

Categorização das imagens referentes ao tema equilíbrio químico nos livros aprovados pelo PNLEM

Gustavo Bizarria Gibin, Keila Bossolani Kiill e Luiz Henrique Ferreira

Universidade Federal de São Carlos. Departamento de Química. São Carlos. Brasil. E-mails: gustavogibin@yahoo.com.br; kbossolani@yahoo.com.br; ferreira@dq.ufscar.br

Resumo: O presente artigo apresenta uma análise de aspectos das ilustrações referentes ao conteúdo de equilíbrio químico presentes nos seis livros aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). Os aspectos estudados foram: a finalidade das ilustrações na seqüência didática; o grau de iconicidade; a relação da ilustração com o texto principal; a funcionalidade e as etiquetas verbais das mesmas. Para a coleta de dados, realizou-se uma análise dos livros mediante um estudo duplo-cego comparativo pelos pesquisadores e, em seguida, fez-se uma avaliação conjunta. A análise dos dados revela que é necessário ter cautela ao inserir ilustrações nos textos didáticos, pois estes são uma das únicas fontes de imagem para professor e aluno. Assim, é fundamental que as contribuições advindas das imagens inseridas nos livros didáticos auxiliem na compreensão dos conceitos químicos.

Palavras-chave: livro didático, equilíbrio químico, ensino de Química.

Title: Categorization of the images regarding the subject chemical equilibrium in the books approved by the PNLEM

Abstract: The present article presents an analysis of aspects of the illustrations regarding the content of chemical equilibrium presents in the six approved books in the National Program of the Textbook for the Medium Teaching (PNLEM). The studied aspects were the purpose of the illustrations in the didactic sequence, the degree of iconicity, the relationship of the illustration with the main text, the functionality and the verbal labels. For the data collection were done an analysis of the books through a double-blind comparative study by the researchers and then a united analysis. The analysis reveals that is necessary take care upon inserting illustrations in the educational texts, therefore these are one of the only sources of images for professor and student. So, is fundamental that the resulting contributions of the images help the comprehension of the chemical concepts.

Keywords: textbook, chemical equilibrium, chemistry education.

Introdução

No Brasil, em 2004, foi implantado o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), tendo como proposta a universalização progressiva de livros didáticos para os alunos do Ensino Médio público de

todo o país. Inicialmente, o programa atendeu as escolas das regiões Norte e Nordeste, que receberam os livros-textos das disciplinas de Português e de Matemática. No ano de 2006, essas obras foram universalizadas para todos os estados, exceto para as escolas dos estados de Minas Gerais e do Paraná que desenvolveram programas próprios. Em 2007, foram distribuídos os livros de Biologia à totalidade dos alunos das escolas públicas, exceto aos alunos de instituições estaduais de Minas Gerais e, em continuidade, foram distribuídos os livros de História e de Química no ano de 2008.

Muitos professores afirmam fazer uso de livros didáticos para elaborar o planejamento de suas aulas, para prepará-las durante o período letivo e, ainda, para utilizá-lo como material de apoio às atividades de ensino-aprendizagem. Portanto, pode-se dizer que as obras didáticas são utilizadas amplamente nas escolas de todo o Brasil como fonte bibliográfica para os estudos em sala de aula. (Megid Neto, 2003) Desta forma, o discurso escolar que nelas se materializa constitui-se de signos lingüísticos verbais e visuais.

Um dos indicativos importantes durante o processo de seleção das obras, feita pelos professores de Ensino Médio, é a quantidade e a qualidade dos signos visuais contidos no texto (Carneiro, 1997). Antes mesmo dos livros chegarem às escolas e serem distribuídos para os alunos, essas obras passam por um processo de avaliação segundo o qual aqueles livros que nesse processo são aprovados, são submetidos aos professores para que, dentre o conjunto, façam suas escolhas.

Os estudos feitos por esta pesquisa mostram que as imagens são pouco exploradas em sala de aula durante as atividades de ensino, inclusive por não serem auto-explicativas. Diante disso, os estudantes podem apresentar compreensões diferentes frente à observação de uma mesma ilustração, o que torna fundamental o papel mediador do professor no processo de produção do conhecimento. No processo de aprendizagem, os conceitos se estabelecem a partir das representações teóricas, sendo, muitas vezes, potencializados pelos atributos das imagens e pelas idéias que comunicam (Silva, et al., 2006).

O uso de imagens pode ser, particularmente, interessante para o ensino de Química pois, segundo Nakhleh (1993) e Paselk (1994), os estudantes que desenvolvem a habilidade de compreender a representação dos fenômenos químicos no nível molecular obtêm sucesso no que concerne à compreensão conceitual. Como indica o trabalho de Turner (1990), muitos dos alunos dos cursos de Química fracassam em seus estudos por não desenvolverem a habilidade da representação como forma auxiliar para o entendimento de problemas.

Desta forma, o uso de representações visuais no processo de ensino-aprendizagem torna-se relevante, pois a imagem é uma linguagem que consegue dominar o tempo e o espaço e requer um novo homem para decodificá-la. Este novo homem deve desenvolver novas formas de perceber, de intuir, de sentir e de pensar (Passos e Melo, 1992). Portanto, a imagem, como forma de linguagem, é um recurso poderoso que pode e deve ser utilizado no ensino.

O armazenamento de informações é muito mais eficiente quando ocorre um processo de interação entre a nova informação e aquilo que já existe na estrutura cognitiva daquele que aprende (Johnstone, 1993). Nesse sentido, as representações pictóricas contribuem à medida que podem relacionar as semelhanças e discriminar as diferenças entre o aprendido e aquilo que se deseja aprender. Sendo assim, o uso de representações visuais pode facilitar a construção de modelos internos analógicos que auxiliam os alunos na compreensão de conceitos e na criação de modelos conceituais consistentes (Perini, 2009).

Objetivo da investigação

Categorizar as imagens pertencentes aos capítulos referentes ao conceito de equilíbrio químico dos livros didáticos aprovados no PNLEM-2007.

Metodologia

Para esta pesquisa, foram selecionados os livros didáticos de Química de Ensino Médio aprovados no PNLEM (Tabela 1) e analisados os capítulos referentes ao conceito de equilíbrio químico. O tema equilíbrio químico foi escolhido por ser um conteúdo de difícil compreensão para alunos desse nível de escolaridade, como comprovam os trabalhos de Wheeler (1978), Niaz (1995), Voska (2000), e por apresentar uma hierarquia conceitual (Canpolat et al, 2006).

| Obra | Editora | Volume | Autor | Ano/ Edição |
|---|--------------|----------|--|---------------------|
| (A) - Química na abordagem do Cotidiano | Moderna | 1, 2 e 3 | Eduardo L. Canto e Francisco M Peruzzo | 2005/3 ^a |
| (B) - Química | Moderna | 1, 2 e 3 | Ricardo Feltre | 2005/6 ^a |
| (C) - Universo da Química | FTD | Único | José Carlos de Azambuja Bianchi, Carlos Henrique Abrecht e Daltamir Justino Maia | 2005/1 ^a |
| (D) - Química | Ática | Único | Olimpio S. Nóbrega, Eduardo R. Silva e Ruth H. Silva | 2005/1 ^a |
| (E) - Química | Scipione | Único | Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado | 2005/1 ^a |
| (F) - Química e Sociedade | Nova Geração | Único | Wildson L. P. Santos e Gerson S. Mól (coords.) | 2005/1 ^a |

Tabela 1.- Lista de livros aprovados pelo PNLEM e utilizados neste trabalho.

As imagens inseridas nos textos dos livros didáticos foram categorizadas segundo a taxonomia proposta por Perales e Jiménez (2002), considerando-se para a análise as representações do tipo fotografia, desenho, diagrama,

gráfico e tabela. A metodologia utilizada para a coleta dos dados foi o estudo duplo-cego comparativo segundo o qual cada pesquisador, individualmente, propôs uma classificação. Em seguida, as divergências foram avaliadas por um terceiro pesquisador com a finalidade de decidir por uma escolha única.

Categorização das imagens

A classificação das ilustrações segundo Perales e Jiménez (2002) é feita em função da seqüência didática em que aparecem as ilustrações, do grau de iconicidade, da funcionalidade, da relação com o texto principal e das etiquetas verbais. Entende-se seqüência didática como sendo as entidades constituintes do texto, ou seja, a seqüência de parágrafos que o compõe.

Assume-se que os textos são elaborados a partir do pressuposto de que vão ser lidos seqüencialmente, ou seja, a leitura obedecerá à ordem de exposição dos parágrafos, sendo que esta é uma ordenação adequada à aprendizagem daquilo que se deseja ensinar. Portanto, reconhecê-la pode auxiliar na compreensão dos pressupostos epistemológicos daquele que a ordenou. Para tanto, no que diz respeito à seqüência didática, as categorias para a análise constam na tabela 2, na qual se encontram a natureza das categorias e os respectivos exemplos para cada uma delas.

| Categoria | Descrição |
|-----------------|---|
| Evocação | O texto faz referência a um fato cotidiano ou a um conceito que se supõe conhecido pelo aluno. Ex.: <i>Você já estudou a dissolução de um sólido em um líquido e a evaporação de um líquido. (livro D)</i> |
| Definição | É estabelecido o significado de um termo novo. Ex.: <i>Estado de equilíbrio: situação de um sistema caracterizada pela constância das propriedades macroscópicas e processos microscópicos ocorrendo à mesma velocidade. (livro D)</i> |
| Aplicação | É um exemplo que estende ou consolida uma definição. Ex.: <i>Um exemplo dessas variações de equilíbrio pode ser dado por um sistema de vasos comunicantes contendo água. (Livro B)</i> |
| Descrição | O texto faz referência a um fato com objetivo de criar um contexto necessário para discutir determinado conceito. Ex.: <i>Os químicos encontraram uma maneira esquemática para representar as reações: a equação química. (livro C)</i> |
| Interpretação | O texto usa os conceitos teóricos para explicar os eventos experimentais. Ex.: <i>Ao adicionarmos ácido ao sistema de cor amarela, conseguimos obter um aumento da concentração do dicromato, fazendo com que a cor da solução ficasse laranja. Ou seja, aumentando a concentração de H^+, o sistema reagiu no sentido de neutralizar essa alteração, consumindo o H^+ adicionado e produzindo o dicromato, de cor laranja. (Livro E)</i> |
| Problematização | O texto lança questões que não podem ser resolvidas utilizando os conceitos já discutidos. Ex.: <i>Por que bebemos soluções de alguns ácidos (ácido acético e ácido cítrico) e outros são tão corrosivos (ácido sulfúrico e ácido clorídrico) que não podem ser ingeridos? (Livro F)</i> |

Tabela 2.- Categorias de análise em função da unidade de seqüência didática.

Com relação ao grau de iconicidade, as imagens podem ser classificadas em relação ao menor ou maior grau, sendo que as primeiras são menos realistas e exigem um conhecimento maior do código simbólico utilizado. Considerando o fator iconicidade, as ilustrações podem se diferenciar nas categorias discriminadas na tabela 3, na qual, inclusive, constam as suas definições e os correspondentes exemplos para cada uma delas.



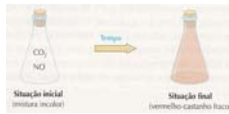
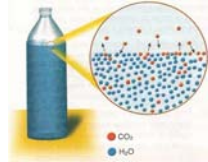
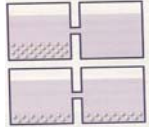
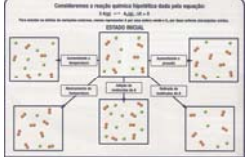
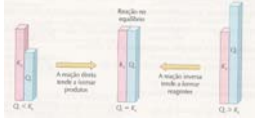
| Categoria | Descrição | Exemplo |
|---|--|---|
| Fotografia | Quando ocorre a interpretação do espaço e da realidade através da imagem. |  (E) |
| Desenho figurativo | Valoriza a representação orgânica, mostrando os objetos mediante a imitação. |  (B) |
| Desenho figurativo com signos | Representa ações ou magnitudes inobserváveis em um espaço de representação heterogêneo. |  (B) |
| Desenho figurativo com signos normalizados | A ilustração representa figurativamente uma situação e paralelamente se representam alguns aspectos relevantes mediante signos normalizados. |  (E) |
| Desenho esquemático | A ilustração valoriza os detalhes na representação das relações. |  (F) |
| Desenho esquemático com signos | A ilustração representa ações ou magnitude inobserváveis. Gráficos e tabelas podem ser considerados como integrantes desta categoria. |  (F) |
| Desenho esquemático com signos normalizados | A ilustração constitui um espaço de representação homogêneo e simbólico que possui regras sintáticas específicas. |  (B) |

Tabela 3.- Categorias de análise em função do grau de iconicidade, com respectivos exemplos.

O aspecto funcionalidade das ilustrações diz respeito à utilização das ferramentas gráficas como forma de expressar as idéias, por exemplo, a representação de construtos conceituais mediante o uso de símbolos analógicos como na representação dos elementos químicos, símbolos

quantificadores, como a constante de equilíbrio, ou ainda, a representação gráfica das variações de concentração em relação ao tempo.

Quanto à funcionalidade, as ilustrações podem ser discriminadas nas categorias apresentadas na tabela 4, com os respectivos exemplos. Esta tabela exhibe as categorias em função da funcionalidade das ilustrações, suas definições e exemplos.



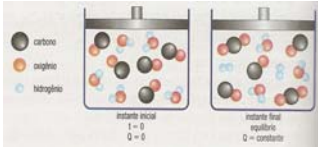
| Categoria | Descrição | Exemplo |
|------------------------|---|--|
| Inoperantes | A ilustração não apresenta nenhum elemento utilizável, só cabe observá-la. |  (A) |
| Operativas elementares | A ilustração contém elementos de representação universais |  (A) |
| Sintáticas | A ilustração contém elementos que exigem o conhecimento de normas químicas específicas. |  (C) |

Tabela 4.- Categorias de análise em função da funcionalidade com respectivos exemplos.

A informação presente nas imagens é descontínua e somente sua inclusão no texto lhe proporciona um significado. As ilustrações podem aparecer isoladas no texto, ter alguma interação ou podem estar profundamente interligadas com o texto. Denomina-se texto combinado quando a imagem e o discurso estão integrados, o que para o processo de ensino e aprendizagem é indispensável, pois a fragmentação pode comprometer a compreensão do discurso.

As subcategorias pertencentes à relação entre as ilustrações e o texto principal seguem na tabela 5, com os respectivos exemplos de ilustrações. Nesta tabela, as categorias de análise da relação da ilustração com o texto principal são apresentadas, definidas e exemplificadas com ilustrações retiradas dos livros analisados.

As etiquetas verbais são os textos inclusos nas ilustrações, que ajudam a interpretá-las. As subcategorias das etiquetas verbais estão contidas na tabela 6, com os respectivos exemplos de ilustrações. Nesta tabela, as categorias de etiquetas verbais são apresentadas, definidas e exemplificadas com ilustrações retiradas dos livros didáticos sob análise.



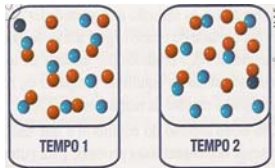
| Categoria | Descrição | Exemplo |
|------------|--|---|
| Conotativa | O texto descreve os conteúdos sem mencionar sua correspondência com os elementos inclusos na ilustração. Supõe-se que estas relações sejam óbvias e que o próprio leitor possa fazê-las. |  (E) |
| Denotativa | O texto estabelece a correspondência entre os elementos da ilustração e os conteúdos representados. |  (F) |
| Sinóptica | O texto descreve a correspondência entre os elementos da ilustração e os conteúdos representados. Ainda estabelece as condições nas quais as relações entre os elementos inclusos na ilustração representam as relações entre os conteúdos, de modo que a imagem e o texto formam uma unidade indivisível. |  (F) |

Tabela 5.- Categorias de análise em função da relação com o texto principal e respectivos exemplos de ilustrações.

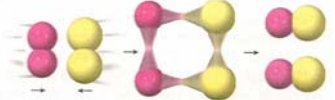


| Categoria | Descrição | Exemplo |
|--------------|--|---|
| Sem etiqueta | A ilustração não contém nenhum texto. |  (D) |
| Nominativa | Letras ou palavras que identificam alguns elementos da ilustração. |  (F) |
| Relacionável | Textos que descrevem as relações entre os elementos da ilustração. |  (D) |

Tabela 6.- Categorias de análise em função das etiquetas verbais e exemplos de ilustrações.

Resultados e discussão

A análise dos livros didáticos de Química aprovados pelo PNLEM-2007 revelou diferenças notáveis entre as obras com relação às seqüências didáticas e ao uso das ilustrações.

Observa-se na figura 1 que todos os livros apresentam quantidades expressivas de ilustrações referendadas na seqüência didática categorizada como descrição. No livro C, grande parte das seqüências ilustradas é de natureza aplicativa. Em todas as obras, percebe-se a presença de seqüências interpretativas ilustradas, embora em menor número se

comparado com as descritivas. Nos livros didáticos B, E e F, cerca de 10% das ilustrações estão contidas em séries evocativas, enquanto nos outros essa função é praticamente desprezível. Com relação às unidades problematizadoras, apenas no livro F há uma quantidade considerável com ilustrações (cerca de 10%).

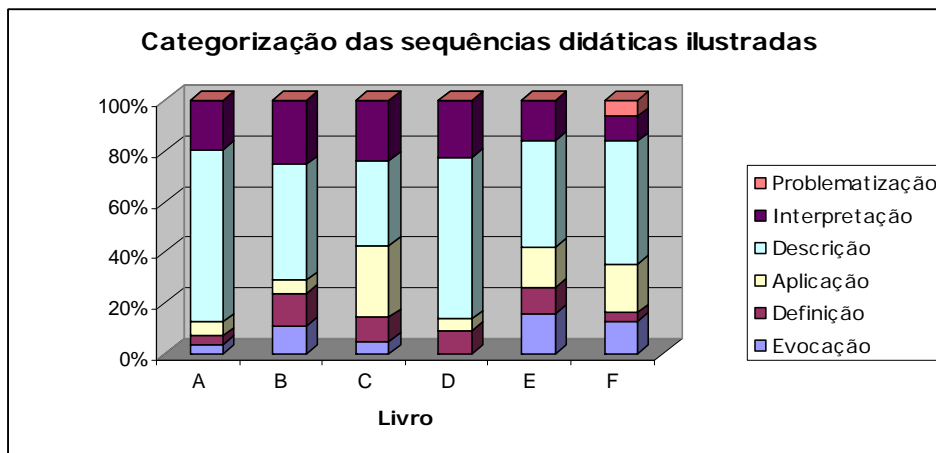


Figura 1.- Quantificação das seqüências didáticas ilustradas dos capítulos de equilíbrio químico dos livros analisados.

Os dados da figura 2 permitem observar que em dois livros as imagens predominantes são do tipo fotografia, com ocorrência de 60% e 70% respectivamente para E e F. As obras B e D apresentam cerca de 10% de suas ilustrações classificadas como desenhos figurativos. Os três volumes da obra A têm 30% de suas ilustrações pertencentes à categoria desenhos figurativos com signos. Todos os livros apresentam desenhos esquemáticos com signos, sendo que o F apresenta cerca de 10% e o D aproximadamente 50% de suas ilustrações com esse grau de iconicidade. Apenas em C são apresentados desenhos figurativos com signos normalizados em quantidade considerável, cerca de 20%. A variação de desenhos esquemáticos com signos normalizados nas obras analisadas corresponde ao intervalo de 10% para o livro E a 25% para os livros B e D.

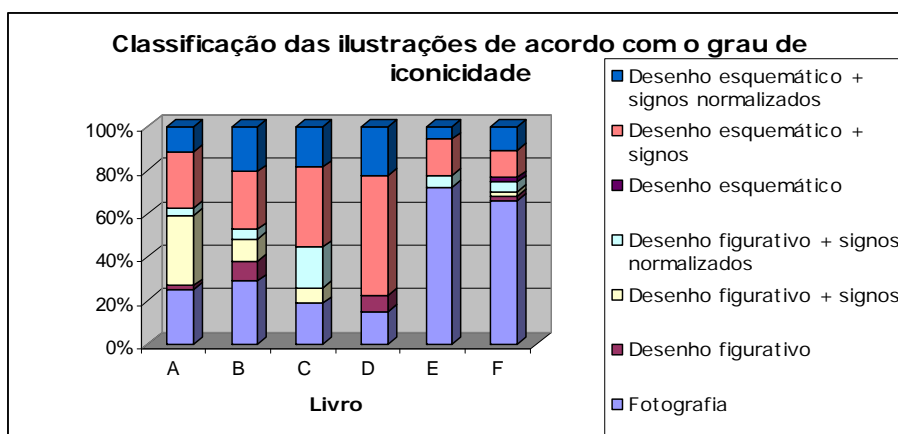


Figura 2.- Quantificação das imagens pertencentes ao capítulo de equilíbrio químico segundo o grau de iconicidade.

Os dados contidos na figura 3 revelam que os livros A, B, C, E e F apresentam um elevado número de ilustrações que são inoperantes, cabendo aos estudantes apenas a observação das mesmas. Entretanto, todos os livros apresentaram quantidades significativas de ilustrações sintáticas e operativas elementares.

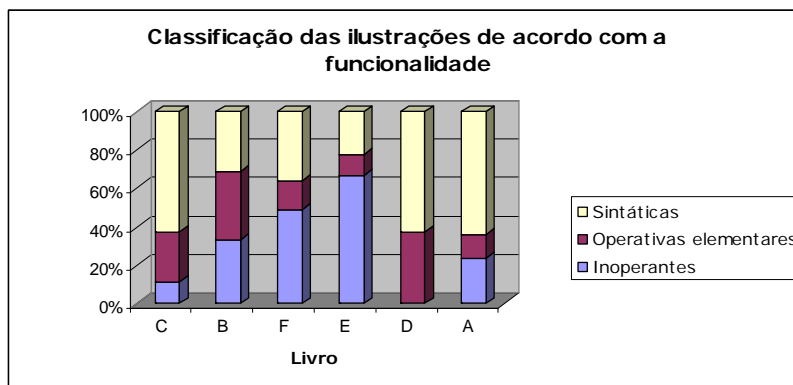


Figura 3.- Quantificação das imagens pertencentes ao capítulo de equilíbrio químico segundo a funcionalidade.

A utilização de ilustrações conotativas é uma característica de todas as obras, variando de aproximadamente 20% (livro C) até cerca de 75% (livro F). Isso significa que grande parte das ilustrações fica desconectada do texto. O livro E possui cerca de 60% de suas ilustrações denotativas contra 10% na obra F. Sendo assim, estabelece-se correspondência entre os elementos da ilustração e os conteúdos apresentados. Já a quantidade de ilustrações sinópticas é menor, com variação de cerca de 10% (E) a aproximadamente 50% (C) (Figura 4).

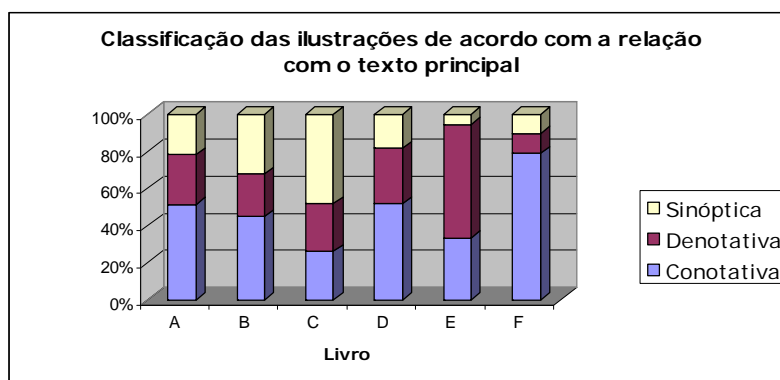


Figura 4.- Quantificação das imagens pertencentes ao capítulo de equilíbrio químico conforme a relação estabelecida com o texto principal.

No que diz respeito às etiquetas verbais, no livro F há um grande número de ilustrações – aproximadamente 75% - cujas etiquetas são relacionáveis. Todos os textos apresentam um número pequeno de ilustrações sem etiqueta e uma quantidade expressiva de ilustrações com etiquetas do tipo nominativas (Figura 5).

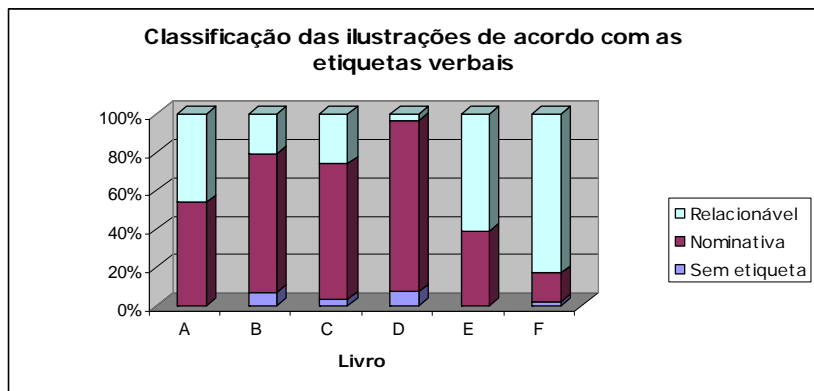


Figura 5.- Quantificação das imagens pertencentes ao capítulo de equilíbrio químico conforme a relação com as etiquetas verbais.

Considerações finais

No que diz respeito às seqüências didáticas dos textos, em todas as obras aqui analisadas, verificou-se que as que se encontram em maior número são as de natureza descritiva. Entretanto, quase não há seqüências problematizadoras ilustradas, o que permite concluir que a prevalência de séries afirmativas faz com que as obras tendam para uma abordagem mais tradicional do conhecimento químico.

Com relação ao grau de iconicidade, predomina nos livros-textos a presença de fotografias e desenhos esquemáticos com signos, enquanto que desenhos figurativos, desenhos figurativos com signos, desenhos figurativos com signos normalizados e desenhos esquemáticos são pouco utilizados.

Dentre as ilustrações analisadas, poucas têm por finalidade a função de auxiliar na compreensão dos conceitos, pois um elevado número delas é inoperante e apresentam função meramente figurativa. Todas as obras apresentaram grandes quantidades de ilustrações conotativas, ou seja, as ilustrações não são citadas no texto e podem dificultar a compreensão, uma vez que cabe ao aluno correlacionar imagem e texto escrito.

Em todos os volumes analisados, as ilustrações sem etiquetas aparecem em número bem reduzido, ao contrário das etiquetas verbais nominativas que são utilizadas em quantidades expressivas. Outra observação a considerar é que ainda é uma tendência apenas nomear os elementos de uma ilustração. Nos livros E e F, observa-se o uso elevado de ilustrações com a etiqueta verbal relacionável.

Outro aspecto relevante e que exige melhorias diz respeito à pouca utilização de etiquetas verbais que mostram relações entre os elementos da ilustração. Focalizando a imagem propriamente dita, é preciso aprofundar os aspectos moleculares, uma vez que o desenvolvimento de tal habilidade pode levar a uma melhor compreensão dos conceitos químicos. Assim, sendo as imagens uma forma de representar o conhecimento químico, tornam-se instrumento indispensável na construção de modelos conceituais adequados para a aprendizagem.

O livro didático é uma das únicas fontes de imagens para professor e aluno, uma vez que outras fontes, como as midiáticas ainda não fazem parte do cotidiano escolar. Assim, é imprescindível que se tenha cautela ao

inserir qualquer imagem em obras didáticas, de forma que se busque um processo de ensino menos superficial e mais aprofundado na abordagem das interações atômico-moleculares dos fenômenos químicos.

Finalmente, os educadores químicos devem refletir a respeito do que significa aprender a partir de um material didático curricular que apresenta a informação verbal, acompanhado de ilustrações para comunicar o saber científico. Portanto, o desafio que se coloca passa a ser o desenvolvimento de formas de mediação entre os textos e seus destinatários a fim de propiciar uma efetiva aprendizagem dos conceitos químicos.

Referências bibliográficas

Canpolat, N.; Pinarbasi, T.; Bayrakçeken, S. e N. Geban (2006). The conceptual change approach to teaching chemical equilibrium. *Research in Science & Technological Education*, 24, 2, 217-235.

Carneiro, M.H.S. (1997). As imagens no livro didático. Águas de Lindóia: Atas do 1º Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências.

Johnstone, A.H. (1993). The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 70, 9, 701-705.

Megid Neto, J.Y. e H. Fracalanza (2003). O livro didático de ciências: Problemas e Soluções. *Ciência & Educação*, 9, 2, 147-157.

Nakhleh, M.B. (1993). Are our students conceptual thinkers or algorithmic problem solvers? *Journal of Chemical Education*, 70, 1, 52-55.

Niaz, M. (1995). Relationship between student performance on conceptual and computational problems of chemical equilibrium, *International Journal of Science Education*, 17, 3, 343-355.

Paselk, R.A. (1994). Visualization of the abstract in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 71, 3, 225-226.

Passos, C.O. e D.P.A. Melo (1992). Os recursos audiovisuais e a teoria prática. *Tecnologia Educacional*, 21, 104, 8-17.

Perales, F. J. e J.D. Jiménez (2002). Las ilustraciones en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20, 3, 369-386.

Perini, L. (2009) Scientific reasoning, mental models, and depiction. Em: <http://www.interdisciplines.org/artcognition/papers/10/3>.

Silva, H.C.; Zimmerman, E.; Carneiro, M.H.S.; Gastal, M.L e W.S. Cassiano (2006). Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. *Ciência & Educação*, 12, 2, 219-233.

Turner, K.E. (1990). A supplemental course to improve performance in introductory chemistry. *Journal of Chemical Education*, 67, 11, 954-957.

Voska, K.W. e H.W. Heikkinen (2000). Identification and analysis of student conceptions used to solve chemical equilibrium problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 2, 160-176.

Wheeler, A.E. e H. Kass (1978). Student misconceptions in chemical equilibrium. *Science Education*, 62, 2, 223-232.