

Cálculos químicos nos capítulos de solução e estequiometria em livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD/2012/2015

Maycon Batista Leite¹, Márlon Hebert Flora Barbosa Soares²

¹Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Goiás.
Professor da rede particular de ensino.

²Doutor em Química pela Universidade Federal de São Carlos.
Professor da Universidade Federal de Goiás (UFG/Brasil).

Chemical calculations in solution and estequiometry chapters in didactic chemistry books approved by PNLD/2012/2015

Informações do Artigo

Recebido: 16.01.2018

Aceito: 30.04.2018

Palavras chave:

Livros didáticos, Cálculos químicos, Soluções e estequiometria.

E-mail: quimaycon@hotmail.com

A B S T R A C T

There are many problems and issues related to the problematics of the chemistry teaching-learning process, among which learning content stoichiometry and solutions, that in turn involves many Chemical Calculations. We analyze the chemistry LD approved by the PNLD/2012/2015, regarding the presence of didactic activities that contribute to a meaningful learning of the analyzed concepts, or whether they emphasize exclusively the memorization and direct application of rules and formulas. The results of our research showed that the teaching strategy, especially with regard to chemical calculations, is different in each work, and such strategies covered four categories of analysis.

INTRODUÇÃO

Neste trabalho, nosso objetivo é verificar se a abordagem dos cálculos químicos dos conteúdos de estequiometria e soluções, nos LD aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2012 e 2015, possibilita o desenvolvimento do raciocínio lógico e a capacidade de aprender do educando, não priorizando apenas o enfoque matemático e, conseqüentemente, levando a uma maior compreensão dos conceitos químicos envolvidos. Ao mesmo tempo buscamos identificar se houve uma melhoria dessa abordagem no PNLD/2015 em relação ao PNLD/2012.

De acordo com Lopes (1992), os autores de livros didáticos, ao buscarem facilitar o processo de ensino, instrumentalizando o assunto de forma pronta, acabam exagerando no uso de metáforas, analogias e fórmulas em detrimento dos conceitos científicos. Essa instrumentalização do conteúdo não aproxima o estudante da verdadeira compreensão dos conceitos científicos.

Nessa perspectiva, a problemática deve estar pautada na qualidade do ensino de química e não se o aluno é capaz de reproduzir dezenas vezes o mesmo tipo de exercício. A ênfase que muitos professores e muitos LD dão à excessiva memorização e manipulação de

fórmulas de concentração de soluções, por exemplo, faz somente o estudante adquirir a habilidade de fazer contas matemáticas, mas não relacioná-la com a química.

Acreditamos que esta abordagem pragmática e objetiva, privilegiada no LD, conduz a uma prática mecanicista. Seu objetivo é “facilitar” o aprendizado, uma vez que, utiliza a aplicação direta de fórmulas e, por isso, não instiga o estudante a pensar ou a desenvolver um “raciocínio lógico” para trabalhar com os conceitos químicos com maior autonomia. Consequentemente, em um segundo momento, essa prática vai constituir-se como uma barreira no sentido de estimular uma aprendizagem crítica e emancipadora do estudante de química.

Os documentos oficiais (BRASIL, 1999; BRASIL, 2006) consideram a necessidade de se articular o conhecimento científico com valores educativos, éticos e humanísticos que permitam ir além da simples aprendizagem de fatos, leis e teorias. Um critério utilizado no processo de avaliação dos PNL D/2012/2015 para o componente curricular Química foi que o LD:

[...] não apresenta atividades didáticas que enfatizem exclusivamente aprendizagens mecânicas, com a mera memorização de fórmulas, nomes e regras, de forma descontextualizada. (GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS PNL D/2012/2015 – QUÍMICA, p. 8).

Frente à influência dos livros didáticos na prática educativa no ensino médio e as discussões relacionadas à qualidade deles, este trabalho tem como objetivo geral analisar os capítulos de estequiometria e soluções quanto à presença de atividades didáticas que enfatizam ou não a memorização de fórmulas e regras de forma descontextualizada.

A Relevância do Livro Didático no Ensino de Química

O livro didático sempre assumiu um papel central no processo de ensino, pois é através dele que o professor organiza, desenvolve e avalia seu trabalho pedagógico de sala de aula. Não é raro encontrar alunos e professores do ensino médio que chegam a mitificar e supervalorizar o que está escrito nos referidos livros. Em alguns casos a autonomia do LD é maior que a do próprio professor. Para Freitag e Motta (1989):

O livro didático não funciona em sala de aula como um instrumento auxiliar para conduzir o processo de ensino, mas como o modelo-padrão, a autoridade absoluta, o critério último de verdade. Neste sentido, os livros parecem estar modelando os professores. O conteúdo ideológico do livro é absorvido pelo professor e repassado ao aluno de forma acrítica e não distanciada (p. 21).

A partir dos anos 2000 esse quadro pode ter sofrido uma pequena alteração, ainda mais com o aparecimento de sistemas apostilados de ensino e também de currículos

estaduais de educação. No entanto, pensamos não ser muito significativa, haja visto as necessidades envolvidas no PNLD.

Mortimer e Santos (2008) defendem que os professores sejam capazes de desenvolver livremente diferentes práticas de ensino, tendo como referencial diferentes fontes de materiais de consulta, ou ainda, sejam capazes de elaborar seus próprios materiais didáticos. Por outro lado, sabemos da necessidade de investimento nos cursos de formação inicial do professor.

Sempre presente nas políticas educacionais nacionais, principalmente após a Reforma Francisco Campos (1931), o LD é “o” material didático e tem sido utilizado como guia metodológico e curricular. A ênfase dada a ele apoia-se na necessidade de compensar as deficiências na formação docente com uma estratégia não tanto de apoiar o professor, mas de substituí-lo. (MORTIMER, 1988; ECHEVERRÍA et al. 2008).

[...] o professor leigo não sabe por que ensina os conteúdos que ensina nem por que “é adotado” por esse ou aquele livro didático. Mais ainda: não tem condições de avaliar o livro didático que está usando. Por outro lado, mesmo aqueles professores que são formados em cursos específicos de formação de professores nem sempre fizeram, ao longo da formação inicial, um estudo sobre os livros didáticos. Reconhecemos que esses são alguns dos motivos que fazem do livro didático “o” material didático dos cursos de Química no Ensino Médio (ECHEVERRÍA et al., 2008, p. 56.).

Mesmo diante do surgimento de novos recursos, provenientes do mundo digital, o LD continua sendo um dos principais instrumentos pedagógicos em sala de aula, uma das principais formas de documentação e consulta empregadas por professores e alunos.

A partir da década de 70 os livros didáticos passam a ser vistos como mercadorias, principalmente por causa do grande aumento do número de estudantes em todos os graus de ensino; o que menos importa é o valor didático dos conteúdos. Santos (2006) destaca que a partir dessa década, o Governo Federal adotou como política a distribuição de livros didáticos, sendo um negócio bastante lucrativo para as editoras, pois elas recebem uma parcela do pagamento adiantada, produzem os livros e têm a compra garantida pelo estado.

Com a implantação do projeto liberal-conservador no Brasil, na década de 1990, o Banco Mundial canaliza a prioridade de empréstimos para a aquisição de material didático, em detrimento da formação de professores. Por meio da resolução de nº 38 de 15/10/2003 do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), fica instituído o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), hoje Programa Nacional do Livro didático (PNLD). Nesse contexto, a importância dada ao LD não está apenas na esfera educacional, mas também no setor econômico, no mercado editorial. Com recursos direcionados ao PNLD, para democratizar o acesso ao livro didático, o Brasil se torna o maior

comprador de LD do mundo. Esta é, portanto, a realidade da política dos Livros Didáticos brasileiros, que por sua vez é a política educacional mais cara do país. Portanto, devido à relevância desse instrumento cultural importante para o ensino de química, torna-se inexorável sua análise contínua.

APORTES METODOLÓGICOS

Esta pesquisa se caracteriza como uma análise documental com um cunho qualitativo, que busca a compreensão dos fenômenos pela sua descrição e interpretação. Esta pesquisa analisa documentos, neste caso os livros didáticos, com enfoque em questões de interesse, com a utilização de procedimentos metodológicos para a escolha e análise dos dados extraídos dos documentos (OLIVEIRA, 2007).

Nosso foco de investigação foi pautado em nove LD. Dos Livros Didáticos analisados o US é o único que não faz parte das obras do PNLD/2012/2015. Entretanto, fizemos a opção por analisar também este livro com o objetivo de verificar se existe diferença significativa entre o mesmo e as obras do PNLD/2012/2015, no que tange às diferentes estratégias de ensino dos conceitos que demandam dos cálculos químicos. A tabela 1 apresenta os livros didáticos analisados, selecionados pelo PNLD/2012.

Quadro 1: Código e referência dos livros didáticos.

MR2a	FONSECA, M.R.M. Meio ambiente, Cidadania Tecnologia. 1ª ed. V.2. FTD, 2011.
MR2b	FONSECA, M. R.M. Química. 1ª ed. V.2. Ática, 2014.
JC2a	LISBOA, J.C.F. Ser Protagonista. V.2. SM, 2011.
JC2b	LISBOA, J.C.F. Ser Protagonista. V.2. SM, 2014.
MM1a	MACHADO, A.H.; MORTIMER, E.F. Química. V. 1. Scipione, 2011.
MM1b	MACHADO, A.H.; MORTIMER, E.F. Química. V. 1. Scipione, 2014.
MM2a	MACHADO, A.H.; MORTIMER, E.F. Química. V. 2. Scipione, 2011.
MM2b	MACHADO, A.H.; MORTIMER, E.F. Química. V. 2. Scipione, 2014.
MS1a	MOL, G.S.; SANTOS, W.L.P. (coord.). Química e Sociedade. V.1. Nova Geração, 2011.
MS2a	MOL, G.S.; SANTOS, W.L.P. (coord.). Química e Sociedade. V.2. Nova Geração, 2011.
MS2b	MOL, G.S.; SANTOS, W.L.P. (coord.). Química e Sociedade. V.2. AJS, 2014.
US2a	USBERCO, J. ; SALVADOR, E. Química. V.2. Saraiva, 2011.
US2b	USBERCO, J. ; SALVADOR, E. Química. V.2. Saraiva, 2014.

A partir das leituras e releituras dos conteúdos selecionados e considerando-se as semelhanças e diferenças obtidas entre os LD analisados, identificamos unidades de respostas e, de acordo com Bardin (2010) as agrupamos em quatro categorias de análise relacionadas aos cálculos químicos, a saber:

1. Cálculo pelo método da análise dimensional; este tipo de cálculo é comum nos livros de cursos técnicos de Química, nos livros de cursos universitários para matérias introdutórias e ainda em alguns LD do Ensino Médio.
2. Cálculo com aplicação direta de fórmula; é o método tradicional utilizado para fazer os cálculos de concentração de soluções. Também é muito utilizado nos livros do ensino superior e, por consequência, nos LD do Ensino Médio, principalmente naqueles ditos tradicionais.
3. Cálculo com aplicação de regra de três; este exige um raciocínio de proporcionalidade, ou seja, pela regra de três, pode-se tentar relacionar o conceito em análise com a proporcionalidade matemática presente.
4. Cálculo a partir de uma análise experimental e dialógica; neste caso não há qualquer tipo de cálculo e os conceitos são abordados dentro de um contexto que leva o estudante a ter um raciocínio lógico, tendo que buscar a resolução dos problemas a sua própria maneira.

DISCUSSÃO

Cálculo pelo método da análise dimensional

Operações de conversão de unidades de medida em outras (seja de uma grandeza ou de uma para outra), utilizando fatores de conversão, é o que se denomina Método de Análise Dimensional ou Método dos Fatores de Conversão.

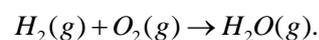
O LD MS1a/MS2b, por exemplo, aplica em todos os cálculos estequiométricos o Método da Análise Dimensional que se caracteriza como aquele em que os cálculos são feitos utilizando fatores de conversão. Somente este LD faz a opção por cálculos com aplicação deste método.

MS1a/MS2b: Usaremos o método da análise dimensional, que se baseia na conversão sucessiva das quantidades, utilizando fatores de conversão, até se obter o resultado desejado.

O exemplo dado abaixo envolve cálculos estequiométricos do volume de uma substância a partir da massa de outra substância.

MS1a/MS2b: [...] Quantos litros de gás hidrogênio, nas condições normais de temperatura de pressão (CNTP), serão necessários para formar 90 g de água?

1º passo - Identificação da equação química: [...].



2º passo - Balanceamento da equação química:



3º passo - Identificação da relação estequiométrica referente ao cálculo em questão e dos fatores de conversão, para os dados tabelados: volume molar dos gases (CNTP) = 22,7 L/mol; M(H₂O) = 18 g/mol.

$$1 \text{ mol } H_2 = 22,7 \text{ L } H_2 \rightarrow 1 = \frac{22,7 \text{ L } H_2}{1 \text{ mol } H_2} \text{ ou } 1 = \frac{1 \text{ mol } H_2}{22,7 \text{ L } H_2};$$

$$2 \text{ mol } H_2 = 2 \text{ mol } H_2O \rightarrow 1 = \frac{1 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } H_2} \text{ ou } 1 = \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } H_2O};$$

$$1 \text{ mol } H_2O = 18 \text{ g } H_2O \rightarrow 1 = \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} \text{ ou } 1 = \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 \text{ g } H_2O}.$$

4º passo - Determinação da quantidade de matéria desejada, a partir do fator de conversão advindo da relação estequiométrica: (p. 384a/53b).

$$V(H_2) = 90 \text{ g } H_2O \cdot \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 \text{ g } H_2O} \cdot \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } H_2O} \cdot \frac{22,7 \text{ L } H_2}{1 \text{ mol } H_2} \rightarrow V(H_2) = 113,5 \text{ L } H_2.$$

Nesse cálculo foram utilizados três fatores de conversão, em cada caso multiplica-se a grandeza que se quer converter pelo respectivo fator de conversão. O primeiro converte massa de água em quantidade de matéria de água. O segundo converte quantidade de matéria de água em quantidade de matéria de hidrogênio. E o último converte quantidade de matéria de hidrogênio em volume de hidrogênio.

No livro Cálculos Básicos da Química, os autores defendem que os cálculos da Química sejam realizados pelo Método de Análise dimensional. Segundo eles, o método requer que, necessariamente, as grandezas sejam corretamente expressas, isto é, como produtos de números e unidades de medidas. A correta operação com grandezas (“Álgebra de Grandezas”) facilita o raciocínio e permite compreender melhor as etapas envolvidas em cada tipo de cálculo. Verifica-se, portanto, que o raciocínio é dado ao enfoque matemático, quando os autores utilizam o termo “Álgebra de Grandezas”.

O método de análise dimensional tem duas grandes vantagens: 1. As unidades das grandezas calculadas (resultado do cálculo) serão obtidas automaticamente. 2. Se um erro for cometido ao montar os termos envolvidos no cálculo (por exemplo, o uso de uma fórmula errada, de um fator de conversão errado ou invertido etc.), ele será facilmente detectável, já que as unidades da resposta não estarão corretas para a grandeza calculada (ROCHA-FILHO; SILVA, 2006, p. 25).

Apesar de alguns autores considerarem que o referido método facilita o raciocínio, consideramos que o mesmo pode ter uma boa aplicação apenas para o ensino técnico e superior. Enquanto a análise é focada apenas em cálculos matemáticos, o método é eficiente e pode oferecer bons resultados. Entretanto, a análise dentro de um raciocínio envolvendo o conteúdo Químico fica relegada a um segundo plano. O mais importante é saber resolver problemas objetivos, nesse sentido, o estudante que tem um bom

rendimento é aquele que tem facilidade em matemática e domina as unidades de medida, mas não necessariamente é o estudante que tem facilidade em abordar os conceitos científicos envolvidos no processo.

Cálculo com aplicação direta de fórmula

Podemos considerar que é um tipo de cálculo mais fácil, pois nesse caso os alunos são treinados a resolver alguns tipos bem definidos de exercícios. Para isso é necessário que o estudante memorize primeiramente as fórmulas de concentração, aprenda a retirar os dados do exercício em questão e, por fim, realize as operações matemáticas.

O LD MS2a/MS2b recorre apenas a esse método nos cálculos de concentração de solução. Ele introduz cada tipo de concentração com sua definição, seguido de sua fórmula.

MS2a/MS2b: A concentração em massa de uma solução ($C_{m/v}$) expressa a relação entre massa do soluto (m_1) e o volume da solução (V). A concentração em massa é expressa da seguinte forma: (p. 29a/80b, grifo nosso).

$$C_{m/v} = \frac{m_{\text{soluto}} (\text{g})}{V_{\text{solução}} (\text{L})} = \frac{m_1 (\text{g})}{V (\text{L})}$$

Exercício: [...] Qual a concentração em massa de cloreto de sódio em um soro fisiológico que possui 9 g deste sal dissolvido em 100 mL de água?

$$C_{m/v} (\text{NaCl}) = \frac{9 \text{ g NaCl}}{100 \text{ mL}} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L solução}} = \frac{90 \text{ g NaCl}}{1 \text{ L solução}} = 90 \text{ g/L}$$

O cálculo com a aplicação direta de fórmulas é característica dos LD, JC2a/JC2b, MS2a/MS2b e US2a/US2b, nesses LD são dadas as fórmulas de: 1) Concentração em massa (C); 2) Densidade da solução (d); 3) Fração em massa ou título em massa (T_m); 4) Fração em volume ou título em volume (T_v); 5) Partes por milhão (ppm) e partes por bilhão (ppb); 6) Quantidade de matéria (n); 7) Concentração em quantidade de matéria (M); 8) Molalidade (W); 9) Fração em mol (X); 10) Relação entre (C) e (M); 11) Relação entre (C), (T_m), (d) e (M); 12) Diluição de soluções.

Dois exemplos, dados abaixo, são suficientes para analisar a forma de abordagem dos conceitos de concentração nos referidos LD, pois os demais exemplos são apresentados de forma bem semelhante.

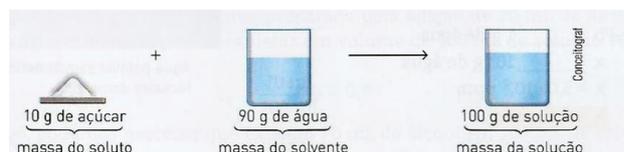
JC2a/JC2b: A concentração em massa de um soluto numa solução é a relação entre a massa do soluto e o volume da solução. (p. 31a/25b).

$$\text{Concentração em massa} = \frac{\text{massa do soluto}}{\text{volume da solução}} \Rightarrow C = \frac{m_1}{V}$$

JC2a/JC2b: A concentração em quantidade de matéria de um soluto numa solução é a relação entre a quantidade de matéria do soluto e o volume da solução. (p. 34a/28b).

$$\text{Concentração em mol/L} = \frac{\text{quantidade de matéria do soluto}}{\text{volume da solução (L)}} \Rightarrow C = \frac{n_1}{V(L)}$$

US2a/US2b: [TÍTULO (T), PORCENTAGEM EM MASSA] Vamos preparar uma solução. (p.32a/37b).



[...] A expressão que permite calcular o título é dada por:

$$\tau = \frac{\text{massa do soluto}}{\text{massa da solução}} = \frac{m_1}{m}$$

Na massa da solução, temos que:

$$\begin{aligned} \text{massa do soluto} &= 10 \text{ g} \\ \text{massa da solução} &= 100 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Assim, o título } \tau = \frac{10 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 0,10.$$

O título multiplicado por 100% indica a porcentagem em massa do soluto presente na solução.

$$\tau = 0,1 = 10\% \text{ em massa do soluto na solução}$$

No último exercício foram feitas várias contas matemáticas, no entanto o LD não faz uma interpretação muito simples para levar o estudante a começar a pensar em termos proporcionais, “se são 10 g de soluto em 100 g de solução, temos uma solução a 10 % em massa”. Neste os cálculos são feitos, pela substituição dos dados na fórmula do título, mas desta forma não se explora o “cálculo mental”, o cálculo proporcional, cálculo este que faz parte da prática cotidiana do educando.

Quanto a abordagem do conceito, ou da definição, de densidade no estudo das soluções.

JC2a: A densidade de uma solução é a relação entre a massa da solução e o seu volume. (p. 32).

$$\text{Densidade} = \frac{\text{massa da solução}}{\text{volume da solução}} \Rightarrow d = \frac{m}{V}$$

Como exemplo, ainda em relação ao vinagre, em média, 100 mL de vinagre possuem uma massa de 101 g. A densidade do vinagre é, portanto:

$$d_{\text{vinagre}} = \frac{m}{V} = \frac{101 \text{ g}}{100 \text{ mL}} = 1,01 \text{ g/mL}$$

US2a/US2b: A densidade de uma solução é a relação entre a massa da solução (m) e o seu volume (V). Vamos imaginar que preparamos uma solução da seguinte maneira: (p. 32a/36b, grifo nosso).

4,0 g de NaOH

1 L

2 L

1 L

água

1 L

$V_{\text{solução}} = 1,0 \text{ L}$

Conceitual

- massa do soluto: $m_1 = 4,0 \text{ g de NaOH}$
- massa da solução: $m = \text{massa do soluto} + \text{massa do solvente}$
 $m = m_1 + m_2$

$$\begin{cases} m_1 = 4,0 \text{ g} \\ m_2 = \text{como a densidade da água nessas condições é} \\ \text{igual a } 1,0 \text{ g/L, a massa do solvente é igual a } 1.000 \text{ g} \end{cases}$$
 $\therefore m = 4,0 \text{ g} + 1.000 \text{ g}$
 $m = 1.004 \text{ g}$

Com esses valores de massa, podemos calcular a densidade da solução:

$$d = \frac{\text{massa da solução}}{\text{volume da solução}} \Rightarrow d = \frac{1.004 \text{ g}}{1,0 \text{ L}} \Rightarrow d = 1.004 \text{ g/L}$$

Tanto o autor de JC2a (em JC2b não se trabalha a definição de densidade) quanto os autores de US2a/US2b não trabalham o conceito de densidade no capítulo de soluções de forma mais ampla. Geralmente no estudo de soluções trabalha-se apenas a definição de densidade, em que se apresenta a fórmula da densidade, como $d = m/V$. A seguir, sugerem-se exercícios envolvendo a aplicação direta dessa fórmula, nos quais os valores de duas das variáveis são fornecidos, bastando usar a fórmula para se encontrar o valor da terceira variável. Dessa maneira, aprender a usar a definição de densidade não implica a aprendizagem do conceito, que só será possível após a aplicação do conceito a diferentes fenômenos, nos quais as relações entre densidade e outros conceitos vão se tornando explícitas.

A utilização excessiva de fórmulas pode levar a uma memorização. Tal aspecto não é de todo ruim, no entanto, leva-se a não perceber de forma integral os conceitos por elas expressos, pois ficam ocultos pela excessiva manipulação algébrica. A relação entre conceito e a fórmula deve ser entendida como tendo um caráter reversível, isto é, se o estudante é capaz de resolver problemas por meio de fórmulas, deverá também saber resolvê-los por meio de conceitos por elas expressos. Isso nos leva a considerar que as fórmulas podem ser utilizadas, mas apenas quando já se tem domínio dos conceitos Químicos envolvidos. A memorização e aplicação direta de fórmulas pode “facilitar” apenas numa resposta imediata a um simples problema. Mas, esse processo considerado “mais fácil”, limita o estudante no sentido de produzir respostas coerentes a partir de um conjunto de dados que exigem interpretação, leitura de tabelas, quadros e gráficos, e, conseqüentemente, contribui pouco para a qualidade da aprendizagem.

Nesse quesito, os livros de Química atuais, principalmente os que foram analisados e aprovados pelo PNL D, caminham na mesma direção dos currículos contemporâneos, mas ainda, por uma questão cultural e também pelo objetivo propedêutico em relação às provas de vestibulares, apresentam algumas características semelhantes as dos LD ditos “tradicionais”.

Nesse sentido, podemos considerar que o estudo de soluções, tradicionalmente trabalhado no segundo ano do Ensino Médio, e considerando-se os problemas de

matemática oriundos do nível fundamental, acaba por se transformar em um curso de matemática básica, no qual os alunos são treinados a retirar os dados do exercício e fazer as contas para chegar ao resultado exato da concentração. O conteúdo de soluções é abordado de forma a enfatizar os aspectos matemáticos em detrimento dos aspectos qualitativos e fenomenológicos desse conceito. A repetição acrítica de fórmulas didáticas, que dão resultado, acaba por transformar a Química escolar em algo cada vez mais distante da ciência Química e de suas aplicações na sociedade.

Cálculo com aplicação de regra de três

A “regra de três” é um cálculo baseado na razão de que os fatores envolvidos são diretamente proporcionais. No LD MR2a/MR2b, todos os cálculos são feitos apenas com aplicação da regra de três, em nenhum momento se apresenta uma fórmula de concentração. Esta opção é interessante, pois quando a fórmula é apresentada, o estudante tende a ir pelo caminho aparentemente “mais fácil”, que é a aplicação direta da mesma. Caminho mais fácil porque, como já comentado anteriormente, este exige apenas a substituição dos dados e a execução das contas, o que não instiga o acesso ao conhecimento químico envolvido.

MR2a/MR2b: [UFSCar-SP] Um aluno deseja preparar 25,0 g de uma solução aquosa contendo 8,0% em massa de cloreto de sódio. As massas, em g, de água e sal tomadas pelo aluno foram [...]. (p.96a/82b).

É importante ressaltar que se trata de um exercício bastante simples, mas para um aluno que está iniciando o estudo de soluções talvez não seja. Entretanto, o mais importante é fazê-lo perceber que não é necessário memorizar ou “decorar” nenhuma fórmula. De início, a conta pode ser feita “mentalmente” para depois transformá-la em um procedimento matemático a partir da definição de porcentagem: “se 8,0 por cento em massa de NaCl significa 8,0 gramas de NaCl para cada 100 gramas de solução, então 25 gramas de solução (1/4, de 100 g) deve, conseqüentemente, conter 2,0 g de NaCl (1/4 de 8,0 g)”.

MR2a/MR2b: Resolução: [...] Em 100 unidades de massa de solução, temos 8 unidades de massa de soluto e 92 unidades de massa de solvente. (p.96a/82b).

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ g de solução} \quad \text{-----} \quad 8 \text{ g de cloreto de sódio} \\
 25 \text{ g de solução} \quad \text{-----} \quad x \\
 x = \frac{25 \text{ g} \cdot 8 \text{ g}}{100 \text{ g}} \quad \Rightarrow \quad x = 2,0 \text{ g de NaCl}
 \end{array}$$

$$\text{massa da água} = 25 - 2 \quad \Rightarrow \quad \text{massa da água} = 23 \text{ g}$$

Os cálculos com aplicação de regra de três exigem um raciocínio de proporcionalidade, raciocínio este que faz parte da prática cotidiana do educando, e por isso acreditamos que esta seja uma estratégia capaz de permitir uma maior capacidade de abstração dos conceitos químicos relacionados.

MR2a/MR2b: Qual a massa de ureia, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s})$, necessária para preparar 2 litros de solução aquosa 1,5 mol/L dessa substância? [...] ureia: 60 g/mol.

[Resolução] (p.113a/92b).

1 L de solução de ureia	————	1,5 mol de ureia
2 L de solução de ureia	————	x
$x = \frac{2 \cdot 1,5}{1}$	\Rightarrow	x = 3 mol de ureia
1 mol de ureia	————	60 g
3 mol de ureia	————	y
$y = \frac{3 \cdot 60}{1}$	\Rightarrow	y = 180 g de ureia

Ao pensar primeiramente o problema, sabendo da definição da concentração em quantidade de matéria que está explícito no próprio dado (1,5 mol/L), cabe ao estudante usar as palavras: se a solução deve ter 1,5 mol de ureia para cada litro de solução, então para preparar o dobro de solução (2 litros) será necessário o dobro de ureia (3,0 mol). Mas o exercício pergunta a massa de ureia. Então, se a massa molar da ureia é igual a 60 g/mol, significa que 1 mol de ureia tem 60 g, portanto, 3,0 mol de ureia tem uma massa três vezes maior (180 g). Pronto, a massa de ureia necessária para preparar 2 litros de solução aquosa 1,5 mol/L dessa substância é 180 g.

Instigar os estudantes a utilizar o “raciocínio de proporcionalidade” ou o “cálculo mental”, que exige o pensar e, conseqüentemente, a utilização de palavras, faz os mesmos se “familiarizarem” com o conteúdo para, em uma segunda etapa, inserir o conhecimento matemático e sua respectiva representação escrita. Esta maneira de trabalhar a resolução de problemas caminha para uma educação dialógica, onde o estudante aprende a criar seu jeito próprio de pensar, de interpretar, de fazer, de criar e de criticar.

Para Silva (2011), uma falha frequente dos estudantes ao usar a matemática, é escrever um monte de equações sem explicações do que são ou significam. O resultado é uma parte obscura do trabalho, que ninguém, nem o próprio estudante seis meses depois pode entender. Segundo o autor, esse um procedimento para uma matemática relaxada e ilógica. Um bom procedimento é que deveria haver mais “palavras” na matemática do que equações. O objetivo é ligar a matemática ao “mundo real” que está descrevendo.

Aprendendo a desenvolver esse raciocínio lógico desde o início do estudo de soluções fica bem mais fácil para compreender, por exemplo, como é possível determinar a concentração de uma solução pelo método experimental denominado titulação.

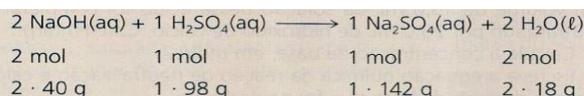
MR2a/MR2b: [Cotidiano do químico – Titulação na prática] Uma indústria comprou um lote de 3 toneladas de ácido sulfúrico concentrado, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, que indicava, nas especificações, concentração em quantidade de matéria mínima igual a 6,0 mol/L e máxima igual a 6,8 mol/L. Antes de receber o lote e aceitar a compra, o responsável envia uma amostra de 3 mL do ácido concentrado ao laboratório para que o(a) químico(a) analise o produto e garanta que ele se encontra dentro das especificações.

[...] Primeiro o(a) químico(a) dilui a amostra do ácido, por exemplo, colocando 15 mL de água em um balão volumétrico de 25 mL. Dentro da capela, o(a) químico(a) adiciona os 3 mL do ácido na água do balão cuidadosamente e depois completa o volume com água destilada de modo a obter 25 mL de solução do ácido diluído.

Em seguida, escolhe um reagente de concentração conhecida para reagir com o ácido. Por exemplo, uma solução aquosa de NaOH(aq), de concentração 1,0 mol/L.

Vamos supor, por exemplo, que tenham sido gastos 15 mL da solução básica na titulação.

[Resolução] De posse desses dados e da equação balanceada da reação [...].



Sabendo que o volume gasto da solução 1 mol/L da NaOH (aq) foi 15 mL, o(a) químico(a) pode calcular a quantidade de matéria de NaOH (aq) que reagiu:

$$\begin{array}{l}
 1 \text{ mol de NaOH} \text{ ————— } 1 \text{ L de solução} \\
 x \text{ ————— } 0,015 \text{ L de solução} \\
 x = \frac{0,015 \text{ L} \cdot 1 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \Rightarrow x = 0,015 \text{ mol de NaOH}
 \end{array}$$

A partir dos coeficientes da equação química balanceada é possível calcular a quantidade de matéria do ácido que havia na solução diluída:

$$\begin{array}{l}
 2 \text{ mol de NaOH} \text{ ————— } 1 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4 \\
 0,015 \text{ mol de NaOH} \text{ ————— } y \\
 y = \frac{0,015 \text{ mol} \cdot 1 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \Rightarrow y = 0,0075 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4
 \end{array}$$

A quantidade de matéria encontrada, 0,0075 mol, é a que estava na amostra de 10 mL da solução diluída que reagiu com o NaOH. O(A) químico(a) então calcula a quantidade de ácido total que havia nos 25 mL da solução preparada a partir do ácido concentrado:

$$\begin{array}{l}
 0,0075 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4 \text{ ————— } 10 \text{ mL de solução diluída} \\
 z \text{ ————— } 25 \text{ mL de solução diluída} \\
 z = \frac{25 \text{ mL} \cdot 0,0075 \text{ mol}}{10 \text{ mL}} \Rightarrow z = 0,01875 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4
 \end{array}$$

A quantidade de matéria do ácido em 25 ml é a mesma que havia nos 3 mL do ácido concentrado. O(A) químico(a) pode, então, calcular a concentração do ácido em mol/L. Observe:

$$\begin{array}{l}
 0,01875 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4 \text{ ————— } 3 \text{ mL de H}_2\text{SO}_4 \\
 w \text{ ————— } 1000 \text{ mL de H}_2\text{SO}_4 \\
 w = \frac{1000 \text{ mL} \cdot 0,01875 \text{ mol}}{3 \text{ mL}} \Rightarrow w = 6,25 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4
 \end{array}$$

Conclusão: o H_2SO_4 (conc.) apresenta concentração 6,25 mol/L, ou seja, a matéria-prima encontra-se dentro das especificações [...]. (p. 135 a 137a/111 a 112b, grifo nosso).

O exemplo acima é considerado relativamente difícil para grande parte dos estudantes da 2ª série do ensino médio. Ele envolve cálculo de concentração, diluição de solução e o conceito de titulação que, por sua vez, exige também a aplicação do cálculo estequiométrico. Consideramos que apesar do exemplo envolver vários conceitos da química e suas aplicações na prática, é a compreensão desses conceitos e de suas aplicações que torna a química uma ciência interessante para o estudante. Os cálculos envolvidos no processo não são necessariamente difíceis, essa “dificuldade” é relativa e depende muito de como foi feita a abordagem do conteúdo desde o início do estudo de soluções.

Sem precisar memorizar e aplicar diretamente fórmulas de concentração, de diluição e de titulação, que a princípio facilitaria os cálculos, o estudante verifica que todo o exercício pode resolvido pelo apenas com aplicação direta da regra de três. Os cálculos de concentração foram feitos por proporção, os cálculos envolvidos na diluição foram feitos por proporção e os cálculos estequiométricos foram feitos por proporção, mesmo porque os coeficientes estequiométricos da equação indicam a proporção, em quantidade de matéria, das substâncias envolvidas na reação.

Nas considerações finais de Pantoja, em sua dissertação de Mestrado em Ciências e Matemática:

[...] Essas falas nos estimulam a continuar a presente pesquisa de modo que possa fomentar uma compreensão das práticas da regra de três como prática escolar não restrita à disciplina de matemática, mas também de física, química, biologia, geografia, e outras disciplinas [...] (SILVA, 2011, p. 82).

O raciocínio aplicado na resolução de exercícios que envolvem grandezas proporcionais faz parte da vida cotidiana do estudante, por isso este comporta algo mais do que a matemática escolar, como a capacidade de situar, interpretar, criticar e, talvez até mesmo, criar a matemática em um contexto. Em geral a prática da regra de três é realizada como um fazer social, cultural e histórico do homem frente a tipos de situações na qual ele está inserido. Trata-se de um problema tipo “regra de três” e isso tem seu jeito próprio de pensar e fazer. (SILVA, 2011, p. 60).

Cálculo a partir de uma análise experimental e dialógica

Este tipo de abordagem foi identificado no LD MM, tanto no capítulo de estequiometria, em MM1a/MM1b, quanto no capítulo de soluções, em MM2a/MM2b. Não há qualquer tipo de cálculo nesta obra.

Os conceitos químicos relativos ao conteúdo de soluções são trabalhados a partir de uma análise sistematizada sobre alguns produtos químicos de uso doméstico, numa perspectiva que permite a compreensão das informações veiculadas pelos seus rótulos.

MM2a/MM2b: [...] A seguir, você e seu grupo vão trabalhar na análise de um rótulo desse produto.

Rótulo de alvejante perfumado

INSTRUÇÕES DE USO

Lavagem de roupas: para alvejar, adicione um copo (200 mL) de alvejante para cada 20 L de água, deixando de molho por 1 hora, enxágue bem e faça a lavagem normal no tanque ou na máquina. Para a remoção de manchas difíceis, adicione um copo (200 mL) de alvejante para cada porção de 5 L de água, deixe de molho por 15 minutos e faça a lavagem normal.

Observação: não use alvejante em tecidos de lã, seda, couros, roupas coloridas e roupas brancas com este sinal.



Figura 1-12: Representação utilizada em tecidos, que significa "não utilizar alvejante".

Limpeza do lar: para limpar pisos, azulejos, mármore e louças, adicione um copo (200 mL) de alvejante para cada porção de 10 L de água. Para remover manchas ou incrustações de pisos e paredes, use alvejante puro, enxaguando após alguns minutos. Em ralos e vasos sanitários, coloque dois copos (400 mL) de alvejante puro semanalmente.

Limpeza em geral: para lavagem e desodorização de vasilhas e utensílios, adicione uma colher de sopa (10 mL) de alvejante por 1 L de água, deixando-os mergulhados por no mínimo 10 minutos nessa solução, e enxágue em seguida. Em vasos sanitários e pias, use alvejante puro, deixando agir por 30 minutos.

Alvejante perfumado à base de cloro de uso geral – filtrado

Composição: hipoclorito de sódio, hidróxido de sódio, cloreto de sódio, água e perfume.

Teor de cloro ativo: entre 2,0% e 2,5% p/p.

Cuidados de conservação e precauções: mantenha o produto no frasco original. Para conservação da qualidade do produto, manter o frasco fechado protegido do Sol e do calor. Manter fora do alcance das crianças e dos animais domésticos. Não misture alvejante com produtos à base de amônia.

Uma informação do rótulo está muito clara:

Teor de cloro ativo: entre 2,0% e 2,5% p/p.

[...] essa forma de expressar a relação entre a quantidade de soluto e a quantidade de solução é chamada concentração percentual em peso por peso (p/p). (p. 24 e 25a/26 e 27b).

A análise do rótulo é feita de forma crítica, uma vez que os autores destacam que 2,0 g e 2,5 g são medidas de massa e não de peso, sendo assim a expressão p/p está usada impropriamente.

MM2a/MM2b: [...] Assim, uma solução cuja concentração é 3,0% p/V (peso por volume) deve ter 3,0 g de soluto para cada 100 mL de solução, o que é o mesmo que 3 Kg de soluto para cada 100 L de solução. Outra forma

muito comum de expressar essa relação é a concentração em gramas por litro (g/L). (p. 25a/27b).

Os conceitos de concentração são introduzidos no texto sem a utilização de cálculo matemático. O texto acima indica uma relação de proporcionalidade entre a massa de soluto e o volume de solução, mas de forma alguma apresenta uma forma específica de fazer os cálculos, sendo que estes devem ser feitos pelos alunos, a sua própria maneira, com a orientação do professor; nesse sentido, o LD não oferece tudo pronto para o estudante. Esta opção dos autores, por não indicar uma forma específica de fazer os cálculos, leva o estudante a buscar a sua forma própria de pensar e de raciocinar e, conseqüentemente, de aprender a estudar. É importante ressaltar que o papel do professor/orientador é fundamental nesse processo.

Algumas questões relacionadas com o rótulo do alvejante são propostas.

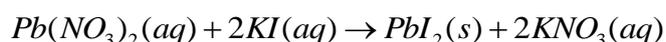
MM2a/MM2b: Leiam no rótulo as instruções de uso para lavagem de roupas. Considerem que a densidade do alvejante é praticamente igual à da água (1 g/cm³). [...] a) Calculem a concentração percentual em peso por peso (% p/p) de cloro ativo presente na solução sugerida para a lavagem normal de roupas. b) Por que é preciso saber a densidade da solução de alvejante para calcular a concentração do item a? [...] (p. 25a/28b).

O exemplo acima é suficiente para mostrar outra característica do LD MM2a/MM2b. Não basta fazer os cálculos matemáticos, sempre que possível os autores instigam os alunos a justificar esses cálculos. O mesmo ocorre em MM1a/MM1b, no estudo de estequiometria.

O capítulo de estequiometria é dado em apenas duas páginas, mas os próprios autores ressaltam, no manual do professor, que o importante é reservar tempo para que as atividades sejam trabalhadas em grupo e em sala de aula, sempre fornecendo oportunidade de engajamento dos alunos nas discussões com os colegas e dando a eles suporte necessário. Esse engajamento contribui com a perspectiva dialógica em sala de aula.

A atividade abaixo está relacionada a um experimento, que envolve reações químicas, proposto aos alunos no início do capítulo (quantidade nas transformações químicas).

MM1a/MM1b: Na atividade 1 estudamos a reação entre o nitrato de chumbo (II) e o iodeto de potássio [...]



Considerando essa equação química, realizem a seguinte atividade.

A6 – Copiem o quadro a seguir no caderno e completem-no [...]

Substância	Pb(NO ₃) ₂	KI	PbI ₂	KNO ₃
Quantidade de matéria (em mol)	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////
Massas molares (em g/mol)	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////

Quadro 8-4: Dados para a quantidade de matéria (em mol) e as massas molares (em g/mol) de cada substância envolvida na equação que representa a reação entre o Pb(NO₃)₂ e o KI.

A7 – Copiem o quadro a seguir no caderno e completem-no [...]

Substância	Pb(NO ₃) ₂	KI	PbI ₂	KNO ₃
Massas das substâncias envolvidas (em g)	33,12	33,2	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////
Quantidade de matéria (em mol)	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////

Quadro 8-5: Dados para a massa (em g) e a quantidade de matéria (em mol), de cada substância envolvida na equação que representa a reação entre o Pb(NO₃)₂ e o KI.

Se vocês realizaram corretamente os cálculos em A6 e A7, terão encontrado valores para as quantidades correspondentes às proporções ideais entre reagentes e produtos. Assim, em A7 vocês deverão ter encontrado exatamente 0,1 mol de Pb(NO₃)₂ reagindo com 0,2 mol de KI, já que essa reação se efetua numa proporção de 2 : 1. (p. 239a/267b).

MM1a/MM1b: [...] A10 - a) Calculem as massas de W, X, Y e Z. Deixem seus cálculos indicados, explicitando assim o raciocínio utilizado. b) Demonstrem que a lei de Lavoisier foi obedecida para o teste 2. (p. 241a/268b).

O LD não deixa uma receita para chegar ao resultado, uma vez que os termos utilizados, na segunda pessoa do plural, são: “vocês realizaram”, “vocês deverão ter encontrado”. Há apenas um comentário que a reação se efetua numa proporção de 2 : 1, e que é importante explicitar o raciocínio utilizado e demonstrar. Assim, no LD MM verifica-se que o resultado pode ser obtido pelo cálculo proporcional, mas o LD não faz esses cálculos, os mesmos devem ser feitos, com a possível orientação do professor, pelos próprios alunos. Nesse sentido, o aluno adquire seu jeito próprio de calcular, de pensar e de fazer, o que pode incluir, as três formas já discutidas anteriormente. Isto é, apesar de positivo, por parte desse LD, esbarramos na problemática de que a forma de executar o cálculo pode ficar sob responsabilidade do professor. Tal aspecto pode fazer com que o profissional opte por livros nos quais já se apresentam opções de cálculos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração a importância do livro didático (LD) no processo de ensino-aprendizagem, assumimos ser inexorável a continuidade e a consolidação das pesquisas que envolvem a análise de livro didático (LD). A perspectiva de um Ensino de Química que passe a fazer sentido para o aluno é emergente das propostas dadas nos documentos oficiais, das pesquisas em educação e do anseio dos educadores químicos.

Os conceitos químicos são ferramentas fundamentais para que as pessoas compreendam de forma mais sistematizada alguns aspectos do mundo cotidiano. A elaboração de conceitos relacionados ao tema “soluções” envolve ir além do que podemos observar, considerando a articulação do nível dos fenômenos com os modelos que podem sistematizá-los e a proposta de explicações para o funcionamento do mundo das partículas e suas representações.

O trabalho pedagógico que objetiva desenvolver, no educando, a capacidade de fazer definições e praticar os cálculos com eficiência e raciocínio lógico não é suficiente diante da proposta curricular de um “novo ensino de ciências”, pois vários outros aspectos relativos ao tema podem e devem ser abordados. No entanto, não seria uma deficiência no entendimento dos conceitos, na compreensão do aspecto quantitativo, no praticar os cálculos e interpretar os resultados de forma mais “fácil”, uma razão do desinteresse e da dificuldade que os estudantes apresentam? Esta não seria uma barreira no sentido de estimular uma aprendizagem crítica e emancipadora do estudante de química, uma vez que, em geral, é nesse nível que o conteúdo é apresentado aos estudantes pela primeira vez?

Sabemos do nível de complexidade que envolve o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos relacionados ao estudo de soluções, conceitos que são potencialmente significativos para promover a sistematização de inúmeros outros conceitos importantes da Química. Entretanto, pelo menos neste momento, interessa-nos apenas verificar uma melhor estratégia para se fazer a introdução dos cálculos aplicados ao conteúdo analisado nesta pesquisa.

Verificamos que os LD JC, US, e MS apresentam, em geral, elementos das duas primeiras categorias de análise, Cálculo pelo método da análise dimensional e Cálculo com aplicação direta de fórmula. Assim, como consideramos que os aspectos inerentes a essas categorias contribuem para uma abordagem pragmática dos conteúdos e, por conseguinte, podem não contribuir para uma aprendizagem efetiva do conceito.

O desenvolvimento do raciocínio lógico e da capacidade de aprender, em detrimento ao aprendizado memorístico, faz parte dos aspectos da categoria cálculo com aplicação de regra de três. Os resultados nos mostraram que o único LD que apresenta os Cálculos Químicos sem a utilização de qualquer fórmula é o MR, por isso concluímos que esse livro instiga o aprendizado significativo, no que se refere aos cálculos da Química.

O LD MM não enfatiza os Cálculos Químicos, ele não apresenta fórmulas e não resolve os exercícios por regra de três. Os conceitos de concentração, por exemplo, são introduzidos no próprio texto sem a utilização de nenhum desenvolvimento matemático. Lembrando que uma característica importante desse LD é a chamada para a participação direta do aluno, principalmente em atividades experimentais, o que leva o estudante a

buscar a sua forma própria de pensar e raciocinar sobre o problema e, o mais importante, de aprender a estudar.

Não identificamos mudanças significativas dos LD do PNLD/2015 em relação aos LD do PNLD/2012, visto que a abordagem teórica, o método da aplicação dos cálculos e os exercícios são praticamente os mesmos de um PNLD para o outro. Também não podemos afirmar que há diferenças significativas entre os métodos utilizados para se apresentar os cálculos químicos entre os LD JC, MS e o LD que não faz parte do PNLD, ou seja, o LD US.

Por outro lado, sabemos o quanto a avaliação dos LD dentro do PNLD é complexa e realizada por profissionais capacitados em suas respectivas áreas de ensino. Desta forma destacamos que a análise apresentada tem como recorte os cálculos químicos, uma questão pontual e específica não prevista nos próprios critérios de análise do PNLD. Trabalhos que analisam livros didáticos não são realizados para desqualificar avaliações, mas para mostrar aos professores caminhos de escolha de sua própria prática docente.

Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9394 de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. MEC: Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN + Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. SEB. **Guia de livros didáticos**, PNLD/2012: Química, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. SEB. **Guia de livros didáticos**, PNLD/2015: Química, 2014.

ECHEVERRIA, A. R. Como os estudantes concebem a formação de soluções. **Química Nova na Escola**, n. 3, 1996.

ECHEVERRÍA, A.R.; GAUCHE, R; MELLO, I. C. O Programa Nacional do Livro Didático de Química no contexto da educação brasileira. In: ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. **Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências**. Campinas: Átomo, 2008.

FREITAG, B; MOTTA, V. R. R. **O livro didático em questão**. São Paulo: Cortez, 1989.

LOPES, A. R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química - obstáculos animistas e realistas. **Química Nova**, v. 15, n. 3, p. 254-261, 1992.

MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. **Em aberto**, v.7, n. 40, p. 25-41, 1988.

MORTIMER, E. F. Sobre Chamas e Cristais: A linguagem Cotidiana, a Linguagem Científica e o Ensino de Ciências. In: CHASSOT.A.; OLIVEIRA, R. J. **Ciência, Ética e Cultura na Educação**. São Leopoldo: Unisinos, 1998.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P. Políticas e Práticas de Livros Didáticos de Química: o processo de constituição da inovação X redundância nos livros didáticos de química de 1833 a 1987. In: ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. **Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências**. Campinas: Átomo, 2008.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis, Vozes, 2007.

ROCHA-FILHO R. C; SILVA R. R. **Cálculos Básicos da Química**. São Carlos: EdUFSCar, 2006.

SANTOS, S. M. O. **Critérios para avaliação de livros didáticos de química para o ensino médio**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Universidade de Brasília.

SILVA, D. P. **Regra de três: prática escolar de modelagem matemática**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Científica) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – Universidade Federal do Pará.

RESUMO

Há várias interrogações a respeito da problemática do processo de ensino-aprendizagem de química, entre elas o fato de que os estudantes enfrentam sérias dificuldades na aprendizagem dos conteúdos de estequiometria e soluções, que por sua vez envolvem muitos Cálculos Químicos. Tendo em vista essa problemática e a grande importância dada ao livro didático (LD) na prática docente, temos como objetivo analisar os LD de química aprovados pelo PNLD/2012/2015, quanto à presença de atividades didáticas que venham a contribuir para uma aprendizagem significativa dos conceitos analisados, tentando entender se elas enfatizam exclusivamente a memorização e aplicação direta de regras e fórmulas. Selecionamos 9 LD aprovados no PNLD 2012/2015 e por meio de uma análise documental, avaliamos os cálculos químicos presentes nos capítulos citados. Os resultados da nossa pesquisa mostraram que a estratégia de ensino, principalmente no que diz respeito aos cálculos químicos, é diferente em cada obra, sendo que tais estratégias percorreram quatro categorias de análise.

RESUMEN

Hay varias interrogantes acerca de la problemática del proceso de enseñanza-aprendizaje de química, entre ellas el hecho de que los estudiantes enfrentan serias dificultades en el aprendizaje de los contenidos de estequiometría y soluciones, que a su vez involucran muchos Cálculos Químicos. En cuanto a la problemática y la gran importancia dada al libro didáctico (LD) en la práctica docente, analizamos los LD de química aprobados por el PNLD/2012/2015, en cuanto a la presencia de actividades didáticas que contribuyan a un aprendizaje significativo de los conceptos analizados, o si las mismas enfatizan exclusivamente la memorización y aplicación directa de reglas y fórmulas. Seleccionamos 9 LD aprobados en el PNLD 2012/2015 y por medio de un análisis documental, evaluamos los cálculos químicos presentes en los capítulos citados. Los resultados de nuestra investigación mostraron que la estrategia de enseñanza, principalmente en lo que se refiere a los cálculos químicos, es diferente en cada obra, siendo que estas estrategias recorrieron cuatro categorías de análisis.