

O DESAFIO DA CONFIABILIDADE NA INVESTIGAÇÃO EPISTEMOLÓGICA NOS LIVROS DE QUÍMICA

Geraldo José da Silva¹(PG)*, Carmen Maria De Caro Martins²(PQ)

¹Universidade Federal de Minas Gerais/Faculdade de Educação, geraldo_jsilva@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Minas Gerais/Colégio Técnico e Programa de Pós-graduação em Educação.

Palavras Chave: Visão de Ciência, Epistemologia, Livro didático.

Introdução

Nesse trabalho apresentamos um estudo sobre a natureza epistemológica da visão da ciência presente em livros didáticos de Química. A metodologia que utilizamos 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 auditabilidade dos procedimentos.

Estamos propondo a utilização de um desenho metodológico, para identificar a visão de ciência apresentada pelo livro didático de química do ensino médio, centrado na validação para conferir confiabilidade aos procedimentos metodológicos. A importância de validar os métodos e procedimentos foi apontada por muitos autores como Trochim (2002) que considera a validação como legitimação das inferências produzidas a partir da operacionalização dos construtos teóricos nas quais aquela operacionalização foi baseada.

a) A importância da investigação sobre a natureza da visão epistemológica em um livro didático.

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, 2000; Lima, 1999; Delizoicov et al., 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).

Essas discussões contribuíram de forma significativa para a compreensão da ciência, da

atividade científica e do seu impacto sobre nossa sociedade.

Santos e Schnetzler (1997) considerem que 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. Estudos de Milton Santos também 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 (1992) ressalta que nosso meio geográfico teria se transformado em um meio tecnocientífico 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, 1992) 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: “Ciencia para todos: calidad y equidad” os principais expositores (Gil-Pérez, A. e Pozo J.) concordaram que um dos mais fortes argumentos que sustenta a necessidade de “uma ciência para todos” é o reconhecimento 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, e que a visão da ciência é desenvolvida em grande parte dentro do processo escolar, 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).

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, inevitavelmente, 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.

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 (Pérez, D. G. 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, Samrsl 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).

“Pretende-se assim, possibilitar a construção, por parte dos alunos, de concepções de ciência e da construção do conhecimento científico mais adequadas a uma visão atual da ciência e dos cientistas, e dotar a aprendizagem científica de valores educativos éticos e humanísticos que permitam ir além da simples aprendizagem de fatos, leis e teorias científicas” (Campos e Cachapuz, 1997, p.23).

Ao focar nosso trabalho 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 sobre o ensino de ciências.

b) Como investigar a natureza epistemológica da visão da ciência presente nos livros didáticos?

Os referenciais teóricos para a elaboração das categorias utilizadas na análise da imagem da ciência nos livros didáticos de química tiveram origem nos trabalhos de Campos e Cachapuz (1997). A partir das categorias desenvolvidas por Campos e Cachapuz, desenvolvemos duas categorias qualitativas para perfis epistemológicos que se contrapõe: **1. Empirista/indutivista** e **2. Racionalista/dedutivista**.

Nosso desafio é como identificar em um livro didático o posicionamento epistemológico apresentado. Campos e Cachapuz (1997) analisam o livro didático a partir de duas categorias que construíram. Nessa abordagem o livro didático é tratado com um todo e é enquadrado, pela percepção do pesquisador, nas categorias de análise.

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 levam a tal categorização. Esse esquema de categorização holística seria problemático se aplicado ao julgamento de questões abertas em uma prova ou de um portfólio escolar. Há duas ordens de problemas, uma diz respeito a baixa confiabilidade deste procedimento metodológico, a outra diz respeito a própria natureza a 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 (Smith, 1989; Fulgêncio e Liberato, 1992). E o conhecimento do mundo muda se o codificador já fez muitas codificações. Como nos alertam Miles e Huberman “*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) aceita a existência de evidências, a conclusão 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:

“Um conjunto de dados torna-se uma evidência em algum problema analítico quando é estabelecida a sua relevância para uma ou mais hipóteses sob consideração... Evidência é relevante em alguma hipótese se ela ou aumenta ou diminui a probabilidade da hipótese. Sem hipóteses não se pode estabelecer a relevância de nenhum conjunto de dados”(Schum, 1987, p.16).

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. E as evidências 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. O exemplo de Myslevy ilustra a idéia expressa por Twining sobre a ligação entre evidência e inferência:

“Os conceitos básicos incluem conjunção, proposições compostas, corroboração, convergência e inferências concatenadas (inferências sobre inferências)... Cada uma dessas noções levanta questões difíceis sobre o que está envolvido em se determinar a força probativa geral ou o peso da evidência” (Twining, 1985).

Ao fazerem a categorização sem tornar explícito suas razões, Campos e Cachapuz não nos oferecem a chance de avaliar a força de cada evidência, e ao final, a adequação 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; e (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) relatam em seu livro que fizeram uma sondagem entre pesquisadores qualitativos sobre a questão da qualidade dos resultados da pesquisa e identificaram duas posições: uma que achava a noção útil no contexto da justificação, como para convencer os pesquisadores do paradigma quantitativo ou “positivista” 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 ser esse 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 ligada 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, a dependabilidade, a auditabilidade da pesquisa. Aqui a questão básica é se os processos da investigação são consistentes e tem 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 para assegurar essas qualidades. É ela que falta na metodologia de Campos e Cachapuz. É exatamente o ingrediente fundamental do desenho metodológico que escolhemos seguir.

c) A busca por indícios: as marcas textuais!

Para contornar as dificuldades do método de Campos e Cachapuz optamos por um desenho metodológico distinto, apresentado por Silva et al (2005). A idéia geral é que a categorização do livro será uma inferência baseada em evidências (Mislevy, 1996). Para isso, nossa unidade de análise não será o livro tomado como uma obra integral e indivisível. Nossa unidade de análise será o livro tomado como um texto que pode ser dividido em fragmentos menores de diversas naturezas, fragmentos semântico. 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 (quadro 1).

Quadro 1. 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 serão categorizados segundo o conjunto de “marcas textuais” que apresentam.

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. Ou seja, 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

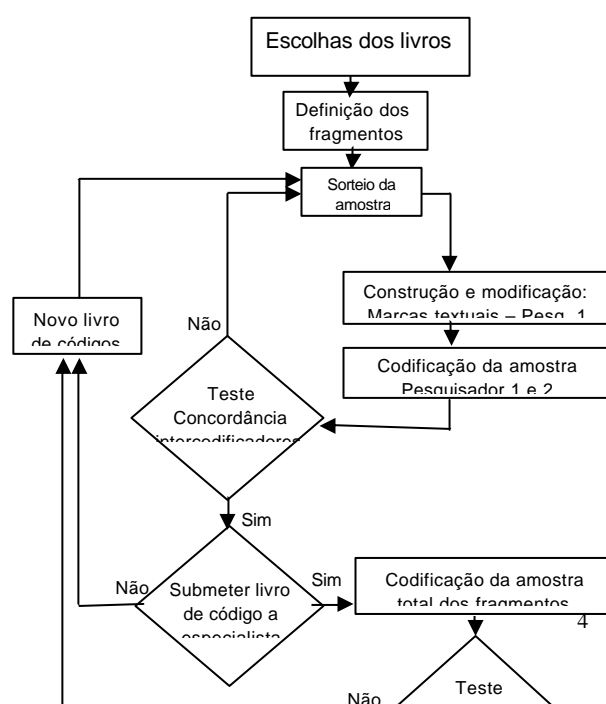
outras, que nos remetem a uma postura epistemológica do livro, isto é, que se relacionam com quadros de descritores dos perfis epistemológicos mencionados anteriormente. Estas marcas textuais podem ser identificadas no texto, nas citações, nos diagramas, nos exemplos, nas analogias, nos experimentos 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 validado se o conjunto de marcas for submetido a especialista em epistemologia e se ele acorda que elas são realmente marcas que sinalizam claramente uma opção ou postura epistemológica.

d) – O desenho metodológico

Nosso desafio é utilizar um procedimento metodológico rigoroso para promover a validação intercodificadores. O desenho apresentado por Silva *et al.* (2005) é baseado na recursividade do procedimento de validação. Segundo eles o processo de validação envolve diversos passos: segmentação do texto, criação de um livro de código, codificação, testar a confiabilidade, modificar o livro de código. Utilizam dois procedimentos de validação. No primeiro, o livro de código será submetido a validação por especialista em epistemologia. O objetivo é verificar se as marcas textuais são índices de cada uma das duas posturas epistemológicas. No segundo procedimento validaremos a concordância intercodificadores. Esses passos são repetidos até que um nível ótimo de confiabilidade intercodificadores seja alcançado. Após isso, procede-se à codificação final. O quadro 2 apresenta um diagrama do processo de validação.

Quadro 2 – Diagrama das etapas da pesquisa



O primeiro resultado é a construção do Livro de Código de Marcas Textuais. Esse Livro é construído a partir de descritores de marcas textuais para que o pesquisador-codificador possa reconhecê-la em um determinado fragmento.

O primeiro passo para criação do livro de códigos é a escolha dos livros didáticos claramente alinhados aos perfis epistemológicos desenvolvidos

FRAGMENTO	DESCRIPTORIOS DE MARCAS TEXTUAIS			
	Nº	1. Empirista/indutivista	Nº	2. Racionalista/dedutivista
PARÁGRAFO	PR G 1.1	Leis e teorias científicas a partir de passos iniciados pela observação e dos dados os cientistas fazem suposições: Observação – generalização – hipótese – experiência – resultado – conclusão.	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
	PR G 2.1	Princípios como generalizações propostas para explicar observações. Reduzir uma grande série de fatos a alguns poucos princípios.	PR 2.2	Trata as ocorrências como fenômenos que serão observados. Busca produzir explicações (teorias ou modelos) sobre os fenômenos.
	PR G 3.1	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.	PRG 3.2	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.
	PR G 4.1	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.	PRG 4.2	As teorias são criações intelectuais e dependem de fatores como: - época histórica; - fatores ideológicos; - criatividade do cientista.
	PR G 5.1	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.	PRG 5.2	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.
	PR G 6.1	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.	PRG 6.2	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.
	PR G 7.1	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.	PRG 7.2	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.
	PR G 8.1	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 8.2	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.
EXERCÍCIO	EXE 9.1	Exercícios propostos aos alunos são esquematizados segundo a sequência dos “passos” do método científico.	EXE 9.2	Propõem-se aos alunos atividades diversificadas, desde o planejamento e execução de experiências para questionar idéias dos alunos ou do livro didático.
	EXE 10.1	Exercícios descontextualizados desenvolvidos como aplicação de um determinado princípio, teoria ou formulação.	EXE 10.2	Exercícios desenvolvidos por situação-problema de contexto social ou científico.
EXPERIMENTO	EXP 11.1	Experimentos propostos seguindo os “passos” do “método científico”.	EXP 11.2	Experimento com caráter reflexivo para desenvolver estratégias e hipóteses para resolução de problemas.
	EXP 12.1	Experimento para demonstrar determinado princípio, aspecto teórico ou fórmula já apresentada anteriormente.	EXP 12.2	Experimento visando explorar um determinado fenômeno.
ICONOGRÁFICO	ICO 13.1	Esquema de um processo aparecendo na legenda como o “modo” ou a maneira pelo qual tal fenômeno acontece.	ICO 13.2	Esquema de um processo indicando na legenda como “modelo” ou possível “representação” de como o fenômeno acontece.
	ICO 14.1	Foto ou desenho como se fosse a “demonstração real” de um mecanismo ou de uma teoria.	ICO 14.2	Foto ou desenho como suposição a partir de um determinado modelo ou abordagem.

como referência. O livro é construído a partir das marcas presentes nos fragmentos dos capítulos escolhidos e esse livro de códigos será utilizado no início do processo de validação recursiva.

Resultados e Discussão

Apresentaremos resultados de dois processos desse desenho metodológico: a construção de um Livro de Código de Marcas Textuais e a classificação da imagem de ciência em livros didáticos.

a) O Livro de Código de Marcas Textuais

Os livros escolhidos para a construção dos descritores foram denominados de A (empirista/indutivista) e B (racionalista/dedutivista).

Selecionamos, em cada um dos livros, um capítulo onde a natureza da ciência (métodos, história, relação com a sociedade e a tecnologia) esteja abordada explicitamente (em geral, este

assunto aparece nos capítulos iniciais, onde o autor iconográfico (ICO), isto é, fotos, esquemas ou

Nº MARCAS TEXTUAIS		LIVROS ANALISADOS																TOTAL T1+T2
		T1								T2								
		INTRO		PILHAS		RADIO		total T1		INTRO		PILHAS		RADIO		total T2		
Perfil epistem.		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
PRG	1									1	2					1	2	3
	2										1						1	1
	3																	0
	4										3						3	3
	5	8		9				17		1	2	2	1			3	3	23
	6	4				4		8						1	3	1	3	12
	7			16		23		39			2	3	3	6	25	9	30	78
	8	1				1		2			14				3		17	19
	subtotal	13	0	25	0	28	0	66	0	2	24	5	4	7	31	14	59	139
EXE	9										6						6	6
	10	4		28	1	32		64	1	2	8	32	14	35	29	69	51	185
	subtotal	4	0	28	1	32	0	64	1	2	14	32	14	35	29	69	57	191
EXP	11											2				2		2
	12											1				1		1
	subtotal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	3
ICO	13													1		1		1
	14					1		1		1	3	1		1	1	3	4	8
	subtotal	0	0	0	0	1	0	1	0	1	3	1	0	2	1	4	4	9
Totais marcas por perfil		17	0	53	1	61	0	131	1	5	41	41	18	44	61	90	120	342
%marcas por perfil		100,0	0,0	57,6	1,1	71,8	0,0	67,5	0,5	6,2	50,6	56,2	24,7	39,3	54,5	33,8	45,1	74,3
Totais marcas por capítulo		17		54		61		132		46		59		105		210		342
% marcas por capítulo		100,0		58,7		71,8		68,0		56,8		80,8		93,8		78,9		74,3
TOTAL FRAGMENTOS		17		92		85		194		81		73		112		266		460
Sem marcas identificadas		0		38		24		62		35		14		7		56		118

apresenta o que é a ciência e o porquê de seu estudo). Escolhemos também o capítulo sobre Eletroquímica (pilhas em particular) onde, 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 partir do estudo dos capítulos dos Livros A e B, bem como da literatura sobre perfil epistemológico (campos e Cachapuz, 1997), o Livro de Códigos inicial foi construído como está apresentado no quadro 3.

Quadro 3- Livro de descritores das Marcas Textuais.

Esse Livro de Código apresenta 14 tipos de marcas textuais classificadas em 8 tipos para parágrafos (PRG), 2 tipos de descritores para exercícios (EXE), 2 tipos de marcas para experimento (EXP) e 2 tipos de descritores para fragmento

desenhos que apresentam, com sua legenda, certa independência no livro didático.

Os parágrafos (PRG) apresentam maior diversidade de descritores devido a temas relativos a descrição da ciência, a história da ciência e a relação ciência, tecnologia e sociedade.

Cada tipo apresenta um descritor para o perfil 1 (empirista/indutivista) e um para o perfil 2 (racionalista/dedutivista).

É importante frisar que são perfis epistemológicos, isto é, não significa que um seja melhor do que o outro. Representam posturas epistemológicas distintas, que evidentemente representam consequências pedagógicas distintas, mas que servem de referencial para enquadramento de visões apresentadas em um determinado livro didático.

b) Classificando um livro didático através do Livro de Código

Outro resultado que apresentamos e a análise, a partir do Livro de Código de Marcas Textuais, de dois outros livros didáticos escolhidos para testar o procedimento metodológico previsto.

Os livros escolhidos foram denominados de T1 e T2. Foram fragmentados os capítulos introdutórios (INTRO), pilhas (PILHAS) e, de forma aleatória foi definido um terceiro capítulo, no caso a radioatividade (RADIO). O terceiro capítulo cumpre o papel de triangulação e de procedimento confirmatório para a análise do livro didático.

Os capítulos dos livros foram fragmentados e classificados segundo as marcas textuais categorizadas. O quadro 4 mostra o resultado da categorização dos fragmentos segundo o reconhecimento das marcas textuais.

Quadro 4 - Marcas textuais identificadas nos livros T1 e T2.

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 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 45,1% do total de fragmentos apresentam marca textual do tipo racionalista-dedutivista contra 33,8% 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 apresentados e em terceiro lugar, as marcas do tipo

5, que descrevem como a história da ciência é utilizada pelo livro didático.

Conclusões

A análise do quadro nos permite concluir pela validade da ferramenta empregada, pois dos 460 fragmentos analisados 342 (74,3%) 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.

Mostra-nos 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 (predominância do perfil 2 no capítulo introdutório e radioatividade, e predominância do perfil 1 no capítulo sobre pilhas). Isto significa que quando apresenta a química como ciência o faz de uma maneira, mas na hora da apresentação dos conhecimentos químicos em cada um dos capítulos, o perfil epistemológico já nem sempre 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 corresponde, justamente aos fragmentos que apresentam os exercícios propostos ou resolvidos (191 das 240 marcas identificadas).

Embora o conjunto de marcas textuais tipo parágrafo já são suficientes para a percepção de predominância de perfil em um livro didático, 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 na análise do Livro T2. No capítulo sobre Pilhas, a marca textual que predomina nesse é a marca tipo 1, diferente do perfil que predomina quando da apresentação da ciência, indicada na introdução. E isso se deve principalmente pelo tipo de 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 muito 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 de um 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, as características das questões utilizadas durante o capítulo.

Por fim, vale ressaltar, que a busca por uma abordagem mais contemporânea para apresentação da ciência, como também dos conteúdos específicos, tem grande relevância quando discutimos a questão do valor do ensino da ciência na construção da cidadania. Porém, mesmo se o objetivo for a formação do futuro cientista, a visão mais contemporânea acaba tendo grande relevância, pois permite que esse futuro cientista, já inicie sua jornada com um contato mais próximo da situação que a ciência propicia ao construir seu conhecimento.

“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).

A – Química Sienko and Plane. Companhia Editora Nacional, 1972.

B – Química Realidade e Contexto. Antônio Lembo, Editora Ática, 1999.

T1 – Química Volume único Victor Nehme, Editora Ática, 1995.

T2 – Química João Usberco e Edgard Salvador, Editora Saraiva, 1996.

¹ 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.

² Cachapuz, A. Pérez, D. G. Montoro, I. F. Prata, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. Ciência & Educação, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

³ Cachapuz, A. Pérez, I. 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.

⁴ _____ problema, teoria e observação em ciência : para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. Ciência & Educação, v.8, nº1, p.127 – 145, 2002.

⁵ Cachapuz, A. et al. A necessária renovação do ensino de ciências. Editora Cortez: São Paulo. 2005.

⁶ Campos, C.. Cachapuz, A. Imagens de ciência em manuais de química portugueses. Química nova na escola. Nº 6, novembro,p.23-29, 1997.

⁷ Chatterji,M. Evidence on "What Works": An Argument for Extended-Term Mixed Method (ETMM) Evaluation Designs.Educational Researcher, Volume 34 No 5, June/July 2005.

⁸ Cohen, J. A coefficient of agreement for nominal scales. Educational and Psychological Measurement, vol. 20, 1960.

⁹ Cronbach, L. J. Essentials of psychological testing. New York: Harper Collins. 1990.

¹⁰ 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).

¹¹ 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.

¹² Eisenhart, M. Dehaan, R. L. Doctoral Preparation of Scientifically Based Education Researchers. Educational Researcher, Volume 34 No 4, May 2005.

¹³ 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.

¹⁴ Fulgêncio, L. Liberato, Y. Como facilitar a leitura. São Paulo,Contexto, 1992.

¹⁵ Harry, B.; Sturges, K. M. e Klingner,J. K. Mapping the Process: An Exemplar of Process and Challenge in Grounded Theory Analysis Educational Researcher, Volume 34 No 2, March 2005.

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

¹⁷ Johnson, R. B. Onwuegbuzie, A. J. Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. Educational Researcher, Volume 33 Number 7, October 2004.

¹⁸ 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

¹⁹ 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.

²⁰ Miles, M.B., and Huberman, A.M. (1994). Qualitative Data Analysis, 2nd Ed. Newbury Park, CA: Sage, Press of America.1987.

²¹ Mislevy, R.J. Evidence and inference in educational assessment. Psychometrika, 59, 439-483.1994.

²² 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.

²³ Schum, D. A. Evidence and inference for the intelligence analyst. Lanham, MD: University

²⁴ Silva, G. J; Martins, C.M.C; Borges, O. Análise da imagem de ciência nos livros didáticos de química: um desenho metodológico. 2005. Anais VII ENPEC.

²⁵ Smith, F. Compreendendo a leitura; uma análise psicolinguística da leitura e do aprender a ler. Porto Alegre. Artes Médicas, 1989.

²⁶ Trochim, W.M.K. Measurement validity types. Disponível no endereço eletrônico <http://www.socialresearchmethods.net/kb/measval.htm>, acessado em 23/08/2005.

²⁷ Twining, William L., Theories of Evidence: Bentham and Wigmore .Stanford: Stanford University Press, 1986.

