste intercodificador, seus fragmentos foram catalogados e 46 fragmentos sorteados entraram para análise.

Após a codificação, foi detectada a concordância de 37 em 46 codificações (80,44%), porém as diferenças apresentadas foram discutidas para discriminar o que eram realmente diferenças na codificação das possíveis codificações inadequadas. Após as discussões, os escores foram corrigidos. De posse com as duas codificações foi feita a tabulação e os respectivos cálculos necessários e, a partir deles, o quadro 2a foi elaborado.

Quadro 2a

CONCORDÂNCIA INTERCODIFICADORES					
QUADRO 2		FASE II		Livro T3	
46 fragmentos codificados			P1		
			0	1	2
			2	42	2
P2	0	1	1	0	0
	1	42	1	41	0
	2	3	0	1	2
CONCORDÂNCIA OBSERVADA			44		
% CONCORDÂNCIA			95,652		
CONCORDÂNCIA ESPERADA			38,522		
KAPPA (K)			0,733		
DATA 29/04/06	P1		Pesquisador 1		
	P2		Pesquisador 2		

O resultado dessa intercodificação foi superior ao resultado da 1ª codificação, o percentual observado foi de 95,65% de concordância. É possível destacar o rigor do kappa, pois, de 41 codificações concordantes, pelo cálculo desse coeficiente, 38,522

corresponderiam a concordâncias aleatórias. Mesmo assim, o coeficiente kappa calculado foi de 0,733 o que se aproxima de uma concordância excelente segundo os referenciais indicados por Landis e Koch (1977).

O quadro de concordância por escore também foi produzido e está apresentado no quadro 2b.

Quadro 2b - % de concordância por escore

Perfil epistemológico do fragmento	Cálculo	Percentual de concordância (%)
0	1/2	50%
1	41/43	95,35%
2	2/3	66,67%

A análise desse resultado permite a identificação do perfil 1 nos fragmentos utilizados, como também tem significado os poucos fragmentos de perfil 2 presentes no livro analisado. No entanto, fragmentos sem marcas textuais não apresentam concordância significativa.

A discussão que aconteceu após a codificação revelou que as categorias de exercício, de experimentos e itens iconográficos apresentam certa estabilidade, mas as categorias de parágrafos estão a todo momento se sobrepondo.

O refinamento do Livro-de-códigos será efetuado de maneira a reduzir de oito para quatro categorias de parágrafos nos descritores de marcas textuais, a saber:

1. Sobre as descrições da ciência, da atividade científica e do método científico.
2. Sobre a história da ciência presente nos fragmentos semânticos utilizados.
3. Sobre como o conhecimento científico é apresentado e a relação conteúdo, contexto, exemplos e aplicações.
4. Sobre como a relação ciência, tecnologia e sociedade aparece em cada perfil epistemológico.

Uma nova codificação deverá ser providenciada para testar cada categoria, particularmente com um outro livro que possa apresentar maior presença do perfil epistemológico racionalista-dedutivista.

3ª Interodificação

A terceira interodificação já foi precedida de uma discussão mais profunda e detalhada do novo Livro-de-códigos. Foi escolhido um novo livro (B) para o teste interodificador, seus fragmentos foram catalogados, e 49 fragmentos sorteados entraram para análise.

A codificação foi discutida e os escores foram corrigidos e, a partir deles, o quadro 3a foi elaborado para identificar o percentual de concordância, a concordância observada, a concordância esperada e o k (índice Kappa) foi calculado.

Quadro 3a

CONCORDÂNCIA INTERCODIFICADORES					
QUADRO		3	FASE II		Livro B
49 fragmentos codificados			P1		
			0	1	2
			5	23	21
P2	0	5	5	0	0
	1	22	0	22	0
	2	22	0	1	21
CONCORDÂNCIA OBSERVADA			48		
% CONCORDÂNCIA			97,959		
CONCORDÂNCIA ESPERADA			11,735		
KAPPA (K)			0,973		
DATA 07/05/06		P1	Pesquisador 1		
		P2	Pesquisador 2		

O resultado dessa nova interodificação foi superior ao resultado da 2ª codificação em todos os aspectos: o percentual observado foi de 97,96% de concordância, o coeficiente kappa calculado foi de 0,973, o que representa um índice de concordância excelente superando largamente os referenciais indicados por Landis e Koch (1977) e ultrapassando o valor de kappa proposto no desenvolvimento do desenho metodológico.

Para uma melhor análise, o quadro de concordância por escore também foi produzido e está apresentado no quadro 3b.

Quadro 3b - % de concordância por escore

Perfil epistemológico do fragmento	Cálculo	Percentual de concordância (%)
0	5/5	100%
1	22/23	95,65%
2	21/22	95,45%

A análise do quadro 3b permite concluir que a concordância excelente é percebida para cada escore individualmente. É importante assinalar que a discussão promovida durante a codificação permitiu pequenos refinamentos na distribuição das categorias de fragmentos apresentadas pelo novo Livro-de-códigos. No entanto, o novo Livro-de-códigos está pronto para passar por outro processo de validação: a do especialista em epistemologia.

Anexo 3: Relatório de Pesquisa 3 – A análise do especialista em epistemologia.

O seguinte relatório foi desenvolvido após três momentos de discussões com o especialista em epistemologia:

RELATÓRIO – ENTREVISTA COM ESPECIALISTA

Especialista em epistemologia.

Após conhecer a estrutura da pesquisa, da metodologia e do Livro-de-códigos de Marcas Textuais, o especialista apresentou as seguintes observações:

1. O Livro-de-códigos está alinhado perfeitamente com os descritores apresentados nos trabalhos de Cachapuz e Campos, utilizados como referencial teórico para o projeto.
2. No entanto, estes descritores apresentam o perfil empirista de maneira mais “ingênua”, enquanto o perfil racionalista é apresentado de maneira mais ampla.
3. Acredita que a pesquisa deve apresentar, com mais ênfase, que o perfil é tirado a partir de como os livros têm apresentado a ciência e seus conhecimentos e não de postura epistemológicas clássicas dos perfis assinalados.
4. Ressaltou a importância do descritor de marca textual para os exercícios utilizados nos livros didáticos.
5. Indicou, em relação a marca textual PRG. 1.2, que a utilização das ocorrências como fenômenos está adequada aos dois perfis epistemológicos, não se constituindo um divisor de águas em torno dos dois posicionamentos utilizados.
6. Indicou também que, na Marca Textual PRG 3.1, não fica adequada a colocação de que a tecnologia está desarticulada em relação à ciência.
7. Na marca Textual EXE 5, não fica bem caracterizada a referência a descontextualização. A relação com o método científico e o desenvolvimento dos exercícios como aplicação de um determinado princípio, teoria ou formulação.
8. Destacou a metodologia utilizada e o desenho metodológico, em particular, porém, chamou a atenção que o “especialista” em epistemologia não funciona como um especialista técnico, devido às diferenças e variantes teóricas existentes entre os vários especialistas. No entanto, tentou utilizar o que se poderia de chamar de “consenso geral” em relação às posturas epistemológicas.

9. Chamou a atenção que existem autores, em Portugal, (como Maria Eduarda) que apresentam uma postura mais equilibrada em relação aos perfis epistemológicos discutidos, comparados com as apresentadas pelos autores Campos e Cachapuz.

Belo Horizonte, 22 de junho de 2006.

Após as discussões e levando em consideração todos os ajustes indicados pelo especialista, as alterações foram efetivadas e nova intercodificação foi efetuada, utilizando agora o total de fragmentos de um capítulo para codificação.

Anexo 4: Relatório de Pesquisa 4 – A intercodificação final

4ª Interodificação – fase final

A quarta intercodificação corresponde à quarta e última fase da construção do Livro-de-códigos de Marcas Textuais. Agora a intercodificação foi feita utilizando todos os fragmentos de um capítulo do livro T3, para a triangulação final da concordância intercodificação.

A intercodificação foi feita em separado e comparado os resultados finais da codificação.

Quadro 4a – Concordância Interodificadores

CONCORDÂNCIA INTERCODIFICADORES					
QUADRO		4	FASE IV		Livro T3
34 fragmentos codificados			P1		
			0	1	2
			0	18	16
P2	0	0	0	0	0
	1	17	0	17	0
	2	17	0	1	16
CONCORDÂNCIA OBSERVADA			33		
% CONCORDÂNCIA			97,059		
CONCORDÂNCIA ESPERADA			10,000		
KAPPA (K)			0,958		
DATA	P1		Pesquisador 1		
29/06/06	P2		Pesquisador 2		

O resultado dessa nova intercodificação foi qualitativamente igual ao resultado da 3ª codificação em todos os aspectos: o percentual observado foi de 97,01% de concordância, o coeficiente kappa calculado foi de 0,958 o que representa um índice de concordância excelente ultrapassando significativamente os referenciais indicados por Landis e Koch (1977) ultrapassando o valor de kappa proposto no desenvolvimento do desenho metodológico.

Para uma melhor análise, o quadro de concordância por escore, discriminando as concordâncias por item, também foi produzido e está apresentado no quadro 4b.

Quadro 4b - % de concordância por escore

Perfil epistemológico do fragmento	Cálculo	Percentual de concordância (%)
0	0/0	100%
1	17/18	94,44%
2	16/17	94,11%

A análise do quadro 4b permite concluir que a concordância excelente é percebida para cada escore individualmente. É importante assinalar que, desta vez, não houve discussão sobre a codificação apresentada, apenas a conferência e os cálculos de concordância necessários logo após da entrega da codificação efetuada pelos dos codificadores.

O resultado permite concluir que o Livro-de-códigos de Marcas Textuais está validado para analisar os Livros Didáticos de Química escolhidos para o estudo pretendido pela pesquisa.

Anexo 5: Relatório de Pesquisa 5 – Um balão de ensaio: a codificação teste.**Um balão de ensaio: Classificando um livro didático através do Livro-de-códigos**

Para preparar a análise dos livros didáticos, foi efetuada uma primeira codificação, a partir do Livro de Código de Marcas Textuais, de dois outros livros didáticos escolhidos para testar o procedimento metodológico previsto.

Os livros escolhidos para esse “balão de ensaio” foram denominados de T1 e T2. Foram fragmentados os capítulos introdutórios (INTRO) que apresentam de forma explícita a química como ciência, pilhas (PILHAS), capítulo que apresenta o conhecimento científico e apresenta a interface da história da ciência e a tecnologia e, de forma aleatória foi definido um terceiro capítulo, no caso o de radioatividade (RADIO). O terceiro capítulo cumpre o papel de triangulação e de procedimento confirmatório para a análise do livro didático. Esses capítulos foram definidos segundo o escopo desta pesquisa.

Os capítulos dos livros foram fragmentados e classificados segundo as marcas textuais categorizadas. Os quadros 1a e 1b mostram os resultados da categorização dos fragmentos segundo o reconhecimento das marcas textuais.

Quadro 1a - Marcas textuais identificadas nos livros T1.

MARCAS TEXTUAIS		LIVRO T1								TOTAL
		PERFIL EPISTEMOLÓGICO								
		INTRO		PILHAS		RADIO		total T1		
		1	2	1	2	1	2	total1	total2	
PRG	1							0	0	0
	2	12		9		4		25	0	25
	3			16		23		39	0	39
	4	1				1		2	0	2
	subtotal	13	0	25	0	28	0	66	0	66
EXE	5	4	0	28	1	32	0	64	1	65
EXP	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ICO	7	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Totais marcas por perfil		17	0	53	1	61	0	131	1	132
% marcas por perfil		100,0	0,0	98,1	1,9	100	0,0	99,2	0,8	68,0
marcas por capítulo		17		54		61		132		132
% marcas por capítulo		100,0		58,7		71,8		68,0		68,0
TOTAL FRAGMENTOS		17		92		85		194		194
Sem marcas identificadas		0		38		24		62		62
% total de marcas		100,0		58,7		71,8		68,0		68,0

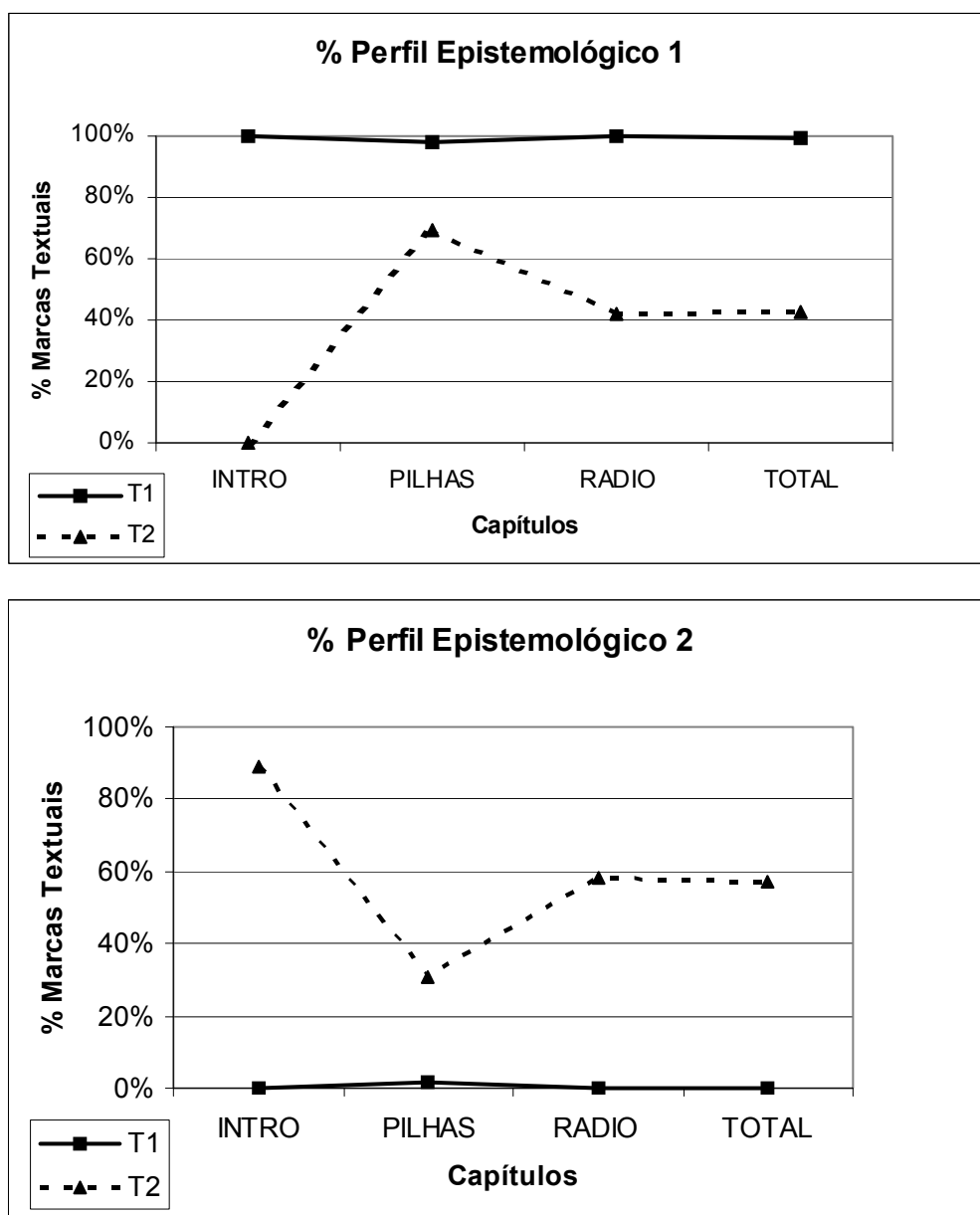
Quadro 1b - Marcas textuais identificadas nos livros T2.

MARCAS TEXTUAIS		LIVRO T2								TOTAL
		Perfil epistemológico								
		INTRO		PILHAS		RADIO		total T2		
		1	2	1	2	1	2	total1	total2	
PRG	1	1	6					1	6	7
	2	1	2	2	1	1	3	4	6	10
	3		2	3	3	6	25	9	30	39
	4		14				3	0	17	17
	subtotal	2	24	5	4	7	31	14	59	73
EXE	5	2	14	32	14	35	29	69	57	126
EXP	6	0	0	3	0	0	0	3	0	3
ICO	7	1	3	1	0	2	1	4	4	8
Totais marcas por perfil		5	41	41	18	44	61	90	120	210
% marcas por perfil		10,9	89,1	69,5	30,5	41,9	58,1	42,9	57,1	78,9
marcas por capítulo		46		59		105		210		210
% marcas por capítulo		56,8		80,8		93,8		78,9		78,9
TOTAL FRAGMENTOS		81		73		112		266		266
Sem marcas identificadas		35		14		7		56		56
% total de marcas		56,8		80,8		93,8		78,9		78,9

A análise do quadro de resultados permite perceber que 74,3% dos 460 fragmentos que apareceram nos seis capítulos analisados (três de cada livro), 342 fragmentos apresentavam marcas textuais.

O gráfico 1 a seguir apresenta o percentual de marcas textuais de cada perfil epistemológico identificado em cada capítulo dos livros analisados.

Gráfico 1 – Percentual dos perfis epistemológicos nos livros T1 e T2



O Livro T1 apresenta quase que exclusivamente marcas do perfil epistemológico 1 (131 marcas) em 132 marcas encontradas e, mesmo assim, a única marca textual do tipo dois foi reconhecida em um dos exercícios apresentados no capítulo. O Livro T1 apresenta pequena variabilidade de tipos de marcas e quase a totalidade com perfil 1.

O Livro T2, por sua vez, já apresenta uma variabilidade maior, sendo que 57,1% do total de fragmentos apresentam marca textual do tipo racionalista-dedutivista contra 42,9%

de marcas textuais do tipo 1. As marcas tipo parágrafo apresentam clara predominância do perfil 2 (59 x 14), porém no quesito exercícios, principalmente no capítulo sobre pilhas, há predominância de marcas do tipo 1, provocando, neste capítulo, a predominância da marca textual do tipo 1 (56,2% x 24,7%).

É possível perceber que o livro T1, embora empirista-indutivista, não apresenta nenhuma atividade de caráter experimental, e quase nenhum fragmento iconográfico, enquanto que o Livro T2, já se apresenta mais diversificado.

As marcas que predominaram nos dois livros analisados, primeiramente se destacam as marcas presentes nos exercícios, em segundo lugar as marcas do tipo 7, que tratam de como o conhecimento científico (os conteúdos) são apresentadas e, em terceiro lugar, as marcas do tipo 5, que descrevem como a história da ciência é utilizada pelo livro didático.

O balão de ensaio e as conclusões preliminares

A análise do quadro mostra claramente a validade da ferramenta empregada, pois, de 460 fragmentos analisados, 73,9% (340) apresentaram marca textual de algum tipo. Além disso, praticamente quase todos os tipos de marcas apareceram. As marcas não só permitem a definição de um perfil epistemológico como também permitem analisar as características particulares de um livro didático, pois quanto mais marcas são percebidas, maior será a riqueza da abordagem utilizada.

Isso mostra também que o Livro T1 tem o mérito de apresentar um perfil coerente, 67,5% do total dos fragmentos tem o perfil 1 claramente assinalado, no entanto, a pequena diversidade de tipos de marcas indica pobreza na abordagem desenvolvida. Já o Livro T2, embora, mais diversificado no tratamento dos capítulos, apresenta, nos vários capítulos, diferenças de predominância de perfil epistemológico. Isto significa que quando apresenta a química como ciência o faz de uma maneira, mas na hora da apresentação dos conhecimentos químicos nos respectivos capítulos, o perfil epistemológico já não é o mesmo.

Como é assinalado por Silva et al (2005), um livro didático não apresenta uma postura epistemológica pura, mas a ferramenta utilizada permite delinear claramente a composição que identifica a particularidade de cada livro didático analisado.

O quadro de marcas textuais evidencia que a grande maioria das marcas textuais passíveis de identificação são justamente os fragmentos que apresentam exercícios propostos (191 das 240 marcas identificadas), embora o conjunto de marcas textuais tipo parágrafo já sejam suficientes para a percepção de predominância de perfil em um livro didático. No entanto, a escolha dos exercícios tem um grande significado, pois é na resolução dos exercícios que o estudante desenvolve boa parte do aprendizado tácito sobre a importância da ciência que um autor utiliza. Essa situação pode ser identificada claramente na análise do Livro T2, no capítulo sobre Pilhas, a marca textual que predomina nesse capítulo é a marca tipo 1, diferente do perfil que predomina quando da apresentação da ciência, indicada na introdução. E isso se deve principalmente pelos exercícios escolhidos para o capítulo. Aliás, ao resolver exercícios, fica implícita uma determinada visão do conhecimento científico, do valor da ciência e de seu papel na sociedade, impregnando de maneira mais efetiva a imagem da ciência que um estudante desenvolverá durante o período escolar. A dimensão tácita é mais incisiva do que as belas palavras utilizadas na apresentação do capítulo introdutório.

Destaca-se também a importância do procedimento confirmatório, pois permite aprofundar a análise de um livro estudado. No caso do Livro T2, com o capítulo da radioatividade, foi possível perceber a predominância do perfil epistemológico 2 (54,5%), embora, o perfil 1(39,3%) ainda continue presente devido, principalmente, às características das questões utilizadas durante o capítulo.