

QUÍMICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA AS SÉRIES INICIAIS: UMA ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS

Chemistry in science teaching for elementary school: a textbooks analysis

Rafael Cava Mori¹ · Antonio Aprigio da Silva Curvelo²

Resumo: Investigamos o ensino de Química para os anos iniciais da Educação Básica. Inicialmente, recuperamos resultados de investigações anteriores, constituindo a visão acadêmica sobre o tema. Estes trabalhos, cobrindo quase duas décadas, indicam que a Química ocupa reduzido espaço no currículo do início do Ensino Fundamental, recebendo um tratamento fragmentado por parte dos livros didáticos, e sendo pouco reconhecida pelos docentes como um conteúdo relevante. A seguir, analisamos 182 atividades, propostas pelas 12 coleções de livros aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático 2007, classificando-as em categorias que explicitam a importância relegada ao conhecimento químico. Somente duas coleções se enquadram em um perfil desejável para a apresentação destas atividades na progressão pelas séries. Ainda, entre 11 fenômenos químicos diversos, as atividades se concentram em apenas dois. Concluímos sugerindo que estes livros têm contribuído de forma pouco substancial para um adequado ensino elementar de Química.

Palavras-chave: Ensino de Química. Ensino Fundamental. Experimentação. Livro didático.

Abstract: We investigated the Chemistry teaching to initial years of basic education. Initially, we analyzed the results of previous investigations, which constitute the academic view on the subject. These works, covering almost two decades, indicate that Chemistry occupies little space in the elementary school curriculum, receiving a fragmented treatment by the textbooks and being rarely recognized by teachers as having relevant content. Next, we analyzed 182 activities, proposed by 12 approved collections of textbooks in the Brazilian Program of Textbooks 2007, and classified them into categories that clearly show the importance given to chemical knowledge. Only two collections fit into a desirable profile for the presentation of these activities in the prospectus for schools. Also, among 11 different chemical phenomena, the activities concentrate on just two. We conclude by suggesting that these books have not have contributed substantially to an appropriate elementary Chemistry teaching.

Keywords: Chemistry teaching. Elementary school. Experimentation. Textbooks.

¹ Universidade de São Paulo (USP), Instituto de Química de São Carlos (IQSC). Avenida Trab. São-carlense, 400, Caixa Postal 780, CEP 13560-970, São Carlos, SP, Brasil. E-mail: <rafael.mori@usp.br>

² Universidade de São Paulo (USP), Instituto de Química de São Carlos (IQSC), São Carlos, SP, Brasil.

Introdução

Pesquisas sobre o estado da arte do conhecimento em Ensino de Química no Brasil (BEJARANO; CARVALHO, 2000; SCHNETZLER, 2005; FRANCISCO; QUEIROZ, 2008) têm mostrado que a maioria das investigações deste campo envolve os níveis mais avançados de escolaridade (Médio e Superior). São nestas etapas que o estudo da ciência química passa a ocorrer no interior de disciplinas escolares especializadas, com identificações próprias para caracterizarem seus programas de ensino. Assim, já no Ensino Médio, os alunos entram em contato com setores “clássicos” da Química, como a Físico-Química e a Química Orgânica, em disciplinas assim denominadas e com conteúdos específicos.

Sabe-se, também, que a maior parte dos estudos brasileiros sobre o ensino de Química no nível Fundamental diz respeito à 8ª série (9º ano)³. Tradicionalmente, esta é a etapa eleita pelos professores para a introdução dos primeiros formalismos relacionados aos conhecimentos físico e químico.

Mas a abordagem de noções básicas de Química se dá em níveis ainda mais elementares. Essa afirmação, que pode parecer surpreendente, encontra seu respaldo no fato de que é nas séries iniciais do Ensino Fundamental que fenômenos como a fotossíntese, a combustão e a decomposição da matéria orgânica – todos de natureza química – são tratados formalmente pela primeira vez junto aos pupilos.

Além destes fenômenos, quais outros podem constituir um ensino elementar de Química nas escolas brasileiras, no seio da disciplina Ciências? Ao longo da progressão pelas séries (de 1ª a 4ª), há algum tipo de preocupação quanto ao preparo dos estudantes para a aprendizagem de conceitos químicos mais elaborados, em níveis posteriores?

Estas são algumas das perguntas que pretendemos responder neste artigo.

Características de um ensino elementar de química

A preocupação de que os alunos entrem em contato com o conhecimento químico desde os anos iniciais da escolaridade não é recente. Já em 1966, no *Journal of Chemical Education*, Robert Karplus publicou o artigo “Chemistry Phenomena in Elementary School Science”, escolhendo este título por considerar “a ciência abordada na escola elementar um programa interdisciplinar no qual os fenômenos químicos [...] contribuem para ampliar a experiência e a compreensão dos alunos” (p. 267, tradução nossa). Karplus (1966) argumenta que a escola primária deve proporcionar aos estudantes, inicialmente, uma tomada de observações extensivas sobre as transformações químicas. Mais tarde é que seriam trabalhados o reconhecimento

³ Com a Lei nº 11.274/06 (BRASIL, 2006), 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.

das propriedades químicas e outras características destes fenômenos. O autor também traz exemplos de experimentos ilustrativos do projeto Science Curriculum Improvement Study (SCIS) que poderiam ser apresentados aos estudantes de 1ª a 3ª séries.

À época de tais observações, vivia-se uma renovação no ensino de ciências, liderada pelos Estados Unidos e pela Inglaterra (KRASILCHIK, 1987). Diversos projetos, como o SCIS, foram desenvolvidos e inseridos no cotidiano escolar, envolvendo todos os momentos da Educação Básica destes países. Eram propostas caracterizadas por uma forte fundamentação no que havia de mais atual em estudos sobre a psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem, e, em um primeiro momento, os projetos foram influenciados pelo comportamentalismo skinneriano. Contingências de reforço eram incorporadas a uma nova tecnologia para o ensino, a instrução programada, o que representou um pioneirismo na derivação de conhecimentos psicológicos para a produção de materiais didáticos.

Com a constatação de que, ao longo dos anos, as melhorias no ensino de ciências não se apresentaram com a intensidade e abrangência esperadas, estas políticas educacionais sofreram uma reorientação, influenciada por um novo conjunto de ideias em epistemologia e psicologia, de caráter cognitivista, representado pelas obras do suíço Jean Piaget.

O artigo já citado de Karplus (1966) é uma produção característica deste momento, em que se passa a reclamar, para o estudante, um papel mais ativo no processo de ensino e aprendizagem. Também aparece em seu texto a influência de Bruner, cuja obra *O processo da educação*, lançada em 1960, exerceu importante papel para o aporte dos estudos cognitivistas junto à educação científica (KRASILCHIK, 1987). Veja-se, por exemplo, o que se afirma no capítulo “De estar a criança em condição de aprender”:

A tarefa de ensinar determinada matéria a uma criança, em qualquer idade, é a de representar a estrutura da referida matéria em termos da visualização que a criança tem das coisas. Pode ser encarada como um trabalho de tradução. A hipótese geral que acabamos de estabelecer tem como premissa o amadurecido juízo de que toda idéia pode ser representada de maneira honesta e útil nas formas de pensamento da criança em idade escolar, e que essas primeiras representações podem, posteriormente, tornar-se mais poderosas e precisas, com maior facilidade, graças a essa aprendizagem anterior. (BRUNER, 1978, p. 32)

Na visão de Bruner, defendida por Karplus (1966) no âmbito específico do ensino do conhecimento químico, respeitadas as limitações de cada faixa etária, os currículos podem e devem abordar todos os assuntos cujo domínio seja esperado dos educandos quando egressos do sistema escolar. Com a progressão pelas séries, conteúdos já vistos seriam retomados, mas com aprofundamentos. No lugar de uma abordagem em que cada novo ano escolar representa o contato com novas disciplinas ou novas perspectivas de interpretação dos fenômenos naturais e sociais – uma abordagem *linear* –, Bruner defende um currículo em *espiral*.

Os currículos em espiral encontram grande apelo entre os estudiosos da Educação até hoje, sobretudo entre aqueles preocupados com o ensino dos conteúdos de ciências. No Brasil, o conjunto de documentos dos Parâmetros Curriculares Nacionais constitui um exemplo da adoção deste tipo de estrutura curricular.

As primeiras noções do conhecimento químico

Considerando o ensino elementar de Química, duas questões se levantam: como iniciá-lo na 1ª série? Até que ponto progredir?

Estudos de linha mais cognitivista vêm oferecendo algumas respostas. Um exemplo seria a seguinte menção à teoria da aprendizagem verbal significativa, de David Ausubel (de início, um seguidor de Piaget), na dissertação de mestrado de Rosa (1996, p. 37, grifo da autora):

Realizei o levantamento das idéias prévias dos alunos sobre o conceito transformação e, a partir deste, sobre transformação química. As razões que fundamentaram tal sequência provêm da teoria da aprendizagem significativa. Segundo Ausubel [...], o desenvolvimento do conteúdo é facilitado quando elementos mais gerais, mais inclusivos, são introduzidos inicialmente para depois serem apresentados detalhes e especificações. A isto ele denomina *diferenciação progressiva* [...].

Este fragmento sugere, especificamente, uma possível “primeira noção” do ensino de química: o conceito de transformação química. Rosa e Schnetzler (1998, p. 31) argumentam que “epistemologicamente, para que o sujeito conheça a química, entender esse conceito se torna uma necessidade central”. Pelo princípio da diferenciação progressiva da teoria de Ausubel (conforme exposto pela dissertação de Rosa, citada acima), poderíamos propor que, de início, os educandos fossem convidados à observação de diversas transformações que ocorrem com os materiais do ambiente. Com a progressão pelas séries, conceitos novos seriam propostos, por exemplo, os estados físicos da matéria. Neste processo, seria chamada a atenção das crianças para a comparação entre alguns tipos de transformação, donde se discutiriam possíveis diferenças entre transformações químicas e físicas. Seria introduzida uma terminologia própria para o estudo dos fenômenos químicos, com menções explícitas a termos como *reação*, *reação química*, *transformação química*, *reagente* e *produto*. Zanon e Palharini (1995), em artigo tratando do ensino de Química na 4ª série do Ensino Fundamental, expressam o modo como uma proposta com estas características poderia ser desenvolvida, ressaltando que: embora as crianças se mostrem propensas à abstração, é imprescindível o uso de conhecimentos próximos e de nível concreto operacional (de acordo com a terminologia piagetiana); elas participam de atividades envolvendo transformações químicas com naturalidade e interesse; usam adequadamente as terminologias introduzidas; e estabelecem relações, localizando palavras-chave e idéias centrais, da forma esperada. Sobretudo, as autoras advertem que este ensino deve procurar desenvolver linguagens e conceitos básicos, sem uso de simbologias, modelos teóricos e formulações.

Apoiados nestas referências, podemos propor um ponto de chegada deste ensino elementar de Química. Até onde fosse possível, a vivência das transformações químicas – ou seja, seu acompanhamento no nível fenomenológico, com a observação de uma ampla extensão de fenômenos – levaria os alunos a verificarem como reagentes e produtos podem se apresentar em diferentes estados da matéria. Poderia, ainda, levar às primeiras noções sobre conservação da matéria em um processo químico, sua propriedade fundamental. Estaria aber-

ta a possibilidade de outras destas propriedades serem exploradas, como: os fatores cinéticos (o porquê de certas condições levarem a reações mais lentas ou rápidas), a estequiometria (vista de forma rudimentar e qualitativa, por exemplo, para a investigação do motivo de a combustão cessar com a progressiva remoção do oxigênio gasoso do meio), e a reversibilidade/irreversibilidade das reações em condições específicas.

O lugar do conhecimento químico entre os conteúdos de ciências

Verifiquemos de quais informações dispomos, até o momento, sobre o lugar que a Química vem ocupando no ensino elementar de ciências brasileiro.

A dissertação de mestrado de Guedes (1992) analisa o conteúdo das três coleções (1ª a 8ª séries) de livros didáticos de Ciências com maior sucesso comercial à época. Buscando pelo que chama de “termos químicos” (substantivos possíveis no vocabulário químico) nestes livros, o autor estabelece as seguintes categorias (exemplos entre parênteses):

- 1) *Estrutural* (“átomo”, “covalência”);
- 2) *Constituintes específicos* (“aspirina”, “hélio”);
- 3) *Instrumental* (“balança”, “condensador”);
- 4) *Grupo de constituintes* (“ácido”, “parafina”);
- 5) *Minerais* (“diamante”, “rocha”);
- 6) *Grandezas e propriedades* (“densidade”, “periodicidade”); e
- 7) *Processos* (“equilíbrio”, “liquefação”).

São encontrados 342 termos: em média, 93 aparecendo nas quatro séries iniciais, e trezentos nas quatro finais. Registram-se valores crescentes de termos da 1ª a 3ª série, com marcantes descontinuidades a partir deste momento. Diz o autor que “as grandes diferenças em termos químicos estão nas séries em cada coleção e não entre as coleções” (GUEDES, 1992, p. 95). As categorias com maior número de termos são as de *grupo de constituintes* (39%) e *constituintes específicos* (26%), que incluiriam termos químicos do senso comum. O mais baixo percentual refere-se à categoria *instrumental*, sugerindo pouco interesse, por parte dos livros, na parte experimental da ciência.

Sobre as descontinuidades já comentadas, o autor afirma que a Química fica concentrada em séries não conectadas: o aluno sai dos primeiros ciclos (1ª a 4ª séries) com uma pequena bagagem de termos, a maioria apresentados na 3ª série; enfrenta um conteúdo maior logo na 5ª série; vê sua diluição pelas séries seguintes; e retoma o estudo da Química somente na 8ª, com um incremento na terminologia e um modelo adicional (atômico).

Zanon (1996), ao visitar uma escola com oferecimento da antiga Habilitação Específica para o Magistério, verificou que as disciplinas de Química apresentavam uma contribuição muito pequena neste processo de formação inicial de professores. Relata também que docentes da habilitação ministravam-nas da mesma forma que no Ensino Médio regular. Assim, trabalhavam conteúdos químicos desconsiderando sua relação com o ensino de ciências nas séries iniciais, sendo que os alunos do curso também não percebiam (e, portanto, não reivindicavam) esta relação.

Mais recentemente, Silva e colaboradores (2007) investigaram se professores das séries iniciais do Ensino Fundamental realizam experimentos em sala de aula e se trabalham a Química entre os conteúdos de ciências. Os resultados indicam que os docentes preferem abordar o conhecimento químico através de atividades práticas, mas nem sempre envolvendo a experimentação. Reconhecem como Química, sobretudo, conhecimentos biológicos – por exemplo, nos temas *fotossíntese, higiene pessoal, seres vivos e ambiente*. Analisando as duas coleções de livros didáticos adotados por estes professores, os pesquisadores verificaram que ambas dedicam seções à Química em seus volumes. A primeira coleção apresenta os conceitos de *transformações reversíveis/irreversíveis, combustão, ferrugem e decomposição*, propondo, também, atividades para observação de transformações diversas. A outra coleção apresenta informações sobre *estados físicos da matéria, misturas, substâncias e solução*, abordando as transformações químicas a partir do tema *digestão dos alimentos*.

Estes mesmos livros estão entre os analisados por Theodoro, Kasseboehmer e Ferreira (2009). Adotando como referencial a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, os autores concluem que nem todos estes manuais abordam o conceito de transformação química. Quando o fazem, não ancoram este conceito em conceitos prévios (subsunçores), além concentrarem o conhecimento químico nos volumes para a 3ª série.

Conjugando todas estas informações, temos uma indicação sobre o lugar que a Química ocupa entre os conteúdos das séries iniciais do Ensino Fundamental:

- . Nos livros didáticos, esta ciência recebe pouca atenção em comparação com seu tratamento nas séries finais;
- . Ainda nestes livros, quando apresentada, é confinada a apenas uma das séries (normalmente a 3ª), configurando um tratamento descontínuo ao longo do Ensino Fundamental;
- . É pouco reconhecida pelos docentes como uma perspectiva para a observação e para o estudo dos fenômenos estudados na disciplina de Ciências, ocupando posição subalterna em relação à perspectiva biológica.

Elegendo um objeto de pesquisa

Desejando mais informações sobre a Química apresentada nas séries iniciais do Ensino Fundamental, recorreremos ao que julgamos ser um objeto de pesquisa adequado para um primeiro estudo: os livros didáticos. Afinal, eles apresentam uma *função referencial* (CHOPPIN, 2004, p. 553), “também chamada de curricular ou programática, desde que existam programas de ensino”, por se mostrarem como “a fiel tradução do programa ou, quando se exerce o livre jogo da concorrência, uma de suas possíveis interpretações”, “o suporte privilegiado dos conteúdos educativos, o depositário dos conhecimentos, técnicas ou habilidades que um grupo social acredita que seja necessário transmitir às novas gerações”. Além disso, são considerados como um ponto de partida para a atividade docente, embora investigações recentes sugiram que os professores estejam utilizando-os de modo mais crítico (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003).

Os livros escolhidos para esta análise foram as 12 coleções de Ciências (1ª a 4ª série) aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático – PNLD/2007, disponíveis para o uso

nas escolas públicas no período 2007 a 2009⁴. Submetemos as coleções à Análise de Conteúdo, buscando possibilitar discussões sobre aspectos quantitativos e qualitativos.

A técnica de Análise de Conteúdo aqui utilizada estabelece as chamadas *unidades de análise*, que, neste caso, são duas: as de *registro* e as de *contexto* (BARDIN, 2010). Utilizamos como *unidade de registro* – que é “a unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial” (BARDIN, 2010, p. 130) – o *tema*, entendido como “uma asserção sobre determinado assunto. Pode ser uma simples sentença (sujeito e predicado), um conjunto delas ou um parágrafo” (FRANCO, 2005, p. 39). Esta unidade aparece, em nosso material, na constituição das *propostas de atividades experimentais envolvendo transformações químicas*. Entendemos que estas atividades são imprescindíveis para a vivência e o reconhecimento das reações, aspecto fundamental da Química, daí terem sido escolhidas como foco de nosso estudo. A unidade de contexto, por sua vez, possui extensão maior que a unidade de registro, de modo a dotá-la de significado, e, neste trabalho, foi constituída dos capítulos em que as unidades de registro – as propostas de experimentos – estavam inseridas, nos livros.

Resultados e discussões

A análise dos livros didáticos revelou a existência de 182 atividades que se enquadraram em nossos critérios. Sua distribuição pelas coleções e séries é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidade de propostas de atividades experimentais com transformações químicas encontradas em cada volume das coleções de Ciências aprovadas no PNLD/2007

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

Fonte: elaborada pelos autores.

⁴As coleções foram obtidas junto ao Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo, localizado no município de São Carlos (SP). As referências das obras seguem ao final do artigo.

Verificamos que a Química sempre está presente nestes experimentos, mas as transformações químicas envolvidas não necessariamente são caracterizadas como tais e, muitas vezes, sua importância nem é destacada. Criamos, então, um sistema de categorias para a classificação das unidades de análise que considerasse este fato, o de que as atividades dos livros poderiam ser alocadas em um (e somente um) de dois conjuntos:

- . *atividades implicitamente ou não intencionalmente dirigidas ao ensino de Química;*
- . *atividades intencionalmente dirigidas ao ensino de Química.*

Assim, verificamos a presença de seis categorias de atividades, três relacionadas ao primeiro dos dois conjuntos acima (*A, B e C*) e três ao segundo (*D, E e F*)⁵:

A) Atividades lúdico-recreativas: visam a entreter os estudantes. Aproveitam-se do aspecto contraintuitivo de certos fenômenos químicos (em que os resultados de uma reação, como fortes efervescências ou pronunciadas alterações de cores, não podem ser intuídos pelo simples conhecimento das características dos reagentes) para criar situações com predomínio de uma atmosfera de show ou mágica. Também incluímos, nesta categoria, atividades com apelo afetivo/emocional, envolvendo construções diversas – terrários, hortas, jardins – que apenas demandarão dos estudantes dedicação e zelo, por envolverem seres vivos que necessitarão de cuidados, além de atividades envolvendo a construção de objetos que permanecerão sob a posse dos alunos;

B) Uso de indicadores: um determinado fenômeno químico é utilizado para indicar a presença de uma substância ou de um conjunto de substâncias em uma dada situação. O processo pelo qual o “indicador” opera não necessariamente é explicado pelo livro, já que a atividade experimental que o envolve visa somente ao ensino de tópicos relacionados às substâncias indicadas, e não ao ensino de Química;

C) Princípios práticos dos fenômenos: envolvem o estudo ou a apresentação de um determinado fenômeno natural sem mencionar que, neste processo, há transformações químicas de materiais, ou seja, sem utilizar a terminologia específica que diferenciaria as transformações químicas das físicas. Em geral, visam à apropriação, pelos educandos, atitudes que permitirão que lidem de modo mais racional e eficiente com os eventos diários. Por exemplo, há atividades que propõem o estudo da corrosão dos metais apenas para que os estudantes conheçam as condições em que o processo ocorre e, assim, buscar maneiras de evitá-lo ou inibi-lo nas situações em que sua ocorrência não for desejável. Alocamos, nesta categoria, também as propostas em que os fenômenos naturais explorados são caracterizados como transformações, modificações, conversões ou termos semelhantes, que julgamos ambíguos. Estes termos podem se referir tanto a transformações químicas como físicas, lembrando que os públicos-alvo dos livros didáticos (alunos e docentes), em teoria, não possuem uma formação em ciências suficientemente aprofundada para que sempre diferenciem de modo inequívoco estas duas classes de processos;

D) Exemplo de transformação química: determinada transformação é provocada justamente para fornecer um exemplo do que seria uma reação química ou um conjunto de reações;

⁵ Há exemplos de atividades de cada categoria na dissertação de mestrado que originou este artigo (MORI, 2009).

E) Princípios químicos dos fenômenos: tratam de fenômenos naturais, caracterizando-os enquanto transformações químicas, constituindo uma abordagem mais aprofundada dos fenômenos da categoria C;

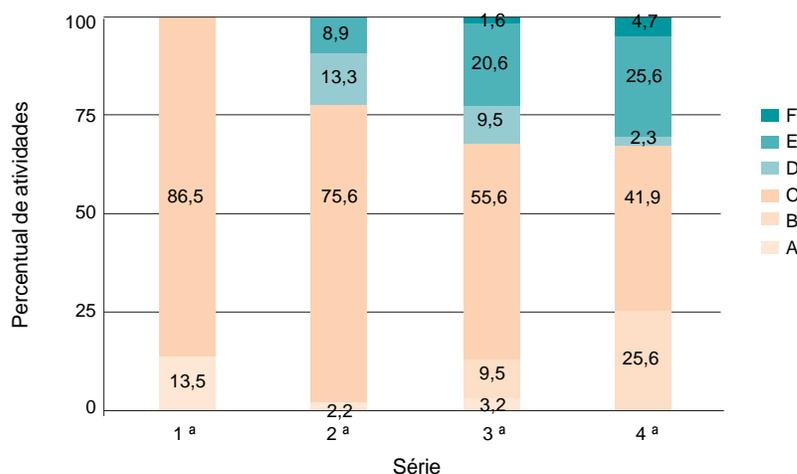
F) Características das transformações químicas: mais do que apresentar transformações químicas, buscam estudar algumas características de tais processos. Envolvem conceitos como velocidade de reação, reversibilidade/irreversibilidade e estequiometria, abordadas pelos livros sempre de modo qualitativo e fenomenológico.

Das categorias A até F a tendência é de aumento da exigência cognitiva. Se as experiências da categoria A não passam de recreações, representando a categoria B apenas um uso instrumental das reações químicas, a categoria C já envolve o ensino de informações respaldadas pelo conhecimento científico. A categoria D introduz exemplos de transformações químicas e a E inclui diversos fenômenos, supostamente já estudados, na classe destas transformações. A categoria F representa o nível máximo de abstração exigido pelos experimentos.

Entendemos que os livros didáticos, para um adequado ensino elementar de Química através de atividades experimentais, deveriam partir das primeiras categorias (A, B e C) e, ao longo das séries, incluírem as que envolvessem uma abordagem explícita dos fenômenos químicos. Não esperaríamos encontrar, portanto, grande presença das categorias D e E no primeiro ciclo das séries aqui abrangidas (1ª e 2ª séries), estando a categoria F certamente restrita aos anos do segundo ciclo (3ª e 4ª).

Vejamos a distribuição das propostas de atividades entre estas categorias (considerando seus percentuais de participação no conjunto total) e entre as séries no gráfico da Figura 1. Optou-se por representar os dois blocos de categorias (A/B/C e D/E/F) em colorações diferentes, facilitando a distinção entre as categorias intencionalmente e não intencionalmente dirigidas ao ensino de Química.

Figura 1. Gráfico da distribuição percentual, entre os volumes de cada série, das atividades conforme as categorias de A a F, para o total de coleções de livros didáticos de Ciências aprovados no PNLD/2007



Fonte: elaborado pelos autores.

Como se observa na Figura 1, predominam as propostas da categoria C, chegando a 63,3% do total de atividades em análise. Em seguida vêm, nesta ordem, as categorias E, B, D e A, havendo um número diminuto de propostas da categoria F.

Observa-se que as atividades intencional e explicitamente dirigidas ao ensino de Química começam a ser propostas na 2ª série. Na 3ª série, o número destas atividades é maior, se bem que é, nesta série, que o total de experimentos atinge seu valor máximo (o que parece ir ao encontro da análise realizada por Guedes ainda em 1992), concentrando praticamente um terço (33,5%) de todos os experimentos analisados. A proporção de atividades explicitamente dirigidas ao ensino de Química é praticamente idêntica na 3ª e na 4ª série – as somas dos percentuais das categorias D, E e F para estas séries são, respectivamente, 31,7% e 32,6%. Isso sugere que, no conjunto dos livros e do ponto de vista exclusivamente quantitativo, o tratamento explícito da Química através das atividades experimentais tem seu ápice na 3ª série (com um número maior de experimentos com este caráter, em valores absolutos), e não na 4ª, como seria razoável. No entanto, confirmaram-se duas previsões: a categoria F, *características das transformações químicas*, só aparece no segundo ciclo; e os valores da categoria E, *princípios químicos dos fenômenos*, são sempre crescentes com as séries.

Tratemos, agora, das categorias A, B e C. Esperar-se-ia que, com o avanço das séries, atividades da categoria A, *lúdico-recreativas*, viessem a ser menos sugeridas, devido a seu relativo distanciamento do conteúdo ensinado, e isto, de fato, acontece: correspondem a 13,5% das propostas para a 1ª série, não ocorrem na 2ª, aparecem discretamente na 3ª (3,2%) e são novamente abandonadas na 4ª. Quanto à categoria B, *uso de indicadores*, sua presença é sempre crescente e não chega a ser negativo que alcance mais de 25% das atividades para a 4ª série: suas características permitem associar, à Química, uma imagem mais positiva, apresentando-a como um corpo de conhecimentos úteis para a relação homem-meio. Finalmente, temos a categoria C, *princípios práticos dos fenômenos*, predominante sobre as demais. Esta categoria é importante por oferecer, aos alunos, conhecimentos embasados cientificamente que serão úteis para uma melhor compreensão das relações causais do mundo macroscópico. Porém, consideramos que os livros devem abandonar (proporcionalmente) atividades deste tipo com o avanço das séries, buscando sempre caracterizar as inúmeras transformações químicas presentes nos fenômenos naturais como fenômenos químicos de fato, sugerindo atividades da categoria E.

Assim, dadas as categorias propostas, bem como nossas considerações ao início do artigo, sua distribuição mais desejável entre os volumes dos livros poderia ser representada pelo quadro I da Figura 2. Ele constitui o que chamaremos de *perfil desejável* do tratamento da Química através de atividades experimentais neste nível de escolaridade. Mas analisando as distribuições reais, verificamos a presença de outros perfis, sobretudo o representado no quadro II da mesma Figura 2, nomeado *perfil sem evolução*, sem o preenchimento das categorias D, E e F. O *perfil desejável*, portanto, expressa o aprofundamento dos conhecimentos químicos ao longo das séries, aproximando-se, por exemplo, do tipo de currículo proposto por Bruner e pelos PCN. O *perfil sem evolução* seria típico de um tratamento que relega a Química como uma perspectiva irrelevante, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, para a observação dos fenômenos da natureza. Finalmente, há ainda o perfil do quadro III da Figura 2, próximo do que expressaram algumas das pesquisas mencionadas anteriormente, em especial a de Guedes (1992) e a de Theodoro, Kasseboehmer e Ferreira (2009), que identificaram um tratamento mais extensivo da Química localizado em uma apenas uma das séries, no caso, a 3ª.

Figura 2. Representações de perfis para a distribuição das categorias de A a F entre os volumes de cada série: (I) desejável; (II) sem evolução; (III) tratamento explícito da Química em apenas uma das séries

Série	Categoria					
	A	B	C	D	E	F
4 ^a		■	■	■	■	■
3 ^a		■	■	■	■	
2 ^a	■	■	■	■		
1 ^a	■	■	■			

(I)

Série	Categoria					
	A	B	C	D	E	F
4 ^a		■	■			
3 ^a		■	■			
2 ^a	■	■	■			
1 ^a	■	■	■			

(II)

Série	Categoria					
	A	B	C	D	E	F
4 ^a		■	■			
3 ^a		■	■	■	■	
2 ^a	■	■	■			
1 ^a	■	■	■			

(III)

Fonte: elaborado pelos autores.

Um olhar para as categorias C e E

Vejam detalhadamente quais são os diversos fenômenos naturais abordados nas categorias C e E (respectivamente, *princípios práticos* e *princípios químicos dos fenômenos*) que, juntas, somam quase 80% destes experimentos. Verificamos que eles estão distribuídos entre 11 classes (ou subcategorias) diferentes, que designaremos por letras de *a* a *k*:

- a. *Desenvolvimento dos vegetais*
- b. *Decomposição dos materiais*
- c. *Combustão*
- d. *Preparo dos alimentos*
- e. *Formação e manutenção de ecossistemas*
- f. *Oxidação dos metais*
- g. *Desmineralização do cálcio*
- h. *Fermentação microbiana*
- i. *Humificação do solo*
- j. *Digestão dos alimentos*

k. Diversos: experimentos relacionados à conversão da energia química contida em frutos cítricos em energia elétrica; ao fato de a respiração humana consumir oxigênio e eliminar gás carbônico; à caracterização das erupções vulcânicas como processos que eliminam gases; ao tratamento da água antes de seu consumo; à manufatura de materiais de uso doméstico, como amaciantes de roupas; e à produção de plásticos.

Os critérios para a escolha das classes foram: a quantidade de propostas de atividades experimentais justificar sua criação; e uso de procedimentos experimentais semelhantes. Por exemplo, as classes *d* e *j*, embora tratem de transformações químicas nos alimentos, aparecem separadas devido ao uso de procedimentos marcadamente diferentes – a classe *d*, geralmente, envolve a preparação de alimentos; já a classe *j* estuda o processo de sua digestão – e à presença de um número de atividades considerado suficiente para a criação de dois conjuntos.

Organizamos, na Tabela 2⁶, a ocorrência destas 11 classes de experimentos das categorias C e E entre as coleções, apresentando o número de vezes em que são propostos e seus respectivos percentuais em relação ao conjunto total.

Tabela 2. Distribuição das atividades das categorias C e E entre as classes de a a k, considerando valores absolutos e relativos

Classe	Quantidade de experimentos por categoria			
	C		E	
	absoluta	relativa (%)	absoluta	relativa (%)
a. Desenvolvimento dos vegetais	67	54,5	2	6,7
b. Decomposição dos materiais	23	18,7	5	16,7
c. Combustão	5	4,1	4	13,3
d. Preparo dos alimentos	6	4,9	4	13,3
e. Formação e manutenção de ecossistemas	1	0,8	0	0,0
f. Oxidação dos metais	4	3,3	4	13,3
g. Desmineralização do cálcio	2	1,6	1	3,3
h. Fermentação microbiana	6	4,9	4	13,3
i. Humificação do solo	4	3,3	0	0,0
j. Digestão dos alimentos	3	2,4	3	10,0
k. Diversos	2	1,6	3	10,0
Total	123	100,0	30	100,0

Fonte: elaborada pelos autores.

Na distribuição observada, a classe *a*, tratando do *desenvolvimento dos vegetais*, constitui a maioria das propostas (54,5% das atividades da categoria C), seguida pela *b*, *decomposição dos materiais* (18,7% da categoria C). As demais classes não ultrapassam, cada uma, 5% dos valores, tendo uma frequência média de 3% das propostas.

Estes dados mostram que os livros, ao sugerirem atividades com transformações químicas, tendem a não explorar um amplo conjunto de fenômenos. Concentram sua atenção em 2 entre 11 deles, às vezes de modo exagerado: análises mais minuciosas, que não apresentamos aqui, mostram, por exemplo, que a coleção 9 relaciona 14 de suas 15 atividades à classe *a*; e a coleção 4 faz isso com 10 de suas 16 propostas.

Não questionamos a escolha dos autores por abordarem experimentos relacionados às classes *a* e *b* principalmente. De fato, são fenômenos importantes, presentes no cotidiano dos alunos e propícios a diferenciadas abordagens de vários conteúdos (por exemplo, fotossíntese, fototropismo, nutrição vegetal, conservação dos alimentos, adubação do solo, degradação do lixo etc.). Mas não consideramos positivo que uma mesma coleção praticamente restrinja suas atividades a somente estas classes, como que ignorando a importância de um trabalho experimental com diversos outros conteúdos relevantes, por exemplo: a combustão, a oxidação dos metais, as transformações dos alimentos de sua produção à sua digestão no interior do corpo humano etc.

⁶ A classe *e* é aqui representada por apenas uma atividade por ter sido proposta em um processo mais amplo de avaliação de livros, em que se verificou uma presença maior de atividades com este perfil.

Acreditamos, ainda, que outro problema pode ser gerado se os livros restringirem-se ao tratamento de poucas classes de fenômenos, considerando as atividades da categoria *C*. Supondo um livro que apresente o *perfil desejável* de distribuição de suas atividades entre as categorias de *A* a *F*, será positivo que, antes de estudar determinado fenômeno sob o viés do tratamento químico com uma atividade da categoria *E*, o estudante possa ter noções prévias sobre este fenômeno em uma atividade da categoria *C*. Por exemplo, pode ser desejável que, antes que se busque caracterizar a combustão como um processo químico, o aluno já possua algumas noções de caráter científico (isto é, vindas de um conhecimento sistemático sobre a natureza, e não de um processo espontâneo de busca por explicações apoiadas no senso comum), oriundas de um trabalho anterior, como uma atividade da categoria *C*, classe *c*. Não podemos nos esquecer que este tipo de deficiência, que acreditamos não ser facilmente superável pelos autores dos livros, poderá ser convertida em grandes oportunidades para o estudo dos fenômenos químicos desde que haja uma adequada intervenção do professor.

Um olhar para as atividades da categoria *E* revela um cenário mais positivo do que aquele da categoria *C*: a distribuição é mais equilibrada entre os diversos fenômenos abordados pelas atividades. Apenas as classes *e* (*formação e manutenção de ecossistemas*), *g* (*desmineralização do cálcio*) e *i* (*humificação do solo*) não são trabalhadas ou o são com um número de propostas muito abaixo da média para o conjunto total. O problema parece ser que, como afirmamos anteriormente, muitas destas atividades são introduzidas já com o viés da Química, sem uma preparação prévia, que trate estes fenômenos sob uma perspectiva mais próxima dos conhecimentos espontâneos dos estudantes.

A título de conclusão

A Química não pode se resumir a uma ciência do quadro-negro, devendo ser vivenciada e explorada pelos alunos em oportunidades para a realização de atividades no próprio espaço escolar, onde se espera que os fenômenos sejam observados com o olhar do conhecimento científico, em contraposição às observações ingênuas do senso comum. Ela não pode continuar sendo apresentada como somente a ciência da classificação de átomos e moléculas em categorias sem significado para o estudante, ou lidando com cálculos difíceis e irrealistas. Trata-se de um corpo de conhecimentos muito mais amplo, complexo, útil e, por que não, belo: lida com o mundo das moléculas, átomos e elétrons, mas seu conhecimento nos auxilia a compreender a essência de um ambiente em constantes transformações, em que a ciência se esforça para encontrar regularidades. A Química não pode ser apresentada, aos educandos, cidadãos do futuro e do presente, como o distante ofício de certos especialistas, mas sim, como a ciência que estuda: a reciclagem dos materiais do ambiente, os diversos processos que ocorrem em nossos corpos ininterruptamente, a história da constituição de nosso planeta, as técnicas para produção de alimentos e bens etc.

No entanto, vimos que os livros didáticos de Ciências das séries iniciais do Ensino Fundamental parecem estar contribuindo de forma pouco significativa para este tratamento do conhecimento químico. Elaboramos, neste trabalho, um sistema de categorias que possibilita verificar se, em algum momento, a Química é apresentada, aos ingressantes do Ensino Fundamental, como um campo do estudo que, entre outros aspectos, se vale de uma termino-

logia própria e de uma maneira particular de encarar certos fenômenos. Este sistema permite, além disso, verificar se esta abordagem do conhecimento químico apresenta uma evolução ao longo das quatro séries – constituindo um perfil desejável para este contato com a Química – ou se permanece restrita a apenas um determinado momento delas. Embora não tenhamos comentado isto no decorrer do artigo, nossos resultados mostraram que, entre 12 coleções de livros analisadas, somente duas se enquadraram neste perfil desejável para a apresentação destes conhecimentos, considerando as propostas de atividades experimentais envolvendo transformações químicas.

Esperamos que este estudo, que vem a se somar às outras contribuições que recuperamos nas seções iniciais deste artigo, incentive mais investigações sobre o papel da Química para os anos iniciais da Educação Básica brasileira, repercutindo, também, no processo de educação em ciências. Acreditamos ser imprescindível que os educandos, já a partir destes primeiros momentos, caminhem para se tornarem “quimicamente alfabetizados” (SARRÍA; SOCTO, 1998). A Química constitui um dos conteúdos fundamentais para a apropriação de formas mais elaboradas de pensamento e de relacionamento com o ambiente. É papel da educação escolar garantir esta apropriação, tratando devidamente destes conteúdos.

Agradecimentos

Agradecemos ao Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP) por disponibilizar os livros utilizados nesta análise. Agradecemos, também, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro . 4. ed. rev. atual. Lisboa: Edições 70, 2010.
- BEJARANO, N. R. R.; CARVALHO, A. M. P. A educação química no Brasil: uma visão através das pesquisas e publicações da área. **Educación Química**, Cidade do México, v. 11, n. 1, p. 160-167, 2000.
- BRASIL. Lei n. 11.274, de 06 de fevereiro de 2006. Altera a redação dos artigos 29, 30, 32 e 87 da Lei n. 9.394/1996. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Atos do Poder Legislativo, Brasília, 07 fev. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11274.htm>. Acesso em: 01 fev. 2014.
- BRUNER, J. S. **O processo da educação**. Tradução de Lólio Lourenço de Oliveira. 7. ed. São Paulo: Nacional, 1978.
- 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.

- FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. A produção do conhecimento sobre o ensino de química nas reuniões anuais da Sociedade Brasileira de Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 8, p. 2100-2110, 2008.
- FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 2. ed. Brasília: Liberlivro, 2005.
- GUEDES, M. F. **Análise de conteúdo de livros didáticos de ciências**: os termos químicos apresentados e suas representações possíveis. 1992. 209 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
- KARPLUS, R. Chemical phenomena in elementary school science. **Journal of Chemical Education**, Nova York, v. 43, n. 5, p. 267-269, 1966.
- KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo de ciências**. São Paulo: EPU, 1987.
- MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/01.pdf>>. Acesso em: 31 jan. 2014.
- MORI, R. C. **Análise de experimentos que envolvem química presentes nos livros didáticos de ciências de 1ª a 4ª séries do ensino fundamental avaliados no PNLD/2007**. 2009. 202 f. Dissertação (Mestrado em Físico-Química) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.
- ROSA, M. I. F. P. S. **A evolução de idéias de alunos de 1º ano do ensino médio sobre transformação química em um processo de ensino construtivista**. 1996. 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.
- ROSA, M. I. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito de transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 8, p. 31-35, 1998.
- SARRÍA, E. H. G.; SCOTTO, A. L. Alimentos: uma questão de química e de cozinha. In: WEISSMANN, H. (Org). **Didática das ciências naturais**: contribuições e reflexões. Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 185-237.
- SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 14-24, 2005. (Suplemento). Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25s1/9408.pdf>>. Acesso em: 31 jan. 2014.
- SILVA, C. S. et al. Química nas séries iniciais do ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/viempec/CR2/p729.pdf>>. Acesso em: 6 fev. 2012.
- THEODORO, M. E. C.; KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. A evolução do conceito transformação química em livros didáticos de 1ª à 4ª série do ensino fundamental e aprovados pelo PNLD. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais...** Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/7enpec/pdfs/265.pdf>>. Acesso em: 6 fev. 2012.

ZANON, D. A. V. **A contribuição da química para o ensino de ciências nas séries iniciais do 1º grau**: como isso ocorre na habilitação específica para o magistério? 1996. 139 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

ZANON, L. B.; PALHARINI, E. M. A química no ensino fundamental de ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 2, p. 15-18, 1995.

Livros didáticos analisados

Coleção 1: CUNHA, P. C.; RAIMONDI, S. **Ciências**. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Atual, 2004. 4 v. (Coleção Curumim).

Coleção 2: PECORARI, A. C. N.; FOGAÇA, M. **COPE**: ciências, observação, pesquisa, experimentação. São Paulo: Quinteto Editorial, 2005. 4 v. (Coleção COPE).

Coleção 3: WOLFF, J.; MARTINS, E. **Redescobrir ciências**. São Paulo: FTD, 2005. 4 v. (Coleção Redescobrir: Ciências).

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

Coleção 5: CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Ciências**. São Paulo: Ática, 2004. 4 v. (Coleção Vivência e construção).

Coleção 6: RAMOS, L. M. P. et al. **Terra, planeta vida**: ciências. 2. ed. São Paulo: Ática, 2004. 4 v. (Coleção Terra, planeta vida).

Coleção 7: PROJETO Pitangua: ciências. São Paulo: Moderna, 2005. 4 V. (Coleção Projeto Pitangua).

Coleção 8: SAMPAIO, F. A. A.; CARVALHO, A. F. **Caminhos da ciência**: uma abordagem socioconstrutivista. 3. ed. São Paulo: IBEP, 2005. 4 v. (Coleção Caminhos da ciência).

Coleção 9: SILVA, E. R. S.; BALESTRI, R. D. **Ciências**. São Paulo: Escala Educacional, 2005. 4 v. (Coleção Conhecer e crescer).

Coleção 10: RICETTO, L. A.; RODRIGUES, R. M. A. **Ciências para crianças**. São Paulo: IBEP, 2005. 4 v. (Coleção Ciências para crianças).

Coleção 11: SAMPAIO, F. A. A.; CARVALHO, A. F.; ENGELSTEIN, M. **Ciências**. São Paulo: Sarandí, 2005. 4 v. (Coleção Ponto de partida).

Coleção 12: MORAIS, M. B. et al. **Conhecer e gostar**: ciências para você. São Paulo: Dimensão, 2004. 4 v.