

## Química no Ensino Fundamental: discutindo possíveis obstáculos através da análise de um caderno escolar

Tathiane Milaré<sup>1</sup> (PG), Maria Eunice Ribeiro Marcondes<sup>2</sup> (PQ), Daisy de Brito Rezende<sup>3</sup> (PQ)

<sup>1</sup>tathi.milare@usp.br, <sup>2</sup>mermarco@iq.usp.br, <sup>3</sup>dbrezend@iq.usp.br

*Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo*

*Palavras-Chave: Ensino de Ciências; nono ano; caderno escolar*

**RESUMO:** Este trabalho tem como objetivo discutir alguns aspectos do estudo da Química desenvolvido no Ensino de Ciências do nono 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 nono ano e consideramos o livro didático utilizado na época. A análise indicou que existe um excesso de conteúdos trabalhados de forma inadequada nesta 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.

### INTRODUÇÃO

Embora alguns conhecimentos químicos sejam estudados anteriormente, na maioria das vezes, a Química começa a ser abordada de maneira explícita no Ensino de Ciências da última série do Ensino Fundamental (EF). Contrariando a orientação dos documentos oficiais que regem a educação no país, os professores de Ciências costumam dividir o ano letivo entre as disciplinas de Química e Física, no nono ano do EF (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 foram desenvolvidas (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, 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 e que difere daquela que os estudantes estão habituados a utilizar.

Mesmo que um estudante não utilize o pensamento químico para abordar sua realidade ou a linguagem química em sua própria comunicação, ou seja, mesmo que ele não adote uma visão de mundo caracterizada como científica (El-Hani e 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) descreveram um panorama das características gerais do pensamento espontâneo dos estudantes em duas vertentes. A primeira, de caráter ontológico, refere-se às idéias que os estudantes possuem sobre a realidade do mundo natural. Esta realidade coincide com as percepções sensoriais do sujeito, ou seja, só é real aquilo que pode ser visto ou sentido. Como conseqüência, 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 ou 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 e Harris, 1987).

A segunda característica dos pensamentos dos estudantes refere-se à sua relação com o meio social e cultural (Furió e Furió, 2000). Entre as diversas idéias presentes na literatura, está aquela que admite sua origem na linguagem e em outras representações simbólicas da cultura cotidiana (Mortimer, 1996). Segundo Furió e Furió (2000, p. 301), “a percepção de qualquer fenômeno será filtrada ontológica e conceitualmente pelo estudante, baseando-se não somente em sua experiência física, mas também na cultura e na linguagem cotidiana”.

No que se refere ao Ensino de Química, muitos conceitos e idéias não fazem parte de reflexões comuns do dia-a-dia. As ligações químicas são um exemplo disso, pois seus modelos são desenvolvidos a partir dos modelos atômicos. O atomismo, por sua vez, pode compreender diversas idéias, desde aquelas caracterizadas pela noção de que a matéria é contínua ou até pelas teorias da Química contemporânea. Deste modo, existe a possibilidade de que concepções equivocadas sobre conceitos de 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, momento em que nem os alunos e, muitas vezes, nem o próprio professor estão preparados para esse ensino. Assim, diversas dificuldades podem surgir no processo de ensino e aprendizagem em Química, principalmente no nono ano, dadas as características do ensino desenvolvido nessa série.

Nesse contexto, temos nos preocupado com as características do Ensino de Química desenvolvido em Ciências da última série do Ensino Fundamental (Milaré, 2007; 2008; Pinho-Alves e Milaré, 2008; 2010; Milaré e Rezende, 2009), uma vez que elas podem contribuir na formação de obstáculos e concepções equivocadas que impedem o desenvolvimento do pensamento químico.

O objetivo deste trabalho é discutir alguns aspectos da Química abordada no nono ano, buscando relações com algumas das principais dificuldades da aprendizagem em Química apontadas na literatura. Para isso, um caderno escolar de Ciências de uma aluna de nono ano foi analisado, considerando, também, o livro didático utilizado na época. Buscamos contribuir com respostas às seguintes questões: *Como a Química é desenvolvida no nono ano? Sua forma de abordagem pode suscitar obstáculos à aprendizagem em Química? De que maneira?*

## **PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM: O QUE UM CADERNO PODE NOS DIZER?**

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, possuem diferentes formas e trazem particularidades 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).

A cópia do que é passado pelo professor, por exemplo, muitas vezes "é uma obrigatoriedade institucional e não um ato autônomo e voluntário de registro" (Siqueira e Araújo-Jorge, 2008, p.49). Desta forma, os cadernos também podem indicar características do cotidiano escolar e da própria instituição de ensino.

A análise dos exercícios e atividades, buscando as capacidades exigidas em sua resolução, é outro exemplo de como o caderno escolar pode trazer indicativos sobre a concepção de ensino e aprendizagem que envolve determinada prática escolar. 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. 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 nono ano, foi constatada uma predominância de atividades reconstrutivas realizadas pelos alunos, ou seja, atividades "que reconstrói, reconstitui o dado, introduzindo novos elementos, mas partindo de elementos presentes ou antigos (pistas), ou aí chegando" (Chakur, 2000, 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" (Siqueira e Araújo-Jorge, 2008, p.68).

É claro que devemos considerar que a análise de cadernos escolares pode não indicar todos os conteúdos estudados e 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 nono ano.

## **ASPECTOS METODOLÓGICOS**

O objeto de análise consistiu em 28 folhas de fichário utilizadas para anotações durante aulas de Ciências de uma aluna do nono ano do Ensino Fundamental. A aluna cursou esta série no ano de 2006<sup>1</sup>, numa escola pública estadual no município de

---

<sup>1</sup> Apesar da aluna ter frequentado o Ensino Fundamental de oito anos, estando na oitava série em 2006, utilizaremos neste trabalho a nomenclatura atual, ou seja, nono ano.

Araraquara, região central do Estado de São Paulo. A escolha desse caderno deveu-se à sua acessibilidade por parte de uma das autoras desse trabalho.

O livro didático usado pela aluna<sup>2</sup> na época também 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) na análise de cadernos escolares para a caracterização da cultura escolar. Outras categorias de análise foram criadas para adequar a análise ao objetivo deste trabalho.

Desta 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 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 apresentadas nos próximos itens.

## **A QUÍMICA NO CADERNO DE CIÊNCIAS**

Entre as 56 páginas analisadas 39 foram dedicadas aos conteúdos de Química e 17 aos conteúdos 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 seqüência 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.

Uma das coisas que chama bastante atenção, além da disciplinaridade, é a quantidade de conteúdos trabalhados. 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. Através das datas indicadas no caderno escolar analisado, é possível verificar que anotações e exercícios eram realizados na maioria das aulas de Ciências, que ocorreram três vezes por semana.

---

<sup>2</sup> GEWANDSZNAJDER, F. Ciências, Matéria e Energia. São Paulo: Ática, 2002.

Nos próximos itens, discutiremos os principais assuntos de Química presentes no caderno de Ciências e as possíveis implicações ao Ensino de Química. Para facilitar a apresentação dos resultados e a discussão, 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.

## A) INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA QUÍMICA

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 para o entendimento do impacto ambiental decorrente do desenvolvimento industrial, de muitos processos cotidianos e, ainda, do ponto de vista epistemológico, é um dos conceitos centrais da Química (Rosa e Schnetzler, 1998).

*Química: Quando há transformação da matéria.*

*Ex: hidrogênio + oxigênio = água*

*(gás) (gás) (líquido)*

*H<sub>2</sub> O = H<sub>2</sub>O*

*A + B ≠ C*

*Física: Quando não há transformação da matéria.*

**Quadro 1: Transcrição da primeira definição do caderno: transformações química e física**

No entanto, as anotações sobre transformações presentes no caderno não são suficientes para compreender tais aspectos (**Quadro 1**). 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 compreender as diferenças entre fenômenos físicos e químicos? Essa classificação é relevante? 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.” (Gewandsznajder, 2002, p.79). A resposta dada pela estudante foi: “Fenômeno Químico, porque ocorre transformação”.

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, 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 as substâncias

continuam as mesmas, mas mudam de aparência. Nota-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 seqüência 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 30 até década de 80 e verificou que a definição de corpo aparece em todos os livros didáticos desde o século XIX. Apesar de serem idéias 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” (Tiedemann, 1998, 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 estas questões não forem consideradas e discutidas na construção de esquemas e representações, é possível que a idéia de que as partículas mudam de forma ou tamanho na mudança de fase seja reforçada.

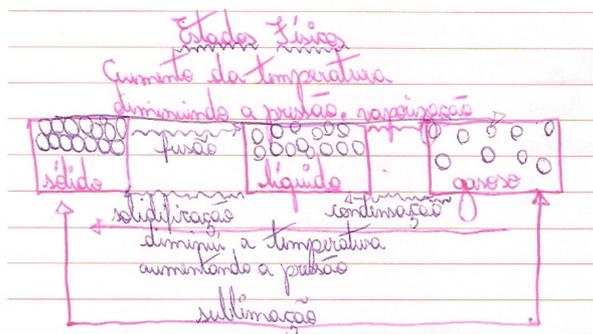


Figura 1: Esquema sobre mudança de estados físicos representado no caderno.

Na aula seguinte, foram realizados exercícios do livro didático<sup>3</sup>. As respostas, aparentemente, foram corrigidas, uma vez que possuem C de certo em vermelho. Apesar disso, verificou-se a presença de 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 a temperatura ambiente.

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 em uma folha de papel sendo queimada (Gewandsznajder, 2002, p.17). 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), é comum que os estudantes recorram à idéia 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” (p.23).

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: 1g 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.” (Gewandsznajder, 2002, p.22). 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  $densidade = \frac{massa}{volume}$ . Sem levar em consideração a variação de volume, o material que possui maior massa (10Kg 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 e Furió, 2000), característica do modo de pensar do senso comum e que constitui um dos obstáculos na compreensão e aprendizagem da Química.

## B) 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

<sup>3</sup> 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.

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 nº 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 idéias novas apresentadas aos alunos e que podem gerar confusões.

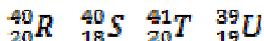
A extensão do programa de Química e a variedade de definições trabalhadas em uma mesma aula prejudicam o aprendizado. Ao analisarmos como a Química tem sido estudada no nono ano, podemos verificar a possibilidade de transposição dos problemas do currículo de Química do Ensino Médio ao Ensino Fundamental. Concordamos com Mortimer, Machado e Romanelli (2000), que, ao apontarem características do Ensino Médio de Química, colocam que

(...) esses currículos apresentam um número excessivo de conceitos, cuja interrelação 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 (Mortimer, Machado e Romanelli, 2000, p. 274).

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. Foram realizados, ao longo da abordagem desse conteúdo, diversos exercícios como o seguinte exemplo:

“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:



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

O exemplo é bastante representativo do que foi exigido aos 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 nenhuma aplicação prática que pudesse mostrar a importância e a aplicação desse conhecimento.

### c) 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 idéia de elemento do senso comum e a idéia 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.

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 descritos, 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.

#### D) 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*” (Grifo nosso).

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*”.

Apesar de o texto considerar “tendências” de alguns átomos doarem ou receberem elétrons e, ainda, da força eletrostática, os exercícios enfatizam a distribuição eletrônica e a previsão de fórmulas das substâncias formadas. Há indicações da necessidade de memorização deste conteúdo através 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.*” (Gewandsznajder, 2002, p.68). 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 através da abordagem do modelo do octeto pode levar os alunos à idéia de que as ligações ocorrem em função dessa regra. Muitos dos livros didáticos do nono 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. 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, aspecto bem claro na análise do caderno.

## E) 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 nenhuma 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 *et al.*, 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 EF. 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.

Também são apresentados quatro tipos de reações: *decomposição ou análise, síntese, simples troca ou deslocamento, e dupla-troca*. Apesar da análise de cadernos escolares ser limitada quanto à inferência do que ocorre em sala de aula no processo de aprendizagem dos estudantes, pôde-se perceber que as transformações químicas não foram bem abordadas e compreendidas. Nesse sentido, essa classificação das reações químicas não contribui, pelo contrário, pode gerar ou reforçar concepções alternativas sobre a dinamicidade das reações químicas. Nesse sentido, é “*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).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo sendo limitada, a análise de apenas um caderno de Ciências, sem interrelacionar 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 (EM). Desta forma, os problemas relacionados a estes conteúdos, encontrados no EM de Química por pesquisadores da área, são os mesmos para o EF.

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.

Agravando este cenário, tem-se a formação do professor. Em geral, os professores de Ciências no EF têm formação em Ciências Biológicas. Assim, o professor que trabalha todos estes conteúdos de Química no nono 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 siga o livro didático, como foi possível verificar através da seqüência dos conteúdos e das referências feitas ao livro em todo o material analisado.

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 idéias do capítulo”, que “traz questões que ajudam o estudante a revisar o conteúdo do capítulo e a fixar conceitos importantes” (Gewandsznajder, 2002, p.5). De modo geral, a resolução dessas atividades pode ser feita através da cópia de trechos do próprio capítulo do livro. Por outro lado, raramente foram resolvidos no caderno os exercícios da seção “Pense um pouco mais”, que 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” (Gewandsznajder, 2002, p.5). Segundo o autor, trata-se de atividades que levam a formulação de hipóteses, ao uso da criatividade e do pensamento lógico. Apesar das poucas resoluções desses exercícios, foi possível notar dificuldade da estudante ao respondê-los.

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 com a superação de obstáculos ao ensino e aprendizagem em Química.

É necessário inserir discussões sobre os aspectos destacados neste trabalho na formação do professor, principalmente os de Ciências, para que ele reconheça as dificuldades que podem ser geradas pelo seu próprio ensino.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSSON, B. Pupils' Explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*. n.70, v.5, p.549-563, 1986.
- 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: Editora da Unesp, 1995. 319p.
- FOUREZ, G. *Alfabetización Científica y Tecnológica*. Argentina: Ediciones Colihue, 1997.
- 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.
- GEWANDSZNAJDER, F. *Ciências, Matéria e Energia*. São Paulo: Ática, 2002.
- 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.

- 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.
- 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.
- 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: ENPEC, 6., 2007, Florianópolis. Anais... Belo Horizonte: FAE/UFMG, 2007.
- MILARÉ, T., *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-SC, 2008.
- MILARÉ, T.; PINHO-ALVES, J. A Química disciplinar em Ciências do nono ano. *Química Nova na Escola*, 2010, no prelo.
- MILARÉ, T. REZENDE, D.B. *Discutindo sobre a Química no Ensino Fundamental: Equações Químicas e Balanceamento*. In: EPPEQ, 5., Ribeirão Preto. Resumos... Ribeirão Preto: DQ/FFCLRP-USP, 2009.
- MORTIMER, E.F. A evolução dos livros didáticos de Química destinados ao Ensino Secundário. *Em Aberto*, Brasília, ano 7, n. 40, out./dez. 1988.
- MORTIMER, E.F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para onde vamos? *Investigação em Ensino de Ciências*. IFURGS, Porto Alegre, 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, 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.
- PINHO-ALVES, J.; MILARÉ, T. *A Química interdisciplinar no contexto da oitava série do Ensino Fundamental brasileiro*. In: V Seminário Ibérico / I Seminário Ibero-Americano CTS no Ensino das Ciências, 2008, Aveiro. Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências - Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável, 2008.
- 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, nov., 1998.
- 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*. De Boeck & Larcier S.A. Paris, Bruxelles, 1996.