

Discutindo a Química do Ensino Fundamental Através da Análise de um Caderno Escolar de Ciências do Nono Ano

Tathiane Milaré, Maria Eunice Ribeiro Marcondes e Daisy de Brito Rezende

Este trabalho tem como objetivo discutir alguns aspectos do estudo da química desenvolvido no ensino de ciências do 9º ano do ensino fundamental, buscando relações com algumas das principais dificuldades da aprendizagem em química apontadas na literatura. Para isso, analisamos um caderno escolar de ciências de uma aluna de 9º ano e consideramos o livro didático utilizado na época. A análise indicou que existe um excesso de conteúdos trabalhados de forma inadequada nessa série. De modo geral, o ensino de química praticado teve enfoque na memorização e na resolução mecânica de exercícios, que não contribuem para a formação do pensamento químico.

► ensino de ciências, química, caderno escolar ◀

Recebido em 07/03/2013, aceito em 29/09/2013

1

Na maioria das vezes, a química só começa a ser abordada de maneira explícita no ensino de ciências da última série do ensino fundamental. Não que conteúdos químicos não sejam estudados anteriormente, mas em geral, é no 9º ano que os professores de ciências dividem o ano letivo entre as disciplinas de química e física. Embora esta não seja uma orientação dos documentos oficiais que regem a educação no país, a disciplinaridade ocorre em muitas classes de 9º ano (Milaré, 2008).

É importante considerar, no entanto, que cada disciplina científica concebe o mundo e considera os fenômenos de maneira distinta, atrelando-se a essa concepção aspectos culturais, econômicos e sociais do contexto em que foi desenvolvida (Fourez, 1995). As disciplinas tratam de seu objeto de estudo de maneira característica, delimitando-o conforme seus objetivos. São formas de simplificar a complexidade

das situações reais e, de certa maneira, de introduzir os estudantes ao pensamento científico e teórico (Fourez, 1997).

Nesse sentido, aprender química consiste não apenas em conhecer suas teorias e conteúdos, mas também em compreender seus processos e linguagens, assim como o enfoque e

o tratamento empregado por essa área da ciência no estudo dos fenômenos. A química possui uma forma peculiar de ver o mundo, diversa daquela que os estudantes estão habituados a utilizar.

Mesmo que um estudante não empregue o pensamento químico ao abordar sua realidade ou a linguagem química ao se comunicar, ou seja, mesmo que ele não adote uma visão de mundo caracterizada como científica (El-Hani; Bizzo, 2002), apenas compreender essa nova abordagem já é um processo bastante complexo. Isso porque os

estudantes possuem concepções e conhecimentos diversos construídos ao longo de sua vida em relações estabelecidas com outros indivíduos, culturas e ambientes.

Carlos e Cristina Furió (2000, p. 301) descreveram um panorama das características gerais do pensamento espontâneo dos estudantes, afirmando que “a percepção de qualquer

Mesmo que um estudante não empregue o pensamento químico ao abordar sua realidade ou a linguagem química ao se comunicar, ou seja, mesmo que ele não adote uma visão de mundo caracterizada como científica (El-Hani; Bizzo, 2002), apenas compreender essa nova abordagem já é um processo bastante complexo. Isso porque os estudantes possuem concepções e conhecimentos diversos construídos ao longo de sua vida em relações estabelecidas com outros indivíduos, culturas e ambientes.

A seção “O aluno em foco” traz resultados de pesquisas sobre ideias informais dos estudantes, sugerindo formas de levar essas ideias em consideração no ensino-aprendizagem de conceitos científicos.

fenômeno será filtrada ontológica e conceitualmente pelo estudante, baseando-se não somente em sua experiência física, mas também na cultura e na linguagem cotidiana”. Assim, os autores destacam duas principais vertentes de pensamento.

A primeira, de caráter ontológico, refere-se às ideias que os estudantes possuem sobre a realidade do mundo natural. Essa realidade coincide com as percepções sensoriais do sujeito, ou seja, só é real aquilo que pode ser visto ou sentido. Como consequência, é comum que os estudantes concebam o mundo microscópico com as mesmas características do mundo macroscópico como, por exemplo, que as moléculas podem queimar como a madeira, que as moléculas mudam de forma e tamanho quando uma substância muda de estado físico (Andersson, 1986; Nakhleh, 1992) ou ainda que possuam dificuldades em compreender processos que envolvam gases, uma vez que não podem vê-los e acreditam que não possuem massa (Mas; Perez; Harris, 1987).

A segunda característica dos pensamentos dos estudantes refere-se à sua relação com o meio social e cultural (Furió; Furió, 2000), ideia amplamente presente na literatura. Por exemplo, Mortimer (1996) admite que esses pensamentos se originem na linguagem e em outras representações simbólicas da cultura cotidiana.

No que se refere ao ensino de química, muitos conceitos e ideias não fazem parte de reflexões comuns do dia a dia. As ligações químicas são exemplos disso, pois seus modelos são desenvolvidos a partir dos modelos atômicos. O atomismo, por sua vez, pode compreender diversas ideias, desde aquelas caracterizadas pela noção de que a matéria é contínua até as teorias da química contemporânea. Desse modo, existe a possibilidade de que concepções equivocadas sobre conceitos da química possam ser formadas, ou reforçadas, durante a vida escolar dos estudantes, principalmente quando as reflexões acerca da natureza da matéria são iniciadas no ensino

de ciências do nível fundamental. Esse não é o momento mais adequado para a abordagem dessa temática, de forma compreensível para os alunos e, muitas vezes, o próprio professor não está preparado para desenvolvê-la. Assim, diversas dificuldades podem surgir nos processos de ensino e aprendizagem em química, principalmente no 9º ano, dadas as características do ensino desenvolvido nessa série.

Nesse contexto, temos nos preocupado com as características do ensino de química desenvolvidas em ciências na última série do ensino fundamental (Milaré; Pinho-Alves, 2010a; 2010b; 2010c; Milaré; Marcondes; Rezende, 2010), uma vez que elas podem contribuir para a formação de obstáculos e concepções equivocadas, que impedem

o desenvolvimento do pensamento químico. A pesquisa apresentada neste artigo foi desenvolvida no contexto de uma disciplina de pós-graduação sobre as dificuldades de aprendizagem em química. O objetivo é discutir alguns aspectos da química abordada no 9º ano, buscando relações com algumas das principais dificuldades da aprendizagem em química apontadas na literatura. Para isso, foi analisado um caderno escolar de ciências de uma aluna de 9º ano, considerando também o livro didático utilizado na época. Buscamos contribuir com respostas às seguintes questões: *Como a química é desenvolvida no 9º ano? Sua forma de abordagem pode suscitar obstáculos à aprendizagem em química? De que maneira?*

O caderno escolar e suas relações com os processos de ensino e de aprendizagem

O caderno é um dos objetos mais utilizados no contexto escolar. É um dos principais companheiros dos estudantes e pode contribuir na caracterização das fases escolares. Da pré-escola ao ensino superior, o caderno é utilizado de diferentes maneiras, possui diferentes formas e traz particu-

laridades de seus usuários, mas na essência, é um lugar de registro dos saberes escolares e seu uso constitui “uma parte essencial do tempo escolar” (Hérbrard, 2001, p. 122). Como a cópia do que é passado pelo professor muitas vezes “é uma obrigatoriedade institucional e não um ato autônomo e voluntário de registro” (Siqueira; Araújo-Jorge, 2008, p. 49), os cadernos também podem indicar características do cotidiano escolar e da própria instituição de ensino.

Outro exemplo de como o caderno escolar pode trazer indicativos sobre as concepções de ensino e de aprendizagem envolvidas em determinada prática escolar é a análise dos exercícios

e das atividades, buscando as capacidades exigidas em sua resolução. No ensino de ciências, a predominância de exercícios de memorização e repetição, em detrimento de exercícios de raciocínio e manuseio de variáveis, pode indicar uma concepção tradicional de ensino, em que o aluno é visto como receptor de informações e um sujeito passivo no processo de aprendizagem. Como afirma Chakur (2000, p. 191), “o mero fato de o aluno registrar determinadas atividades, e não outras, já indica a relevância que elas têm para o professor e, de certo modo, sua concepção de conhecimento e aprendizagem”. Nesse sentido, muitos trabalhos têm utilizado os cadernos escolares como objeto de estudo.

No que se refere ao ensino de química, muitos conceitos e ideias não fazem parte de reflexões comuns do dia a dia. As ligações químicas são exemplos disso, pois seus modelos são desenvolvidos a partir dos modelos atômicos. O atomismo, por sua vez, pode compreender diversas ideias, desde aquelas caracterizadas pela noção de que a matéria é contínua até as teorias da química contemporânea. Desse modo, existe a possibilidade de que concepções equivocadas sobre conceitos da química possam ser formadas, ou reforçadas, durante a vida escolar dos estudantes, principalmente quando as reflexões acerca da natureza da matéria são iniciadas no ensino de ciências do nível fundamental.

[...] os registros constantes dos cadernos dos alunos refletem, em certa medida, o trabalho do professor em sala de aula – o peso que dá a certos conteúdos, a forma de correção ou avaliação a que recorre na solicitação da atividade e, até mesmo, a função ou habilidade intelectual ou de aprendizagem que valoriza no aluno. (Chakur, 2000, p. 191)

Chakur (2000) realizou um trabalho de análise de 28 cadernos de alunos das séries finais do ensino fundamental de seis disciplinas (história, geografia, ciências, educação artística, matemática e português). No que diz respeito aos cadernos de ciências do 9º ano, foi constatada uma predominância de atividades reconstrutivas realizadas pelos alunos, ou seja, é cada um deles “que reconstrói, reconstitui o dado, introduzindo novos elementos, mas partindo de elementos presentes ou antigos (pistas), ou aí chegando” (p. 192).

Siqueira e Araújo-Jorge (2008) buscaram avaliar o potencial dos estudos com cadernos escolares como fonte de informação sobre práticas discentes e docentes, buscando identificar como as imagens e os escritos desses materiais podem contribuir com o entendimento da cultura escolar. As autoras concluem que os cadernos escolares possuem potencialidade “como documentos-fonte para investigações no ensino de Ciências” (p. 68). Para elas,

O estudo dos cadernos escolares pode revelar o que em determinado momento se privilegiou ensinar, os modelos pedagógicos e os interesses sociais de uma determinada época, permitindo a compreensão do cotidiano escolar e, em particular, a forma pela qual se deu o aprendizado. Além disso, é mais uma fonte de reconhecimento das representações ou ideias que os diversos atores sociais (alunos, professores) tiveram da escola e dos conteúdos disciplinares. (p. 68)

É claro que devemos considerar que a análise de cadernos escolares pode não indicar todos os conteúdos estudados e as atividades realizadas em sala de aula. No entanto, pode consistir em um importante objeto de estudo e revelar características importantes do ensino praticado. A seguir, serão descritos os aspectos metodológicos adotados na análise do caderno para discutir algumas características do ensino de química praticado em ciências no 9º ano.

Aspectos metodológicos: analisando o caderno

O objeto de análise consistiu em 56 páginas de fichário utilizadas para anotações durante aulas de ciências por uma aluna do 9º ano do ensino fundamental. Ela cursou essa série no ano de 2006 em uma escola pública estadual no município de Araraquara, região central do estado de São Paulo. Apesar de a aluna ter frequentado o ensino fundamental de oito anos, estando na 8ª série em 2006, utilizaremos neste trabalho a nomenclatura atual, ou seja, 9º ano. A escolha desse caderno deveu-se à sua acessibilidade por parte de uma das

autoras desse trabalho. O livro didático usado pela aluna, indicado pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), na época, foi utilizado para verificar a compatibilidade entre suas propostas de conteúdos e exercícios e aquelas registradas no caderno.

Alguns aspectos considerados na análise realizada neste trabalho foram os mesmos propostos por Siqueira e Araújo-Jorge (2008) em seu estudo sobre cadernos escolares para a caracterização da cultura escolar. Para adequar a análise ao objetivo deste trabalho, foram criadas novas categorias.

Dessa forma, procurou-se identificar os seguintes aspectos nas anotações:

- ✓ número total de páginas dedicadas a cada área científica;
- ✓ estrutura geral das anotações;
- ✓ conteúdo de química e sua forma de apresentação (definições, explicações, exemplos e relações com outras disciplinas ou situações);
- ✓ práticas e estratégias docentes como características dos exercícios desenvolvidos; articulação dos conteúdos com o cotidiano e as situações reais vivenciadas pela sociedade; menção a atividades experimentais, visitas e projetos;
- ✓ tipos de registros como cópia da matéria, exercícios, desenhos e esquemas.

Após a identificação e análise desses aspectos, buscaram-se suas relações com as principais dificuldades de aprendizagem em química, que serão apresentados nos próximos itens.

A química no caderno de ciências

Entre as 56 páginas analisadas, 39 foram dedicadas aos conteúdos de química e 17, aos de física. No início do material, observou-se uma maior alternância entre as áreas dos conteúdos. Em outras palavras, nas primeiras aulas de ciências, conteúdos atribuídos à química e à física foram abordados de maneira intercalada. Neste trabalho, serão consideradas apenas as anotações referentes ao estudo da química.

Na estrutura das anotações, é predominante a sequência de definições, exemplos e exercícios. Há poucos desenhos e esquemas. Quando presentes, estão na apresentação do conteúdo, ou seja, na cópia da matéria. Assim como Siqueira e Araújo-Jorge (2008), não encontramos registros de observações ou conclusões sobre atividades experimentais. Também não há questões em que são solicitadas as concepções dos estudantes para discussão.

Um dos fatos que chama bastante atenção, além da disciplinaridade, é a quantidade de conteúdos trabalhados (Quadro 1). Dos 35 itens de conteúdos de química existentes no livro didático utilizado, 29 foram registrados no caderno. Entre os conteúdos propostos pelo livro, mas ausentes no caderno, estão: modelos atômicos de Dalton, de Thomson e de Rutherford-Bohr; massa atômica; radioatividade; e ligação metálica. Por meio das datas indicadas no caderno escolar analisado, é possível verificar que anotações e

Quadro 1: Conteúdos e estrutura do caderno analisado.

Mês	Dia	Conteúdo	Característica
Fev.	20	transformações; conversão de unidades	definições; exemplos
	21	matéria; propriedades gerais e específicas; massa; densidade	definições; exemplos
Mar.	06	movimento; trajetória	definições; exemplos
	07	velocidade média	definições; fórmulas; exemplos
	13	inércia; estados físicos	exemplos; esquema
	14	estados físicos	exercícios do livro didático
	20	velocidade	exercícios
	23/27	aceleração; movimento retilíneo	definição; fórmulas; exemplos; gráficos
	28	transformações física e química; densidade	exercícios do livro didático
30	átomo	título e indicação de página do livro	
Abr.	03/04	números atômico e de massa; elemento químico; elétrons, prótons e nêutrons; distribuição eletrônica	definições, esquema de distribuição de elétrons em camadas; exemplos; exercícios do livro didático
	06	distribuição eletrônica; estrutura atômica	exercícios do livro didático
	10	estados físicos	correção de lista de exercícios
	11	velocidade	exercícios do livro didático
	17	distribuição eletrônica	exercícios de revisão
20/25/27	elementos químicos; isótopos, isóbaros e isótonos	definição; exemplos; exercícios do livro didático e outros	
Maio	02	elementos químicos	exemplos
	04	estrutura atômica	exercícios
	08	símbolos químicos	exercícios
	09	Projeto Copa; organização da tabela periódica	descrição de atividade a ser realizada em grupo; texto explicativo; tabela
	15	localização dos elementos na tabela periódica; classificação dos elementos	exemplos; descrição
	22/25	tabela periódica	exercícios do livro didático
	29/30	ligações químicas; ligação iônica	texto explicativo; exemplos
Jun.	01	ligações químicas	exercícios
	06	ligação covalente; fórmulas químicas	texto explicativo; exemplos
	08/12/13	ligações e fórmulas	exercícios diversos e do livro didático; correção
	22	substâncias e misturas	definições
Ago.	07	ligação iônica; fórmulas	descrições; exemplos
	14/15	separação de misturas	tópicos; exercícios do livro didático
	24	funções químicas; ácidos; ph; indicadores	definição; descrição; exemplos
	28	ácidos	exemplos; exercícios do livro didático
	31	bases	descrição; exemplos
Set.	04	sais	descrição; exemplos; exercícios do livro didático
	11	funções químicas	Exercícios do livro didático
	12	ácidos; fórmulas; misturas	exercícios de revisão
	19	reações químicas; tipos de reações	definição; exemplos
	21	lei das reações químicas	texto explicativo; exemplos
	25	equações químicas; balanceamento	exemplos
Out.	03	tipos de reações químicas	exercícios do livro didático
	09	reações; balanceamento; leis	exercícios
	16	energia térmica; calor e temperatura	texto explicativo
	17	movimentos da terra	texto; questões sobre o texto
	23	efeitos do calor sobre a matéria	descrição; exemplos
	24	unidades de medida de calor	definição; exemplos; fórmula
	26	calor	Exercícios
	30	temperatura; escalas termométricas	definições; exemplos; exercícios
31	calor e temperatura	exercícios do livro didático	
Nov.	09	calor e temperatura	exercícios do livro didático
	13	dinâmica	definições; exemplos
	20	força resultante	texto explicativo
	23	calor; velocidade	exercícios

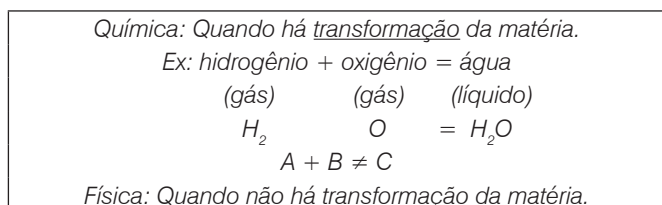
exercícios eram realizados na maioria das aulas de ciências, que ocorriam três vezes por semana.

Nos próximos itens, discutiremos os principais assuntos de química presentes no caderno de ciências e as possíveis implicações para o ensino de química. Devido à extensão do artigo, não será possível apresentar uma discussão para cada um deles. Para facilitar a apresentação dos resultados, os conteúdos foram divididos nos seguintes itens: a) introdução ao estudo da química; b) estrutura atômica; c) elementos químicos e tabela periódica; d) ligações químicas; e e) reações químicas e representação.

Introdução ao estudo da química

A primeira definição que aparece no material é a de transformações químicas e físicas. A seguir, é apresentada uma transcrição das anotações (Quadro 2).

Quadro 2: Transcrição das definições de transformações apresentadas no caderno.



Compreender o que são, como ocorrem e quais as evidências de transformações químicas são pontos muito importantes para o aprendizado em química e para a formação do cidadão. Afinal, seu estudo contribui no entendimento do impacto ambiental decorrente do desenvolvimento industrial e de muitos processos cotidianos, e ainda do ponto de vista epistemológico, é um dos conceitos centrais da química (Rosa; Schnetzler, 1998).

No entanto, as anotações do caderno sobre transformações não são suficientes para compreender tais aspectos. Afinal, o que seria uma transformação da matéria? Mudanças de estados físicos não são transformações que ocorrem com a matéria? As definições apresentadas são suficientes para diferenciar um fenômeno físico de um fenômeno químico?

Para essa última questão, a resposta parece ser negativa. No segundo semestre, final do mês de agosto, foram resolvidos alguns exercícios da seção *Pense um pouco mais* do livro didático sobre substâncias e separação de misturas, em que um deles perguntava: “Durante os processos usados na separação de misturas ocorrem fenômenos físicos ou químicos? Justifique sua resposta”. A resposta dada pela estudante foi: “Fenômeno químico, porque ocorre transformação”, perfeitamente coerente com o que

Compreender o que são, como ocorrem e quais as evidências de transformações químicas são pontos muito importantes para o aprendizado em química e para a formação do cidadão. Afinal, seu estudo contribui no entendimento do impacto ambiental decorrente do desenvolvimento industrial e de muitos processos cotidianos, e ainda do ponto de vista epistemológico, é um dos conceitos centrais da química (Rosa; Schnetzler, 1998).

se esperaria ao se considerar os parâmetros de diferenciação entre esses fenômenos possíveis de ser realmente compreendidos pela estudante nesse momento, como se depreende de suas anotações.

Em outro momento, após registros de conteúdos de física, mais exercícios de química do livro didático foram resolvidos. Neles, a fusão do gelo também é apontada como um fenômeno químico, novamente evidenciando a má compreensão do que são fenômenos químicos e de como ocorrem as mudanças de estado físico.

Andersson (1986) fez uma revisão de trabalhos e estabeleceu cinco categorias para as concepções dos estudantes sobre transformações químicas: desaparecimento (“it is just like that”), deslocamento, modificação, transmutação e interação química. Dentre elas, a resposta da aluna à questão apresentada aproxima-se da categoria modificação. A transformação química é vista como uma mudança que ocorre na forma ou no estado físico da substância. Sob esse ponto de vista, separar os componentes de uma mistura é considerado uma transformação química, pois apesar de as substâncias continuarem as mesmas, elas mudam de aparência. Note-se que o conceito de transformação química não foi bem compreendido e as concepções alternativas permaneceram ao longo do ano letivo. Além disso, na equação química que exemplifica a transformação química, a molécula de oxigênio está representada de forma equivocada.

Na sequência do caderno, após uma tabela de conversão de unidades de medidas de comprimento, define-se o que é matéria. A seguir, alguns itens são classificados como matéria ou corpo e são listadas algumas propriedades gerais e específicas da matéria.

Essa forma de introduzir o estudo da química é bastante comum em livros didáticos de ciências e também de química. Mortimer (1988) analisou livros didáticos de química destinados ao ensino secundário no período da década de 1930 até a década de 1980 e verificou que a definição de corpo aparece em todos os livros didáticos desde o século XIX. Apesar de serem ideias ultrapassadas, sem utilidade prática e que não contribuem para a formação de cidadãos, a análise do caderno aponta que essas definições e classificações ainda são realizadas e também estão presentes em livros didáticos do século XXI.

Segundo os registros do caderno, o ferro e o ouro são classificados como matéria e uma porta de ferro e um anel de ouro são classificados como corpos. O que faz algo ser matéria ou ser um corpo? Qual a contribuição dessa compreensão na formação de um pensamento químico? Segundo Tiedemann (1998), essas definições e classificações

não são familiares nem para um químico profissional e são baseadas em exemplos difíceis de entender. “Como até este

ponto o aluno ainda não pode ver a beleza da química, não é surpreendente que comece a odiar a matéria” (p. 17).

Na abordagem dos estados físicos, tem-se um esquema representando como as partículas do material se comportam em cada estado (Figura 1). As partículas são representadas por bolinhas, embora não existam explicações sobre quais partículas são, o que suscita questionamentos. O que essas bolinhas representam? Qual a compreensão dos estudantes frente ao esquema apresentado? Se essas questões não forem consideradas e discutidas na construção de esquemas e representações, é possível que a ideia de que as partículas mudam de forma ou tamanho na mudança de fase seja reforçada.



Figura 1: Esquema sobre mudança de estados físicos representado no caderno.

Na aula seguinte, foram realizados exercícios do livro didático. As respostas aparentemente foram corrigidas, uma vez que possuem C de certo em vermelho. Apesar disso, verificou-se a presença respostas equivocadas. Em uma das questões, por exemplo, perguntou-se qual a temperatura da superfície de um gelo derretendo mergulhado em água líquida a 0 °C. A aluna respondeu que o gelo encontra-se à temperatura ambiente. Raramente, os enunciados dos exercícios foram copiados no caderno. Na grande maioria das vezes, apenas a indicação das páginas e as respostas foram registradas no caderno. Nesse contexto, a consulta ao livro didático possibilitou a coleta das demais informações acerca dos exercícios.

Na mesma lista de exercícios, uma questão pede que a estudante explique as transformações de energia ocorridas quando uma lâmpada é acesa, um ventilador é ligado e uma folha de papel é queimada. Para a lâmpada, a aluna respondeu adequadamente que “uma parte da energia é transformada em luz”, embora não tenha complementado sua resposta considerando o calor. Nos outros itens, verificou-se a incompreensão da noção de transformação de energia, admitindo-se que ela pode ser transformada em matéria. Para o ventilador ligado, a resposta dada foi: “uma parte da energia é transformada em vento” e, para a queima de uma folha de papel: “uma parte da energia é transformada em cinza”.

Mais uma vez, as respostas aos exercícios remetem a concepções alternativas sobre transformações, mostrando que o ensino praticado não foi suficiente para desestruturá-las. Segundo Mortimer e Miranda (1995, p. 23), é comum que os estudantes recorram à ideia de transmutação para

explicarem transformações, assim “não apenas um tipo de substância pode ser transmutado em outra como também a matéria pode ser transmutada em energia”.

Na resolução de questões envolvendo o conceito de densidade, ela foi considerada como uma variável dependente da quantidade de matéria. Segundo o enunciado: “O que tem maior densidade: 1 g de água ou 10 kg de água, ambos à mesma temperatura e pressão? Uma barra de ouro puro ou um anel de ouro puro? Justifique a sua resposta.” A resposta dada foi: “10 kg de água, anel.” Nota-se que o significado do conceito de densidade não foi construído de forma adequada e, por isso, não foi bem utilizado na resolução do exercício. O entendimento de que a “densidade é a massa dividida pelo volume”, como apresentado nos registros, não é suficiente para uma aprendizagem efetiva. A ausência de justificativa também pode indicar uma aplicação mecânica da fórmula $densidade = massa/volume$. Sem levar em consideração a variação de volume, o material que possui maior massa (10 kg de água), conseqüentemente, teria maior densidade ou ainda, na falta de indicação da massa, aquele que tem menos volume (anel) terá maior densidade.

Diante de um problema em que é necessário considerar diversas variáveis para sua resolução, é frequente os estudantes considerarem apenas uma. Trata-se da redução funcional (Viennot, 1996 *apud* Furió; Furió, 2000), característica do modo de pensar do senso comum e que constitui um dos obstáculos na compreensão e aprendizagem da química.

Estrutura atômica

Não é difícil encontrar, no caderno analisado, registros de muitas definições diferentes em uma mesma data. É o caso do conteúdo de estrutura atômica, em que aparecem definições de átomo, “pequenas partículas que constituem a matéria”; número atômico, “é igual ao número de prótons e elétrons do átomo”; número de massa, “é a soma do número de prótons + nêutrons”; elemento químico, “são átomos de mesmo n° atômico”; e ainda as definições de elétrons, prótons, nêutrons, íons, ânions e cátions. Um exemplo de distribuição eletrônica por camada também é apresentado. São muitas ideias novas apresentadas aos alunos e que podem gerar confusões.

A extensão do programa de química e a variedade de definições trabalhadas em uma mesma aula prejudicam o aprendizado. Ao analisarmos como a química tem sido estudada no 9º ano, podemos verificar a possibilidade de transposição dos problemas do currículo de química do ensino médio ao ensino fundamental. Concordamos com Mortimer, Machado e Romanelli (2000, p. 274) que, ao apontarem características do ensino de química, explicam que

[...] esses currículos apresentam um número excessivo de conceitos, cuja inter-relação é dificilmente percebida pelos alunos. A quantidade de conceitos - ou definições? - e procedimentos que são introduzidos a cada aula, a cada página da maioria dos livros didáticos, é muito grande para que seja possível ao aluno, em tão pouco tempo, compreendê-los e ligá-los

logicamente numa estrutura mais ampla que dê significado à aprendizagem da química. Aos alunos fica a impressão de se tratar de uma ciência totalmente desvinculada da realidade, que requer mais memória do que o estabelecimento de relações.

Após a lista de definições dos conceitos, apresenta-se um exemplo de como representar e realizar a distribuição eletrônica para o cálcio, identificando também o número de prótons e nêutrons. São realizadas listas de exercícios do livro e de revisão sobre o tema, em que são predominantes exercícios de definições que, para serem respondidos, basta os alunos copiarem as definições do caderno ou do livro. Também estão presentes exercícios de distribuição eletrônica e cálculo do número de prótons, elétrons e nêutrons, utilizando dados como números atômico e de massa. Foram realizados, ao longo da abordagem desse conteúdo, diversos exercícios como o seguinte exemplo reproduzido no Quadro 3.

Quadro 3: Exemplo de exercício encontrado no caderno escolar.

“Um átomo X possui 8 nêutrons e seu número atômico é igual a 8. Sabendo que esse átomo é isótopo de Y, que possui número de massa 18, responda: Qual o número de nêutrons do átomo Y?”

“Considere os átomos dos elementos a seguir:

$${}_{20}^{40}\text{R} \quad {}_{18}^{40}\text{S} \quad {}_{20}^{41}\text{T} \quad {}_{19}^{39}\text{U}$$

a) Quais são isótopos? b) Quais são isóbaros? c) Quais são isótonos?”

O exemplo é bastante representativo do que foi exigido dos alunos em, pelo menos, seis aulas, conforme as datas dos registros do caderno. Isso indica que foi dada importância a esse conteúdo. No entanto, a abordagem desses conteúdos no ensino fundamental é discutível. Não foi mostrada qualquer aplicação prática que pudesse mostrar a importância e a aplicação desse conhecimento.

Elementos químicos e tabela periódica

Na revisão sobre elementos químicos, têm-se alguns tópicos sobre o que são e o que não são elementos químicos e como ocorre sua representação. Aparentemente, houve uma preocupação em destacar a diferenciação entre a ideia de elemento do senso comum e a de elemento químico. Isso foi indicado pelo primeiro tópico apresentado após o título *Revisão cap. 5, Os elementos químicos*, que diz: “o ar, água, terra e fogo: não são elementos”. Nos exercícios, mais uma vez, são priorizados aqueles de distribuição eletrônica e ainda de símbolos dos elementos químicos.

Antes da abordagem da tabela periódica, pela primeira vez no caderno, no início do mês de maio, é realizado algum registro que faça relações entre as diferentes áreas da ciência, de forma interdisciplinar, e alguma situação mais próxima e de interesse dos alunos. Trata-se das anotações para um trabalho em grupo intitulado *Projeto Copa*. Conforme indicado nas anotações para o trabalho, os alunos deveriam

pesquisar os seguintes aspectos: local de participação da copa (temperatura e clima); alimentação (tipos, vitaminas e reposição); gramado (tipo natural, artificial e composição química); preparação física; uniforme, tipo de tecido; proteção para o corpo; substâncias proibidas (anabolizantes e tipos de testes a serem realizados).

No conteúdo sobre tabela periódica, são destacadas suas famílias, com indicação de seus nomes e o número de elétrons na camada de valência para os respectivos elementos. Depois, são apresentadas as classificações dos elementos e descritas, em tópicos, suas principais características. Mais uma vez nos exercícios, é exigida a distribuição eletrônica, embora, além disso, seja solicitada ao aluno a indicação da família e do período em que determinados elementos se encontram na tabela periódica. Os símbolos dos elementos no exercício são fictícios (X, Y, W, R etc.), e a localização na tabela deve ser feita baseando-se na distribuição eletrônica.

No livro didático utilizado, existem diferentes tipos de atividades propostas. As mais realizadas no caderno da estudante são os exercícios da seção *Trabalhando com as principais ideias do capítulo*, que “*traz questões que ajudam o estudante a revisar o conteúdo do capítulo e a fixar conceitos importantes*”. De modo geral, a resolução dessas atividades pode ser feita por meio da cópia de trechos do próprio capítulo do livro.

Outra seção, *Pense um pouco mais*, indica novas situações para emprego do que foi aprendido, “*mostrando que um conceito científico tem aplicações em áreas diversas e é capaz de explicar muitos fenômenos sem qualquer relação aparente entre si*”. Segundo o autor, trata-se de atividades que levam à formulação de hipóteses, ao uso da criatividade e do pensamento lógico. Embora os exercícios dessa seção raramente constem no caderno, é possível notar dificuldade ao respondê-los. Mesmo com indicação de terem sido corrigidos e vistos pelo professor, as respostas sobre os elementos e a tabela periódica encontram-se incorretas, apresentando inconsistência, incompreensão do conteúdo e ainda erros conceituais como no exemplo a seguir (Quadro 4).

Quadro 4: Exercício proposto pelo livro e resposta dada pela aluna em seu caderno.

“Que propriedades do alumínio justificam seu uso na fabricação de latas em lugar do aço?” Resposta: “O aço enferruja em contato com líquido por ser um aço, o alumínio por ser um semimetal não enferruja”.

Justificativas inconsistentes como o “aço enferruja porque é aço” demonstram que o conceito de ferrugem não foi construído corretamente como seria de se esperar (afinal, nessa altura, que resposta seria possível?). As respostas indicam que a estudante desconhece o que é aço e também o alumínio. É possível que as descrições do que é e quais são as propriedades de um metal, um semimetal etc., e de como localizar elementos na tabela periódica presentes no caderno não tenham sido consultadas ou compreendidas adequadamente.

Ligações químicas

O texto sobre ligações químicas apresenta alguns erros. Segundo ele, “As combinações entre os elementos ocorrem de algumas maneiras pela perda, pelo ganho, ou também pelo simples compartilhamento de elétrons da última camada de valência. Ficando igual aos gases nobres, estável com oito elétrons na última camada. A ligação iônica [...] é caracterizada pela existência de forças de atração eletrosférica entre os íons” (grifos nossos).

Nota-se uma confusão entre o que seria elemento e átomo, o que se repete na resolução dos exercícios em que a seguinte resposta é dada: “Sódio cede 1 elétron para o elemento cloro, assim os dois ficam estáveis com 8 elétrons em sua última camada”. Além disso, há uma confusão entre uma propriedade macroscópica da substância (estabilidade) e o modelo explicativo (número de elétrons do átomo). Essas questões não são adjetivas. São questões substantivas porque são exemplos dos equívocos que contribuem para a disseminação da ideia de que o estudo da química trata-se de um emaranhado de conceitos confusos e inúteis.

Apesar de o texto considerar tendências de alguns átomos doarem ou receberem elétrons e ainda da força eletrostática, os exercícios privilegiam a distribuição eletrônica e a previsão de fórmulas das substâncias formadas. Há indicações da necessidade de memorização desse conteúdo por meio de anotações do tipo: “Metal: sempre doa elétrons”, “Não metal: sempre recebe elétrons”.

Para ligações covalentes, o texto explica que “esse tipo de ligação ocorre quando átomos envolvidos tendem a receber elétrons e compartilham pares eletrônicos, formados por um elétron de cada átomo”. Depois, são apresentados os tipos de fórmulas químicas, ou seja, a molecular, a eletrônica e a estrutural.

Em nenhum momento são feitas relações entre os tipos de ligações químicas e as propriedades das substâncias no caderno. As relações entre macro e micro não existem. No entanto, uma das questões do livro didático solicitada pelo professor foi: “Qual a diferença entre um composto iônico e um composto molecular? Dê um exemplo de cada”. A resposta dada no caderno, considerada como certa e com o visto do professor, foi: “As ligações iônicas são ligações que precisam de íons positivos e negativos e o composto molecular indica apenas quantos átomos de cada elemento químico formam a molécula”. Observa-se que não foram compreendidos os significados de composto iônico, composto molecular, ligação iônica e fórmula molecular.

O ensino de ligações químicas por meio da abordagem do modelo do octeto pode levar os alunos à ideia de que as ligações ocorrem em função dessa regra. Muitos dos livros didáticos do 9º ano fazem isso e reforçam as concepções alternativas (Milaré, 2007). Assim, o comportamento dos átomos obedece à regra do octeto, originando concepções

equivocadas acerca da própria construção da ciência, uma vez que as regras e leis foram elaboradas pelo homem a fim de interpretar e prever fenômenos e não são os fenômenos que seguem as regras preestabelecidas. Além disso, a distribuição eletrônica e a previsão de formação de moléculas pela regra tornam-se atos mecânicos, em que os alunos baseiam-se na memorização dos esquemas em detrimento de um aprendizado mais efetivo e significativo. Esse aspecto ficou bem claro na análise do caderno.

Reações químicas e representação

Define-se reação química como “transformação de uma substância em outra”. Nota-se que é uma definição diferente daquela dada à transformação química no início do caderno e não é feita qualquer relação entre os diferentes termos para designar o mesmo fenômeno. As reações químicas são tratadas como um novo conteúdo, sem relacioná-lo às transformações químicas, às ligações e ao processo de neutralização entre ácidos e bases estudados e também representados por equações químicas anteriormente.

O exemplo dado para reação química é a fotossíntese, exemplo presente na maioria dos livros didáticos de ciências. No entanto, é necessário destacar que se trata de um processo complexo e não facilmente observável (Liso; Guadix; Torres, 2002). Mesmo assim, é o único exemplo de reação química que representa algum fenômeno mais próximo da realidade dos alunos, principalmente porque é um assunto estudado desde as séries iniciais do ensino fundamental. As outras reações são fenômenos mais distantes dos estudantes, como a reação entre os gases hidrogênio e cloro, entre cloreto de sódio e nitrato de prata, entre outros.

São apresentados quatro tipos de reações. Na “Reação de decomposição ou análise”, AB forma A mais B como no exemplo dado: $2H_2O \xrightarrow{\Delta} 2H_2 + O_2$

Na “Reação de síntese”, “2 substâncias simples formam uma substância composta” ou “2 substância compostas formam uma substância composta mais complexa”. Segundo a representação geral dessa reação, tem-se: $A+B \rightarrow AB$. Na “Reação de simples troca ou deslocamento”, “atuam como reagente 1 substância simples e 1 substância composta, há troca de lugares entre as substâncias e um elemento da composta”, $A + BC \rightarrow B + AC$. No quarto tipo de reação, a de dupla-troca, “ocorre entre duas substâncias composta que trocam elementos entre si”.

Apesar da análise de cadernos escolares possuir limitações quanto à inferência de tudo o que ocorre em sala de aula e no processo de aprendizagem dos estudantes, foram encontrados indícios de que as transformações químicas não foram bem abordadas e compreendidas. Nesse sentido, essa classificação das reações químicas não contribui e, pelo contrário, pode gerar ou reforçar concepções alternativas

Apesar da análise de cadernos escolares possuir limitações quanto à inferência de tudo o que ocorre em sala de aula e no processo de aprendizagem dos estudantes, foram encontrados indícios de que as transformações químicas não foram bem abordadas e compreendidas.

sobre a dinamicidade das reações químicas. Por exemplo, as reações consideradas como de troca (simples ou dupla) transmitem a impressão de simples troca de lugar entre os átomos, desconsiderando as colisões, a energia envolvida, possíveis intermediários, interação com solvente etc. e não se relacionam às interações efetivas em nível microscópico. Além de serem classificações desnecessárias e ultrapassadas, “torna-se muito mais importante que os alunos compreendam a multiplicidade de fenômenos com que trabalhamos, sabendo reconhecê-los, descrevê-los e explicá-los com base em modelos científicos, ao invés de se prenderem a classificações mecânicas” (Lopes, 1995, p. 8).

Outro ponto que merece ser destacado refere-se aos exemplos. Nota-se que, em um deles, está representada a formação de gás hidrogênio e oxigênio por meio do aquecimento da água.

Considerações finais

Por meio da análise e discussão de um caderno de ciências do 9º ano, procuramos destacar algumas características da abordagem da química nessa série. Embora os registros do caderno não representem tudo o que ocorre em sala de aula, certamente procedem de negociações que ocorrem no cotidiano escolar. Mesmo que os alunos não escrevam tudo o que foi solicitado pelo professor, aquilo que foi registrado pertence ao programa escolar, foi de alguma forma abordado na disciplina e pode retratar aspectos da prática docente.

Dentre outras formas possíveis de buscar respostas às questões de investigação levantadas neste trabalho como, por exemplo, o uso de questionários ou entrevistas, a análise do caderno escolar mostrou-se vantajosa pelos seguintes motivos: i) os registros do caderno não sofreram quaisquer influências da pesquisa, que foi realizada somente no ano seguinte; ii) as informações obtidas referem-se à grande maioria das aulas do ano letivo; iii) permite uma comparação do conteúdo do caderno com o do livro didático, indicando a intensidade do uso desse último; iv) favorece uma visão do tempo escolar e do modo como os conteúdos são desenvolvidos ao longo dos bimestres; e v) traz informações sobre as atividades desenvolvidas no cotidiano escolar e também sobre a prática pedagógica. Dessa forma, mesmo que a análise de apenas um caderno seja limitada sem o inter-relacionamento com outros objetos de estudo, foi possível verificar alguns aspectos importantes.

O primeiro deles refere-se à quantidade de conteúdos químicos desenvolvidos. Eles são muitos e também fazem parte do programa escolar da disciplina de química do ensino médio. Dessa forma, os problemas relacionados a esses conteúdos, encontrados no ensino de química no nível médio por pesquisadores da área, são os mesmos para o ensino fundamental.

Verificou-se que a química é abordada de maneira estanque e completamente descontextualizada de suas origens e também de situações reais e de relevância para

a sociedade. É natural que isso provoque desinteresse pela química e aumente as dificuldades do aprendizado em ciências. Também é importante destacar que, nesse estágio de ensino, a abordagem disciplinar não é a mais adequada uma vez que os estudantes ainda não percebem as particularidades das disciplinas científicas. Para Maldaner (2003, p. 7), “na formação básica, principalmente no ensino fundamental, a formação por disciplinas separadas não é viável pelo próprio estágio de desenvolvimento mental dos adolescentes”, o que justifica a necessidade da abordagem interdisciplinar das ciências.

Agravando esse cenário, tem-se a formação do professor. Na grande maioria dos casos, para lecionar ciências no ensino fundamental, é necessário ter formação em ciências biológicas. Assim, o professor que trabalha todos esses conteúdos de química no 9º ano não possui formação específica para isso nem formação pedagógica nessa área.

Outro aspecto verificado é a influência do livro didático no ensino. Sem formação em química, não é surpreendente que o professor se atenha ao livro didático, como foi possível verificar por meio da sequência dos conteúdos e das referências feitas ao livro em todo o material analisado.

As características dos exercícios remetem a um ensino memorístico e dogmático. Há ênfase na repetição e na memorização de conceitos, desconsiderando que o aluno possui vivências e conhecimentos diversos. Certamente, isso não contribui para a superação de obstáculos ao ensino e à aprendizagem em química. Conforme já apontava Bachelard (1996, p. 23),

Os professores de ciências imaginam que o espírito [científico] começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto a ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já construídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana.

É necessário inserir discussões sobre os aspectos destacados neste trabalho na formação dos professores, principalmente os de ciências, para que reconheçam as dificuldades que podem ser geradas pelo seu próprio ensino.

Tathiane Milaré (tmilare@cca.ufscar.br), licenciada em Química pelo Instituto de Química de Araraquara (Unesp), mestre em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Universidade de São Paulo (USP), é professora assistente da Universidade Federal de São Carlos. Araras, SP – BR. **Maria Eunice Ribeiro Marcondes** (mermarco@iq.usp.br), licenciada, bacharel e doutora em Química pela USP, é docente do Departamento de Química Fundamental, Instituto de Química da USP, São Paulo, SP – BR. **Daisy de Brito Rezende** (dbrezend@iq.usp.br), licenciada e bacharel em Química pela USP, mestre e doutora em Química Orgânica pela USP, é docente do Departamento de Química Fundamental, Instituto de Química da USP, São Paulo, SP – BR.

Referências

- ANDERSSON, B. Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*. v. 70, n. 5, p. 549-563, 1986.
- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.
- CHAKUR, C. R. S. L. Tarefa escolar: o que dizem os cadernos dos alunos? *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Brasília, v. 81, n. 198, p. 189-208, maio/ago. 2000.
- EL-HANI, C. N.; BIZZO, N. M. V. Formas de construtivismo: mudança conceitual e construtivismo contextual. *Revista Ensaio*, v. 4, n. 1, p. 1-25, jun., 2002.
- FOUREZ, G. *A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. Trad. Luiz P. Rouanet. São Paulo: Ed. Unesp, 1995. 319p.
- _____. *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de La enseñanza de las ciencias*. Argentina: Colihue, 1997. 255p.
- FURIÓ, C.; FURIÓ, C. Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*, v. 11, n. 3, p. 300-305, 2000.
- HÉBRARD, J. Por uma bibliografia material das escritas ordinárias: o espaço gráfico do caderno escolar (França - séculos XIX-XX). *Revista Brasileira de História da Educação*, n. 1, p. 115-141, 2001.
- LISO, M. R. J.; GUADIX, M. A. S.; TORRES, E. M. Química cotidiana para la alfabetización científica: ¿realidad o utopía? *Educación Química*, v. 13, n. 4, p. 259-266, out. 2002.
- LOPES, A. R. C. Reações químicas: fenômeno, transformação e representação. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 7-9, nov. 1995.
- MALDANER, O. A. Situação de estudo educação básica: um caminho novo para pensar a organização do currículo em ciências. In: Unijuí/GIPEC – *Geração e gerenciamento dos resíduos sólidos provenientes das atividades humanas*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.
- MAS, C. J. F.; PEREZ, J. H.; HARRIS, H. H. Parallels between adolescents' conception of gases and the history of chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 64, n. 7, p. 616-619, 1987.
- MILARÉ, T. Ligações iônica e covalente: relações entre as concepções dos estudantes e dos livros de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. *Anais...* Belo Horizonte: FAE/UFMG, 2007. 1 CD-ROM. Disponível em: < <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/viempec/CR2/p676.pdf> >. Acesso em: 25 ago. 2010.
- _____. *Ciências na 8ª série: da química disciplinar à química do cidadão*. 2008. 213 p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
- MILARÉ, T.; PINHO-ALVES, J. Do ensino disciplinar à formação interdisciplinar da cidadania no ensino de ciências. *Educación Química*, v. 21, p. 53-59, 2010a.
- _____. A química disciplinar em ciências do 9º ano. *Química Nova na Escola*, v. 32, p. 43-52, 2010b.
- _____. Ciências no nono ano do ensino fundamental: da disciplinaridade à alfabetização científica e tecnológica. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, p. 101-120, 2010c.
- MILARÉ, T.; MARCONDES, M. E. R.; REZENDE, D. B. Química no ensino fundamental: discutindo possíveis obstáculos através da análise de um caderno escolar. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15, 2010, Brasília. *Anais...* Brasília: UnB, 2010.
- MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. *Em Aberto*, Brasília, ano 7, n. 40, out./dez. 1988.
- _____. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 1, p. 20-39, mar., 1996.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*. v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 23-26, nov. 1995.
- NAKHLEH, M. B. Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 68, n. 3, p. 191-196, March, 1992.
- ROSA, M. I. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, n. 8, p. 31-35, nov. 1998.
- SIQUEIRA, L. S.; ARAÚJO-JORGE, T. C. Práticas docentes e discentes em cadernos de ciências: desenvolvimento metodológico para percepção dos diferentes registros do cotidiano escolar. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Brasília, v. 89, n. 221, p. 47-71, jan./abr. 2008.
- TIEDEMANN, P. W. Conteúdos de química em livros didáticos de ciências. *Ciência & Educação*, v. 5, n. 2, p. 15-22, 1998.
- VIENNOT, L. *Raisonnement en physique: la part du sens commun*. Bruxelles: De Boeck & Larcier, 1996. 248p.

Abstract: *On the Chemistry as taught at Elementary School through the analysis of a ninth-year Science notebook.* The present article discusses some aspects of Chemical Education as developed in the last year (9th) of one Brazilian Elementary School, in the light of the literature pertaining to learning difficulties in chemistry. The analysis of a ninth-year student's Science-notebook, in view of the textbook adopted, is presented, which indicated that the content is both too extensive and improperly taught to that school year class. The Chemical Education, as practiced in this case-study, does not contribute to the development of the chemical thought process, focusing, instead, both on memorization and on the mechanical resolution of algorithmic exercises.

Keywords: Science Education, ninth year, scholar notebook.