

Os recursos visuais nos livros didáticos do PNLD 2015: uma análise referente ao tema ligação química

The visual resources in the textbooks of the PNLD 2015: an analysis related to the theme chemical bond

Maurícus Selvero Pazinato

Universidade Federal do Pampa, Universidade Federal de Santa Maria
mauriciuspazinato@unipampa.edu.br

Mara Elisa Fortes Braibante

Universidade Federal de Santa Maria
maraefb@gmail.com

Ana Carolina Gomes Miranda

Universidade Federal de Santa Maria
carolinamiranda.ufsm@gmail.com

Renata Texeira Gomes de Freitas

Universidade Federal do Pampa
renata.tgf.tg@gmail.com

Resumo

O foco deste trabalho é os recursos visuais utilizados na abordagem do conteúdo de ligações químicas pelos livros didáticos aprovados pelo PNLD-2015. A pesquisa consistiu em uma análise das fotografias, desenhos, diagramas, esquemas, gráficos e tabelas encontrados nos capítulos referentes às ligações químicas das obras avaliadas. As categorias analisadas foram iconicidade e funcionalidade, propostas por Perales e Jiménez (2002), e níveis de representação, que consideram a classificação de Johnstone (1993) para as dimensões do conhecimento químico. Os resultados encontrados sugerem diferenças entre as obras e alertam para o cuidado que autores e professores devem ter ao empregarem certos tipos de imagens durante a abordagem das ligações químicas. Algumas semelhanças entre as obras foram encontradas, como grande número de imagens que utilizam símbolos, códigos e regras específicas da Química, além de poucos recursos que relacionam mais de um dos níveis de representação da matéria.

Palavras chave: livros didáticos, PNLD-2015, recursos visuais, ligação química.

Abstract

The focus of this paper is the visual resources used in approach of the chemical bonds content by the textbooks approved by PNLD 2015. The research was an analysis of the photographs, drawings, diagrams, schemes, graphics and tables found in the chapters related to chemical

bonds of the evaluated textbooks. The categories analyzed were iconicity and functionality, proposed by Perales and Jiménez (2002), and levels of representation, that consider the classification of the Jonhstone (1993) for the dimensions of chemical knowledge. The results suggest differences between the textbooks and warn that the authors and teachers must be careful to employ certain types of images during the approach of the chemical bonds. Some similarities between the textbooks were found, as large number of images that use symbols, specific codes and rules of Chemistry, as well few resources that relate more than one level of representation of matter.

Key words: textbooks, PNLD-2015, visual resources, chemical bond.

Introdução

O conteúdo de ligações químicas é considerado fundamental, tanto para o entendimento da Química bem como para a compreensão dos fenômenos da natureza. Entretanto, algumas pesquisas da área (FERNANDEZ; MARCONDES, 2006; MENDONÇA; JUSTI, 2009; FERNANDES; CAMPOS, 2012) têm revelado as diversas concepções alternativas e dificuldades que estudantes de todos os níveis de ensino apresentam neste conteúdo. Esta problemática se deve, em parte, ao elevado grau de abstração que o tópico exige.

Para o entendimento das ligações químicas é necessário pensar nas forças que mantêm os átomos ou íons unidos como resultado de interações eletrostáticas entre os mesmos, de forma a se obter uma maior estabilidade. Os estudantes devem ser capazes de relacionar as propriedades das substâncias e as ligações químicas entre seus átomos ou íons (BRASIL, 2002). Neste sentido, devem utilizar os códigos da Química para transitar entre o mundo submicroscópico e macroscópico.

Johnstone (1982) foi um dos pioneiros no estabelecimento da relação entre os níveis de representação da matéria, que classificou em: macroscópico, submicroscópico e simbólico. Sucintamente, ele propôs um nível sensorial que corresponde ao universo macroscópico, um nível molecular que seria o submicroscópico e o nível simbólico que está associado às representações químicas. Alguns anos depois, o próprio autor denominou estes níveis como “componentes de uma nova Química” que passaram a ser: macroquímica referente ao tangível, concreto, mensurável; submicroquímica relacionada ao molecular, atômico e cinético; e Química representacional que corresponde aos símbolos, às equações e fórmulas químicas (JOHNSTONE, 1993).

Uma das alternativas com potencial para minimizar as dificuldades dos estudantes na compreensão dos conceitos relacionados às ligações químicas é a utilização de recursos visuais, visto que podem auxiliá-los na transição entre os níveis de representação da matéria. A imagem é vista como uma forma de comunicação que conquistou seu espaço em diferentes contextos de ensino (KIILL, 2009). Para Johnson-Laird (1983), as imagens constituem visualizações internas de um modelo, ou seja, são visualizações mentais que o sujeito utiliza para compreender o mundo.

O emprego de recursos visuais em materiais didáticos, como os livros didáticos, pode beneficiar a aprendizagem dos estudantes. É de conhecimento geral, a influência que os livros didáticos possuem na educação básica. Muitas vezes, estes materiais são a principal referência utilizada pelos professores para o planejamento de suas aulas, bem como são o único meio de acesso dos estudantes aos conteúdos escolares. Neste sentido, há a necessidade de pesquisas que investiguem as contribuições didáticas dos recursos visuais utilizados no ensino de

Química. Neste contexto, a questão de investigação deste trabalho é: Quais as contribuições dos recursos visuais, empregados nos livros didáticos, para a aprendizagem do conteúdo de ligações químicas?

É importante ressaltar que no ensino médio, grande parte das imagens utilizadas provém dos livros didáticos adotados pelas escolas através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). O objetivo deste trabalho é analisar as representações visuais utilizadas pelos livros didáticos aprovados pelo PNLD-2015 na abordagem do conteúdo de ligações químicas em relação ao grau de iconicidade, à função didática e ao nível de representação da matéria. Considerando que a imagem é uma forma de linguagem, constituindo um importante recurso para o entendimento de tópicos de elevada capacidade de abstração, como as ligações químicas, procuramos entender sua função didática e sua influência no desenvolvimento da capacidade de transição entre os níveis de representação.

A função dos recursos visuais no ensino e nos livros didáticos

Os recursos visuais fazem parte da História da Química. Na época dos alquimistas, um conjunto de códigos foi elaborado e utilizado para as primeiras representações dos símbolos químicos, como, por exemplo, o símbolo para o aquecimento utilizado até hoje (MAAR, 2008). Apesar de sua importância durante o desenvolvimento científico, os recursos visuais não são prioridade na educação básica ou superior. Geralmente, o conhecimento científico é expresso por meio da linguagem escrita.

No entanto, a utilização de imagens no ensino de Química pode desenvolver a habilidade de interpretar um fenômeno a nível atômico-molecular. Conforme Kiill (2009), fazer com que os estudantes entendam os fenômenos químicos na perspectiva do arranjo e movimento de moléculas e átomos é um dos principais objetivos do ensino de Química. Este propósito poderá ser atingido recorrendo ao emprego de recursos visuais durante o desenvolvimento dos tópicos em sala de aula.

Segundo Perales e Jiménez (2002), as principais funções das imagens nos livros didáticos são:

- Ilustrar os livros, ou seja, torná-los mais atrativos para despertar o interesse dos leitores;
- Descrever situações ou fenômenos baseando-se na capacidade humana de processar a informação visual e sua vantagem frente aos textos escritos na estimulação dos modelos mentais;
- Explicar situações descritas. Isto é, neste caso as ilustrações não mostram apenas o mundo, mas também o que o transforma com a intenção de evidenciar relações ou ideias não evidentes por si mesmas, a fim de facilitar sua compreensão por parte do leitor (PERALES; JIMÉNEZ, 2002, p. 372, tradução nossa).

Dentro deste contexto, as representações visuais presentes nos livros didáticos assumem uma importante função no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de ligações químicas. A seguir será apresentada a metodologia utilizada para análise dos recursos visuais empregados pelos livros didáticos do PNLD-2015.

Metodologia de análise dos livros didáticos

Neste trabalho, consideramos como recurso didático as representações do tipo fotografia, desenho, diagrama, esquema, gráfico e tabela presentes nas obras aprovadas pelo PNLD-2015. Como o foco de investigação é as imagens utilizadas no conteúdo de ligações químicas,

analisamos os primeiros volumes de cada uma das quatro coleções aprovadas (Tabela 1).

Código	Livro	Autor	Editora	Edição	Ano
A	Química 1	Martha Reis M. da Fonseca	Ática	1ª	2013
B	Química 1	Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado	Scipione	2ª	2013
C	Química cidadã	Wildson Santos e Gerson Mol (coords.)	AJS	2ª	2013
D	Ser protagonista: Química	Murilo Tissoni Antunes	SM	2ª	2013

Tabela 1: Códigos de identificação, livros analisados e suas informações

Os recursos visuais do capítulo referente ao conteúdo de ligações químicas foram analisados em três categorias. Para a análise das duas primeiras, nos baseamos em Perales e Jiménez (2002) que propõem a avaliação das imagens em relação ao grau de iconicidade e à funcionalidade. A terceira categoria analisada refere-se aos níveis de representação da matéria de Johnstone (1982; 1993). As categorias ainda se subdividem em subcategorias, que foram denominadas de unidades elementares.

A categoria grau de iconicidade analisa a complexidade das imagens. Nesta categoria há dois tipos de representações visuais: as mais realistas e as mais abstratas. Estas últimas exigem um maior conhecimento do código simbólico, portanto, apresentam um menor grau de iconicidade. As unidades elementares desta categoria são expostas na Tabela 2.

Unidades elementares	Definição
Fotografia	Quando interpreta o espaço por meio de fotos.
Desenho figurativo	Valoriza a representação orgânica mostrando os objetos mediante a imitação da realidade.
Desenho figurativo + signos	Representa ações ou magnitudes inobserváveis em um espaço de representação heterogêneo.
Desenho figurativo + signos normalizados	A ilustração representa figurativamente uma situação e paralelamente se representam alguns aspectos mediante o uso de signos normalizados.
Desenho esquemático	Valoriza as representações das relações sem se importar com os detalhes.
Desenho esquemático + signos	Representa ações ou magnitudes inobserváveis.
Desenho esquemático + signos normalizados	A ilustração constitui um espaço de representação homogêneo e simbólico com regras sintáticas específicas.

Tabela 2: Unidades elementares da categoria grau de iconicidade

A principal justificativa para a utilização de uma imagem no ensino de Química é sua função didática. Quanto à funcionalidade, os recursos visuais dos livros textos podem ser classificados em três unidades elementares (Tabela 3).

Unidades elementares	Definição
Inoperante	A ilustração não apresenta nenhum elemento utilizável, apenas cabe observá-la.
Operativa elementar	A ilustração contém elementos de representação universal.
Sintática	A ilustração contém elementos que exigem o conhecimento de normas específicas.

Tabela 3: Unidades elementares da categoria funcionalidade

Considerando a relevância dos níveis de representação da matéria para o entendimento das ligações químicas, investigamos se os recursos visuais dos livros didáticos auxiliam os estudantes na transição entre estes níveis. As unidades elementares desta análise são apresentadas na Tabela 4.

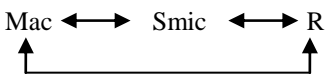
Unidades elementares	Definição
Macroscópico (Mac)	Apresenta apenas aspectos observáveis e realistas
Submicroscópico (Smic)	Ilustra aspectos inobserváveis e abstratos
Representacional (R)	Utilizada símbolos e códigos da Química
Relaciona dois níveis	Relaciona dois níveis, pode ser de três tipos: $Mac \longleftrightarrow Smic$ $Mac \longleftrightarrow R$ $Smic \longleftrightarrow R$
Relaciona os três níveis	Transita entre os três níveis: $Mac \longleftrightarrow Smic \longleftrightarrow R$ 

Tabela 4: Unidades elementares da categoria níveis de representação

Este trabalho apresenta um caráter predominantemente qualitativo. No entanto, sempre que necessário foram utilizados gráficos com o propósito de sistematizar a apresentação dos resultados. A metodologia utilizada para avaliação das representações visuais dos livros didáticos foi realizada por uma equipe de pesquisadores da área de ensino de Química, constituída por professores universitários, alunos de pós-graduação (doutorado) e graduação (iniciação científica). Em um primeiro momento, cada pesquisador analisou independentemente os capítulos referentes ao conteúdo de ligações químicas presentes nos primeiros volumes das coleções aprovadas pelo PNLD-2015. As divergências nas classificações propostas pelos pesquisadores, quando ocorreram, foram posteriormente avaliadas e discutidas pelos mesmos em conjunto, com a finalidade de entrarem em acordo. Desta forma, as imagens só foram classificadas quando houve total concordância entre os pesquisadores. Esta metodologia foi desenvolvida com o propósito de diminuir parcialidades durante as análises, o que confere maior confiabilidade dos resultados e garante sua validade.

Apresentação dos resultados e discussões

Ao todo foram analisados 200 recursos visuais referentes às ligações químicas presentes nos quatro livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD-2015. A distribuição por obra foi a seguinte: 34, 28, 81 e 57 imagens foram encontradas, respectivamente, nos livros A, B, C e D.

É perceptível que o número de recursos visuais utilizados em cada obra é diferente, o que é um indicativo dos diferentes enfoques de cada uma. Outra observação sobre o número de imagens nos remete a forma com que algumas obras apresentam os recursos visuais. Por exemplo, o livro B, que apresentou o menor número de imagens, é o único que identifica todos os recursos visuais através de números. Esta identificação é um mérito dessa coleção, pois auxilia os leitores na organização de sua leitura. No entanto, durante a análise deste trabalho, esta particularidade pode ter prejudicado a obra no que se refere ao número de recursos visuais, pois muitas vezes várias imagens foram analisadas contabilizando apenas como uma, já que estavam agrupadas com a mesma numeração e legenda. Neste contexto, vale ressaltar que o número de imagens não garante a qualidade de uma obra, apenas mencionamos esta frequência com o propósito de situar o contexto da análise. Em relação às categorias avaliadas, os resultados apontam diferenças e semelhanças entre os livros, que serão discutidas a seguir.

A Figura 1 apresenta os resultados a respeito da categoria grau de iconicidade. Conforme podemos observar, os recursos visuais dos livros analisados apresentam diferentes graus de complexidade. No livro didático B, aproximadamente 40% das representações visuais são do tipo fotografia. Apesar deste tipo de imagem possuir a função didática de relacionar os conteúdos com o cotidiano, deve-se considerar que as imagens necessitam de uma

justificativa empírica para serem significativas no ensino de Ciências, não podem simplesmente servir para a mera observação (LEVIE; LENTZ, 1982). Apesar disto, ressaltamos que em todos os livros, inclusive no B, existe um número significativo de imagens do tipo desenho esquemático com signos. Ainda os livros didáticos C e D apresentam uma quantidade considerável de desenhos esquemáticos com signos normalizados, que exploram símbolos e códigos da Química, exigindo do estudante maior capacidade de abstração para sua interpretação.

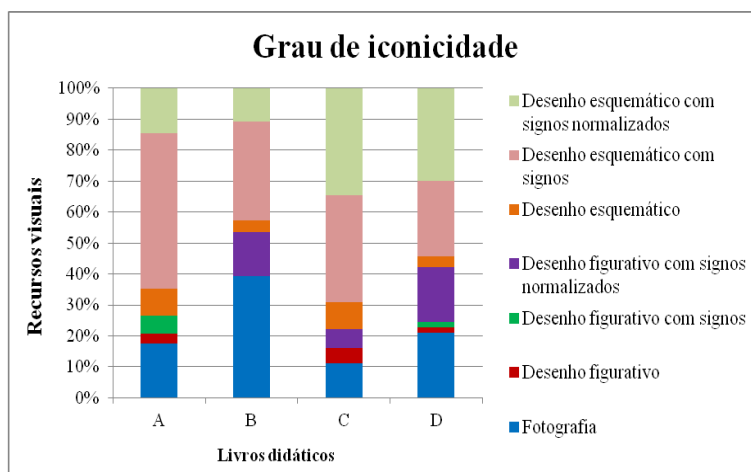


Figura 1: Classificação dos recursos visuais quanto ao grau de iconicidade

Em muitos casos, a funcionalidade de um recurso visual está associada ao grau de iconicidade, classificado anteriormente. Através da Figura 2, observamos que o livro didático B é o que apresenta maior quantidade de imagens do tipo inoperante, consequência do alto número de fotografias da obra. Neste tipo de recurso, cabe ao estudante apenas a função de observá-la. Porém, conforme ressaltamos anteriormente, as fotografias possuem a função de relacionar os conteúdos com o cotidiano, o que pode tornar a leitura mais interessante e agradável.

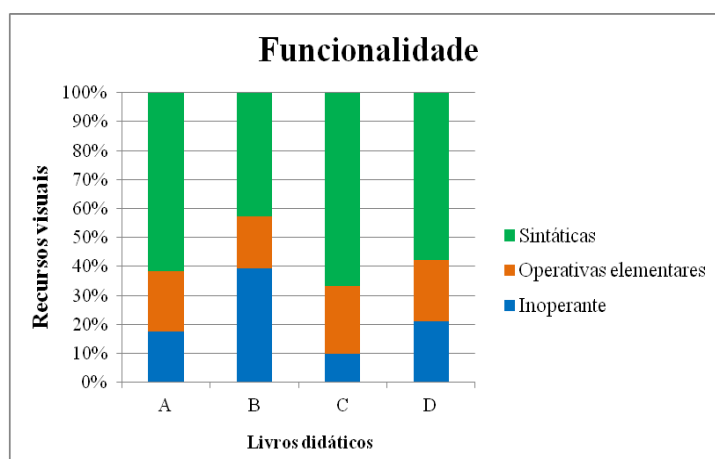


Figura 2: Classificação dos recursos visuais quanto à funcionalidade

As imagens do tipo sintática são a maioria nos livros didáticos A, C e D e correspondem a 42% dos recursos do livro B. Estas imagens são importantes no ensino de ligações químicas, pois empregam signos e representações necessárias para o entendimento e aplicação das leis deste tópico. Um cuidado que se deve ter com este tipo de recurso é o grande número de informações que contém. Coutinho, Soares e Braga (2010) alertam que imagens “com carga cognitiva alta” são consideradas de difícil leitura pelos estudantes e podem dificultar a

organização e o processamento de informações, prejudicando a aprendizagem. Desta forma, deve haver um cuidado com o emprego deste tipo de representação pelos autores dos livros didáticos e pelos professores em sala de aula, para que sua apresentação ocorra de maneira clara e que sejam fornecidos subsídios necessários para sua interpretação.

Em relação aos níveis de representação, os livros didáticos A e B foram os que apresentaram mais recursos visuais classificados na unidade elementar macroscópico (Figura 3). Estas representações consideram apenas aspectos observáveis e realistas, contribuindo muito pouco para o estabelecimento de relações entre o simbólico e submicroscópico. No livro C destacam-se as imagens do tipo representacional, que emprega símbolos e códigos da Química. De acordo com a classificação proposta, o livro didático D é o que melhor distribui as imagens entre as unidades elementares, pois apresenta certa uniformidade no número de recursos macroscópicos (26%), submicroscópicos (18%), representacional (26%) ou que relaciona mais de um nível (28% relacionam dois níveis e 2% relacionam os três).

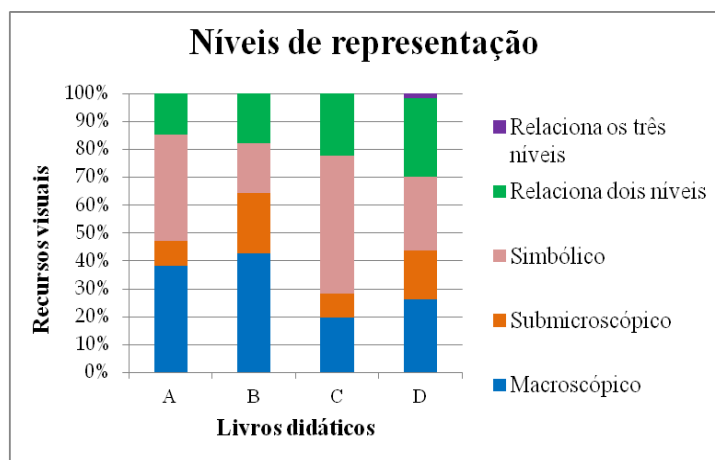


Figura 3: Classificação dos recursos visuais quanto aos níveis de representação

Através da Figura 3 percebemos que os livros didáticos apresentam imagens que associam mais de um nível de representação da matéria. Entretanto, são poucas as representações que relacionam os três níveis. Segundo Gibin e Ferreira (2013) o uso de imagens que apresentam os diferentes níveis de representação pode auxiliar no estabelecimento de relações entre a teoria e a prática no processo de imaginar fenômenos químicos.

Considerações finais

A categorização utilizada nesta pesquisa, baseada na proposta de Perales e Jiménez (2002) e Johnstone (1993), possibilitou a análise das representações visuais empregadas na abordagem do conteúdo de ligações químicas pelos livros didáticos aprovados no PNLD-2015. Os resultados apresentados apontam a existência de diferenças entre os quatro livros didáticos, em relação ao emprego das imagens durante a abordagem das ligações químicas. No entanto, observamos algumas tendências a respeito das categorias avaliadas que acreditamos importante ressaltar.

Em geral, os livros didáticos têm utilizado recursos visuais de baixo grau de iconicidade, que necessitam de elevada capacidade de abstração. Estas imagens, comumente na forma de esquemas, ilustram códigos, símbolos e regras específicas para o estudo das ligações químicas. Em grande parte dos livros, também observamos a presença de fotografias, geralmente utilizadas pelos autores para relacionar o tópico com o cotidiano, especificar um contexto histórico ou para exemplificação.

Mais da metade das imagens de todos os livros analisados apresenta uma função didática para o ensino de ligações químicas. Esta constatação provém da análise da categoria funcionalidade, em que detectamos na maioria das imagens mensagens que devem ser interpretadas a partir de elementos e códigos específicos da Química.

Avaliamos ser essencial considerar as dimensões do conhecimento químico durante a análise dos recursos visuais. Neste sentido, foram encontrados poucos recursos que relacionam mais de um dos níveis de representação da matéria. A maior parte das imagens utilizadas para a abordagem das ligações ficou restrita aos níveis macroscópico e representacional.

Referências

BRASIL. Ministério de Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

COUTINHO, F. A.; SOARES, A. G.; BRAGA, S. A. M. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 3, 2010, p. 153-172.

FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Pesquisas em periódicas nacionais e internacionais sobre o ensino e aprendizagem de ligação química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, 2012, p. 153-172.

FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre ligações químicas. **Química Nova na Escola**, n. 24, 2006, p. 20-24.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, 2013, p. 19-26.

JOHNSON-LAIRD, P. N. **Mental models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness**. Cambridge: Harvard University Press, 1983.

JOHNSTONE, A. H. Macro and micro-chemistry. **The School Science Review**, v. 64, n. 227, 1982, p. 377-379.

JOHNSTONE, A. H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, 1993, p. 701-705.

KIILL, K. B. **Caracterização de imagens em livros didáticos e suas contribuições para o processo de significação do conceito de equilíbrio químico**. 2009. 278 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

LEVIE, W.; LENTZ, R. Effects of the text illustrations: a review. **Research Educational Communications and Technology Journal**, v. 30, n. 4, 1982, p. 195-232.

MAAR, J. H. **Pequena História da Química: dos primórdios a Lavoisier**. Florianópolis: Conceito Editorial, 2008.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem – Parte II. **Educación Química**, v. 20, 2009, p. 373-382.

PERALES, F. J.; JIMÉNEZ, J. D. Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias. Analisis de libros de texto. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, 2002, p. 369-386.