



O grau de participação requerido dos estudantes em atividades experimentais de Química: Uma análise dos livros de Ciências aprovados no PNLD/2007

The degree of participation required of students in experiments in Chemistry: an analysis of science textbooks approved in PNLD/2007

Rafael Cava Mori

Doutorando em Química (Físico-Química)
Instituto de Química de São Carlos
Universidade de São Paulo
rafael.mori@usp.br

Antonio Aprigio da Silva Curvelo

Centro de Divulgação Científica e Cultural e Instituto de Química de São Carlos
Universidade de São Paulo
aprigio@iqsc.usp.br

Resumo

Concebendo que a experimentação para o ensino de ciências pode ocorrer conforme diferentes modalidades, realizamos a Análise de Conteúdo das 12 coleções de livros didáticos de Ciências aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático-PNLD/2007 (1ª a 4ª séries). Tendo encontrado nestes livros 182 propostas de experimentos com a ocorrência de transformações químicas, aplicou-se um instrumento para sua classificação quanto ao grau de participação exigido dos estudantes em sua condução. Os resultados mostram que este conjunto de livros possui elevada quantidade de atividades que exigem dos estudantes apenas a montagem de aparatos, as observações/coletas de dados e a tomada de conclusões. As atividades que incentivam a etapa de planejamento do experimento são oito, sendo apenas duas que incentivam a formulação de hipóteses. Apesar dos livros não demonstrarem aderência com resultados e concepções mais contemporâneas da Educação em Ciências, comentamos ao final do artigo alguns exemplos positivos detectados nesta análise.

Palavras-chave: Livro didático; experimentação; Educação em Química, ensino fundamental; PNLD.

Abstract

Conceiving the experimentation for science education can occur according to different modalities, we conducted an Analysis of Content of 12 collections of Science textbooks approved in the governmental textbooks program-PNLD/2007 (elementary school). Having found in these books 182 proposals for experiments with the occurrence of chemical transformations, we applied a tool for classification of the degree of participation required from students in these activities. The results show that this set of books has a high number of activities that require students just mounting apparatus, the observations / data collection and making conclusions. Activities that encourage the planning stage of the experiment are eight and only two that stimulate the formulation of hypotheses. Although the books do not show results and adherence to contemporary conceptions of Science Education, we comment at the end of the article positive examples identified in this analysis.

Keywords: Textbook; experimentation; Chemical Education; elementary school; PNLD.

Introdução

A importância da experimentação para o ensino de ciências é debatida pela comunidade de educadores há décadas. Considerando diferentes momentos históricos da Educação em Ciências¹, verifica-se a ascensão de diversas modalidades ou tendências (ARAÚJO; ABIB, 2003) de atividades experimentais para o ensino. Cada uma delas pode ser considerada “paradigmática” de seu período de elaboração, refletindo orientações pedagógicas e epistemológicas características do pensamento dos participantes e formadores de opinião deste campo disciplinar.

Assim, seriam as *demonstrações* e o *laboratório tradicional* (PINHO ALVES, 2000) as modalidades mais típicas da escola tradicional, por visarem principalmente à validação do discurso do professor e, por conseguinte, à corroboração do conhecimento científico – uma espécie de recurso didático de caráter retórico. Do mesmo modo, a era dos projetos curriculares americanos e ingleses (anos 1950/60) representou a busca pela inserção das atividades de *redescoberta* no ensino, caracterizadas pelo empirismo e pelo entusiasmo para com uma transposição, às aulas, de um método científico, o mesmo pelo qual os cientistas desenvolveriam a ciência nos laboratórios. Finalmente, podemos mencionar as modalidades oriundas de uma virada cognitivista na Educação (e, em geral, de um abandono do positivismo como orientação filosófica para as ciências humanas e sociais), constituindo propostas para a *mudança conceitual* e, mais recentemente, os experimentos de caráter *investigativo*.

Cada emergência de uma nova modalidade desta estratégia de ensino – a experimentação – como paradigma de um momento histórico não impede que modalidades

¹ Grafaremos os nomes de disciplinas e áreas de pesquisa – Ciências, Química, Educação em Ciências – com inicial maiúscula. A palavra “ciências”, com inicial minúscula, se referirá a um conjunto de disciplinas de caráter científico.

anteriores continuem a ser postas em prática. Assim, os professores atuais dispõem de um repertório variado de modalidades para selecionarem como mais adequadas a cada tópico do currículo, o que é positivo, já que mesmo as modalidades não paradigmáticas podem apresentar vantagens em determinados contextos.

Este trabalho pretende analisar como a produção editorial recente de livros didáticos de ciências no Brasil vem lidando com este aspecto da educação científica, considerando especificamente as propostas de experimentos relacionadas à aprendizagem do conhecimento químico nas séries iniciais do ensino fundamental.

Os livros didáticos e sua função instrumental para o ensino

Dentre os materiais utilizados pelos professores, o livro didático é visto como um dos mais centrais. Esta centralidade, no entanto, é criticada por especialistas da área educacional, que se preocupam com a qualidade deste material, posta em questão por um sem número de estudos (FREITAG; MOTTA; COSTA, 1989), e com o modo como é inserido nas situações didáticas, dadas as características da formação de professores.

De acordo com Choppin (2004), os livros didáticos possuem quatro funções nos contextos educacionais: *referencial, ideológica e cultural, documental e instrumental*. Destacamos o que o autor entende por esta última:

Função instrumental: o livro didático põe em prática métodos de aprendizagem, propõe exercícios ou atividades que, segundo o contexto, visam a facilitar a memorização dos conhecimentos, favorecer a aquisição de competências disciplinares ou transversais, a apropriação de habilidades, de métodos de análise ou de resolução de problemas, etc. Choppin (2004, p.553)

Neste estudo, ao analisarmos propostas de atividades experimentais em livros de Ciências, trabalharemos com sua função instrumental, pois elas serão consideradas como relevantes para aquisição de competências disciplinares e apropriação de habilidades, de que fala Choppin.

Já em 1992, Fracalanza, realizando um estado da arte da pesquisa com livros de ciências no Brasil, havia identificado cinco dissertações de mestrado que tomaram como objeto de estudo esta função instrumental (que associamos ao foco temático *propostas metodológicas*, conforme enunciado pelo autor) dos compêndios escolares. São incluídos neste foco, além dos estudos sobre as propostas para experimentação veiculadas pelos livros, aqueles dedicados à análise de exercícios sugeridos e das habilidades de leitura requeridas dos usuários. Esta produção analítica gerou contribuições a respeito não só das características dos experimentos propostos pelos livros, mas também das concepções de seus autores sobre a experimentação na ciência e no ensino de ciências.

Assim, temos o exemplo da dissertação de mestrado de Schnetzler (1980), que avalia o tratamento do conhecimento químico em livros didáticos para o ensino secundário de Química, no período de 1875 a 1978. O trabalho mostra que esta produção de mais de 100 anos, pela pouca atenção dispensada à experimentação, contribuiu para consolidar uma concepção de Química como “ciência do quadro negro”. Verifica ainda

a quase ausência de atividades investigativas, tendo encontrado nos livros uma predominância de propostas de experimentos ilustrativos.

A falta de estímulo ao trabalho no laboratório, além das concepções inadequadas sobre seu papel na construção do conhecimento científico, também são detectadas pelas análises de livros didáticos de ciências realizadas por outros dois estudos já considerados clássicos, os de Borges (1982) e Sicca (1990).

Dos trabalhos mais recentes, podemos citar a dissertação de mestrado de Pena (2000), que examina duas coleções didáticas de Ciências para as séries iniciais do ensino fundamental e encontra um número considerável de atividades que poderiam ser chamadas de experimentais. No entanto, conclui que as mesmas não estariam contribuindo para a formação de alunos autônomos e portadores de posturas cidadãs:

Porque se o tema chega ao aluno de uma forma instigante, provocativa, sugerindo investigação, deixando espaço para exercício de autonomia e criatividade, as propostas de experimentação não alcançariam, na soma das duas coleções, apenas uma atividade em 79 permitindo ao aluno a elaboração do problema e [...] uma em 79 abrindo espaço para a formulação de hipóteses por parte do aluno Pena (2000, p.137).

Dentre pesquisas ainda mais atuais, há diversas que tratam da função instrumental dos livros de ciências e que aparecem reportadas em alguns dos principais periódicos nacionais de nosso campo disciplinar. Parece haver uma tendência, no entanto, de se investigar outros recursos e métodos que não especificamente a experimentação, como exercícios e atividades propostos (CUSTÓDIO; PIETROCOLA, 2004; SILVA; TEIXEIRA; JUCÁ-CHAGAS, 2006; ALMEIDA; SILVA; BRITO, 2008), textos de divulgação científica (NASCIMENTO, 2005), uso e funcionamento de analogias (CUNHA, 2006; GIRALDI; SOUZA, 2006; FRANCISCO JUNIOR, 2009), histórias em quadrinhos (KAMEL; DE LA ROCQUE, 2006) e narrativas de história da ciência (RIBEIRO; MARTINS, 2007).

No conjunto desta produção recente, os resultados de Goldbach e colaboradores (2009) vêm a se somar aos reportados nos trabalhos de décadas passadas: após analisar livros brasileiros atuais para a disciplina de Biologia do ensino médio, os autores concluem que seus experimentos propostos contribuem para a apresentação do “método científico na perspectiva indutivista e persistem em descrever passos pré-estabelecidos e esquemáticos criticados pelos epistemólogos contemporâneos” (p. 71). Já no estudo de Francisco Junior (2007) a presença de experimentos é uma das categorias empregadas na análise de livros de Química também para o ensino médio, considerando-se somente os conteúdos sobre bioquímica. Mais uma vez, os resultados não são positivos: “verificou-se a presença de apenas três experimentos em todos os livros analisados [11 ao todo]. Tal resultado não é de se estranhar, uma vez que a grande maioria dos livros didáticos em Química parece ignorar a relevância de tal prática” (não paginado).

Conclusões semelhantes vêm sendo reportadas nas principais reuniões científicas do campo da Educação em Ciências, em que destacamos o trabalho de Pereira e Quadros (2010), apresentado no XV Encontro Nacional de Ensino de Química. Esta análise, observando propostas de experimentos do tema Transformações Químicas em seis coleções atuais de livros de Química para o ensino médio, revela que quatro delas não

apresentam atividades experimentais ou as apresentam sob a perspectiva empirista-indutivista. No entanto, duas coleções se sobressaem pelo caráter investigativo das atividades experimentais que propõem, estando em maior sintonia com as tendências contemporâneas do ensino.

A partir desta pequena revisão, podemos apresentar a seguinte síntese:

- *Existe no Brasil uma considerável produção analítica, dirigida à função instrumental dos livros didáticos (e especificamente, suas propostas para a experimentação no ensino), que há três décadas vem criticando estes manuais escolares;*
- *Esta produção constata que os livros didáticos de ciências, em geral, ou apresentam um número reduzido de propostas de experimentos, ou apresentam-nas sob um viés empirista-indutivista, ocorrendo também um percentual elevado de propostas de demonstrações experimentais;*
- *Os estudos concordam que estas propostas contribuem para a reprodução de uma visão tradicional do ensino, na medida em que não incentivam que os educandos executem os experimentos ou elaborem/manifestem suas próprias conclusões sobre os fenômenos observados;*
- *Concordam também que o predomínio do empirismo-indutivismo auxilia na perpetuação de uma visão positivista sobre a realidade e, mais ainda, sobre o conhecimento e seu modo de produção;*
- *Muitos autores esperavam uma maior presença, nos livros que analisaram, de propostas de atividades experimentais com estruturação diferente, com mais oportunidades para os alunos executarem as suas etapas e/ou que fossem mais cognitivamente desafiadoras.*

Avaliando propostas de experimentos em livros para as séries iniciais

Neste trabalho, nossa perspectiva é agregar conhecimentos a esta categoria de estudos que investigam se e como os livros didáticos, através de sua função instrumental, incentivam posturas, por parte de professores e alunos, mais condizentes com conhecimentos atuais em disciplinas como Epistemologia, Psicologia e Pedagogia.

Selecionamos para esta análise as coleções de Ciências aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático – PNLD/2007, um conjunto de livros para as séries iniciais do ensino fundamental utilizados em escolas públicas brasileiras entre 2007 e 2010. Nestes livros – 12 coleções completas – buscamos por todas as propostas de experimentos que envolvessem transformações químicas, já que estes resultados integram um projeto mais amplo que estudou a Educação em Química no início da escolaridade.

Elegemos como instrumento para a coleta de dados a Análise de Conteúdo. De acordo com Berelson (apud BARDIN, 2010, p.38), trata-se de “uma técnica de investigação que através de uma descrição objectiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto das comunicações tem por finalidade a interpretação destas mesmas comunicações”. A intenção da Análise de Conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção das mensagens, processo que permite a passagem

da descrição (“a enumeração das características do texto, resumida após um tratamento inicial”) à interpretação (“a significação concedida a essas características”) (FRANCO, 2005, p. 25-26).

Sobre o tipo de inferência que pode ser esperada de um estudo como o nosso, que analisa as propostas de experimentação em livros didáticos, recorreremos novamente ao trabalho de Pena (2000, p. 14):

A particularidade de inferência da análise de conteúdo [...] é extremamente útil ao estudo proposto. Exemplificando: qual é a contribuição da atividade de experimentação na construção do conhecimento implícita no discurso de determinado autor? Não estando explícita a mensagem, a análise de conteúdo possibilita fazer as inferências – e, o mais importante, comprovar as deduções, o que consiste numa operação lógica, pela qual se admite uma proposição em virtude da sua ligação com outras proposições já aceitas como verdadeiras.

A adequação deste procedimento de análise aos estudos com livros didáticos é sustentada pelos seguintes argumentos de Vaz (1989, p. 31), conforme citados por Pena (2000, p. 15):

- *sendo mensagens escritas elas podem ser analisadas facilmente;*
- *outros pesquisadores podem fazer novas análises do mesmo material;*
- *tendo sido preparadas por estudiosos do problema estas mensagens resultam de um esforço de síntese e portanto consistem em tendências elaboradas;*
- *pelo mesmo motivo estas mensagens influenciaram de uma maneira ou de outra um conjunto de professores, ou seja, transformaram-se em prática.*

A metodologia da Análise de Conteúdo envolve, após a definição dos objetivos da pesquisa, do referencial teórico e do tipo de material que será analisado, o estabelecimento das chamadas unidades de análise, conforme Franco (2005). Segundo a autora, as unidades são de dois tipos: as de registro e as de contexto. Em nosso caso, utilizaremos como unidade de registro o Tema. Ela aparece, em nosso material, no conjunto de proposições que constituem as propostas de atividades experimentais selecionadas. As unidades de contexto, definidas por Franco como “a parte mais ampla do conteúdo a ser analisado [e devendo ser] considerada e tratada como a unidade básica para a compreensão da codificação da unidade de registro” (p.43-44) por possuir dimensões superiores e permitir a compreensão de significados exatos, serão em nosso caso tanto os próprios corpos das atividades selecionadas (por exemplo, os boxes “Experimentação” ou “Experimentando”, presentes em alguns livros) como os capítulos ou divisões em que estas aparecem.

Dominado este procedimento para a coleta dos dados, deparamo-nos com uma dificuldade: o que considerar como propostas de atividades experimentais, já que estas nem sempre aparecem com destaques que as identifiquem como tal, por exemplo, em uma seção denominada “Experimentação” ou “Experimentando”.

Assim, após uma etapa de pré-análise dos livros, percebemos a necessidade de conceber que a experimentação, conforme encaminhada por estes materiais didáticos, pode ser enquadrada como pertencendo ao conjunto de:

1. *Propostas de experimentação no sentido amplo*: incluem boa parte do que Hodson (1988) chama de trabalho prático, ou seja, atividades que deveriam exigir do aluno uma postura mais ativa do que passiva, em que fosse solicitado a construir, a registrar, a manipular ou a observar, podendo ocorrer ou não em espaços como o laboratório didático. Para este autor, muito do trabalho de bancada pode servir apenas para “demonstrar um fenômeno, ilustrar um princípio teórico, coletar dados, testar uma hipótese, desenvolver habilidades básicas de observação ou medida, adquirir familiaridade com aparatos, propiciar um ‘espetáculo de luzes, estrondos e espumas’” (p. 2), nem sempre se aproximando, a rigor, do que os cientistas entendem como experimentos. Este conjunto compreende um subconjunto, que chamamos de:
2. *Propostas de experimentação no sentido restrito*: se aproximam da experimentação do modo como é realizada pelos cientistas. Assim, envolveriam os seguintes procedimentos: a formulação ou a identificação de um problema/pergunta que deva ser solucionado/respondida; o uso de uma matriz teórica que guie as decisões a serem tomadas; a formulação de hipóteses sobre o comportamento dos objetos e fenômenos envolvidos; o planejamento do trabalho experimental, identificando as variáveis relevantes, possíveis condições de contorno e os limites da aplicação da teoria; a realização deste trabalho, envolvendo manipulações, ajustes e tomadas de dados; e o registro e a comunicação das conclusões, com atenção para os motivos que levaram o problema a ser resolvido ou não.

Assim, o corpo de análise desta pesquisa será o conjunto das propostas de experimentação no *sentido amplo*, descartando sugestões de trabalho prático muito presentes nos livros, mas que nada têm a ver com a experimentação, como pesquisas bibliográficas, confecções de cartazes, dramatizações, separação de material para exposições e visitas programadas.

A perspectiva de tomar, para nossa avaliação, um rol mais amplo de atividades além das que nos interessam *a priori* é compartilhada com o trabalho de Pena (2000). Afinal, determinar quais atividades poderiam ser experimentais no sentido restrito acaba sendo um dos próprios objetivos deste estudo.

Por fim, apresentamos o instrumento selecionado para categorizar os dados obtidos. Inicialmente cogitamos lançar mão de alguma das tipologias frequentemente utilizadas em trabalhos semelhantes ao nosso, por exemplo, a classificação dos experimentos conforme seu caráter demonstrativo, empirista-indutivista ou investigativo. Através da dissertação de mestrado de Pena (2000) e do trabalho de De Jong (1998), no entanto, conhecemos um instrumento que poderia proporcionar informações importantes quanto ao *grau de participação* requerido dos estudantes pelos livros para a execução de suas atividades experimentais. Este instrumento foi introduzido por Pella em um artigo de 1961 no periódico *The Science Teacher*² e, na versão aqui adaptada,

² A referência completa é: PELLA, M. O. The laboratory and science teaching. *The Science Teacher*, Washington, n. 28, p. 20-31, 1961.

possibilita classificar as atividades experimentais em seis categorias (Figura 1):

Etapas do procedimento	Categoria da atividade					
	I	II	III	IV	V	VI
Elaboração do problema	LD	LD	LD	LD	LD	A
Hipótese	LD	LD	LD	LD	A	A
Plano de trabalho	LD	LD	LD	A	A	A
Montagem dos instrumentos	P	A	A	A	A	A
Observações/coleta de dados	LD/P/A	A	A	A	A	A
Conclusões	LD/P/A	LD/P	A	A	A	A

Figura 1: Instrumento para classificação de atividades experimentais de acordo com o grau de participação do estudante em sua condução (adaptado de Pella (1961) apud De Jong (1998)). LD: livro didático; P: professor; A: aluno.

- Categoria I: *demonstrações simples, com o direcionamento do livro didático quanto à elaboração do problema, a formulação de hipóteses e a proposição de um plano de trabalho. A montagem do equipamento experimental fica a cargo do professor, mas as observações a serem realizadas, os dados a serem coletados e as próprias conclusões podem também ser estabelecidas pelo livro didático. Em alguns casos, porém, pode haver abertura para que o aluno faça observações/colete dados e tire suas conclusões sobre o demonstrado;*
- Categoria II: *cabe aos alunos somente montar os instrumentos e observar/coletar dados. As conclusões já estão estabelecidas pelo livro didático ou são fornecidas pelo professor por recomendação do livro. Esta categoria possui traços em comum com as modalidades do laboratório tradicional e dos experimentos por redescoberta, em que o conhecimento científico é tido como inquestionável;*
- Categoria III: *os alunos não apenas montam os instrumentos e observam/coletam dados, mas também devem extrair conclusões. As atividades desta categoria auxiliam o professor a conhecer as representações dos alunos sobre os fenômenos observados, aproximando-as das modalidades com alguma influência cognitivista;*
- Categoria IV: *cabe ao livro didático estabelecer um problema e propor hipóteses, os demais passos sendo responsabilidade dos alunos. Estas atividades podem possibilitar que o estudante demonstre sua criatividade e exercite o julgamento e o pensamento lógico, ao decidir como dispor o material experimental para testar as hipóteses em estudo;*
- Categoria V: *além das etapas permitidas em atividades das categorias anteriores, inclui a possibilidade dos próprios alunos elaborarem hipóteses a serem investigadas, que determinarão as próximas etapas a serem executadas;*
- Categoria VI: *da elaboração dos problemas às conclusões, todas as etapas envolvem a participação dos alunos. Por exemplo, projetos interdisciplinares, com o diagnóstico de um problema significativo para a comunidade escolar ou local e a proposição de soluções, abrangendo o estudo de todas as etapas intermediárias deste processo, poderiam ser considerados como atividades típicas desta categoria.*

Segundo De Jong (1998), as últimas categorias implicam um ambiente de aprendizagem mais orientado à investigação aberta. No entanto, na atualidade, experimentos das três primeiras categorias tendem a ser mais comuns. Acreditamos que atividades com o grau de liberdade III, já nas séries iniciais, possam ser alternadas com as de grau IV. Atividades da categoria V, que demandam o raciocínio hipotético-dedutivo dos estudantes, também devem se fazer presentes já neste nível de ensino,

ainda que de modo discreto, incentivando a construção de estruturas cognitivas que possibilitem a conclusão de tarefas tão ou mais complexas em momentos posteriores.

Convém lembrar que estas categorias estão em concordância com outros descritores propostos em estudos de destaque, a exemplo da obra *O livro didático de Ciências no Brasil* (2006). No capítulo em que Amaral e colaboradores apresentam um conjunto de critérios para avaliação de livros, na seção “Propostas de atividades em ciências”, dizem os autores:

As atividades desempenham papel fundamental numa concepção de aprendizagem na qual o aluno é compreendido como um elemento participativo e intelectualmente ativo. [...] Assim sendo, os exercícios convencionais de leitura, fixação e interpretação de textos e, até mesmo, situações de observação e registro de dados, principalmente aquelas minuciosamente prescritas pelo professor ou pelo livro, devem ser ultrapassados. É necessário também abrir espaço para situações em que o aluno tenha oportunidade de elaborar problemas, planejar sua ação, controlar variáveis, analisar resultados, alcançar soluções próprias e aplicá-las a novas circunstâncias, proporcionando condições de desenvolvimento de autonomia intelectual (p. 207).

Resultados e discussões

A análise das 12 coleções didáticas de Ciências do PNLD/2007, em seus quatro livros do aluno e respectivos manuais do professor, revelou a existência de 182 propostas de atividades experimentais com transformações químicas, distribuídas entre as quatro séries iniciais do ensino fundamental³ conforme a Tabela 1.

A distribuição das atividades entre as coleções não é homogênea, variando de seis propostas (coleção 8) até 27 (coleção 4). Na maioria das coleções as atividades se concentram nos volumes da 2ª e, principalmente, da 3ª série, sugerindo que o estudo dos fenômenos químicos ocorre de modo localizado em um dos anos deste ciclo de escolaridade.

Analisemos a distribuição destas atividades entre as categorias de Pella, conforme apresentado na Tabela 2. Estes dados aparecem representados no gráfico da Figura 2.

Nenhuma das atividades encontradas pôde ser classificada na categoria VI, o que era esperado, por demandarem elevadíssimo grau de autonomia dos estudantes. Sem a presença de alguém mais experiente (preferencialmente, o professor, embora o próprio livro também possa exercer esse papel) para propor uma situação problema, ou pelo menos orientar sua busca, as atividades abertas demais podem prejudicar a aprendizagem, já que os alunos poderão se sentir “perdidos” e desestimulados a prosseguir.

³ Com a Lei nº 11.274/06, o ensino fundamental passa a ter a duração de nove anos. Convencionou-se referir-se às antigas 1ª a 8ª séries como 2º a 9º anos. Neste trabalho, que lidou com uma edição do PNLD iniciada anteriormente à promulgação desta lei, adotamos a terminologia antiga, tratando do 2º a 5º anos como 1ª a 4ª séries.

Tabela 1: Quantidade de propostas de atividades experimentais encontradas em cada volume das coleções de Ciências aprovadas no PNLD/2007, valores totais por série e coleção e respectivas médias.

Coleção	quantidade de atividades por série				total
	1ª	2ª	3ª	4ª	
1	2	5	8	2	17
2	1	7	3	11	22
3	1	1	7	1	10
4	2	7	5	13	27
5	1	4	3	0	8
6	3	1	8	1	13
7	8	7	6	2	23
8	3	0	3	0	6
9	4	5	7	2	18
10	7	2	1	2	12
11	1	2	5	1	9
12	4	4	5	4	17
total	37	45	61	39	182
média	3,1	3,8	5,1	3,3	15,2

Tabela 2: Distribuição, entre os volumes de cada série, das atividades conforme as categorias de Pella, para o conjunto das coleções analisadas.

Categoria de Pella	Quantidade de atividades por série				Total abs.	Total rel. (%)
	1ª	2ª	3ª	4ª		
I	4	5	8	5	22	12,1
II	9	8	18	12	47	25,8
III	23	31	32	19	105	57,7
IV	1	0	3	2	6	3,3
V	0	1	0	1	2	1,1

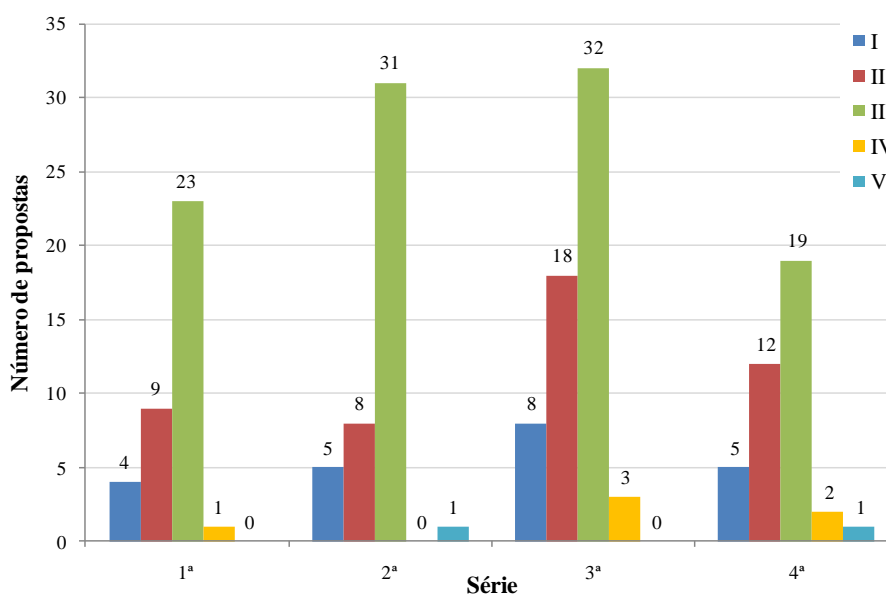


Figura 2: Gráfico da distribuição, entre os volumes de cada série, das atividades conforme as categorias de Pella, para o conjunto das coleções analisadas.

Os dados da Tabela 2 confirmam impressões registradas em outras pesquisas, mencionadas em seções anteriores. Há um acentuado desequilíbrio na distribuição entre as categorias, considerando-se as atividades experimentais conforme o grau de participação que exigem dos estudantes. Mais da metade se enquadram na categoria III, em que cabe aos estudantes dispor o aparato experimental, observar/coletar dados e elaborar conclusões. A categoria II é a segunda mais presente, totalizando mais de ¼ das propostas. Estão alocados junto a esta categoria todos os experimentos em que os alunos executam as etapas de montagem e coleta de dados, visando à obtenção de conclusões pré-determinadas pelo livro ou pelo professor (neste caso, segundo orientação do livro no volume do manual do professor).

Embora a categoria III sempre predomine sobre II, é preciso esclarecer que, durante a categorização, adotamos convenções visando sempre à melhor avaliação dos livros. Conforme estes critérios, muitas atividades do tipo II foram alocadas junto à categoria III, por exemplo, aquelas em que as conclusões/respostas esperadas não fossem exibidas na mesma página dos roteiros. O mesmo foi considerado para o caso em que aparecessem nas mesmas páginas das propostas, mas que visivelmente não as integrassem – por exemplo, quando separadas por uma linha pontilhada, ou constando em um *box* com recursos gráficos diversos dos textos “ordinários”, o que julgamos denotar descontinuidade entre a proposta de atividade e o momento em que uma possível explicação é apresentada pelo livro.

As demonstrações experimentais – categoria I – estão presentes, mas em número reduzido (12,1% das propostas). Chama a atenção a presença ainda mais reduzida de atividades das categorias IV e V que, juntas, totalizam apenas oito experimentos, ou 4,4% das propostas.

No Quadro 1, transcrevemos exemplos de experimentos de cada categoria.

Nas quatro séries, a maioria das propostas, em valores absolutos, se enquadra na categoria III, seguida da II e da I. Dividindo esta etapa da escolaridade em dois ciclos, notamos que as atividades de categorias mais elevadas – IV e V – são mais características do ciclo final, o que já seria esperado. Ao todo, são seis atividades destas categorias no segundo ciclo. Mais adiante, observaremos com mais atenção este conjunto de oito atividades.

Por enquanto, vejamos novamente a distribuição das atividades entre as quatro séries. Se convertermos os valores absolutos em percentuais de categorias para cada série, obteremos os dados representados no gráfico da Figura 3.

De acordo com a distribuição percentual, verifica-se que o conjunto das demonstrações experimentais praticamente não apresenta variações de valores da 1ª à 4ª série, permanecendo em um intervalo entre 10,8 e 13,1% das propostas de atividades. As atividades da categoria II se fazem mais presentes na 3ª e 4ª séries, com valores próximos de 30%. A categoria III, que apresenta grande crescimento em relação à II da 1ª para a 2ª série, sofre queda no ciclo final, atingindo 52,2% na 3ª série e 48,7% na 4ª, único ano em que seu valor é menor que a soma dos valores das outras categorias.

Observando apenas o bloco das categorias IV e V, a distribuição percentual explicita uma evolução de valores: de cerca de 2,5% das atividades da 1ª e 2ª séries, para 4,9% na 3ª e, finalmente, 7,7% das propostas na 4ª série. Apesar destes valores ainda serem

ínfimos em comparação com as demais categorias, a evolução observada é positiva. Como seria esperado, com a progressão pelas séries os educandos tornar-se-ão mais e mais autônomos para conduzirem seus experimentos, e os valores obtidos neste trabalho sugerem que os autores de livros didáticos vêm conseguindo acompanhar e incentivar esta evolução.

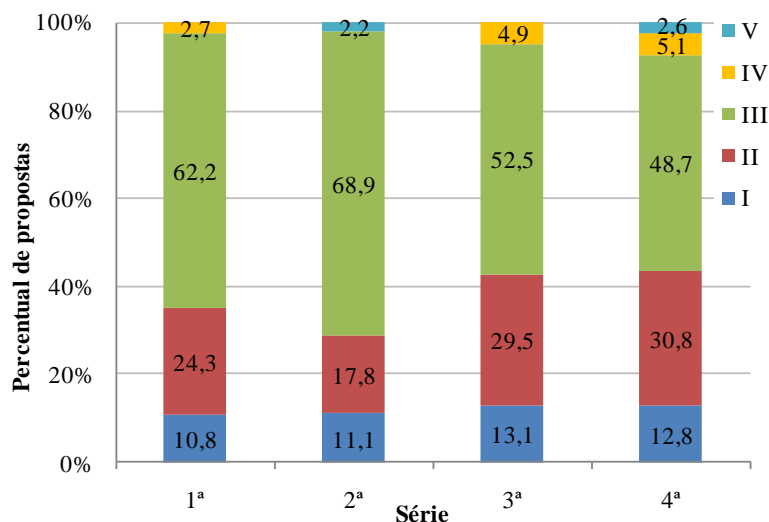


Figura 3: Gráfico da distribuição percentual, entre os volumes de cada série, das atividades conforme as categorias de Pella, para o conjunto das coleções analisadas.

Na próxima subseção, no entanto, argumentaremos que esta impressão é apenas parcialmente verdadeira.

Quadro 1: Exemplos e comentários sobre atividades classificadas nas categorias de I a V.

cat.	exemplo	comentário
I	<p>[...] as sugestões a seguir devem ser feitas exclusivamente pelo professor. [...] c) Despejar 4 colheres (sopa) de vinagre dentro de uma garrafa plástica transparente; pôr 2 colheres (de sopa) de bicarbonato de sódio dentro de um balão de soprar (bexiga). Em seguida, encaixar cuidadosamente a bexiga na boca da garrafa para que o bicarbonato não caia no vinagre. Após ter encaixado a bexiga, levante-a para que o bicarbonato caia no vinagre. O líquido dentro da garrafa ficará efervescente e a bexiga se encherá com o gás carbônico liberado (Coleção 7, 2ª série, p. 36 do manual do professor)</p>	<p>Sugere-se que o experimento seja realizado exclusivamente pelo professor provavelmente para que se poupe tempo, já que as crianças podem ter dificuldade em realizar a operação de introduzir o bicarbonato de sódio dentro do balão.</p>
II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coloque duas colheres de vinagre na garrafa. 2. Coloque uma colher de bicarbonato dentro do balão. 3. Encaixe o balão na boca da garrafa [...] 4. Quando o balão estiver bem encaixado na garrafa, levante-o fazendo com que o bicarbonato caia sobre o vinagre. <p>Observe e descreva em seu caderno o que ocorre.</p> <ul style="list-style-type: none"> • O que acontece com o bicarbonato de sódio dentro da garrafa? • Molhe o dedo no vinagre que ainda não foi utilizado e prove. Faça o mesmo com o líquido no interior da garrafa. O gosto continua o mesmo? Que mudanças você observou no vinagre? Nessa experiência, pudemos observar a produção de novas substâncias a partir da combinação de substâncias comuns [...] O vinagre e o bicarbonato reagiram entre si. A reação produziu duas novas substâncias: a água e o gás carbônico. Bicarbonato+vinagre→Água+Gás carbônico (Coleção 1, 3ª série, p. 116) 	<p>Orienta-se, de modo estruturado e rígido, a realização das operações de modo a se obter um resultado já previsto pelo livro, explicado minuciosamente.</p> <p>As ilustrações que acompanham a proposta de atividade também antecipam o resultado, havendo uma imagem de como o sistema deverá se apresentar após a operação final.</p>
III	<p>Que tal fazer uma transformação química? Reúna-se com o grupo de colegas e, com a orientação do professor, faça a experiência a seguir, anotando suas observações no caderno. [...]</p> <p>a. O que aconteceu quando o bicarbonato se misturou ao</p>	<p>Diferentemente do exemplo anterior, os autores do livro dirigem as observações dos alunos para certas manifestações do fenômeno em estudo, mas não chegam a antecipar as conclusões, ou pelo menos</p>

cat.	exemplo	comentário
	<p><i>vinagre?</i></p> <p>b. <i>O que aconteceu com o balão?</i></p> <p>c. <i>Como ficou a temperatura da garrafa? Toque-a para conferir.</i></p> <p>d. <i>O sabor do líquido da garrafa é igual ao do vinagre? (Coleção 11, 3ª série, p. 156)</i></p>	<p>não apontam seu próprio modelo explicativo. Supõe-se que isto deva ficar a cargo do professor, que trabalhará as explicações fornecidas pelos alunos, tentando aproximá-las da explicação científica.</p>
IV	<p><i>Francisco Redi não acreditava que camundongos pudessem surgir da ação do princípio vital sobre camisas e trigo. Ele decidiu fazer experimentos com formas de vida mais simples, as moscas, e mostrar que nem as moscas poderiam surgir pela ação do princípio vital. [...] Que tal mostrar se é isso o que ocorre? [Ilustração dos materiais] Material:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>dois frascos plásticos, transparentes, de boca larga</i> • <i>gaze</i> • <i>fita adesiva</i> • <i>pequenos pedaços de carne</i> <p><i>Como você e seu grupo montariam um experimento para ver se Redi tinha razão? Registre em seu caderno, desenhando ou escrevendo, cada passo do experimento imaginado (Coleção 12, 4ª série, p. 12-13).</i></p>	<p>No contexto de uma discussão sobre a gênese espontânea dos seres vivos, em que se recupera o papel de Francesco Redi na história da ciência, o livro apresenta as conclusões do cientista como uma hipótese a ser investigada através da experimentação. Propõe, então, que os alunos planejem e executem tal atividade experimental, utilizando uma lista de materiais previamente sugerida.</p>
V	<p><i>Você pode aproveitar esse texto para propor uma atividade que desenvolva a habilidade de experimentação. Peça aos alunos que imaginem maneiras de descobrir o que há nas folhas que permite que elas aproveitem a luz do Sol no processo de produção dos nutrientes.</i></p> <p><i>É muito importante para o desenvolvimento das habilidades dos alunos que você permita e estimule a criação de experimentos a partir da discussão em pequenos grupos. Com sua ajuda, as crianças poderão selecionar os melhores experimentos e executá-los. Mesmo assim, sugerimos um experimento para demonstrar a proposta (Coleção 2, 4ª série, p. 4 do manual do professor).</i></p>	<p>Atividades da categoria V apresentam um tipo de dificuldade que é bem solucionada por alguns livros: por partirem das hipóteses dos próprios alunos, elas não poderiam ser propostas já com roteiros ou materiais pré-estabelecidos; mas os livros podem oferecer ao professor exemplos como parâmetros para comparação com as atividades que os alunos elaborarem ou como alternativas a serem trabalhadas em sala, caso estes não consigam resolver a tarefa satisfatoriamente. Isto é o que ocorre neste exemplo.</p>

Um olhar para os experimentos das categorias IV e V

Apesar do cenário positivo esboçado ao final da seção anterior, deve-se mencionar que as oito propostas alocadas junto às categorias IV e V aparecem concentradas em apenas 5 das 12 coleções analisadas, conforme exposto na Tabela 3. Mesmo neste conjunto a distribuição não é homogênea, havendo uma coleção com duas destas atividades e outra com três. Ainda, neste último caso, uma dentre as três propostas consta somente no manual do professor do volume em questão. Não constituiria isso um obstáculo para uma possível aula envolvendo tal atividade, já que não haveria a reivindicação dos alunos incentivando ou cobrando sua realização? Especulações à parte, não podemos subestimar a figura do docente, que é quem, em última análise, deverá verificar se uma atividade poderá ser realmente proveitosa para a aprendizagem dos alunos. Estas propostas exclusivas dos manuais do professor apenas reforçam a importância do mestre, que detém a responsabilidade de tomar decisões para o melhor aproveitamento de seu trabalho e da atividade dos alunos.

Neste conjunto de cinco coleções melhor avaliadas por este trabalho, a coleção 2 recebe destaque. As atividades das categorias IV e V constituem 13,6% de todas as suas propostas de experimentos com transformações químicas. Na coleção 5 este número atinge 25,0%; no entanto, esta coleção propõe apenas oito atividades, num conjunto em que a média de propostas é de 15,2 por coleção.

Havíamos mencionado que os experimentos das categorias IV e V são mais característicos do segundo ciclo destas séries iniciais do ensino fundamental. Gostaríamos de, nesta seção, destacar as propostas de duas coleções que desafiaram esta impressão.

Tabela 3: Distribuição das atividades das categorias IV e V entre os volumes das coleções que as apresentam.

coleção	quantidade de cat. IV e V por série				total	total atividades da coleção	de	percentual de cat. IV e V
	1ª	2ª	3ª	4ª				
2	1	0	0	2	3	22		13,6
5	0	0	2	0	2	8		25,0
7	0	1	0	0	1	23		4,3
9	0	0	1	0	1	18		5,6
12	0	0	0	1	1	17		5,9
total	1	1	3	3	8	88		9,1

A coleção 7 propõe, à página 29 do volume para a 2ª série, a seguinte situação:

Seu professor pede que você faça uma atividade prática para investigar o tempo de decomposição de dois tipos de material: papel e casca de frutas.

Registre em seu caderno como você faria essa atividade, passo a passo.

Identifique os materiais de que você precisaria para realizar essa atividade.

Este excerto, se analisado isoladamente, talvez nem chegue a constituir uma proposta de experimentação, pois apenas solicita aos alunos que pensem em como realizariam um experimento para investigar o fenômeno da decomposição da matéria orgânica. Do modo como é proposta, não há indicações de que os autores do livro desejem que a atividade seja de fato realizada. No entanto, observando mais atentamente o conjunto de atividades trabalhadas neste momento do livro, percebemos que duas páginas adiante o experimento sobre a decomposição é deliberadamente proposto e, ao final da atividade, é solicitado aos alunos que comparem esta proposta do livro com a proposta que eles mesmos teriam elaborado na atividade anterior:

Investigar – O TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS

Por que você vai fazer: para comparar o tempo de decomposição de diferentes materiais.

Materiais: Cada grupo deverá trazer: casca de uma banana; uma folha de papel de rascunho; um pedaço de papelão; três recipientes plásticos transparentes; tesoura de ponta arredondada; um pouco de terra.

Como você vai fazer:

Usar como recipientes 3 garrafas pet de 2 litros, vazias. Peça para um adulto cortar o gargalo das garrafas, de modo que fiquem como “copos”.

Colocar a casca de banana, a folha de papel e o papelão no fundo de cada um dos recipientes, de modo que eles fiquem parcialmente visíveis, mesmo depois de enterrados; em seguida, cobri-los com terra.

Numerar os recipientes assim 1 (casca de banana), 2 (papel) e 3 (papelão). Guardá-los em um lugar seguro, seco e à sombra.

Uma vez por semana, os integrantes do grupo devem observar o conteúdo dos recipientes e anotar, em uma ficha, as modificações observadas nos materiais enterrados. Não colocar as mãos diretamente sobre os materiais e, sempre depois de manipular os recipientes, lavar as mãos.

(7) Responda em seu caderno.

Todos os materiais foram inteiramente decompostos?

Cite outro material que certamente demoraria mais para se decompor do que o papelão, mantendo as mesmas condições da atividade acima.

Após realizar esta atividade prática, compare-a com a atividade 5 da página 29. Que diferenças você encontrou entre o modo de fazer cada atividade? (Coleção 7, 2ª série, p. 31).

Ao que parece, os autores adotam a mesma estratégia presente na proposta da categoria V exemplificada no Quadro 1, ou seja, propõem um experimento investigativo cuja realização dependa do esforço dos alunos e de seu engajamento em uma atividade intelectual criadora, que, caso não tenha resultados, pode ser complementada por um experimento alternativo proposto pelo próprio livro.

Vejamos agora o seguinte fragmento:

Nesta atividade, você vai verificar a ação de alguns desses elementos na germinação das sementes.

Não é possível comprovar a importância de todos os elementos do ambiente ao mesmo tempo, então vamos escolher um dos elementos e testá-lo.

Veja como pode ser verificada a ação da água na germinação da semente de feijão.

Material necessário:

- dez sementes de feijão;
- algodão;
- água;
- dois copos descartáveis.

Coloque no fundo dos dois copos um chumaço de algodão. Umedeça o algodão de um dos copos. Coloque sobre o algodão de cada copo cinco sementes de feijão.

Os dois copos devem ser mantidos na temperatura ambiente. Observe-os diariamente para ver quantas sementes germinaram em cada caso – com água e sem água. Anote diariamente o número de sementes que germinaram. Além disso, observe todas as características das plantinhas que estiverem nascendo e escreva-as no caderno. [...] Agora, vocês podem escolher um outro elemento do ambiente.

Montem um experimento para verificar a ação desse elemento na germinação das sementes (Coleção 2, 1ª série, p. 137-138).

Trata-se do experimento clássico sobre a germinação de sementes de feijão. No entanto, esta proposta se diferencia das que normalmente ocorrem nos livros por enfatizar a importância do controle de variáveis e por incentivar que os alunos “montem um experimento” para comprovar uma hipótese já formulada (a de que elementos como a luz e o calor também poderiam influenciar na germinação das sementes). A nosso ver, esta proposta é adequada, pois já em um primeiro momento de contato com o conhecimento científico (a 1ª série), incentiva a criatividade e o pensamento lógico dos alunos. Ainda, acreditamos que a tarefa solicitada – planejamento de um experimento –, neste caso, está ao alcance das capacidades dos alunos e, embora não haja recomendação explícita dos autores, seria desejável um trabalho em grupo, para dinamizar as interações entre sujeitos cujas experiências prévias com o tema possam não ser coincidentes.

Estes dois últimos exemplos, mais outras seis propostas das coleções 5, 9 e 12, foram considerados raríssimos, no conjunto de livros analisados, não somente por nossa pesquisa. O trabalho de Theodoro, Oliveira e Ferreira (2008), apresentado como resumo no XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, também analisando atividades experimentais “de Química” nestas obras do PNLD/2007, faz a seguinte constatação, que parece sintetizar nossas conclusões:

A análise aponta que, para o conjunto das obras, a proposição de experimentos segue a tendência tradicional. Isto pode ser facilmente observado pela forma como são desenvolvidos os roteiros para a realização das atividades experimentais. Em todos os casos é possível afirmar que o objetivo principal é o de desenvolver a capacidade de observar, sendo que para poucos casos o(s) autor(es) manifesta também a preocupação com o desenvolvimento de outras habilidades, tais como a manipulação de variáveis, testagem de hipóteses, proposição de procedimentos experimentais, entre outras (não paginado).

A título de conclusão

[...] a presença de experimentação basicamente não caracterizou os 28 livros analisados pois, detectamos simplesmente 34% e 14% de generalizações relacionadas com fatos através de experiência ilustrativa nas tendências dos livros do segundo e quinto períodos respectivamente. Além disso, constatamos somente 1% de generalizações relacionadas com fatos através de experiência investigativa, decorrente de um único livro dentre os 28 analisados. Em vista disso, podemos genericamente responder que naqueles livros brasileiros por nós analisados, a ausência de experimentação constitui uma característica e, em decorrência, podemos também dizer que, no geral, tais livros contribuem para veicular uma imagem da Química como ciência de quadro negro e não como ciência experimental (SCHNETZLER, 1980, p. 112, grifos da autora).

Passados 30 anos desde este estudo pioneiro de Roseli Schnetzler, podemos comparar os resultados de sua pesquisa com os nossos. Nesta análise de 12 coleções para as séries iniciais do ensino fundamental, encontramos um número significativo de atividades experimentais envolvendo transformações químicas. As coleções 4, 7, 2 e 9, por exemplo, chegam a propor em média seis ou mais destes experimentos por série.

Em termos *qualitativos*, no entanto, verificamos que o cenário ainda referenda afirmações daquela pioneira dissertação de mestrado: as “experiências investigativas” a que Schnetzler se refere podem ser identificadas, a rigor, somente com as 2 atividades de categoria V que identificamos entre 182 propostas dos livros analisados. No limite, estenderíamos o rótulo “investigativo” às atividades de categoria IV, totalizando, portanto, apenas oito atividades desta modalidade. Conforme as demarcações discutidas por Hodson (1988), diríamos que apenas estas atividades seriam propostas de experimentação no sentido restrito, as demais compondo o que o autor chama de *trabalho prático e trabalho na bancada do laboratório*.

A maioria dos experimentos propostos por estes livros, portanto, exige dos alunos pouco além do seguimento dos passos de uma receita, o que acreditamos colaborar para uma visão distorcida sobre como estudar as transformações químicas experimentalmente. Impossível não relacionar esta distorção à naturalização de certas noções equivocadas ou impróprias sobre o fazer científico, por exemplo, concepções empiristas-indutivistas sobre a natureza da ciência. Arriscamo-nos a afirmar que obras em que as atividades experimentais se resumem a simples verificações ou comprovações de fatos acabam por exercer – de modo prejudicial – sua função ideológica e cultural (também enunciada por Choppin, 2004), colaborando para a aceitação de científicimos.

Em termos metodológicos, acreditamos que este estudo indica não estarem esgotadas as possibilidades da Análise de Conteúdo para a análise de coleções de livros didáticos, visto que, atualmente, esta metodologia vem cedendo espaço a perspectivas *discursivas*. Auxiliou-nos o fato de trabalharmos com um conjunto fechado – as coleções completas do PNLD/2007 – Ciências –, possibilitando um melhor trânsito entre aspectos qualitativos e quantitativos. Importante mencionar também a necessidade de uma delimitação precisa das unidades de análise. A atividade da coleção 7 que transcrevemos como exemplo na seção anterior pôde ser classificada no sistema de categorias adotado somente graças à observância de sua inclusão, como unidade de registro (Tema), em uma unidade de contexto, que, por definição, é mais ampla. Se ignorássemos a unidade de contexto poderíamos não ter percebido que a atividade é proposta em uma página, interrompida por textos e recursos imagéticos, e revisitada dali a duas páginas – retomada esta que imprimiu uma nova característica ao experimento proposto, aproximando-o de uma atividade de caráter investigativo.

Sobre o sistema de categorias adotado nesta pesquisa, convém mencionar a importância da definição clara de critérios para a classificação das unidades de análise. Como afirmamos anteriormente, os critérios por nós formulados visaram sempre à melhor classificação das obras. Fossem alguns de nossos pressupostos menos flexíveis, os dados expostos em nossas tabelas e gráficos seriam diversos e implicariam numa pior qualificação dos livros. Também deve ser dito que, apesar do sistema de categorias apresentar a vantagem de não possibilitar sobreposições (classificação de uma mesma unidade de análise em mais de uma categoria), há um ponto negativo.

Uma importante etapa da experimentação no ensino de ciências não pôde ser detectada e avaliada por este sistema elaborado por Pella: a possibilidade dos livros didáticos estimularem diferentes formas de registro de dados experimentais. O guia do PNLD/2007 (BRASIL, 2006), resenhando estas obras que analisamos, quase sempre comenta sobre quais formas de registro por parte dos estudantes são incentivadas pelos livros – desenhos, diagramas, tabelas, gráficos, etc. –, o que também é um fator a se considerar no momento de qualificar propostas de atividades experimentais.

Finalmente, gostaríamos de comentar os dados obtidos à luz dos critérios definidos pelo Ministério da Educação (MEC) para a classificação dos livros de Ciências junto ao PNLD. Entre critérios eliminatórios – aqueles cuja não observância, por parte dos livros, garantiria sua eliminação do processo de análise pelos especialistas do MEC e, portanto, a impossibilidade de penetração junto às escolas públicas brasileiras de forma gratuita – constam três critérios mais relacionados à experimentação no ensino de ciências:

- *considerar que ensinar Ciência é estimular o fazer Ciência, utilizando o método científico como procedimento para a construção do conhecimento;*
- *assegurar que os experimentos descritos são factíveis, com resultados confiáveis e interpretação teórica correta; [...]*
- *[...] a coleção deverá alertar sobre os riscos e recomendar claramente os cuidados para prevenção de acidentes na realização das atividades propostas (BRASIL, 2006, p. 18-19).*

Os critérios de qualificação – levados em consideração para se comparar as obras dentre o conjunto daquelas aprovadas no Programa – seriam dois:

- *propiciar situações, tanto coletivas quanto individuais, para observações, questionamentos, formulação de hipóteses, experimentação e elaboração de teorias e leis pelo aluno, submetendo-as à validação no processo de troca professor-classe; [...]*
- *[o Manual do professor deve] propor outras atividades e experimentos, além dos indicados no livro (ibidem, p. 20-22).*

A análise por nós empreendida não teve como objetivo verificar se os experimentos propostos pelos livros seriam realizáveis, envolveriam materiais acessíveis, incentivariam o trabalho coletivo e assegurariam a integridade física dos estudantes e professores. No entanto, pareceu-nos que, no conjunto de obras analisadas, a maioria destes critérios foi atendida por estes manuais, o que é positivo. Mas observando o primeiro critério de cada um dos conjuntos, que enumeramos acima, nota-se que ambos coincidem com aqueles adotados por nós nesta pesquisa e também com os sugeridos por Amaral e colaboradores (2006), transcritos na segunda seção deste artigo. Fica evidente, portanto, que caso as propostas aqui analisadas – de experimentos envolvendo transformações químicas – sejam de fato representativas de todo o conjunto de atividades experimentais sugeridas pelas coleções, apenas parte das obras aprovadas no PNLD/2007 contemplaria satisfatoriamente estes critérios. Isto, por sua vez, levaria a novas indagações, sobretudo a respeito do processo de avaliação de livros didáticos por estas comissões constituídas pelo MEC, da possibilidade de uma padronização excessiva dos livros ter contribuído para que alguns

critérios do PNLD fossem parcialmente relevados durante as análises, dos limites e possibilidades do PNLD enquanto política pública educacional, etc.

Esperamos debater estas questões – e outras – em oportunidades futuras.

Agradecimentos

Agradecemos ao Centro de Divulgação Científica e Cultural, da Universidade de São Paulo, por disponibilizar as coleções de livros para esta análise.

Agradecemos também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento.

Referências

ALMEIDA, A. V.; SILVA, L. S. T.; BRITO, R. L. Desenvolvimento do conteúdo sobre insetos nos livros didáticos de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2008. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/57>>. Acesso em: 16 abr. 2012.

AMARAL, I. A.; MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H.; AMORIM, A. C. R.; SERRÃO, S. M. Avaliando livros didáticos de ciências: análise de coleções didáticas de Ciências de 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Orgs.). **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006. (p. 197-216).

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

BORGES, G. L. A. **Utilização do método científico em livros didáticos de ciências para o 1º grau**. 1982. 2 v. Dissertação (Mestrado em Educação)-Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1982.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia do livro didático 2007: Ciências: séries/anos iniciais do ensino fundamental**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 2006.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 549-566, 2004.

CUNHA, M. C. C. Analogias nos livros de ciências para as séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 1-15, 2006. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/78>>. Acesso em: 16 abr. 2012.

CUSTÓDIO, J. F.; PIETROCOLA, M. Princípios nas ciências empíricas e o seu tratamento em livros didáticos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 383-399, 2004.

DE JONG, O. Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: dilemas y soluciones. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 16, n. 2, p. 305-314, jun. 1998.

FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos de ciências no Brasil**. 1992. 293 f. Tese (Doutorado em Educação)-Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1992.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio 2007. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 121-143, 2009.

_____. E. Bioquímica no ensino médio?! (De)Limitações a partir da análise de alguns livros didáticos de Química. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, n. 2, 2007. n.p.

FRANCO, M. L P. B. **Análise de conteúdo**. 2. ed. Brasília: Liberlivro, 2005.

FREITAG, B; MOTTA, V. R; COSTA, W. F. **O livro didático em questão**. 2. ed. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1989. (Educação contemporânea).

GIRALDI, P. M.; SOUZA, S. C. O funcionamento de analogias em textos didáticos de Biologia: questões de linguagem. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 9-17, 2006.

GOLDBACH, T.; PAPOULA, N. R. P.; SARDINHA, R. C.; DYSARZ, F. P.; CAPILÉ, B. Atividades práticas em livros didáticos atuais de biologia: investigações e reflexões. **Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 63-74, 2009. Disponível em: <<http://200.20.215.200/revista/index.php/revistapct/article/view/10/17>>. Acesso em: 16 abr. 2012.

HODSON, D. Experiments in science and science teaching. **Educational philosophy and theory**, [S.l.], v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

KAMEL, C.; DE LA ROCQUE, L. As histórias em quadrinhos como linguagem fomentadora de reflexões – uma análise de coleções de livros didáticos de ciências naturais do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 6, n. 3, p. 1-15, 2006. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/76>>. Acesso em: 16 abr. 2012.

NASCIMENTO, T. G. O discurso da divulgação científica no livro didático de ciências: características, adaptações e funções de um texto sobre clonagem. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 15-28, 2005. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID131/v10_n2_a2005.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2012.

PEREIRA, T. I. A.; QUADROS, A. L. Características das atividades experimentais presentes nos livros de Química do Ensino Médio, aprovados no PNLEM 2008. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química, Brasília, 2010. **Anais...** Disponível em: <<http://www.xvneq2010.unb.br/trabalhos.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

PENA, P. **A experimentação nos livros didáticos de ciências das séries iniciais do ensino fundamental**. 2000. 166 f. Dissertação (Mestrado em Educação)-Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2000.

PINHO ALVES, J. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 174-188, 2000.

RIBEIRO, R. M. L.; MARTINS, I. O potencial das narrativas como recurso para o ensino de ciências: uma análise em livros didáticos de física. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 293-309, 2007.

SCHNETZLER, R. P. **O tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros para o ensino secundário de Química de 1975 a 1978**. 1980. 182 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1980.

SICCA, N. A. L. **A experimentação no ensino de química – 2º grau**. 1990. 165 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.

SILVA, M. M.; TEIXEIRA, P. M. M.; JUCÁ-CHAGAS, R. Análise crítica do enfoque adotado sobre o conteúdo peixes em livros didáticos de ciências. In: TEIXEIRA, P. M. M. (Org.). **Ensino de Ciências: pesquisas e reflexões**. Ribeirão Preto: Holos, 2006. (p. 53-67)

THEODORO, M. E. C.; OLIVEIRA, R. C.; FERREIRA, L. H. Experimentos de Química nos livros de didáticos de 1ª a 4ª aprovados pelo PNLD. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, 2008. **Trabalhos científicos...** Curitiba: UFPR, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0096-2.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

Livros didáticos analisados

Coleção 1

CUNHA, P. C.; RAIMONDI, S. **Ciências**. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Atual, 2004. (Coleção Curumim, 4 v.).

Coleção 2

PECORARI, A. C. N.; FOGAÇA, M. **COPE – Ciências, observação, pesquisa, experimentação**. São Paulo: Quinteto Editorial, 2005. (Coleção COPE, 4 v.).

Coleção 3

WOLFF, J.; MARTINS, E. **Redescobrir ciências**. São Paulo: FTD, 2005. (Coleção Redescobrir: Ciências, 4 v.).

Coleção 4

COSTA, M. I. T. X.; LEMBO, R. F. **Ciências**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2004. (Coleção Pensar e viver, 4 v.).

Coleção 5

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Ciências**. São Paulo: Ática, 2004. (Coleção Vivência e construção, 4. v.).

Coleção 6

Sheila Mari Gomes Goulart, Amélia Pereira Batista Porto, Fernando Fonseca Coura, Luiz Carlos Alcântara Moraes

RAMOS, L. M. P.; GOULART, S. M. G.; PORTO, A. P. B.; COURA, F. F.; MORAES, L. C. A. **Terra, planeta vida: ciências**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2004. (Coleção Terra, planeta vida, 4 v.).

Coleção 7

EDITORA MODERNA. **Projeto Pitaguá: ciências**. São Paulo: Moderna, 2005. (Coleção Projeto Pitaguá, 4 v.).

Coleção 8

SAMPAIO, F. A. A.; CARVALHO, A. F. **Caminhos da Ciência: uma abordagem socioconstrutivista**. 3. ed. São Paulo: IBEP, 2005. (Coleção Caminhos da ciência, 4 v.).

Coleção 9

SILVA, E. R. S.; BALESTRI, R. D. **Ciências**. São Paulo: Escala Educacional, 2005. (Coleção Conhecer e crescer, 4 v.).

Coleção 10

RICETTO, L. A.; RODRIGUES, R. M. A. **Ciências para crianças**. São Paulo: IBEP, 2005. (Coleção Ciências para crianças, 4 v.).

Coleção 11

SAMPAIO, F. A. A.; CARVALHO, A. F.; ENGELSTEIN, M. **Ciências**. São Paulo: Sarandi, 2005. (Coleção Ponto de partida, 4. v.).

Coleção 12

MORAIS, M. B.; ANDRADE, M. H. P.; FONSECA, M. S.; MORAIS, M. B. **Conhecer e gostar: ciências para você**. São Paulo: Dimensão, 2004. (4 volumes para o Ensino Fundamental).

Submetido em maio de 2012, aceito em novembro de 2012.