

QUÍMICA PARA AS SÉRIES INICIAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Rafael C. Mori^{1*}(PG), Antonio Aprigio da S. Curvelo^{1,2} (PQ)

* rafael.mori@usp.br

1. Departamento de Físico-Química/Instituto de Química de São Carlos (IQSC-USP) – Av. Trabalhador São-carlense, 400, São Carlos, SP.

2. Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP) – Rua 9 de Julho, 1227, São Carlos, SP.

Palavras-Chave: Química - séries iniciais, experimentação, livro didático.

RESUMO: Investiga o ensino de Química para o início da educação básica. Primeiro, recupera resultados de investigações anteriores, constituindo a visão acadêmica sobre o papel da Química no currículo de Ciências de 1^a a 4^a séries do ensino fundamental. A seguir, analisa as 12 coleções de livros didáticos de Ciências aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático 2007, buscando por propostas de experimentos envolvendo reações químicas. São encontradas 182 atividades, classificadas então em categorias que explicitam a importância relegada ao conhecimento químico para sua realização. Apenas duas coleções se enquadram em um perfil ideal para a apresentação destas atividades na progressão pelas séries. Verifica também que, entre 11 classes de enunciados referentes a diversos fenômenos químicos, as atividades se concentram em apenas duas delas. Conclui sugerindo que estes livros têm contribuído de forma pouco substancial para um adequado ensino elementar de Química no início da escolaridade.

INTRODUÇÃO

Pesquisas sobre o estado da arte do conhecimento em Ensino de Química no Brasil¹ 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 8^a série (9^o ano). Tradicionalmente, esta é a etapa eleita pelos professores para a introdução dos primeiros formalismos relacionados ao conhecimento físico e ao conhecimento químico.

Mas a abordagem de noções básicas de Química se dá em níveis ainda mais elementares. Esta afirmação 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 1^a a 4^a), 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 nesta comunicação. A pesquisa realizada constitui parte dos resultados apresentados na dissertação de mestrado de um dos autores².

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”³, 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 o entendimento dos alunos” (p. 267, tradução livre). Karplus argumenta que esta escola primária deve proporcionar aos estudantes, inicialmente, uma tomada de observações extensivas sobre as transformações químicas. Mais tarde é que seriam trabalhados o reconhecimento das propriedades químicas e outras características acerca de tais 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.

O artigo citado é uma produção característica de um momento em que se passa a reclamar para o estudante um papel mais ativo no processo de ensino e aprendizagem. Aparece em seu texto a influência de Bruner, cuja obra *O processo da educação*⁴, de 1960, exerceu importante papel para o aporte dos estudos cognitivistas junto à educação científica.⁴ Veja-se, por exemplo, o que se diz à página 32 do livro:

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.

Na visão de Bruner, defendida por Karplus 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, os conteúdos já vistos seriam retomados, mas com um aprofundamento. 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, principalmente entre aqueles preocupados com o ensino dos conteúdos de ciências. No Brasil, o maior exemplo deste posicionamento talvez seja o conjunto de documentos dos Parâmetros Curriculares Nacionais.⁵

Um currículo em espiral para as primeiras noções do conhecimento químico

Considerando o ensino elementar de Química e um currículo em espiral, duas questões se levantam: como iniciar este ensino na 1ª série? Até que ponto progredir?

Algumas respostas podem ser vislumbradas se recorrermos aos estudos de linha cognitivista, mais uma vez. Um exemplo pertinente seria a seguinte menção à teoria da aprendizagem significativa, de David Ausubel (de início um seguidor de Piaget), na dissertação de mestrado de Rosa⁶ (à página 37, grifos 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 também nos sugere, especificamente, uma possível “primeira noção” do ensino de química: o conceito de transformação química. Rosa e Schnetzler⁷, à página 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, 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 poderiam ser propostos, por exemplo, os estados físicos da matéria. Neste processo, a atenção das crianças seria chamada para a comparação entre alguns tipos de transformação, donde se discutiriam algumas 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, em artigo tratando do ensino de Química na 4^a série do ensino fundamental⁸, 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 aberta 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 porquê da 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 no currículo em ação

Verifiquemos quais informações dispomos, até o momento, sobre que lugar ocupa a Química no atual ensino elementar de ciências brasileiro. Para este fim, recorreremos a três trabalhos: a dissertação de mestrado de Guedes, de 1992⁹; a dissertação de Zanon, de 1996¹⁰; e uma comunicação para o VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (2007), de Silva e colaboradores¹¹.

O trabalho de Guedes 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 300 nas quatro finais. Registram-se valores crescentes de termos da 1ª à 3ª série, com marcantes descontinuidades a partir deste momento. Diz o autor, à página 95, que “as grandes diferenças em termos químicos estão nas séries em cada coleção e não entre as coleções”. As categorias com maior número de termos são as de números 4 (39%) e 2 (26%) que, conforme aponta o autor, incluem termos químicos do senso comum. O mais baixo percentual refere-se aos termos da categoria instrumental, sugerindo pouco interesse, por parte dos livros, em tratar da parte experimental da ciência. Sobre as descontinuidades já comentadas, o autor afirma que a Química e seu discurso ficam concentradas 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 mais terminologia e um modelo adicional (atômico).

Já a dissertação de Zanon é intitulada *A contribuição da Química para o ensino de ciências nas séries iniciais do primeiro grau: como isso ocorre na Habilitação Específica para o Magistério?*. Ao visitar uma escola com oferecimento deste tipo de habilitação – que possibilita a docência nas séries iniciais do ensino fundamental –, a autora verifica que as disciplinas de Química têm uma contribuição muito pequena na formação destes professores. Alguns professores da habilitação ministram a disciplina da mesma forma que no ensino médio regular, no lugar trabalharem os conteúdos químicos considerando sua relação com o ensino de ciências nas séries iniciais. Os alunos do curso também não percebem esta relação e, insistindo na sua necessidade, a autora chega a compilar possíveis conteúdos da Química presentes na Proposta Curricular para o ensino de Ciências do Estado de São Paulo, conforme o documento em vigor à época do estudo.

Por fim, há o estudo mais recente de Silva e colaboradores, intitulado *A Química nas séries iniciais do ensino fundamental*. Investiga quais seriam os conteúdos químicos ensinados por professoras de uma escola municipal, também levando em consideração os livros didáticos adotados. Em um questionário, os professores são perguntados se realizam experimentos em sala de aula e se trabalham a Química entre os conteúdos de ciências. As respostas indicam que preferem abordar o conhecimento químico através de atividades práticas, mas nem sempre envolvendo a experimentação, sendo os temas associados à Química *fotossíntese, higiene pessoal, seres vivos e ambiente*, indicando uma ênfase no conhecimento biológico (também verificada e criticada por Guedes no trabalho que já mencionamos). Quanto à análise dos livros didáticos, os pesquisadores verificam que as duas coleções investigadas 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 observações de transformações diversas. A outra apresenta informações sobre *estados físicos da matéria, misturas,*

substâncias e solução, abordando as transformações químicas a partir do tema *digestão dos alimentos*.

Conjugando todas estas informações, temos uma indicação sobre o lugar da Química no currículo em ação das séries iniciais do ensino fundamental:

- Nos livros didáticos, recebe pouca atenção em comparação com seu tratamento nas séries finais;
- Ainda nestes livros, quando apresentada, parece ser confinada a apenas uma das séries, configurando um tratamento notavelmente descontínuo ao longo do progresso pelo 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 como objeto de pesquisa adequado para um primeiro estudo: os livros didáticos de Ciências. Por possuírem uma função referencial¹², acabam se tornando uma materialização do currículo.

Os livros escolhidos para esta análise foram os aprovados no Programa Nacional do Livro Didático – PNLD/2007, disponíveis para o uso nas escolas públicas brasileiras no período de 2007 a 2009. São 12 coleções – 1ª a 4ª séries – de Ciências que submetemos à Análise de Conteúdo, técnica utilizada nas pesquisas de modalidade qualitativa. No entanto, por dispormos de um conjunto fechado – todos os livros didáticos enviados às escolas públicas brasileiras no período em questão – também apresentaremos discussões sobre aspectos quantitativos.

A metodologia da Análise de Conteúdo envolve o estabelecimento das chamadas *unidades de análise*, conforme Franco¹³. Utilizaremos como *unidade de registro* o Tema, definido como “uma asserção sobre determinado assunto. Pode ser uma simples sentença (sujeito e predicado), um conjunto delas ou um parágrafo” (p. 39). Esta unidade de registro 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, que por sua vez constituem um tema fundamental da Química.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos livros didáticos revelou a existência de 182 atividades que se enquadraram em nossos critérios. A Química sempre está presente nestes experimentos, mas as transformações químicas envolvidas não necessariamente são caracterizadas como tais. Muitas vezes, sua importância nem é destacada pelo livro. Considerando este fato e visando à compreensão desse currículo elementar de Química conforme proposto nos livros, criamos um sistema de categorias apropriado para uma classificação sistemática das unidades de análise. Primeiramente, observando as atividades dos livros, verificamos que todas poderiam ser alocadas em um (e somente um) de dois conjuntos:

- *atividades não intencionalmente ou implicitamente dirigidas a este ensino*: abordam tópicos normalmente vistos em outras disciplinas científicas, em que a presença de transformações químicas nos fenômenos não é alvo de considerações

explícitas sobre a Química (por exemplo, envolvendo o uso de termos como reação química, transformação química, fenômeno químico, reagentes/produtos, etc.). As transformações, quando referidas, o são através de termos mais genéricos, como transformações, sínteses, formações, degradações, decomposições, alterações, etc. – palavras que a nosso entender podem não deixar claro, a leigos, se os fenômenos envolvidos são de natureza física ou 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*):

A. Visam a entreter os estudantes, possuindo um caráter lúdico-recreativo. Aproveitam-se do aspecto contra-intuitivo 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 em que a atmosfera de show ou de magia domina o ambiente. 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. 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. 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, estas propostas estão relacionadas ao ensino do que poderíamos chamar de *princípios práticos dos fenômenos naturais*, visando à apropriação, pelos educandos, de hábitos ou 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 da vida prática em que sua ocorrência não for desejável. Alocamos nesta categoria também as propostas em que os fenômenos naturais são explorados

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

E. Tratam de fenômenos naturais caracterizando-os como transformações químicas, constituindo uma abordagem mais aprofundada dos fenômenos da categoria *C*;

F. Mais do que apresentar transformações químicas, buscam estudar algumas características de tais processos, o que chamaríamos de *propriedades das reações químicas*. Envolvem conceitos como velocidade de reação, reversibilidade/irreversibilidade e estequiometria, sendo 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 categoria *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 categorias que envolvessem uma abordagem explícita dos fenômenos químicos. Não esperaríamos encontrar, portanto, grande presença das categorias *D* e *E* no primeiro ciclo do ensino fundamental (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, conforme os dados da Tabela 1. Optou-se por representar os dois blocos de categorias (*A/B/C* e *D/E/F*) em conjuntos de cores que pudessem identificá-los.

Tabela 1: Distribuição, entre os volumes de cada série, das atividades nas categorias de A a F, considerando valores absolutos e relativos.

Categoria	valor	número de experimentos por série				total
		1ª	2ª	3ª	4ª	
A	absoluto	5	0	2	0	7
	relativo (%)	13,5	0,0	3,2	0,0	3,7
B	absoluto	0	1	6	11	18
	relativo (%)	0,0	2,2	9,5	25,6	9,6
C	absoluto	32	34	35	18	119
	relativo (%)	86,5	75,6	55,6	41,9	63,3
D	absoluto	0	6	6	1	13
	relativo (%)	0,0	13,3	9,5	2,3	6,9
E	absoluto	0	4	13	11	28
	relativo (%)	0,0	8,9	20,6	25,6	14,9
F	absoluto	0	0	1	2	3
	relativo (%)	0,0	0,0	1,6	4,7	1,6
total	absoluto	37	45	63	43	188
	relativo (%)	19,7	23,9	33,5	22,9	100,0

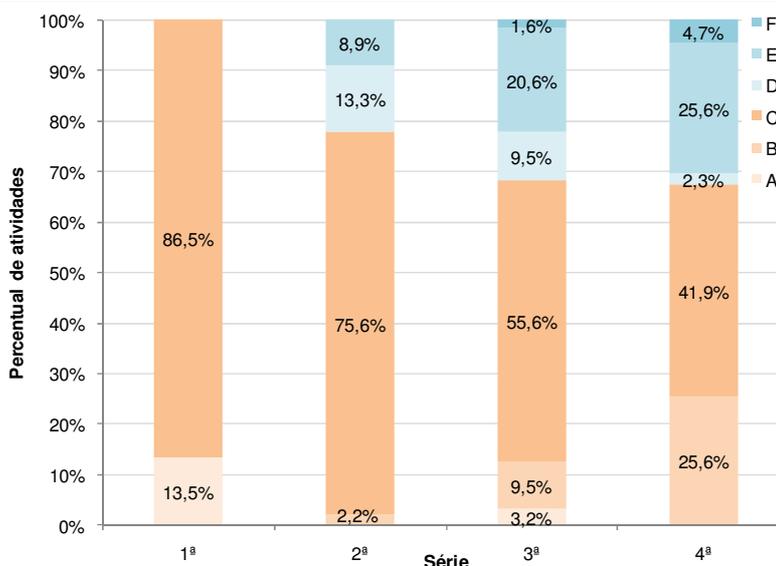


Figura 1: Gráfico da distribuição percentual, entre os volumes de cada série, das atividades conforme as categorias de A a F, para o total de coleções de Ciências aprovadas no PNLD/2007.

Como se observa na Tabela 1 e 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*, *A* e *F*. O número total de propostas na Tabela 1 (188) é maior que o número total de experimentos (182) devido a sobreposições entre categorias. Por exemplo, uma das atividades foi alocada na categoria *F* por abordar noções elementares de estequiometria, mas também se constitui em uma proposta típica da categoria *E* por incluir a combustão da parafina na classe de transformações de caráter químico.

Observa-se na Figura 1 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 Guedes¹⁰ 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.

Tratemos agora das categorias *A*, *B* e *C*. Esperar-se-ia que, com o avanço das séries, atividades da categoria *A* viessem a ser cada vez 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 série, aparecem discretamente na 3ª (3,2%) e são novamente abandonadas na 4ª. Quanto à categoria *B*, sua presença é sempre crescente e não chega a ser negativo que chegue a mais de 25% das atividades para a 4ª série. Entendemos que 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*, predominante sobre as demais. Esta categoria é importante por oferecer aos alunos certos conhecimentos embasados cientificamente que serão úteis para uma melhor compreensão das relações causais do mundo macroscópico. Porém, consideramos que os livros devem ir abandonando (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, considerando o sistema de categorias proposto, sua distribuição mais desejável entre os volumes dos livros poderia ser representada pelo quadro I da Figura 2. Ela constitui o que chamaremos de *perfil ideal* do tratamento da Química através de atividades experimentais. Mas com as distribuições reais, verificamos a presença de outros perfis, principalmente o representado no quadro II da mesma Figura. **Fonte de referência não encontrada.**, nomeado *perfil sem evolução*, sem o preenchimento das categorias *D*, *E* e *F*.

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

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

Então, analisamos as 12 coleções de Ciências do PNLD/2007 quanto a estes perfis. Apenas duas se aproximariam do perfil ideal; seis se aproximam do perfil sem evolução; e quatro apresentam outros tipos de perfil. Entre estes, o mais comum é aquele em que nos volumes da 2^a ou da 3^a série ocorre a maioria dos experimentos das categorias D, E e, às vezes, F (quadro III da Figura 2). Em geral, são obras que somente nestes volumes apresentam seções inteiramente dedicadas à Química.

Um olhar para as categorias C e E

Vejamos detalhadamente quais são os diversos fenômenos naturais abordados nas categorias C e E que, juntas, somam 70,2% destes experimentos.

Verificamos que estes fenômenos estão distribuídos entre 11 classes diferentes, que designaremos por letras de a a k. Apresentamos estas classes através de enunciados que julgamos representar alguns dos conhecimentos que os autores desejam veicular com as atividades experimentais que propõem. Estes enunciados, de modo geral, relacionam-se a determinados processos químicos específicos. As classes são:

a. Os vegetais são seres que necessitam de certas condições (água, luz, temperatura adequada, solo fértil) para seu adequado desenvolvimento, desde a germinação. A privação de alguma delas, ou seu fornecimento em condições inadequadas (por exemplo, o provimento de água com pH muito ácido ou a presença de poluentes no solo), pode inibir o desenvolvimento dos indivíduos ou levar à sua morte.

b. Há microorganismos, como fungos e bactérias, que realizam o processo de decomposição da matéria orgânica, degradando seus componentes em minerais. Este processo pode ser evitado (por exemplo, através do uso de substâncias que eliminem os decompositores) ou retardado (por exemplo, através da refrigeração).

c. A combustão é um fenômeno que libera a energia contida em materiais combustíveis, necessitando de calor e de gás oxigênio para ocorrer. Dependendo das condições ambientais e dos materiais envolvidos, este processo irá eliminar, além de gás carbônico e água em estado gasoso, material particulado e outros gases.

d. O preparo dos alimentos envolve sua transformação ou a de seus ingredientes, ocorrendo pela simples mistura dos materiais envolvidos e/ou em decorrência de fatores como a elevação da temperatura ambiental.

e. Um ecossistema é um conjunto de elementos vivos e não vivos que depende de suas interações para permanecer em equilíbrio. O modo como se dão estas relações determina a distribuição dos recursos (luz, água, nutrientes, etc.) entre os componentes deste sistema.

f. Materiais como o ferro, se deixados em local com umidade e contato com o ar atmosférico, podem se enferrujar. Existem técnicas para evitar/retardar este processo ou para remover a superfície de ferrugem formada sobre o objeto oxidado.

g. O cálcio é um elemento constituinte de estruturas ósseas dos animais, sendo um dos responsáveis por sua rigidez característica. O contato prolongado dos ossos com materiais ácidos pode promover a desmineralização deste tecido (remoção do cálcio) levando, portanto, à diminuição de sua rigidez.

h. Certos microorganismos realizam o processo de fermentação, degradando açúcares e formando substâncias como álcool, ácido lático e gás carbônico. É um processo importante que possui extensas aplicações na produção de alimentos como pães, bolos e derivados do leite.

i. As minhocas, por realizarem a humificação do solo, contribuem para a reposição de seus nutrientes.

j. A digestão dos alimentos, nos seres humanos, envolve substâncias (enzimas e ácidos, por exemplo) e processos diversos, específicos para o melhor aproveitamento dos nutrientes ingeridos.

k. Diversos: experimentos relacionados à conversão da energia química contida frutos cítricos em energia elétrica; ao fato da 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.

Organizamos na Tabela 2 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. Registram-se, novamente, pequenas sobreposições entre as classes.

Tabela 3. Distribuição das atividades das categorias *C* e *E* entre as classes de *a* a *k*, considerando valores absolutos e relativos.

Categoria	valor	número de experimentos por classe											total
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>	<i>j</i>	<i>k</i>	
<i>C</i>	absoluto	67	23	5	6	1	4	2	6	4	3	2	123
	relativo (%)	54,5	18,7	4,1	4,9	0,8	3,3	1,6	4,9	3,3	2,4	1,6	100,0
<i>E</i>	absoluto	2	5	4	4	0	4	1	4	0	3	3	30
	relativo (%)	6,7	16,7	13,3	13,3	0,0	13,3	3,3	13,3	0,0	10,0	10,0	100,0

Na distribuição observada, a classe *a*, tratando do desenvolvimento dos vegetais, constitui a maioria das propostas (55,4% das atividades da categoria *C*), seguida pela *b*, decomposição (18,2% da categoria *C*). As demais classes não ultrapassam, cada uma, 5%, 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 dois de 11 enunciados gerais, às vezes de modo exagerado: análises que não apresentamos neste artigo 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.

Acreditamos ainda que outro problema pode ser gerado se os livros restringirem-se ao tratamento de poucas classes de enunciados, considerando as atividades da categoria *C*. Supondo um livro que apresente o perfil ideal 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 aquele da categoria *C*: a distribuição é mais equilibrada entre os diversos fenômenos abordados pelas atividades. Apenas as classes *e*, *g* e *i* 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 sugerem um olhar para os fenômenos naturais já com o viés da Química. Pode não ter havido uma preparação adequada, em momentos anteriores, para o tratamento destes fenômenos sob uma perspectiva mais próxima dos conhecimentos prévios 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 irreais. Trata-se um corpo de conhecimentos muito mais amplo, complexo, útil e, porque 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 e padrões. 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. Entre 12 coleções analisadas, somente duas se enquadraram em um perfil adequado 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 papel da Química para os anos iniciais da educação básica brasileira. Acreditamos ser imprescindível que os educandos, já a partir destes primeiros momentos, caminhem para se tornarem “quimicamente alfabetizados”.¹⁴ 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.

REFERÊNCIAS

- ¹ 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.
- ² 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 p. Dissertação (Mestrado em Ciências)-Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009
- ³ KARPLUS, R. Chemical phenomena in elementary school science. **Journal of Chemical Education**, New York, v. 43, n. 5, p. 267-269, 1966.
- ⁴ BRUNER, J. S. **O processo de educação**. 7. ed. São Paulo: Nacional, 1974.
- ⁵ BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais**. MEC/SEF: Brasília, 1996.
- ⁶ 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.
- ⁷ 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.
- ⁸ 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.
- ⁹ 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.
- ¹⁰ 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.
- ¹¹ SILVA, C. S.; ZULIANI, R. D.; FRAGOSO, S. B.; OLIVEIRA, L. A. A. A Química nas séries iniciais do ensino fundamental. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007.
- ¹² 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, set./dez. 2004.
- ¹³ FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 2. ed. Brasília: Liberlivro, 2005.
- ¹⁴ SARRÍA, E. H. G.; SCOTTO, A. L. Alimentos: uma questão de química e de cozinha. In: WEISSMAN, H. (ed.). **Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões**. Porto Alegre: Artmed, 1998. Cap. 8.