

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**Análise mista das imagens em livros didáticos de
química de segunda série do ensino médio**

Ivan Pollarini Marques de Souza

Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do título de
MESTRE PROFISSIONAL EM QUÍMICA,
área de concentração: ENSINO DE
QUÍMICA

Orientador: Prof. Dr. Caio Marcio Paranhos da Silva
Co-orientadora: Profa. Dra. Rosebelly Nunes Marques da Silva

***Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus
Barretos**

São Carlos - SP
2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Química

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Ivan Pollarini Marques de Souza, realizada em 16/03/2018:

Prof. Dr. Caio Marcio Paranhos da Silva
UFSCar

Prof. Dr. Ademir Geraldo Cavallari Costalonga
IFSP - Cepivari

Profa. Dra. Karine Omuro Lupetti
UFSCar

”... aprender é uma aventura criadora, algo, por isso mesmo, muito mais rico do que meramente repetir a lição dada. Aprender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar, o que não faz sem abertura ao risco e à aventura de espírito.”

Paulo Freire – Pedagogia da Autonomia, p.69, 2007.

AGRADECIMENTOS

- ✓ Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Caio Marcio Paranhos da Silva, e a minha Coorientadora, Profa. Dra. Rosebelly Nunes Marques da Silva, por todo auxílio e orientação durante o trabalho.
- ✓ As Professoras, Dra. Karina Omuro Lupetti e Dra. Sandra Andrea Cruz, pelas considerações e sugestões feitas no Seminário de Qualificação que tanto me nortearam nesse trabalho.
- ✓ Ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, em especial às secretárias: Cristina, Ariane e Luciani.
- ✓ Aos meus pais, Ronaldo e Silvia, e meus irmãos, Daniel e Vinícius, pelo apoio incondicional nos meus estudos, permitindo que chegasse até esse momento.
- ✓ Aos meus sogros, Mario e Bia, pelo apoio, especialmente a minha sogra pelas inúmeras conversas sobre educação, que tanto me ajudaram a pensar e repensar minha atuação.
- ✓ Aos Professores, Dr. Emanuel Carlos Rodrigues e Dr. Wellington José A. S. Gomes, do IFSP – Barretos, pelas colaborações no presente trabalho.
- ✓ Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Barretos e os diretores Prof. Dr. Sergio Vicente de Azevedo e Dra. Juliana de Carvalho Pimenta, por incentivarem a minha formação.
- ✓ A minha filha, Olívia, pelo carinho e compreensão pelas horas distantes.

- ✓ A minha esposa, Marina, pelo companheirismo e paciência, além do auxílio como pesquisadora, que tanto me ajudou nesse percurso. Sem ela e suas sugestões, esse trabalho não teria sido realizado da forma que foi.

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 – Livros Didáticos Analisados.....	p. 28
TABELA 3.2 – Informações referentes aos totais de capítulos, imagens e páginas para o tema soluções e propriedades coligativas.....	p. 29
QUADRO 3.3 – Classificação da Sequência Didática.....	p. 29
QUADRO 3.4 – Classificação de Iconicidade.....	p. 30
QUADRO 3.5 – Classificação de Funcionalidade.....	p. 31
QUADRO 3.6 – Classificação da Relação Imagem-Texto.....	p. 31
QUADRO 3.7 – Classificação de Etiquetas Verbais.....	p. 32
QUADRO 3.8 – Classificação de Imagem segundo o Triangulo Johnsntone-Kiill.....	p. 33
TABELA 3.9 – Classificação de Informações das Imagens.....	p. 34
TABELA 3.10 – Classificação de Imagens segundo os temas Clássicos do PNL D 2015.....	p. 34
TABELA 4.1 – Classificação das imagens segundo as categorias internas a sequência didática para o tema soluções.....	p. 38
TABELA 4.2 – Classificação das imagens segundo as categorias internas a sequência didática para o tema Propriedades Coligativas.....	p. 38
TABELA 4.3 – Classificação das imagens segundo as categorias internas a Iconicidade para o tema Soluções.....	p. 41
TABELA 4.4 – Classificação das imagens segundo as categorias internas a Iconicidade para o tema Propriedades Coligativas.....	p. 42
TABELA 4.5 – Classificação das imagens segundo as categorias internas a Funcionalidade para o tema Soluções.....	p. 44
TABELA 4.6 – Classificação das imagens segundo as categorias internas a Funcionalidade para o tema Propriedades Coligativas.....	p. 44
TABELA 4.7 – Classificação das imagens segundo as categorias internas a Relação Texto-imagem para o tema Soluções.....	p. 46
TABELA 4.8 – Classificação das imagens segundo as categorias internas a Relação Texto-imagem para o tema Propriedades Coligativas.....	P 47
TABELA 4.9 – Classificação das imagens segundo as categorias internas a Etiquetas Verbais para o tema Soluções.....	p. 48

TABELA 4.10 – Classificação das imagens segundo as categorias internas a Etiquetas Verbais para o tema Propriedades Coligativas.....	p. 49
TABELA 4.11 – Classificação das imagens segundo as categorias internas a Johnstone-Kiill (KIILL, 2009) para o tema Soluções.....	p. 52
TABELA 4.12 – Classificação das imagens segundo as categorias internas a Johnstone-Kiill (KIILL, 2009) para o tema Propriedades Coligativas.....	p. 53
TABELA 4.13 – Classificação das imagens segundo as categorias internas a Imagens e suas informações para o tema soluções.....	P. 55
TABELA 4.14 – Classificação das imagens segundo as categorias internas a Imagens e suas informações para o tema propriedades coligativas.....	p. 56
TABELA 4.15 – Classificação das imagens segundo os temas Clássicos do PNLD 2015 para o tema soluções.....	p. 59
TABELA 4.16 – Classificação das imagens segundo os temas Clássicos do PNLD 2015 para o tema propriedades coligativas.....	p. 60

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 – Pintura de Bisão ferido por flechas, idade da pedra polida.....	p. 1
FIGURA 1.2 – Plaqueta cuneiforme babilônica, contendo detalhes do aparecimento do planeta Vênus, no segundo milênio antes de Cristo.....	p. 2
FIGURA 1.3 – Experiências com “eletricidade animal” publicadas por Luigi Galvani (1737-1798) em <i>De vibrus electricitatis in motu musculari commentarius</i> , 1791.....	p. 3
FIGURA 1.4 – <i>Ceci n'est pas une pipe</i> de René Magritte.....	p. 4
FIGURA 1.5 – Processo Linguístico segundo Jakobson (2003).....	p. 5
FIGURA 1.6 - Representação de sistema de destilação, formado por forno, retorta e sistema coletor.....	p. 11
FIGURA 1.7 – Interações intermoleculares entre as moléculas de água.....	p. 15
FIGURA 2.1 – Cavalo.....	p. 22
FIGURA 2.2 – Cavalo.....	p. 22
FIGURA 2.3 – Nuvem carregada.....	p. 22
FIGURA 2.4 – Chuva.....	p. 22
FIGURA 2.5 – Símbolo indicando propriedade química da substância, substância corrosiva.....	p. 23
FIGURA 2.6 – Triângulo de Johnstone.....	p. 24
FIGURA 2.7 – Triângulo de Johnstone-Kiill.....	p. 25
FIGURA 4.1 – Exemplo da classificação dos textos segundo as categorias contidas em Sequência Didática.....	p. 37
FIGURA 4.2 – Gráfico comparativo dos percentuais de sequência didática para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC).....	p. 39
FIGURA 4.3 – Exemplo da classificação das imagens segundo as categorias contidas em Iconicidade.....	p. 40
FIGURA 4.4 – Gráfico comparativo dos percentuais de Iconicidade para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC).....	p. 43
FIGURA 4.5 – Exemplo da classificação das imagens segundo as categorias contidas em Funcionalidade das Imagens.....	p. 43
FIGURA 4.6 – Gráfico comparativo dos percentuais de Funcionalidade para os	

temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC).....	p. 45
FIGURA 4.7 – Exemplo da classificação das imagens segundo as categorias contidas em Relação Texto-Imagem.....	p. 46
FIGURA 4.8 – Gráfico comparativo dos percentuais de Relação Texto-imagem para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC).....	p. 47
FIGURA 4.9 – Exemplo da classificação das imagens segundo as categorias contidas em Etiquetas Verbais.....	p. 48
FIGURA 4.10 – Gráfico comparativo dos percentuais de Etiquetas Verbais para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC).....	p. 50
FIGURA 4.11 – Exemplo da classificação das imagens segundo as categorias contidas em Johnstone-Kiill.....	p. 51
FIGURA 4.12 – Gráfico comparativo dos percentuais para as categorias internas a classificação de Johstone-Kiill (KIILL, 2009) para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC).....	p. 54
FIGURA 4.13 – Gráfico comparativo dos percentuais para as categorias internas a classificação Imagens e suas informações para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC).....	p. 57
FIGURA 4.14 – Exemplo da classificação das imagens segundo as categorias contidas em Temas Clássicos do PNLD-2015.....	p. 58
FIGURA 4.15 – Gráfico comparativo dos percentuais para as categorias internas a classificação Temas Clássicos do PNLD - 2015 para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC).....	p. 61

RESUMO

ANÁLISE MISTA DE IMAGENS EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DE SEGUNDA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO. O presente trabalho destinou-se ao estudo das imagens contidas em livros didáticos de química aprovados no PNLD-2015. Teve como objetivo a classificação da natureza das imagens contidas nos temas Soluções e Propriedades Coligativas segundo as categorias propostas na taxonomia de imagens proposta por autores da área, além de temas clássicos do PNLD-2015. O referencial teórico fundamentou-se na Teoria da Semiótica de Charles Peirce e no Triângulo de Johnstone e Johnstone-Kiill. Os resultados obtidos neste trabalho mostram o predomínio do uso de fotografias inoperantes nos livros didáticos, sendo essas vinculadas ao texto por intermédio de etiquetas verbais. As imagens favorecem a dimensão Macroscópica em detrimento das demais dimensões, debilitando a compreensão dos conceitos químicos no nível submicroscópico, além do baixo percentual de imagens e textos que tratam da História da Ciência, contribuindo para a concepção da Ciência individualista, elitista e perfeita.

ABSTRACT

MIXED IMAGE ANALYSIS IN TEACHING BOOKS OF SECOND MIDDLE SCHOOL CHEMISTRY SERIES. The present work was devoted to the study of the images contained in chemical textbooks approved in PNLD-2015. It aimed to classify the nature of the images contained in the themes Solutions and Colligative Properties according to the categories proposed in the taxonomy of images proposed by authors of the area, in addition to classic themes of PNLD-2015. The theoretical framework was based on the Theory of Semiotics by Charles Peirce and the Triangle of Johnstone and Johnstone-Kiill. The results obtained in this work show the predominance of the use of inoperative photographs in the textbooks, being these linked to the text by means of verbal labels. The images favor the Macroscopic dimension to the detriment of other dimensions, weakening the understanding of chemical concepts at the submicroscopic level, as well as the low percentage of images and texts that deal with the History of Science, contributing to the conception of individualistic, elitist and perfect Science

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – Introdução

1.1 Imagem: origem, evolução e uso	p. 1
1.2 Imagem: Definições e usos.....	p. 3
1.3 Breve histórico do ensino de Química e do livro didático de Química no Brasil.	p. 6
1.4 A imagem no contexto educacional e no livro didático de química.....	p. 11
1.5 Análise Documental.....	p. 14
1.6. Soluções e Propriedades Coligativas.....	p. 16

CAPÍTULO 2 – Referencial Teórico

2.1 Teoria Semiótica de Pierce.....	p. 20
2.2 O triângulo de Johnstone e Johnstone-Kiill.....	p. 23

CAPÍTULO 3 – Questão de Pesquisa e Metodologia

3.1 Questão de pesquisa.....	p. 27
3.2 Metodologia.....	p. 27

CAPÍTULO 4 - Resultados e Discussão

4.1 - Taxonomia das Imagens.....	p. 36
4.1.1 - Sequência Didática.....	p. 36
4.1.2 – Iconicidade.....	p. 40
4.1.3 - Funcionalidade das Imagens.....	p. 43
4.1.4 - Relação Texto-Imagem.....	p. 45
4.1.5 - Etiquetas Verbais.....	p. 48
4.1.6 - Triangulo Johnstone-Kiill.....	p. 50
4.1.7 - Imagens e suas Informações.....	p. 55
4.1.8 - Temas Clássicos do PNL D – 2015.....	p. 58

CAPÍTULO 5 - Considerações Finais.....

Referências Bibliográficas.....	p. 65
---------------------------------	-------

Capítulo 1 – Introdução

1.1 Imagem: origem, evolução e uso

Todos os dias somos bombardeados por imagens, encontram-se nos jornais, revistas, álbum de fotografias, sites que navegamos na internet, livros, televisão. Aparecem como notícias, campanhas publicitárias, ou até mesmo em nossas mentes, imagens essas que nos levam a experiências e lugares há muito tempo vividos ou apenas imaginados.

A imagem está longe de ter uma única definição e função, mas seu surgimento se deu como função comunicativa da espécie humana, em que os indivíduos, buscando a comunicação entre seus pares, deixaram diversos vestígios sob a forma de pinturas nas cavernas, que destinavam-se a registrar momentos importantes das comunidades (SEBATA, 2006).

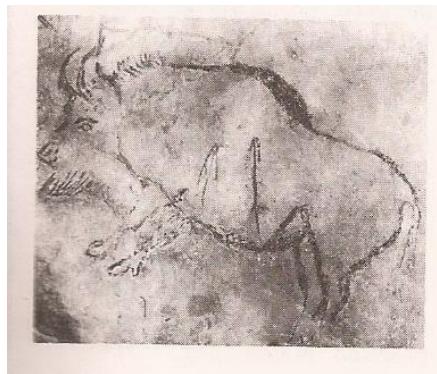


FIGURA 1.1 – Pintura de Bisão ferido por flechas, idade da pedra polida.

Fonte: RONAN, C.A. História Ilustrada da Ciência, volume I, 1987-A.

Segundo Joly (2003) esses desenhos são os precursores da escrita e que, segundo Proença (1998), culminarão no desenvolvimento da escrita pictográfica. A escrita pictográfica surge na Mesopotâmia. Criada pelos sumérios, essa escrita consistia em símbolos pictográficos que representavam determinados materiais, como trigo e bois e era utilizada por sacerdotes para controlar os registros de estoque de mantimentos e outros produtos mantidos nos templos (RONAN, 1987 A)

Outras escritas pictográficas surgiram pelo mundo, sendo os hieróglifos egípcios e o primeiro chinês escrito exemplos dessas escritas. Segundo Ronan (1987-

A), os símbolos pictográficos estavam para os objetos assim como os sons estão para a linguagem falada. Os sumérios foram os primeiros a associar o símbolo pictográfico com o som, o que permitiu que a linguagem pictográfica se desenvolvesse e se ampliasse. Uma vez que com o uso dos símbolos originais a linguagem escrita passou a ser limitada, não permitindo que todas as ideias fossem escritas, para contornar tal problema os sumérios adicionaram linhas aos pictogramas para resolver tal problema, cada linha indicava uma separação de partes do pictograma e de seus sons, permitindo que a linguagem escrita tivesse uma ampla forma de representação dos sons, sendo essa a primeira forma silábica de escrita. Com o passar do tempo e com a difusão da escrita, os símbolos passaram a representar sons e não mais objetos. Entretanto, as imagens e símbolos marcam o início de todas as formas de escrita (RONAN, 1987-A).



FIGURA 1.2 – Plaqueta cuneiforme babilônica, contendo detalhes do aparecimento do planeta Vênus, no segundo milênio antes de Cristo.

Fonte: RONAN, C.A. História Ilustrada da Ciência, volume I, 1987-A.

Com o avanço na formalidade da linguagem escrita a imagem passou a ser vista como uma forma de comunicação menos formal. Essa informalidade está tão presente em nossa sociedade que, segundo Sebata (2006), Gibin e Ferreira (2013), não há teorias universais para a análise de imagens, não existindo um consenso sobre a sua definição para analisá-las.

Na ciência, as imagens sempre tiveram papel fundamental na representação do conhecimento e das técnicas (Figura 1.3). Segundo Ametler e Pintó (2002) e Kozma (2003), as representações visuais desempenham papel fundamental na comunicação do conhecimento científico e sua conceituação. Para Martins (1997),

embora a cultura científica privilegie a linguagem escrita, a compreensão de diversos conceitos requer sua visualização.

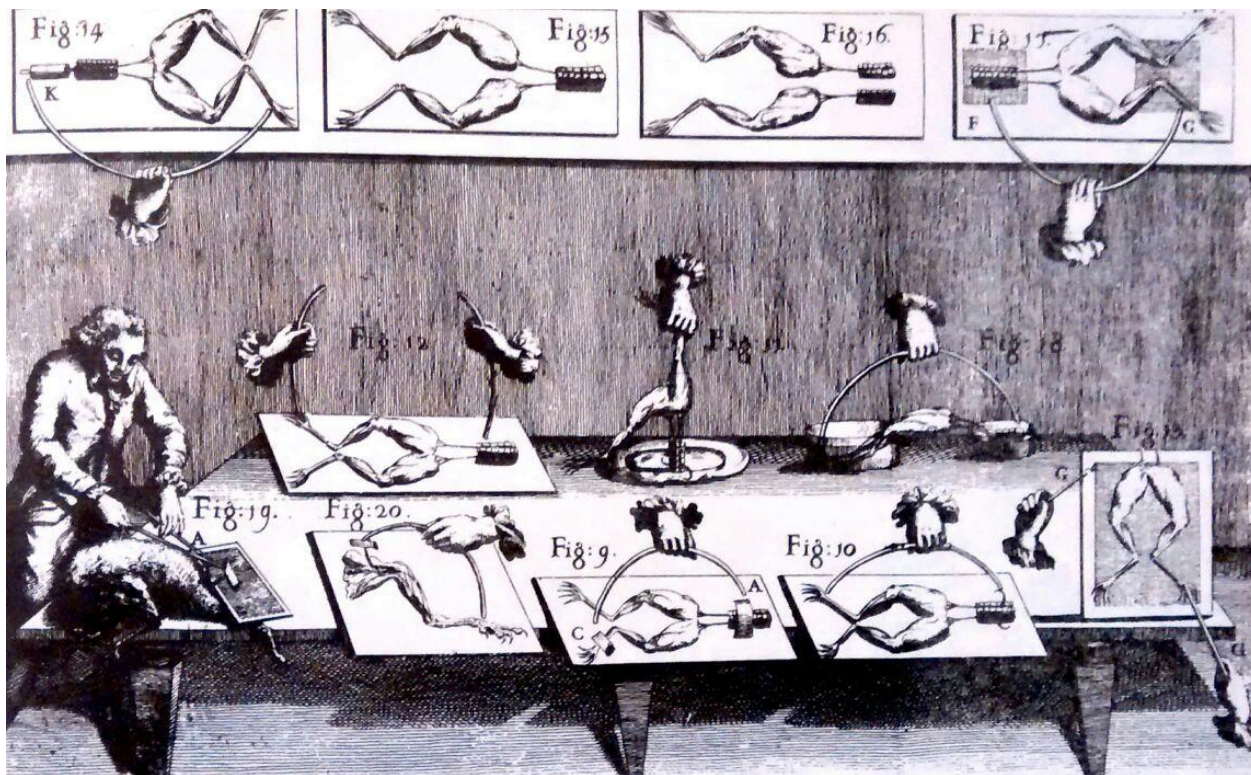


FIGURA 1.3 – Experiências com “eletricidade animal” publicadas por Luigi Galvani (1737-1798) em *De vibrus electricitatis in motu musculari commentarius*, 1791.

Fonte: RONAN, C.A. História Ilustrada da Ciência, volume III, 1987-B.

1.2 Imagem: Definições e usos

A imagem apresenta polissemia de significados dependendo da área do conhecimento humano na qual é empregada e estudada. Uma das mais antigas definições de imagem é de Platão (1965): “Denomino imagens primeiramente às sombras, depois aos reflexos que se vêem nas águas ou na superfície dos corpos opacos, polidos e brilhantes, e a todas as representações semelhantes.” Para ele, imagens são, portanto, formas de representação.

Em artes, a imagem pode ser definida como instrumento do conhecimento que serve para ver o próprio mundo (GOMBRICH, 2007) ou como simples

representação visual na forma de pintura, filme, fotografia (SEBATA, 2006). Na matemática, a imagem pode ser "... uma representação diferente de um mesmo objeto do qual ela é equivalente e não idêntica." (JOLY, 2007) ou diversas formas de representação do mesmo fenômeno, em que é empregada na forma de diagramas, gráficos, formas geométricas planas e tridimensionais, entre outras (JOLY, 2007).

Na psicologia, as imagens são representações que podem ser percebidas pelos sentidos humanos (SEBATA, 2006). Finalmente, no campo das ciências naturais, as imagens são representações gráficas de fenômenos, sendo uma tentativa de explicação e representação da realidade (SEBATA, 2006).

Segundo Tonelli e Quevedo-Camargo (2008) e Joly (2007) a imagem funciona como evocação ao que ela representa (Figura 1.4).



FIGURA 1.4 – *Ceci n'est pas une pipe* de René Magritte, extraída de SANTOS, C.J. (2006).

A imagem contida na Figura 1.4 apresenta a evocação de um cachimbo e traz consigo as inscrições *Ceci n'est pas une pipe*, (isto não é um cachimbo), sendo necessariamente a imagem correspondente a um signo, ou seja, tudo que podemos interpretar utilizando nossos sentidos e nossa cultura (JOLY, 2007). Segundo a autora conseguimos interpretar a imagem como um cachimbo por conhecermos o objeto cachimbo no qual o signo se refere. A cor vermelha é um signo que, para nós, no morango nos remete à fruta madura, enquanto que, no semáforo nos remete à parada,

sendo mais um exemplo de que um signo depende da cultura e do contexto no qual encontra-se.

Portanto, as imagens produzem o sentido no interpretante ou espectador e, caso o interpretante não seja o fabricante da imagem, isso implica que deve existir um mínimo de convenção sociocultural entre fabricante da imagem e o interpretante. Assim, temos que a imagem apresenta elevada significação simbólica e pode ser compreendida como uma mensagem visual. (JOLY, 2007)

A mensagem visual tem como objetivo destinar-se a alguém e fazer com que esse compreenda seu conteúdo. Nesse sentido, o processo linguístico de comunicação se dá por seis polos inalienáveis (JAKOBSON, 2003) (Figura 1.5). Toda mensagem requer um contexto no qual está inserida, sendo seguida de um código comum entre destinador e destinatário. A comunicação ocorre via algum tipo de contato.



FIGURA 1.5 – Processo Linguístico segundo Jakobson (2003).

Fonte: JOLY, M. (2007), p.62.

No processo linguístico das imagens contidas nos livros de química compreende-se destinador como o autor da imagem, o contexto referente aos conteúdos específicos de química, sendo os mesmos representados em uma mensagem contida em um livro, o contato, e expressa por códigos específicos da química. O leitor encontra-se na posição de destinatário, onde deve apresentar conhecimentos específicos da química para compreender a mensagem que ali se representa.

A imagem diferencia-se da linguagem falada uma vez que a imagem não pode se explicar por si só, não podendo se concentrar em si própria, mesmo quando as imagens apresentam etiquetas verbais orientadoras, podendo a imaginação do espectador extrapolar e até mesmo distorcer a mensagem que a imagem gostaria de

transmitir. Enquanto a imagem não pode se centrar em si própria a língua pode, podendo se explicar, limitando as formas de interpretação do espectador (JOLY, 2007)

Para evitar a polissemia das imagens alguns autores fazem uso de textos relacionados à imagem. Segundo Joly (2007) e Gibin e Ferreira (2013) as imagens e os textos complementam-se: o texto transforma a imagem e a imagem transforma o texto, permitindo que a interpretação da imagem/texto seja mais clara.

Imagens que contenham um elevado número de informações tendem a ser polissêmicas e segundo Joly (2007), para evitar a polissemia da imagem pode-se utilizar o texto de duas formas: 1) a imagem apresenta-se ancorada ao texto, permitindo que o leitor/espectador possa limitar a polissemia da imagem e 2) a imagem apresenta o texto como forma de substituição, sendo que o texto descreve o que se espera que o espectador interprete da imagem.

1.3 Breve histórico do ensino de Química e do livro didático de Química no Brasil

Os primeiros livros didáticos de química eram chamados de compêndios. O primeiro escrito por um brasileiro (Vicente Coelho de Seabra Telles e Silva), é de 1788 e intitulado *Elementos de Química Oferecidos à Sociedade Literária do Rio de Janeiro para o Uso do Seu Curso de Química*. (FIGUEIRA, 1985).

Os livros didáticos foram definidos pela primeira vez pelo Decreto-lei 1.006/38: , “Art. 2º - Parágrafo 1º _ Compêndios são os livros que exponham, total ou parcialmente, a matéria das disciplinas constantes dos programas escolares” (BRASIL, 1938).

Segundo Mortmer (1988), até 1930 os livros didáticos caracterizavam-se como compêndios de química, apresentando uma pequena parte de química geral, seguida por parte extensa de química descritiva. Os conceitos de química eram tratados a partir da apresentação de exemplos que eram discutidos e explicados, para então serem generalizados em conceitos e somente por fim, apresentadas as teorias. Após a apresentação da teoria, os mesmos exemplos eram retomados por meio de definições conceituais.

Outras características típicas dos livros desse período eram a ausência de exercícios ou questionários e a peculiar apresentação gráfica, composta quase que exclusivamente de textos. As imagens eram, portanto, escassas. (MORTMER, 1988)

Em 1931, a química passa a vigorar como componente curricular (BRASIL, 2014), e os compêndios, agora seriados, passam a ser chamados de livros didáticos. Algumas modificações adotadas foram a apresentação da história da química, a introdução de um maior número de imagens e esquemas, e a presença de exercícios em alguns livros.

Em 1938, por meio do Decreto-lei 1.006/38, é criada a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), que estabelece as condições de produção, importação e utilização do livro didático.

Os anos 50, segundo Santos (2006), apresentam o cenário mundial que refletiu as mudanças pós-Segunda Guerra Mundial, apresentando grande desenvolvimento tecnológico e científico. É nos anos 50 que surgem as primeiras ideias sobre os projetos curriculares, tendo o seu auge na década de 1960. Ainda na década de 50 os laboratórios ganham grande importância no ensino de ciências, sendo que as aulas práticas deveriam propiciar atividades motivadoras e que auxiliassem os discentes na compreensão de conceitos. Nessa mesma época existe uma ampla valorização do ensino profissionalizante a ponto de, a partir de 1953, os portadores de diplomas técnicos poderiam candidatar-se ao concurso do vestibular (SANTOS, 2006).

Nos anos 60, em plena Guerra Fria, a disputa entre a antiga União Soviética e os EUA fez com que a educação em ciências fosse extremamente valorizada, visto que a disputa tecnológica entre as duas potências era acirrada (SANTOS, 2006).

Em 21 de Dezembro de 1961 foi promulgada a lei de Diretrizes e Bases da Educação, Lei 4.024, ampliando o ensino de ciências no nível primário e ampliando a carga horária das disciplinas de Biologia, Física e Química.

Em 1966, o Ministério da Educação estabeleceu acordo com a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID) para a criação da Comissão do Livro Técnico e Livro Didático (COLTED). O objetivo era coordenar as ações de produção, edição e distribuição dos materiais didáticos para o ensino (KILL, 2009).

Segundo Mortmer (1988) os livros das décadas de 60 e 70 apresentam uma grande heterogeneidade em sua estrutura didática, apresentando uma não conformidade na distribuição dos conceitos a serem trabalhados durante o ensino médio. Essa não conformidade seria fruto da tentativa de adequação à LDB de 1961.

Em 11 de Agosto de 1971 é aprovada a Lei 5692 que transformou o ensino secundário em profissionalizante. A partir de então, para concluir o ensino médio, até então chamado de segundo grau, o discente deveria fazer um curso técnico. Na criação da Lei 5692/71 as disciplinas de Biologia, Química e Física ficaram restritas a um ou, no máximo, dois anos de instrução. É nessa época que temos a expansão do ensino da química científicista, apoiada na visão de ciência empirista e no ensino centrado na memorização de nomes e fórmulas, onde as expectativas de aprendizados eram mecânicas. Os materiais didáticos são caracterizados pela exposição sintética de seus conteúdos, com definições e exemplos e pela valorização de regras e macetes para a resolução de exercícios de vestibulares (BRASIL, 2014). Durante essa década, segundo Mortmer (1988), o ensino foi visto como uma maneira de treinamento e condicionamento para os vestibulares, tendo professores com habilidades técnicas.

Em 1972, o Governo Federal criou o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PRENEM) que patrocinou diversos projetos, como os Centros de Ciências, criados na década de 50 pelas Universidades (SANTOS, 2006).

Na década de 80 observa-se movimento contrário ao ensino de química proposto nos anos 70, sendo elaborados materiais didáticos apoiados em fundamentos teóricos-metodológicos e a educação passa a ter como objetivo a formação do cidadão, por meio do ensino de Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), sendo valorizada a capacidade de escrita (SANTOS, 2006). Nessa década surgem instituições governamentais que passam a desenvolver projetos de melhoria da qualidade do ensino de Ciências, com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), promovendo o aperfeiçoamento dos professores e melhoria da qualidade de ensino de Ciências e Matemática. É nesse período que se tem a fundação da Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), espaço dedicado à comunidade química acadêmica para estudos e pesquisas em ensino dessa disciplina (SCHNETZLER, 2002).

Os anos 90 trazem consigo a revolução da Internet, e com ela o fluxo de informações. É nesse contexto que se fortalece o enfoque do ensino CTS, em que a Química aparece como instrumento para a realização do exercício da cidadania responsável (MALDANER, 2003).

Em 1996 é lançada a Lei – 9394, a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e em 1997 são lançados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Os Parâmetros Curriculares Nacionais abordam, com grande ênfase, a importância dessa nova escola, sendo um “espaço de formação e informação, em que a aprendizagem de conteúdos deve necessariamente favorecer a inserção do aluno no dia-a-dia das questões sociais marcantes e em um universo cultural maior” e promovendo um movimento pelo fator social do ensino na formação dos discentes (BRASIL, 1997).

Em 2004 foi criado o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), com a proposta de universalizar os livros didáticos para os alunos do Ensino Médio público. O PNLEM, inicialmente, atendeu as escolas das regiões norte e nordeste do país, que receberam livros didáticos de português e matemática. Em 2006, as obras foram distribuídas para todos os estados, com exceção de Minas Gerais e Paraná que desenvolveram programas próprios (GIBIN *et al.* 2009). No ano de 2007 foram distribuídos os livros de Biologia para todos os discentes de escolas públicas de todos os estados, com exceção do estado de Minas Gerais, e em 2008 foram distribuídos os livros de História e Química.

Segundo o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), (BRASIL, 2014) o conhecimento químico parte de dois princípios: identidade e processo, sendo a identidade representada pelo conceito de substância e processo pelo conceito de fenômeno químico. Esses dois princípios deveriam ser ponto de partida na abordagem da química, permitindo ao discente a identificação das substâncias envolvidas no fenômeno estudado. O estudo da química e o desenvolvimento do pensamento químico são mediados por uma linguagem específica que, no caso da química, constituem fórmulas, representações, esquemas e modelos. A apropriação dessa linguagem específica permite uma maior compreensão dos fenômenos e suas representações (GIBIN e FERREIRA, 2013).

Segundo o PNLD 2015 (BRASIL, 2014) todo livro de química deve abordar alguns elementos comuns, sendo esses definidos como questões clássicas e questões novas. São consideradas questões clássicas a experimentação, a história da ciência e a contextualização de conteúdos, enquanto que as questões novas são a interdisciplinaridade e a produção de livros digitais.

A experimentação em química deve ser amplamente utilizada, mostrando ao discente que a química é uma área do conhecimento humano que gera perguntas e procura por respostas, sendo essas provisórias e em permanente reconstrução (BRASIL, 2014). Para que o discente possa trilhar os conhecimentos químicos, deve apropriar-se da linguagem específica da química de forma a transcrever formas de interpretação de fenômenos observados inseridos no pensamento químico (BRASIL, 2014).

Segundo Brasil (2014), toda ciência é fruto do campo da investigação e produção de conhecimentos estabelecidos social e culturalmente. A ciência é fruto de trabalho humano e segundo Gil-Pérez et al. (2001) deve ser tratada sob a perspectiva histórica, por isso a história da ciência deve ser tratada como um dos elementos centrais abordados pelos livros didáticos de química, mostrando o seu desenvolvimento como atividade cultural, econômica e social, desmistificando o conceito de gênios iluminados que sozinhos “descobriram” ou inventaram algo que mudou a vida de todos ao seu redor.

A terceira questão clássica abordada pelos livros, a contextualização, é uma tarefa complexa em um país de grande diversidade cultural e pluralidade social. Nesse sentido, os livros didáticos tendem a contextualizar a química dentro do tratamento das relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS), de tal maneira a possibilitar a compreensão da química como área da ciência humana que produz artefatos tecnológicos e, ao mesmo tempo, desenvolve a consciência sobre a relação entre conhecimento científico e questões sociais (BRASIL, 2014).

A interdisciplinaridade tem como fundamento o estabelecimento de vínculos entre as disciplinas, de maneira a fortalecer ações pedagógicas em torno de temas sociais, culturais e científicos, possibilitando a potencialização do tratamento de conteúdos escolares pela colaboração de diferentes áreas do conhecimento científico. A produção de livros digitais tende a promover uma maior interação dos discentes com

os conteúdos escolares, sendo essa interação feita por aplicativos e/ou internet, permitindo novas formas de construção de saberes, tais como vídeos, simulações, jogos e infográficos, que permitem que os espaços educativos sejam ampliados (BRASIL, 2014).

1.4 A imagem no contexto educacional e no livro didático de química

A imagem pode ter inúmeras definições e aplicações, como visto no tópico 1.1 da introdução, sendo que para a ciência as imagens representam uma tentativa de explicação e representação da realidade (GIBIN e FERREIRA, 2013). Ainda segundo os autores o processo de ensino e aprendizagem é compreendido como processo que depende da interação do discente com o meio, os professores e as ferramentas que tem acesso, sendo uma dessas ferramentas as imagens contidas nos livros didáticos.

O ensino de química sempre esteve vinculado ao uso de imagens para possibilitar uma maior interação com o texto e consequente compreensão dos significados do mesmo, na obra “Tratado Elementar da Química”, escrito por Antoine-Laurent Lavoisier (2007) em 1789, encontramos imagens que permitem a compreensão dos equipamentos utilizados e/ou construídos por Lavoisier, sendo que as imagens foram feitas por Paulze Lavoisier Sculp, e tinham como objetivo auxiliar o entendimento dos procedimentos descritos nos textos.

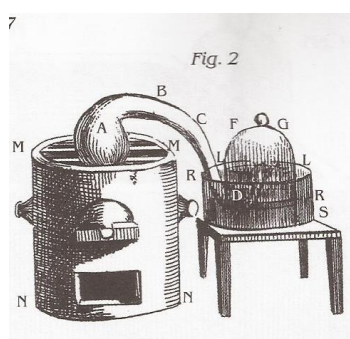


FIGURA 1.6 - Representação de sistema de destilação, formado por forno, retorta e sistema coletor.

Fonte: LAVOISIER, A.L. Tratado Elementar de Química, (2007).

Percebe-se, desde o surgimento da química, a importância de se utilizar imagens relacionadas aos textos, permitindo maior interação com os conceitos tratados

nos textos contidos nos livros. Segundo Coutinho *et al.* (2010), as imagens apresentam elevado potencial de comunicação no meio científico, permitindo a melhor compreensão de determinados materiais ou conceitos.

Porém existe uma predominância, no ensino de ciências, pelo uso da linguagem escrita em detrimento da utilização de imagens, que segundo Costa (2005) se dá pelas imagens poderem apresentar informações imprecisas, ambíguas e pouco relacionadas a racionalidade. Segundo o autor, o uso de imagens é relevante no ensino de ciência, pois esse facilita a retenção e a lembrança de conceitos que foram aprendidos, sendo mais facilmente lembrados pela imagem apresentada do que pelas palavras relacionadas ao conceito.

Ao estudar química o discente deve ser capaz de interpretar fenômenos e fatos presentes em seu cotidiano baseado nas teorias científicas (BRASIL, 2000). Nesse sentido, deve compreender uma série de conceitos que apresentam um elevado nível de abstração, como os conceitos vinculados à atomística e às ligações químicas (LIMA; LIMA-NETO, 1999). Segundo Silva *et al.* (2013) essa não é uma simples tarefa para estudantes de Ensino Médio, o que torna o aprendizado em química “difícil”.

Com a perspectiva de melhorar o aprendizado da química, Costa (2005) apresenta diversas formas em que as imagens podem ser trabalhadas em sala de aula para promover maior interação do discente com os conceitos tratados, podendo a imagem ter uso ilustrativo, representando aspectos difíceis de serem entendidos pela linguagem verbal; uso como mobilizador em torno de um determinado assunto, sendo utilizada para gerar discussões a respeito de questões apresentadas pela imagem; uso como exercício de fixação ou aplicação de determinado conceito, sendo utilizadas imagens para retomar, aplicar e fixar conceitos tratados anteriormente; entre outras formas de uso. Segundo Gibin e Ferreira (2013), a simples presença de imagens não facilita nem dificulta o processo de aprendizagem, porém a utilização das imagens relacionadas ao texto, imagens essas que repetem informações contidas nos textos e/ou apresentem novas formas de representação de um conceito, que não só na forma escrita, facilitam o processo de ensino e aprendizagem.

Segundo os autores, Gibin e Ferreira (2013), para que o processo de ensino e aprendizagem seja melhorado, as imagens devem ser adequadas, imagens adequadas ao processo facilitam a compreensão de textos e a memorização de longo

prazo de conceitos, porém ressaltam que imagens complexas que não forneçam subsídios para sua interpretação podem dificultar o processo de ensino e aprendizado, sendo necessário que as imagens apresentem informações que auxiliem em seu entendimento.

Pozo e Crespo (2009) apresentam como dificuldades no aprendizado da química a grande quantidade de novos conceitos, a linguagem simbólica específica e os modelos analógicos de comparação do inobservável além do elevado grau de abstração necessário que os discentes ingressantes ao ensino médio defrontam-se. Os autores ressaltam que as formas de representação do nível inobservável deve ser bem elaborado para que o discente possa interpretá-la, uma vez que segundo os mesmos, os discentes tendem a recorrer as representações para conseguir explicar fenômenos em nível submicroscópico.

Segundo Perales (2006) a imagem melhora o processo de ensino e aprendizagem a medida que essas são mais complexas na capacidade de representar um determinado conteúdo e quando estão associadas a textos de maior dificuldade de interpretação.

Segundo Gibin e Ferreira (2013), Perales (2006) e Joly(2007), quanto maior a integração entre imagem e texto, maior será sua eficiência didática, e segundo Gibin e Ferreira (2013), as imagens são recursos poderosos para o processo de ensino e aprendizagem, desde que sejam elaboradas adequadamente.

Segundo Pozo e Crespo (2009) aprender e ensinar são processos que implicam em transformar a mente de quem aprende, comparando e diferenciando modelos e promovendo uma reconstrução em nível pessoal dos produtos e processos culturais, de tal maneira a apropriar-se deles. Os autores ressaltam que no ensino de ciências deve promover a capacidade do discente organizar e interpretar de múltiplas formas as informações.

Ferreira e Arroio (2013) apresentam dados de elevada importância relacionada ao uso da imagem no ensino de química, enunciando um dos grandes desafios do ensino de química como sendo a construção do conhecimento junto aos discentes de tal maneira que esses possam transitar livremente dentro dos três níveis representacionais, Macroscópico, Submicroscópico e Simbólico, sendo esses chamados de Triângulo de Johnstone (JOHNSTONE, 1993). Segundo os autores, o uso

de imagens podem possibilitar os discentes a transitar dentro do triângulo de Johnstone, e discentes que consigam fazer isso apresentam maiores possibilidades de interpretar conceitos químicos, uma vez que segundo Pozo (2004) o insucesso na aprendizagem em química se dá, entre outros fatores, por não compreenderem esses níveis e suas implicações para o entendimento de conceitos abstratos como moléculas, átomos e reações.

1.5 Análise Documental

A presente dissertação utilizou a análise documental como forma de pesquisa. Os documentos analisados são os livros didáticos e as imagens contidas nos mesmos, sendo que Documento é definido, segundo Bell (2008), “como termo geral para a impressão deixada em um objeto físico, por um ser humano”.

Dentro da análise documental existem formas de classificação dos documentos analisados, sendo esses primeiramente classificados em Fontes Primárias e Secundárias.

Fontes Primárias são todos os documentos que sejam destinados a um determinado propósito específico de arquivar ou documentar algo, sendo exemplo desses os livros didáticos ou atas de reuniões. Fontes Secundárias são as formas de interpretações pautadas nas fontes primárias.

As fontes primárias podem ser divididas em Fontes Deliberadas e Fontes Inadvertidas. As fontes deliberadas são documentos produzidos na tentativa de preservar evidências para o futuro, sendo criados para autojustificação, enquanto que as fontes inadvertidas são fontes criadas pelos sistemas governamentais e a partir do funcionamento do cotidiano do sistema educacional (BELL, 2008).

Podemos assim classificar os livros didáticos de química e suas imagens como documentos primários inadvertidos, uma vez que são documentos criados para o propósito do processo de ensino e aprendizagem de química no ensino médio e por tratar-se de uma publicação regulamentada e analisada pelo Ministério da Educação.

Os documentos podem também ser classificados quanto a sua natureza, podendo ser classificados como evidências intencionais ou não-intencionais. As evidências intencionais são as informações que o autor do documento original quer

compartilhar, enquanto que as informações não-intencionais são todas as outras informações que pode-se aprender ao analisar o documento.

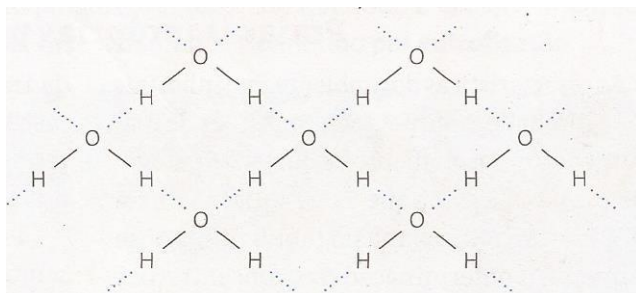


FIGURA 1.7 – Interações intermoleculares entre as moléculas de água.

Fonte: REIS, M. Química, volume 2, 1ª ed. 2014.

Como exemplo de evidências intencionais e não-intencionais temos a análise da Figura 1.7, onde a imagem evidencia as ligações de hidrogênio entre as moléculas, sendo essa a informação tratada pela autora no texto que integra a imagem, porém na mesma imagem podemos retomar conceitos sobre a geometria molecular da água, sendo essa segunda informação a evidência não-intencional e que em nenhum momento é discutida no texto.

Os livros e suas respectivas imagens são tratadas como documentos que foram analisados durante a pesquisa, de acordo com a taxonomia de Perales e Jimenez (2002) e Kiill (2009).

Nesse sentido, o presente trabalho propôs-se a analisar as imagens dos temas soluções e propriedades coligativas contidas nos livros didáticos de química aprovados no PNLD-2015 e destinados às segundas séries do ensino médio.

1.6. Soluções e Propriedades Coligativas

Soluções são definidas segundo o *gold book* da IUPAC (2014) como uma fase líquida ou sólida contendo mais de uma substância, sendo que uma das substâncias chamada de solvente e sendo tratada de forma diferente das demais substâncias, chamada essas de solutos. Quando a soma das frações molares dos solutos é muito pequena em relação a unidade total temos uma solução diluída.

Pode-se então entender soluções, de uma maneira simplista, como material homogêneo proveniente da mistura de duas substâncias, sendo que a substância que encontra-se em maior quantidade é chamada de solvente, enquanto que a substância que encontra-se em menor quantidade é denominada soluto (ATKINS, 2012).

Segundo Nezer (2014) e Santos e Schnetzler (2003) o aprendizado dos conceitos sobre soluções torna-se difícil aos discentes por favorecer a memorização das fórmulas e símbolos e pela operação de conceitos matemáticos.

A determinação da razão entre soluto e solvente de uma solução é chamada concentração. A concentração de uma solução pode ser expressa de diversas formas como Título (massa/massa), correspondendo a razão entre massa de soluto e massa da solução, podendo ser expressa em composição centesimal; Título (volume/volume), muito utilizada quando o soluto encontra-se no estado líquido, apresenta a mesma relação porém sendo utilizados os volumes de soluto e solução para o cálculo; Concentração Comum, razão formada pela massa do soluto pelo volume de solução; Molar, forma como é denominada nos livros didáticos e por Atkins (2012), corresponde a razão entre a quantidade de matéria do soluto pelo volume de solução, faz-se necessário o comentário que segundo o *green book* da IUPAC (COHEN *et al.*, 2007) a palavra Molar deveria ser utilizada somente para expressar unidades que são divididas pela quantidade de matéria, sendo portanto um equívoco, segundo a IUPAC, utilizar concentração Molar, uma vez que a quantidade de matéria é dividida e não o divisor; e Molal, sendo que a razão nesse caso corresponde a quantidade de matéria do soluto pela massa, em quilogramas, da solvente (ATKINS, 2012).

Todas essas formas de expressar a concentração, com exceção da concentração Molal, são apresentadas nos livros didáticos de química para o ensino médio.

Os trabalhos que abordam o tema propriedades coligativas, revelam uma série de dificuldades em seu aprendizado, sendo que Sokrat (2013) apresenta propriedades coligativas como o tema mais difícil para a aprendizagem da Físico-Química. Muitos trabalhos atribuem tais dificuldades ao conjunto de conhecimento prévios que o discente deve apresentar para compreender as propriedades coligativas, tais como: mol, soluções, equilíbrio químico (BARROS e MAGALHÃES, 2013; CAMPOS

e VERÍSSIMO, 2015; FRIEDERICH e PITÓL-FILHO, 2014, SANTOS *et al.*, 2013). Campos e Veríssimo (2015) ressaltam que muitos discentes apresentam certas dificuldades em outros conceitos prévios como interações intermoleculares, natureza química das substâncias e a dificuldade de correlacionar o conhecimento químico aos conceitos do dia-a-dia.

Segundo Santos (2013), o estudo das propriedades coligativas necessita, por parte do discente, da compreensão e relacionamento de diversas variáveis e conceitos que interferem nos fenômenos estudados, tornando-os de difícil compreensão. Nesse sentido os autores analisaram como são feitas as transposições didáticas do tema propriedades coligativas para os livros didáticos de ensino médio.

Segundo Chevallard (1998), o conceito de transposição didática corresponde a transformação dos saberes, passando do saber científico ao saber ensinado. Nesse sentido Santos *et al.* (2013) analisaram as aproximações que existem entre os saberes sábio (elaborado pelos cientistas) para o saber ensinado (desenvolvido em sala de aula), passando pelo saber a ensinar (contido nos livros didáticos), para o tema propriedades coligativas.

A análise das transposições didáticas contidas nos livros didático permitem ao professor avaliar se as mesmas são adequadas para a compreensão do conceito, por parte do discente, ou, ao distanciarem-se da ciência de referência, levam a erros conceituais. (SANTOS *et al.*, 2013)

Segundo Santos *et al.* (2002) a palavra coligativa significa interligada, tendo sua origem na palavra do latim, *colligare*, que significa unir, ligar, juntar para um fim comum.

As propriedades coligativas correspondem as propriedades observadas a partir da comparação entre um solvente puro e uma solução desse solvente, ambos nas mesmas condições, sendo que na solução observa-se modificações em relação ao solvente puro, sendo essas o abaixamento da pressão de vapor, abaixamento do ponto de fusão, a elevação do ponto de ebulição e a variação na pressão osmótica (SILVA, 2014).

Atkins (2012), define propriedades coligativas como aquelas que dependem da razão entre o número de moléculas de soluto e de solvente, e não de suas identidades química, apresentando as mesmas quatro propriedades coligativas

listadas anteriormente, sendo essas as propriedades coligativas que são tratadas nos livros didáticos de ensino médio analisados e que segundo Atkins (2012), são as principais propriedades coligativas.

Segundo Atkins (2012), o estudo das propriedades coligativas está intimamente ligado aos conceitos de equilíbrio químico, uma vez que nos sistemas temos o equilíbrio de fases de um solvente e no caso da osmose temos o equilíbrio entre soluções de concentração diferentes. Entende-se, portanto, que a sequência didática lógica do livro didático seja a apresentação dos conceitos de equilíbrio químico antes dos conceitos de propriedades coligativas, para que o discente possa compreender, de maneira mais clara, os efeitos estudados.

No artigo “Propriedades Coligativas: Aproximações e Distanciamentos em relação ao conhecimento de referência presentes em livros didáticos de química” Santos *et al.* (2013) apresentam as demonstrações matemáticas para as propriedades coligativas, permitindo o entendimento matemático para a definição das propriedades coligativas serem dependentes exclusivamente da quantidade de soluto dissolvido na solução e não do tipo de interação intermolecular entre soluto-solvente.

Segundo Santos *et al.* (2013) e Silva (2014), para explicar como partículas que apresentam propriedades distintas acarretam os mesmos desvios das propriedades coligativas dos solventes, faz-se necessária a explicação do conceito de entropia e energia livre de Gibbs.

A energia livre de Gibbs (ΔG) mede a espontaneidade de um sistema a pressão e temperatura constante, sendo calculada como

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

No qual ΔH corresponde a variação da entalpia, sendo essa equivalente a quantidade de calor cedido ou absorvido pelo sistema; T corresponde a temperatura escrita na escala absoluta, Kelvin; e ΔS corresponde a entropia do sistema, isso é, a desordem do sistema.

Sabe-se que quanto mais negativo for o valor de ΔG maior será a estabilidade do sistema (ATKINS, 2012), sendo assim as propriedades coligativas podem ser entendidas como sistemas que apresentam energia livre de Gibbs menor que o sistema inicial e entropia maior, sendo que esses fatores são decorrentes da adição de soluto não volátil ao solvente puro. Essa adição de soluto aumenta a entropia

do sistema, promovendo a diminuição da energia livre de Gibbs e consequentemente promovendo a maior estabilidade do sistema.

Segundo Santos *et al.* (2013), os livros didáticos apresentam um distanciamento nas transposições didáticas, tentando muitas vezes explicar as propriedades coligativas a partir das interações intermoleculares e não a partir dos conceitos de entropia e energia livre de Gibbs, promovendo a indução ao erro conceitual.

No primeiro capítulo dessa dissertação apresentamos os conceitos fundamentais para seu entendimento, sendo esses: O conceito de imagem; Um breve histórico do ensino de ciências e o livro didático no Brasil; A imagem no contexto de ensino e no livro didático de Química; O triângulo de Johnstone e Johnstone-Kiill; A análise documental; O conceito de soluções e por fim os conceitos de propriedades coligativas.

No segundo capítulo serão apresentados os referenciais teóricos que alicerçam a atual pesquisa, sendo esses a Semiótica de Pierce e o Triângulo de Johnstone-Kill (KIILL, 2009).

No terceiro capítulo são apresentadas a questão de pesquisa e a metodologia utilizada, explicando cada parâmetro utilizado na taxonomia de imagens.

No quarto capítulo são apresentados os resultados obtidos na taxonomia das imagens contidas nos livros analisados, sendo realizada a discussão de cada resultado obtido.

O quinto capítulo destina-se a apresentar a conclusão do presente trabalho.

CAPÍTULO 2 – Referencial Teórico

2.1 Teoria Semiótica de Pierce

A teoria semiótica de Pierce propõe que o conhecimento humano seja constituído por uma tríade formada por signo, objeto e interpretante. Na tentativa de compreender como o pensamento humano funciona e o modo de produção de sentido das imagens Charles Sanders Pierce elaborou a teoria Semiótica. Essa teoria tem como objeto central de estudo todas as formas de linguagens possíveis e faz contribuições para o entendimento da linguagem nas ações humanas sendo uma ciência que desenvolveu-se no século XX, porém, apresentando suas raízes nos filósofos gregos. (JOLY, 2007).

Toda forma de linguagem humana é feita por intermédio de signos, cabendo ao receptor de determinada linguagem interpretar tais signos de tal maneira que esses façam sentido.

Segundo Pierce (2008) um signo é tudo que possa ser relacionado com um objeto ou alguém, sendo que esse por sua vez está relacionado ao interpretante, e que esse está relacionado ao objeto, sendo que essas relações tendem ao infinito. De maneira mais concisa pode-se definir que signo é tudo que representa algo ou alguém, que podemos interpretar utilizando nossos sentidos e nossas relações socioculturais (JOLY, 2007), enquanto que objeto é tudo que é representado, podendo ou não existir. Objeto e signo estão intimamente conectados e são interpretados pelo interpretante, que é quem interpreta os signos vinculados ao objeto.

Pode-se então compreender que não há interpretação sem signos, pois a própria interpretação é um signo e esses constroem o ato da comunicação.

A interpretação pode ser estendida a diversas formas de comunicação, sendo que nesse trabalho destina-se a investigação da linguagem imagética, sendo que segundo Kiill (2009) linguagem é toda e qualquer forma de comunicação, podendo essa ser intermediada por imagens, gráficos, sinais e etc.

A representação (imagens, gráficos e etc) é definida por Pierce (2008) como um signo *representâmen*, isso é, um interpretante mental, que destina-se a representar algo na mente de alguém, sendo um signo representante de um objeto,

mas não de todos os seus aspectos e sim por uma ideia representante, essa ideia representante é denominada pelo autor como fundamento *representâmen*.

Nesse sentido, Kiill (2009) explica que no conhecimento químico a palavra água pode ser o exemplo de um signo que apresenta objeto de existência concreta, não definindo seu estado de agregação ao interpretante, mas se o signo água é tratado a partir de uma fotografia, a mente do interpretante é excitada de tal forma a assumir um estado de agregação da água, bem como suas características. Em contrapartida, a autora, propõe o signo molécula, sendo que esse representa um objeto abstrato do conhecimento químico. Somente pela palavra molécula o aprendiz que não tenha conceitos subsunçores do tema dificilmente terá seu cérebro excitado de tal maneira a formar alguma representação em sua mente, sendo, segundo a autora, de extrema importância o uso de imagens para a construção de conceitos subsunçores na mente do interpretante (KIILL, 2009; MOREIRA e MASINI, 2006; MOREIRA, 2014).

Segundo Santaella (2005) a interpretação de um signo na mente do interprete se dá pela utilização de outros signos, sendo que um signo é interpretado na atribuição de outro signo como uma palavra, uma ideia ou uma imagem mental. O próprio autor afirma que o processo de compreender e interpretar corresponde a tradução de um pensamento em outro pensamento, sendo esse processo ininterrupto.

Pierce(2008) estabelece três tipos de signos que são indispensáveis para o raciocínio, sendo chamada essa classificação de tríade pierciniana, onde temos: primeridade ou o signo em si mesmo, que relaciona o ícone do signo com seu sentido imediato, não relacionando com outros fenômenos do mundo; secuntidade ou a relação do signo com seus objetos, sendo esse o índice que apresenta seu início quando um fenômeno relaciona-se a outro fenômeno; terceridade ou a relação do signo com seus interpretantes, sendo a terceridade compreendida como o símbolo.

O ícone corresponde a primeridade, onde a semelhança entre *representâmen* e objeto é critério para defini-lo, uma vez que o signo é semelhante ao objeto ou suas qualidades, sendo definido por Joly (2007) como signos que apresentam significante vinculado ao significado, ou seja, o referente apresentando semelhanças ao objeto que representam, mas não necessariamente visuais.



FIGURA 2.1 – Cavalo.

Fonte: Publicdomainpictures.



FIGURA 2.2 – Cavalo.

Fonte: Wordart – Criação do autor.

Muitos dos signos icônicos não necessariamente assemelham-se aos seus objetos, mas estabelecem relação de correspondência, permitindo ao interpretante que seja excitado por sensações de maneira análoga ao objeto, como visto nas Figuras 2.1 e 2.2, onde temos, respectivamente, uma fotografia de um cavalo e a onomatopeia que nos remete a um cavalo.

As imagens são classificadas segundo Pierce (2008) como subcategorias de ícones, apresentando como subclassificações: Imagem, ícones que apresentam analogia qualitativa entre significante e referente; Diagrama, ícones que apresentam analogia racional interna ao objeto; e Metáfora, ícones que trabalham em paralelismo qualitativo, permitindo a utilização de símbolos no emprego de ícones. Como exemplo de metáfora pode-se citar o Leão, sendo utilizado como símbolo de força e nobreza, mas atuando como ícone da metáfora. (JOLY, 2007).

Além da classificação de imagem e suas subclassificações, Pierce (2008) propõe a classificação de signos como índice e símbolo. Índice corresponde a signos que apresentam contiguidade física com o representado, enquanto que símbolos são signos que mantêm uma relação determinada por convenção.

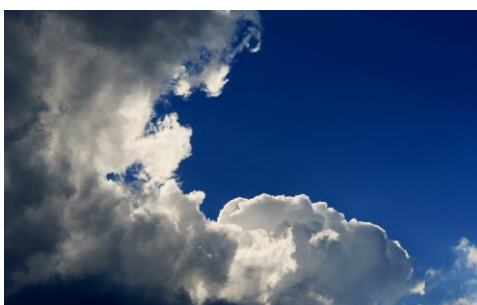


FIGURA 2.3 – Nuvem carregada.

Fonte: Publicdomainpictures

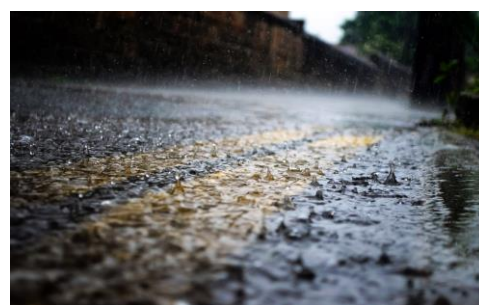


FIGURA 2.4 – Chuva.

Fonte: Publicdomainpictures

Segundo Joly (2007), a utilização de uma imagem de uma nuvem escura (Figura 2.3) nos remete a contiguidade física de que em pouco tempo teremos chuva (Figura 2.4), enquanto que a utilização dos símbolos se dá por convenções socioculturais, como as bandeiras dos países e em química o uso de símbolos para indicar, por exemplo, a Figura 2.5 que apresenta a propriedade corrosiva de determinada substância.



FIGURA 2.5 – Símbolo indicando propriedade química da substância, substância corrosiva.

Fonte: SANTOS *et al.*, Química Cidadã, volume 2, 2ª ed. 2013.

2.2 O triângulo de Johnstone e Johnstone-Kiill

O estudo da química deve proporcionar ao estudante a capacidade de interpretar fatos e fenômenos do cotidiano pautados na teoria científica, porém segundo Silva *et al.* (2013) a compreensão desses fatos e fenômenos é de difícil entendimento, por parte dos discentes por exigir elevado nível de abstração. Um dos recursos intimamente vinculados à proposta de Johnstone é a utilização de imagens no ensino de química que, segundo Gilbert (2007) pode ser uma ferramenta poderosa. Barnea (2000) afirma que o professor deve-se preocupar em desenvolver em seus estudantes as capacidades de visualização de tal maneira que esses possam interpretar uma série de informações contidas nas imagens.

Com o propósito de possibilitar uma maior compreensão dos fenômenos, Johnstone (1993) propôs três níveis representacionais que deveriam ser abordados no processo de ensino e aprendizado da química, sendo esses: macroscópico, submicroscópico e representacional ou simbólico e que segundo Talanquer (2011), o

triângulo proposto por Johnstone corresponde a ideia mais poderosa e mais produtiva na educação nos últimos anos.

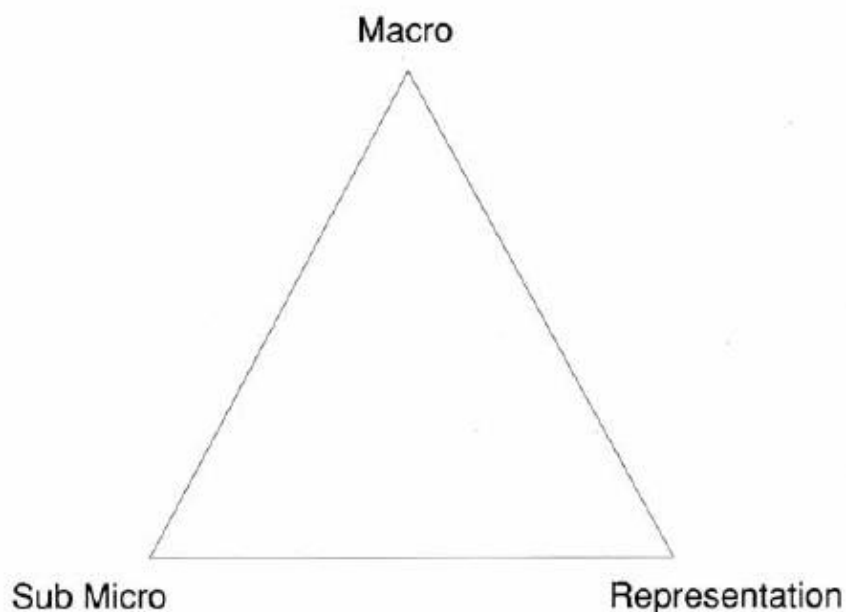


FIGURA 2.6 – Triângulo de Johnstone, apresentado em JOHNSTONE (1993)

O nível representacional Macroscópico compreende os fenômenos químicos e materiais que podem ser observados concretamente; o nível submicroscópico trabalha com a explicação do processo químico no nível atômico e molecular, tratando dos movimentos das moléculas, átomos, íons ou partículas subatômicas (KIILL, 2009); enquanto que o representacional ou simbólico trata dos conceitos químicos sendo expressos por símbolos, números, fórmulas, equações e estruturas (WU *et al.*, 2001)

Segundo Ferreira e Arroio (2013), Kiill (2009) e Gibin e Ferreira (2013), as imagens são poderosas ferramentas para possibilitarem os discentes a compreender os três níveis representacionais, possibilitando que transitem livremente nesses três níveis desenvolvam e habilidades de compreensão mais complexas dos conceitos químicos, nesse sentido Kiill (2009) propôs, em sua tese de doutorado, subcategorias dentro do triângulo de Johnstone, sendo essas subcategorias a união dos vértices do triângulo e geradas a partir da representação de imagens que abordem mais de um dos vértices do triângulo.

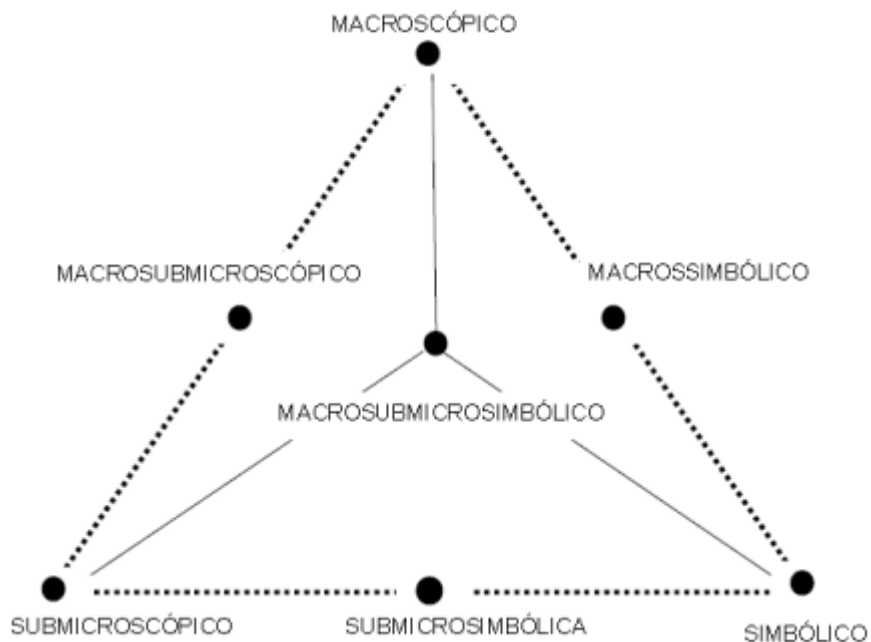


FIGURA 2.7 – Triângulo de Johnstone-Kiill, proposto em KIILL (2009).

As subcategorias propostas por Kiill (2009) compreendem o Macrosimbólico, Submicrosimbólico, Macrosubmicroscópico e Macrosubmicrosimbólico, sendo esse último a união e/ou interação de todos os vértices propostos por Johnstone (1993).

Segundo a autora, com as novas subcategorias as imagens podem apresentar novas relações que possibilitam uma maior compreensão dos conceitos representados auxiliando assim a compreensão do texto didático.

Segundo Johnstone (2000), a psicologia envolvida na construção de conceitos químicos é bem diferente da psicologia do mundo “normal”, sendo então necessário que apresente-se aos discentes mais de uma perspectiva sobre determinado fenômeno, sendo que o autor sugere que seja apresentado primeiro a dimensão macroscópica, seguida pela submicroscópica para então finalizar com a simbólica. Em cada apresentação de dimensão, ou nível, deve-se respeitar determinado tempo para que o discente possa se apresentar, questionar para então se apoderar de tal dimensão do fenômeno.

O autor explica que a apresentação dos três níveis simultaneamente promove a sobrecarga do pensamento e entendimento do discente, promovendo a

negação ao novo conhecimento ou ancoramento do discente em uma dimensão e exclusão das demais, promovendo erros de interpretação do fenômeno estudado.

CAPÍTULO 3 – Questão de Pesquisa e Metodologia

A partir da semiótica de Pierce e do Triângulo de Johnstone, expandido por Kiill (2009), apresentamos a questão de pesquisa que norteou essa investigação, seguida dos objetivos específicos e metodologia utilizada no presente trabalho.

3.1 Questão de pesquisa

Apresentamos como questão que norteou essa pesquisa a seguinte indagação:

Qual a natureza das imagens contidas nos livros de química da segunda série do ensino médio aprovados no PNLD 2015?

Assim sendo, os objetivos específicos dessa pesquisa foram:

a) Classificar e quantificar as imagens contidas nos livros de química do PNLD 2015 da segunda série do Ensino Médio, especificamente nos temas Soluções e Propriedades Coligativas, de acordo com (I) a taxonomia de imagens proposta por Perales e Jimenez (2002), (II) o triângulo de Johnstone-Kiill (KIILL, 2009) e (III) Quantificar as imagens segundo as questões clássicas do PNLD 2015 (BRASIL, 2014), sendo essas as imagens geradoras de experimentos e que tratem da História da Ciência.

b) Identificar eventual tendência dos autores na escolha das imagens;

c) Identificar se o triângulo de Johnstone (JOHNSTONE, 1993) é respeitado quantitativamente.

d) a presença ou não de conexão entre texto e imagem.

3.2 Metodologia

Para a presente pesquisa foram selecionados os livros da segunda série do Ensino Médio listados no PNLD 2015 (BRASIL, 2014) (Tabela 3.1), uma vez que segundo Santos *et al.* (2013), encontram-se os temas com maiores dificuldades de aprendizado em Química por parte dos discentes. São apresentados dados obtidos ou classes propostas pelo presente pesquisador na forma de Tabelas e dados

provenientes de outros trabalhos são apresentados na forma de Quadros, sendo os mesmos numerados em uma única ordem.

TABELA 3.1 – Livros Didáticos Analisados

	Obra	Autor(es)	Editora	Edição/ano	Total de páginas
Livro 1*	Ser Protagonista Química	ANTUNES, M.T.	Edições SM	2ª/2013	431
Livro 2*	Química	MORTIMER, E.F; MACHADO, A.H.	Ed. Scipione	2ª/2013	376
Livro 3*	Química Cidadã	SANTOS, W. <i>et al.</i>	AJS	2ª/2013	320
Livro 4*	Química	FONSECA, M.R.M.	Ed.Ática	1ª/2013	320

* Os livros serão tratados no texto como Livro (número) e não pelos nomes reais.

Primeiramente levantamos os temas químicos contidos nos quatro livros de segunda série do ensino médio, buscando evidenciar os temas comuns a todos eles. Optamos por trabalhar com “Soluções” e “Propriedades Coligativas”, que cumpriram essa premissa e apresentam elevada dificuldade de aprendizado por serem temas que envolvem a leitura e interpretação de gráficos, cálculos (SANTOS *et al.*, 2013) e a interpretação de imagens nos três níveis representacionais (JOHNSTONE, 1993) além de apresentarem pequeno número de publicações quando comparado aos temas cinética, termoquímica e equilíbrio químico.

Uma vez determinados os temas à serem analisados, optamos por analisar todos os capítulos referentes a cada tema de cada livro, não restringindo o número de capítulos à serem analisados por livro.

Na tabela 3.2. são apresentados os totais de capítulos, imagens e páginas analisados para os temas soluções e propriedades coligativas, respectivamente.

TABELA 3.2 – Informações referentes aos totais de capítulos, imagens e páginas para o tema soluções e propriedades coligativas.

	Total de Capítulos	Total de Imagens	Total de Páginas	Total de Capítulos	Total de Imagens	Total de Páginas
	Soluções			Propriedades Coligativas		
Livro 1	2	72	41	1	27	16
Livro 2	1	63	44	1	48	24
Livro 3	1	63	34	1	81	36
Livro 4	3	40	43	1	32	19

Após determinarmos os temas utilizamos a taxonomia de imagens de Perales e Jimenez (2002), utilizada também em Gibin *et al.* (2009), que classifica as imagens em função da sequência didática em que apresentam-se as ilustrações, do grau de iconicidade, funcionalidade, relação com o texto e suas etiquetas verbais.

Segundo Perales e Jimenez (2002) e Gibin *et al.* (2009) entende-se como sequência didática a sequência de parágrafos que constituem o texto. Assim, avaliamos e classificamos as imagens e textos na sequência didática apresentada em cada capítulo dos temas pesquisados. As categorias para classificação da sequência didáticas são apresentadas no Quadro 3.3, conforme Perales e Jimenez (2002)

QUADRO 3.3 – Classificação da Sequência Didática.

Categoria	Descrição
1 Evocação	O texto faz referência a um fato cotidiano ou a um conceito que se supõe conhecido pelo aluno.
2 Definição	É estabelecido o significado de um termo novo.
3 Aplicação	É um exemplo que estende ou consolida uma definição.
4 Descrição	O texto faz referência a um fato com objetivo de criar um contexto necessário para discutir determinado conceito.
5 Interpretação	O texto usa os conceitos teóricos para explicar os eventos experimentais.

6 Problematização O texto lança questões que não podem ser resolvidas utilizando os conceitos já discutidos.

Em relação ao grau de iconicidade, as imagens foram classificadas em fotografia, desenho figurativo, desenho figurativo com signos, desenhos figurativos com signos normalizados, desenhos esquemáticos, desenhos esquemáticos com signos e desenho esquemáticos com signos normalizados (Quadro 3.4).

QUADRO 3.4 – Classificação de Iconicidade.

	Categoria	Descrição
A	Fotografia	Quando ocorre a interpretação do espaço e da realidade através da imagem.
B	Desenho figurativo	Valoriza a representação orgânica, mostrando os objetos mediante a imitação.
C	Desenho figurativo com signos:	Representa ações ou magnitudes inobserváveis em um espaço de representação heterogêneo.
D	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
G	Desenho esquemático com signos normalizados:	A ilustração constitui um espaço de representação homogêneo e simbólico que possui regras sintáticas específicas.

A funcionalidade das imagens corresponde à utilização de ferramentas gráficas como forma de expressar ideias, como a representação de construtos conceituais mediante o uso de símbolos analógicos, como na representação dos elementos químicos, átomos e moléculas. Quanto à funcionalidade, as imagens são

classificadas Perales e Jimenez (2002) e Gibin *et al.* (2009) como inoperantes, operativas elementares ou sintáticas.

No Quadro 3.5 são apresentadas as categorias de funcionalidade das imagens e suas definições (PERALES; JIMENES, 2002).

QUADRO 3.5 – Classificação de Funcionalidade.

	Categoria	Definição
F1	Inoperantes	A ilustração não apresenta nenhum elemento utilizável, só cabe observá-la.
F2	Operativas elementares	A ilustração contém elementos de representação universais.
F3	Sintáticas	A ilustração contém elementos que exigem o conhecimento de normas químicas específicas.

Segundo Gibin *et al.* (2009), as informações contidas nas imagens são descontínuas e somente se houver vínculo no texto há atribuição de significado e elas. Sendo assim, a próxima classificação avaliou a integração da imagem com o texto, sendo apresentadas as categorias de integração imagem-texto no Quadro 3.6 (PERALES; JIMENES, 2002).

QUADRO 3.6 – Classificação da Relação Imagem-Texto.

	Categoria	Definição
T1	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.
T2	Denotativa	O texto estabelece a correspondência entre os elementos da ilustração e os conteúdos representados.
T3	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.

Segundo Perales e Jimenez (2002) a união do texto com a imagem facilita o aprendizado por parte do discente. Nesse sentido, os autores propõem a classificação das imagens quanto à utilização de etiquetas verbais em suas estruturas (Quadro 3.7).

QUADRO 3.7 – Classificação de Etiquetas Verbais.

	Categoria	Definição
EV1	Sem etiqueta	A ilustração não contém nenhum texto.
EV2	Nominativa	Letras ou palavras que identificam alguns elementos da ilustração.
EV3	Relacionável	Textos que descrevem as relações entre os elementos da ilustração.

A próxima classificação refere-se a dimensão do conhecimento químico que a imagem representa, sendo essa proposta por Kill (2009) e pautando-se no triângulo proposto por Johnstone (1991) e expandido por Kiill (2009). No Quadro 3.8 apresenta as categorias proposta por Kill (2009).

QUADRO 3.8 – Classificação de Imagem segundo o Triângulo Johnstone-Kiill.

	Categoria	Definição
JK1	Macroscópico	Representação de algo observável.
JK2	Macrosimbólico	Representação de material ou fenômeno considerando aspectos macroscópico e simbólico.
JK3	Simbólico	Representação de símbolos, equações, gráficos que expliquem o fenômeno ou o material.
JK4	Submicrosimbólico	Representação de material ou fenômeno considerando aspectos submicroscópico e simbólico.
JK5	Submicroscópico	Representação do modelo explicativo em nível atômico-molecular para o fenômeno macroscópico.
JK6	Macrosubmicroscópico	Representação de determinado material ou fenômeno considerando os aspectos macroscópico e submicroscópico.
JK7	Macrosubmicrosimbólico	Representação de determinado material ou fenômeno considerando os aspectos macroscópico, submicroscópico e simbólico.
NC	Não Classificável	Representações que não possam ser classificadas segundo o triângulo de Johnstone-Kiill

Na classificação utilizada por Johnstone-Kiill (KIILL, 2009), descrita acima, foi adicionada a classe Não Classificável (NC), uma vez que durante a análise das imagens contidas nos livros encontramos imagens que não encaixavam-se nas subclassificações propostas pela autora.

Além das categorias apresentadas (PERALEZ e GIMENEZ 2002; GIBIN *et al.*, 2009; Kiill, 2009), julgamos necessária a adição de mais uma classificação, a respeito das informações que a imagem traz. Caso a imagem traga novas informações em relação a aquelas que foram apresentadas no texto classificamos a mesma como Imagem Enriquecedora (IE), já se a imagem analisada apresenta somente as informações já apresentadas pelo texto classificamos a imagem como Imagem Reforçadora (IR) (Tabela 3.9). Com essa classificação verificamos se as imagens

contidas nos livros didáticos tendem a reforçar o que já foi tratado pelos autores ou se enriquecem o próprio texto.

TABELA 3.9 – Classificação de Informações das Imagens.

	Categoria	Definição
IE	Imagem Enriquecedora	A imagem contém informações novas em relação ao texto.
IR	Imagem Reforçadora	A imagem não contém novas informações em relação ao texto.

A última classificação utilizada (Tabela 3.10) corresponde à de imagens geradoras de experimentos (GE), participantes da história da ciência (HC) ou nenhuma das anteriores (NA) encontradas nos textos. Com essa classificação pretendeu-se identificar a existência ou não do estímulo para o entendimento, por parte do discente, da ciência como processo histórico social e se há o incentivo para a experimentação, uma vez que esses assuntos são abordados pelo PNLD 2015 (BRASIL, 2014) como temas clássicos e que devem estar contidos nos livros didáticos.

TABELA 3.10 – Classificação de Imagens segundo os temas Clássicos do PNLD 2015.

	Categoria	Definição
GE	Gerador de Experimento	A imagem corresponde a um contexto gerador de experimento.
HC	História da Ciência	A imagem corresponde a um contexto que se trabalha a história da ciência ou personagens da história da ciência.
NA	Nenhuma das anteriores	As imagens não se encaixam em nenhuma das classificações propostas.

Todas as imagens e textos foram lidos de maneira sequencial e classificados segundo as classificações descritas acima. Criamos um banco de dados com as classificações das imagens e textos. Converteremos todos os dados em

percentual para promover as comparações possíveis, gerando os resultados e a discussão.

CAPÍTULO 4. Resultados e Discussão

O Capítulo 4 destina-se a apresentar os resultados obtidos e a discussão acerca dos mesmos. Serão apresentadas as respectivas etapas realizadas, na ordem descrita na metodologia, e os dados obtidos durante as mesmas, explicando as tomadas de decisões durante o processo de pesquisa.

4.1 - Taxonomia das Imagens

No total, foram analisados 11 capítulos, que contiveram 426 imagens distribuídas em 257 páginas. Os dados obtidos para cada classificação são apresentados nas formas de tabelas contendo o total de imagens para cada categoria, bem como o percentual referente a cada categoria. São apresentados os dados em forma de gráficos, de tal maneira a permitir as respectivas comparações.

4.1.1 - Sequência Didática

As imagens foram classificadas segundo a sequência didática proposta por Perales e Jimenez (2002) e são apresentadas as quantidades e seus respectivos percentuais para cada categoria obtida internamente a cada livro. Apresentamos os dados do tema soluções na tabela 4.1 e propriedades coligativas na tabela 4.2.

São apresentados exemplos de textos na forma de Figura (FIGURA 4.1) e suas respectivas classificações para a sequência didática proposta por Perales e Jimenez (2002), exemplificando as seis categorias que foram classificadas pelo pesquisador.

1. Conforme visto, a adição de um soluto não volátil diminui a pressão de vapor do solvente. Como, para um líquido entrar em ebulição, sua pressão de vapor deve se igualar à pressão atmosférica, a temperatura de ebulição da solução será maior que a temperatura de ebulição do solvente puro.

2. Difusão é o movimento espontâneo das partículas de uma substância de se espalharem uniformemente em meio a partículas de outra substância ou, então, de atravessarem uma parede porosa.

3. É costume, no inverno em países frios, jogar sais, como cloreto de sódio, $\text{NaCl}(s)$, ou cloreto de cálcio, $\text{CaCl}_2(s)$, nas ruas e autoestradas para dificultar a formação de uma camada de gelo, o que causaria a diminuição do coeficiente de atrito e consequentemente um aumento no risco de acidentes.

4. Algumas práticas, como a utilização de esgotos domésticos para a irrigação de hortaliças, forrageiras e jardins, são até antigas. Entretanto, vale ressaltar que tal utilização – feita sem controle – pode trazer riscos à saúde, causando doenças por causa da contaminação de alimentos.

Esse exemplo alerta sobre a necessidade de regulamentação para que os mecanismos desenvolvidos estejam em conformidade com condições técnicas, culturais e socioeconômicas.



Reutilizar a mesma água mais de uma vez para a mesma ou para outras finalidades é uma forma de evitar o desperdício. Acima, sistema de reaproveitamento de água, com purificação feita por Osmose Reversa.

5. A flutuação do **iceberg** é explicada pelo fato de as ligações de hidrogênio da água propiciarem a formação de uma estrutura cristalina no gelo menos compacta do que a da água na fase líquida.



E possível conservar uma carne utilizando apenas sal? Por quê?

FIGURA 4.4 EXEMPLO DE TEXTOS – Exemplo da classificação dos textos segundo as categorias contidas em Sequência Didática. Texto 1 – Exemplo de Texto Evocativo (Fonte: Livro 1, Vol. 2, p.45); Texto 2 – Exemplo de Texto de Definição (Fonte: Livro 4, Vol. 2, p.126); Texto 3 – Exemplo de Texto de Aplicação (Fonte: Livro 4, Vol. 2, p.125); Texto 4 – Exemplo de Texto Descritivo (Fonte: Livro 3, Vol. 2, p.103); Texto 5 – Exemplo de Texto de Interpretação (Fonte: Livro 3, Vol. 2, p.109); Texto 6 – Exemplo de Texto de Problematização (Fonte: Livro 4, Vol. 2, p.116).

Quanto à sequência didática, observamos grandes diferenças entre as obras (Tabela 4.1 e 4.2), indicando que cada autor ou grupo de autores apresentam entendimento próprio para a construção da sequência didática.

Na tabela 4.1 observa-se que para três dos quatro livros analisados temos elevado percentual de textos da sequência didática destinados a definições, sendo o livro 2 o único que não apresenta essa categoria como principal ou segunda principal. O livro 1 apresenta seus textos principalmente como definições seguidos de interpretações, enquanto o livro 2 apresenta a categoria interpretação como principal, seguida por descrição. Os livros 3 e 4 apresentam como segunda categoria mais utilizada a definição, sendo que no livro 3 a principal categoria utilizada foi aplicação e no livro 4, interpretação.

TABELA 4.1 – Classificação das imagens segundo as categorias internas à sequência didática para o tema soluções.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Evocação	5	6,9	3	4,8	8	12,5	3	7,5
Definição	26	36,1	3	4,8	20	31,3	10	25,0
Aplicação	15	20,8	9	14,3	23	35,9	8	20,0
Descrição	5	6,9	11	17,5	7	10,9	8	20,0
Interpretação	20	27,8	35	55,6	3	4,7	11	27,5
Problematização	1	1,4	2	3,2	3	4,7	0	0,0

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro.

Na tabela 4.2 observa-se que os livros 2 e 3 apresentam os maiores percentuais para a categoria descrição, enquanto que os livros 1 e 3 apresentam como segunda categoria mais utilizada a definição.

TABELA 4.2 – Classificação das imagens segundo as categorias internas à sequência didática para o tema Propriedades Coligativas.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Evocação	3	11,1	3	6,3	15	18,5	2	6,3
Definição	8	29,6	4	8,3	23	28,4	0	0,0
Aplicação	13	48,1	14	29,2	15	18,5	5	15,6
Descrição	2	7,4	20	41,7	24	29,6	4	12,5
Interpretação	1	3,7	6	12,5	4	4,9	15	46,9
Problematização	0	0,0	1	2,1	0	0,0	6	18,8

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro.

Quando comparamos os temas internos as obras (FIGURA 4.2) obtemos que nos livros 1 e 3 os autores apresentam elevados percentuais de textos de definições para ambos os temas, enquanto que no livro 4 temos elevado percentual de textos interpretativos para ambos os temas.

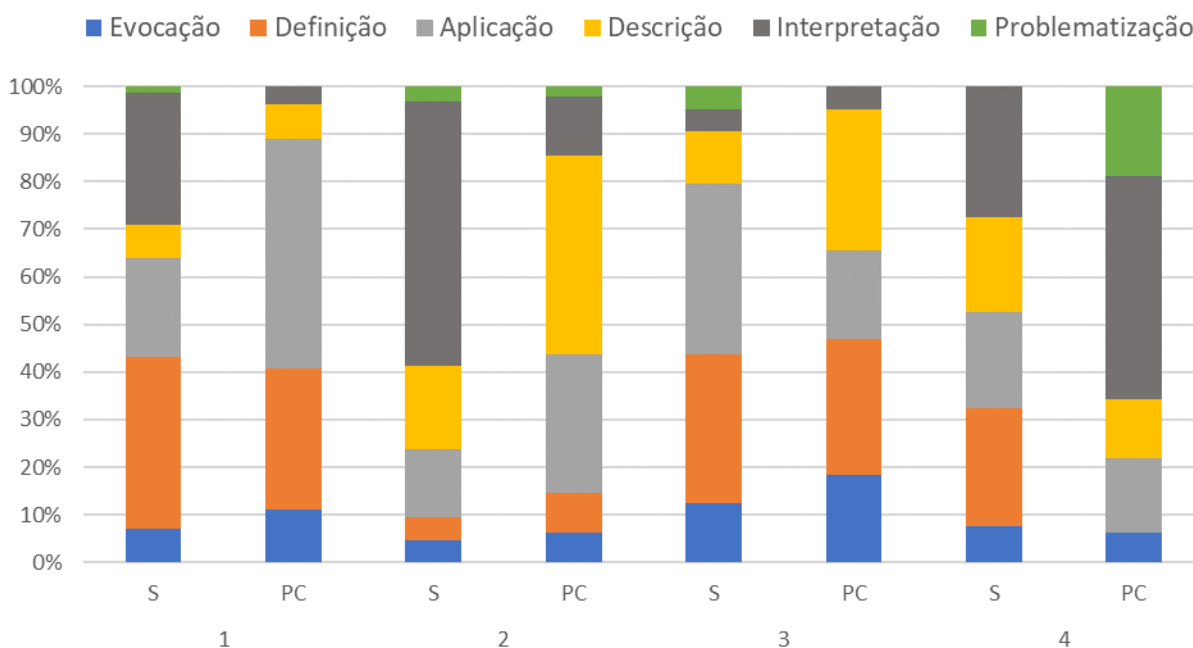


FIGURA 4.2 – Gráfico comparativo dos percentuais de sequência didática para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC). As colunas S e PC são agrupadas por livros, sendo os mesmos representados pelos respectivos números no eixo x.

A análise geral de todos os temas indica a preferência dos autores por textos de definição, aplicação, interpretação e descrição. Porém, observa-se baixos percentuais de textos de evocação e problematização, que podem implicar em uma baixa relação do conhecimento de soluções e propriedades coligativas com o cotidiano dos discentes (CAMPOS e VERÍSSIMO, 2015). Segundo os mesmos autores, isso pode promover dificuldades no aprendizado da química, que passa a ser uma disciplina de memorização. Segundo Gibin *et al.* (2009), com a falta de questões problematizadores e evocativas temos que os livros didáticos tendem a uma abordagem mais tradicional do ensino da química.

Comparando-se os dados obtidos no presente trabalho com os dados obtidos em Gibin *et al.* (2009), observamos que os livros didáticos ainda apresentam elevado percentual de sequências didáticas construídas a partir da descrição e interpretação.

4.1.2 - Ironicidade

Na Figura 4.3 são apresentados exemplos de imagens classificadas segundo as categorias contidas em Ironicidades, proposta por Perales e Jimenez (2002), sendo as mesmas extraídas dos livros analisados.

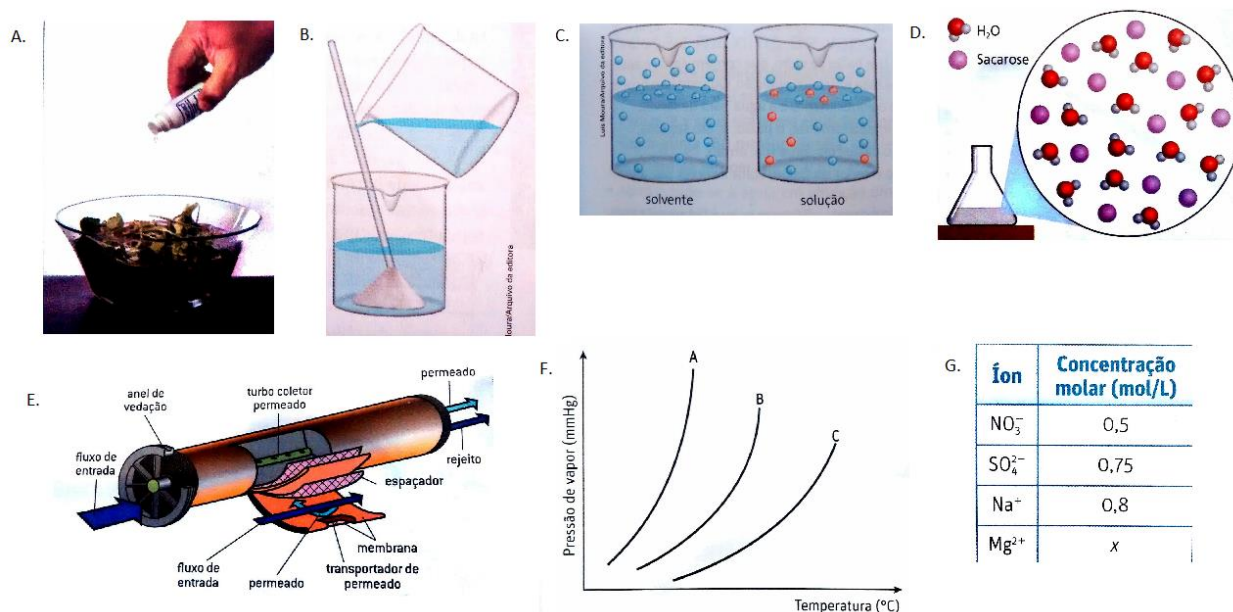


FIGURA 4.3 – Exemplo da classificação das imagens segundo as categorias contidas em Ironicidade. Imagem A. – Exemplo de Fotografia (Fonte: Livro 1, Vol. 2, p.31); Imagem B – Exemplo de Desenho figurativo (Fonte: Livro 4, Vol. 2, p.75); Imagem C – Exemplo de Desenho figurativo com signos (Fonte: Livro 4, Vol. 2, p.121); Imagem D – Exemplo de Desenho figurativo com signos normalizados (Fonte: Livro 3, Vol. 2, p.73); Imagem E – Exemplo de Desenho esquemático (Fonte: Livro 2, Vol. 2, p.266); Imagem F – Exemplo de Desenho esquemático com signos (Fonte: Livro 1, Vol. 2, p.44); Imagem G – Exemplo de Desenho esquemático com signos normalizados (Fonte: Livro 1, Vol. 2, p.39).

Na análise de ionicidade observa-se, tanto para soluções (tabela 4.3) quanto para propriedades coligativas (tabela 4.4), uma tendência no tipo de imagem utilizada pelos autores. Os mesmos utilizam-se, principalmente de imagem fotográficas, sendo seguidas pelos desenhos esquemáticos com signos.

TABELA 4.3 – Classificação das imagens segundo as categorias internas à Iconicidade para o tema Soluções.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Fotografia	38	52,8	26	41,3	31	48,4	13	32,5
Desenho figurativo	0	0,0	1	1,6	1	1,6	5	12,5
Desenho figurativo com signos	0	0,0	1	1,6	2	3,1	0	0,0
Desenho figurativo com signos normalizados	0	0,0	0	0,0	2	3,1	3	7,5
Desenho esquemático	0	0,0	0	0,0	1	1,6	0	0,0
Desenho esquemático com signos	30	41,7	20	31,7	15	23,4	12	30,0
Desenho esquemático com signos normalizados	4	5,6	15	23,8	12	18,8	7	17,5

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro.

O uso de elevado percentual de imagens como desenhos esquemáticos com signos dá-se pelo fato que tanto soluções quanto propriedades coligativas são temas abordados pela físico-química e, segundo Dangur *et al.* (2014), a introdução aos temas de físico-química são tradicionalmente tratados da perspectiva quantitativa, envolvendo elevado número de gráficos e tabelas, os quais enquadram-se na classificação.

TABELA 4.4 – Classificação das imagens segundo as categorias internas à Iconicidade para o tema Propriedades Coligativas.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Fotografia	9	33,3	20	41,7	43	53,1	16	50,0
Desenho figurativo	1	3,7	3	6,3	5	6,2	1	3,1
Desenho figurativo com signos	4	14,8	2	4,2	3	3,7	4	12,5
Desenho figurativo com signos normalizados	0	0,0	5	10,4	2	2,5	0	0,0
Desenho esquemático	2	7,4	1	2,1	0	0,0	0	0,0
Desenho esquemático com signos	4	14,8	15	31,3	22	27,2	9	28,1
Desenho esquemático com signos normalizados	7	25,9	2	4,2	6	7,4	2	6,3

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro.

Na Figura 4.4 temos o gráfico comparativo para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC) de cada livro. Observa-se, em ambas as obras, elevados percentuais de imagens do tipo fotografia, sendo seguidos pelas imagens do tipo desenho esquemático com signos. Em contraste a esses elevados percentuais temos os desenhos figurativos, desenhos figurativos com signos normalizados e desenhos esquemáticos, apresentando baixos percentuais. A distribuição de percentuais obtidos para Iconicidade obtida nos livros didáticos do PNLD-2015 (BRASIL, 2014) assemelham-se com os dados do trabalho de Gibin *et al.* (2009) e Kiill (2009), onde encontra-se, com maior percentual, a utilização de fotografias para o tema equilíbrio químico.

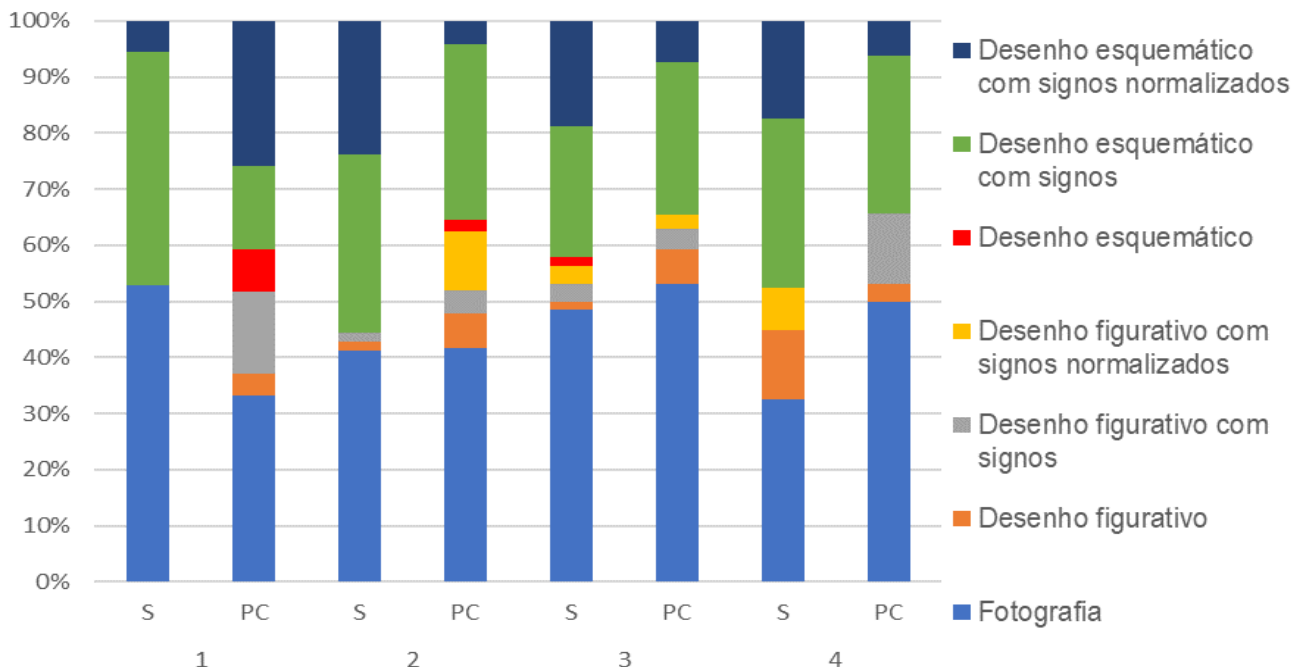


FIGURA 4.4 – Gráfico comparativo dos percentuais de Iconicidade para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC). As colunas S e PC são agrupadas por livros, sendo os mesmos representados pelos respectivos números no eixo x.

4.1.3 - Funcionalidade das Imagens

São apresentados na Figura 4.5 exemplos de imagens classificadas segundo a Funcionalidade das imagens.

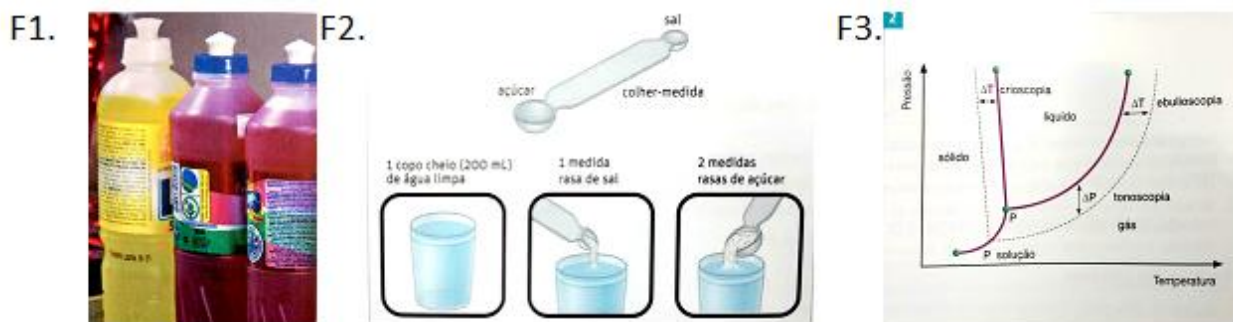


FIGURA 4.5 – Exemplo da classificação das imagens segundo as categorias contidas em Funcionalidade das Imagens. Imagem F1. – Exemplo de Imagem Inoperante (Fonte: Livro 2, Vol. 2, p.25); Imagem F2. – Exemplo de Imagem Operativa Elementar (Fonte: Livro 1, Vol. 2, p.37); Imagem F3. – Exemplo de Imagem Sintática (Fonte: Livro 3, Vol. 2, p.126).

Na análise de funcionalidade das imagens observa-se, para o tema soluções (Tabela 4.5), que três dos quatro livros apresentam os maiores percentuais para as imagens inoperantes, sendo que apenas o livro 2 apresenta essa categoria como a segunda mais utilizada.

TABELA 4.5 – Classificação das imagens segundo as categorias internas à Funcionalidade para o tema Soluções.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Inoperantes	39	54,2	26	41,3	35	54,7	20	50,0
Operativas elementares	5	6,9	5	7,9	20	31,3	3	7,5
Sintáticas	28	38,9	32	50,8	9	14,1	17	42,5

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro.

A tabela 4.6 apresenta os dados obtidos para o tema propriedades coligativas, sendo que para o tema observa-se novamente a ampla utilização de imagens inoperantes.

TABELA 4.6 – Classificação das imagens segundo as categorias internas à Funcionalidade para o tema Propriedades Coligativas.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Inoperantes	14	51,9	24	50,0	48	59,3	15	46,9
Operativas elementares	11	40,7	3	6,3	6	7,4	11	34,4
Sintáticas	2	7,4	21	43,8	27	33,3	6	18,8

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro.

Observa-se, na figura 4.6, a tendência dos autores em apresentarem figuras inoperantes, tanto para o tema soluções quanto para o tema propriedade coligativa. Na análise pautada na Figura 4.6 observa-se que os livros 1, 2 e 4

apresentam distribuição percentual semelhante em relação a funcionalidade para o tema soluções. O mesmo ocorre para os livros 1 e 4 e os livros 2 e 3 para o tema propriedades coligativas.

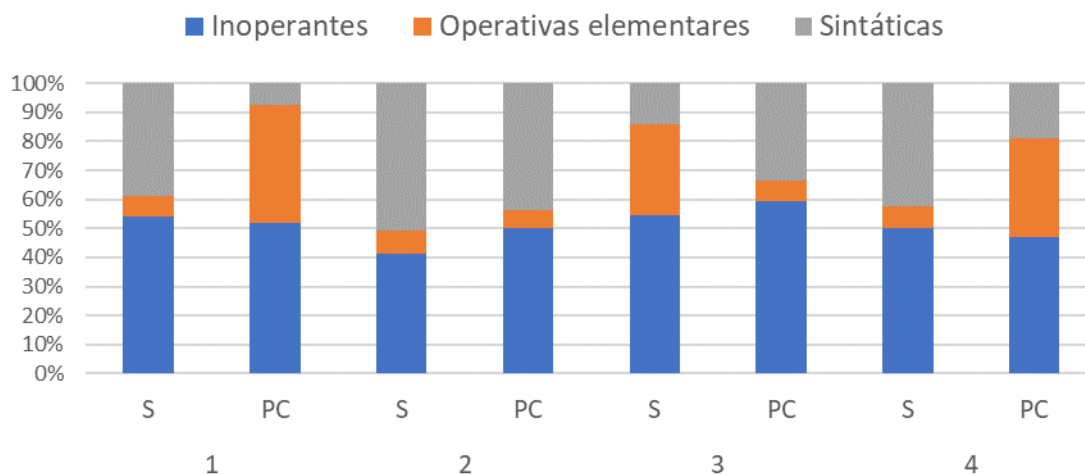


FIGURA 4.6 – Gráfico comparativo dos percentuais de Funcionalidade para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC). As colunas S e PC são agrupadas por livros, sendo os mesmos representados pelos respectivos números no eixo x.

Em semelhante trabalho, porém para o ensino de ciência, Heck e Hermel (2013), obtiveram dados similares, obtendo elevado percentual de imagens inoperantes. Em comparação ao trabalho de Gibin *et al.* (2009) observa-se aumento de imagens inoperantes em relação ao encontrado para o tema equilíbrio químico contido no PNLEM-2007. Com o elevado percentual de imagens inoperantes, cabe ao discente apenas observar as imagens, sem ter que interpretá-las ou analisa-las. O presente pesquisador entende que poderiam apresentar maiores percentuais de imagens sintáticas, imagens essas que permitem a reflexão e a reelaboração do conhecimento, além de operações mais elaboradas do que as operativas elementares.

4.1.4 - Relação Texto-Imagem

São apresentados abaixo exemplos de classificação de imagens, segundo as categorias contidas na Relação Texto-Imagem (FIGURA 4.7).

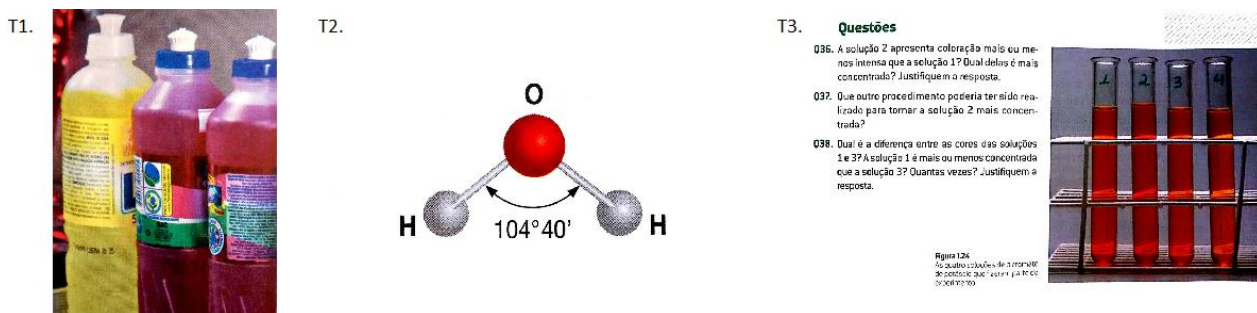


FIGURA 4.7 – Exemplo da classificação das imagens segundo as categorias contidas em Relação Texto-Imagem. Imagem T1. – Exemplo de Imagem Conotativa (Fonte: Livro 2, Vol. 2, p.25); Imagem T2. – Exemplo de Imagem Denotativa (Fonte: Livro 3, Vol. 2, p.107); Imagem T3. – Exemplo de Imagem Sinóptica (Fonte: Livro 2, Vol. 2, p.41).

Na análise da Tabela 4.7 observa-se a tendência por parte dos autores para o uso do texto integrado as imagens, apresentando os maiores percentuais de relações sinópticas para o tema soluções. Em todos os livros observou-se como segunda classe mais utilizada a denotativa.

TABELA 4.7 – Classificação das imagens segundo as categorias internas à Relação Texto-imagem para o tema Soluções.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Conotativa	4	5,6	10	15,9	10	15,6	4	10,0
Denotativa	29	40,3	15	23,8	23	35,9	7	17,5
Sinóptica	39	54,2	38	60,3	31	48,4	29	72,5

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro

Na análise da Tabela 4.8 observa-se que, para o tema propriedades coligativas, os autores dos livros 2 e 4 optaram pelo maior percentual da relação denotativa, enquanto que no livro 3 temos, como no tema soluções, o maior percentual da relação sinóptica. O livro 1, para o referido tema, apresentou iguais percentuais entre as relações sinópticas e denotativas.

TABELA 4.8 – Classificação das imagens segundo as categorias internas à Relação Texto-imagem para o tema Propriedades Coligativas.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Conotativa	3	11,1	8	16,7	9	11,1	1	3,1
Denotativa	12	44,4	26	54,2	26	32,1	16	50,0
Sinóptica	12	44,4	14	29,2	46	56,8	15	46,9

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro

A tendência observada em todos os livros foi da ampla utilização de relações que integrem texto e imagem. Segundo Gibin *et al.* (2009) a imagem e o texto devem se encontrar integrados, formando uma unidade indivisível que seria a melhor forma de compreensão do discurso. Segundo os mesmos autores, essa integração permite ao discente a posição mais favorável para o processo de aprendizagem dos conceitos tratados no discurso.

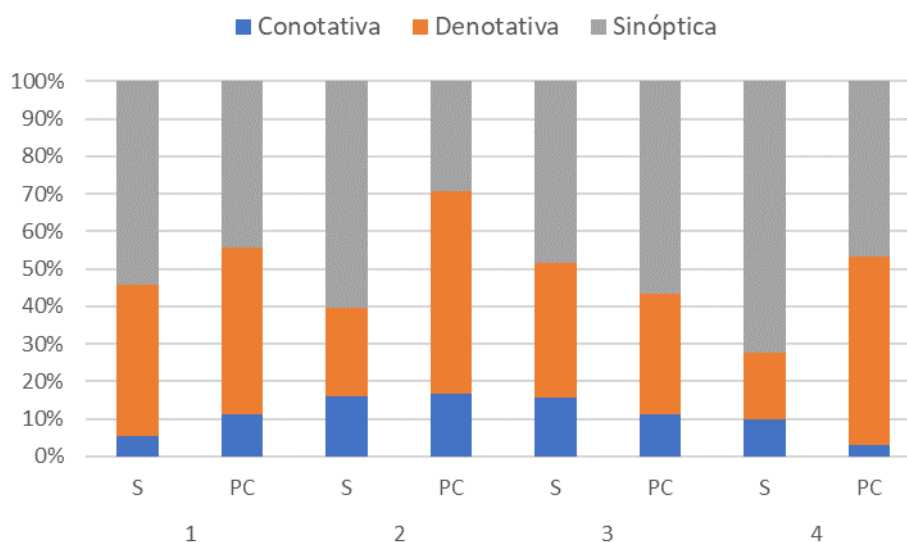


FIGURA 4.8 – Gráfico comparativo dos percentuais de Relação Texto-imagem para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC). As colunas S e PC são agrupadas por livros, sendo os mesmos representados pelos respectivos números no eixo x.

Com a análise da Figura 4.8 pode-se entender que os autores julgam como importante parte do processo de ensino-aprendizagem a promoção das relações entre os elementos contidos na ilustração e o texto, uma vez que apresentam baixo

percentual da relação conotativa. Segundo Gibin *et al.* (2009), as imagens que apresentam-se desconexas em relação ao texto perdem valor informativo. Para Bruzzo (2004) as imagens não devem ser tratadas como meras ilustrações acessórias ao texto.

4.1.5 - Etiquetas Verbais

Na Figura 4.9 são apresentados exemplos de imagens classificadas segundo as categorias propostas por Perales e Jimenez (2002) para Etiquetas Verbais.

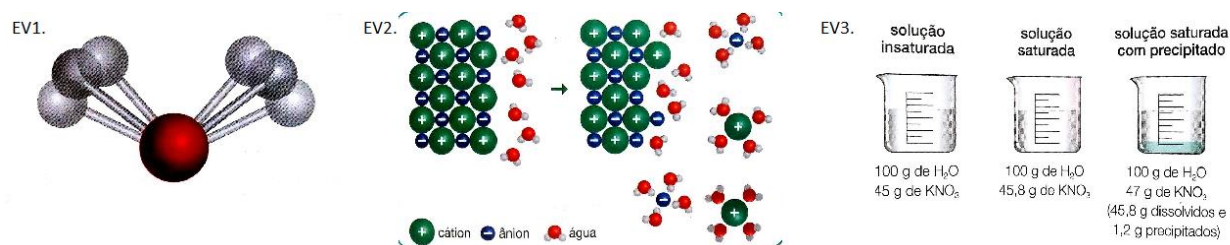


FIGURA 4.9 – Exemplo da classificação das imagens segundo as categorias contidas em Etiquetas Verbais. Imagem EV1. – Exemplo de Imagem Sem Etiqueta (Fonte: Livro 3, Vol. 2, p.111); Imagem EV2. – Exemplo de Imagem com Etiqueta Nominativa (Fonte: Livro 3, Vol. 2, p.115); Imagem EV3. – Exemplo de Imagem com Etiqueta Relacionável (Fonte: Livro 3, Vol. 2, p.114).

Na análise dessa última categoria proposta por Perales e Jimenez (2002), nota-se a tendência dos autores no uso de etiquetas verbais relacionáveis para o tema soluções (Tabela 4.9), sendo essa classificação a de maior percentual para as quatro obras, sendo seguidas pela classificação nominativa.

TABELA 4.9 – Classificação das imagens segundo as categorias internas à Etiquetas Verbais para o tema Soluções.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Sem etiqueta	3	4,2	13	20,6	8	12,5	3	7,5
Nominativa	28	38,9	22	34,9	21	32,8	9	22,5
Relacionável	41	56,9	28	44,4	35	54,7	28	70,0

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro

Na análise dos dados apresentados na Tabela 4.10 temos que, em três dos quatro livros, a classificação relacionável é a predominante para o tema propriedade coligativa, sendo que somente no livro 1 essa classificação não foi a de maior percentual e sim a de segundo maior. No livro 4 observa-se um empate de percentuais entre nominativa e relacionável.

TABELA 4.10 – Classificação das imagens segundo as categorias internas à Etiquetas Verbais para o tema Propriedades Coligativas.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Sem Etiquetas	2	7,4	3	6,3	28	34,6	6	18,8
Nominativa	15	55,6	16	33,3	15	18,5	13	40,6
Relacionável	10	37,0	29	60,4	38	46,9	13	40,6

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro

A análise da figura 4.10 permite constatar que os autores das quatro obras utilizam-se de baixos percentuais de imagens sem etiquetas para ambos os temas. Observa-se ainda, que para a comparação entre temas de uma mesma obra temos, para os livros 1, 3 e 4 há menos etiquetas relacionáveis em propriedades coligativas que em soluções.

Segundo Perales e Jimenez (2002) o uso dessas etiquetas contribuem por diminuir a polissemia das imagens. Para Gibin e Ferreira (2013) o uso do texto junto a imagem permite a melhor construção do conceito químico tratado.

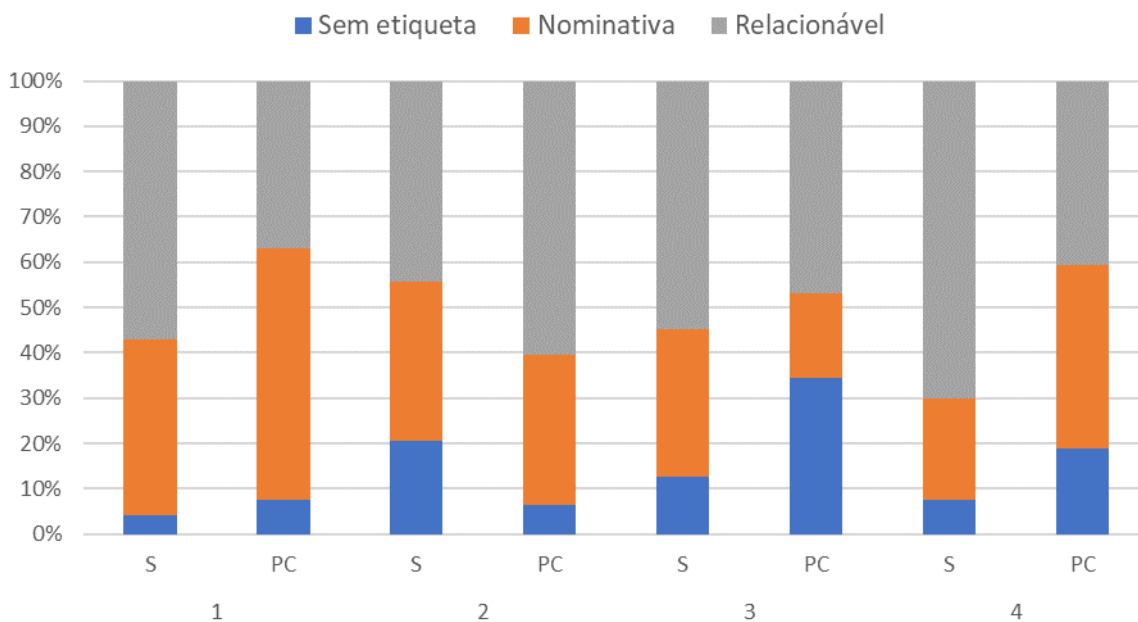


FIGURA 4.10 – Gráfico comparativo dos percentuais de Etiquetas Verbais para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC). As colunas S e PC são agrupadas por livros, sendo os mesmos representados pelos respectivos números no eixo x.

Nos dois temas, das quatro obras analisadas, encontramos elevado percentual de imagens com etiquetas verbais relacionáveis, e imagens sem etiquetas apresentam os menores percentuais, os mesmos resultados foram encontrados para o tema equilíbrio químico nos livros aprovados no PNLEM-2007 (GIBIN et al., 2009). O presente pesquisador entende que quanto maior o percentual de imagens com etiquetas relacionáveis, melhor será a compreensão da imagem, uma vez que a etiqueta promove a integração da imagem ao texto, aumentando o potencial pedagógico no processo de ensino e aprendizagem (PERALES, 2006).

4.1.6 - Triângulo de Johnstone-Kiill

A Figura 4.11 apresenta um exemplo de cada categoria interna presente na classificação proposta por Kiill (2009).

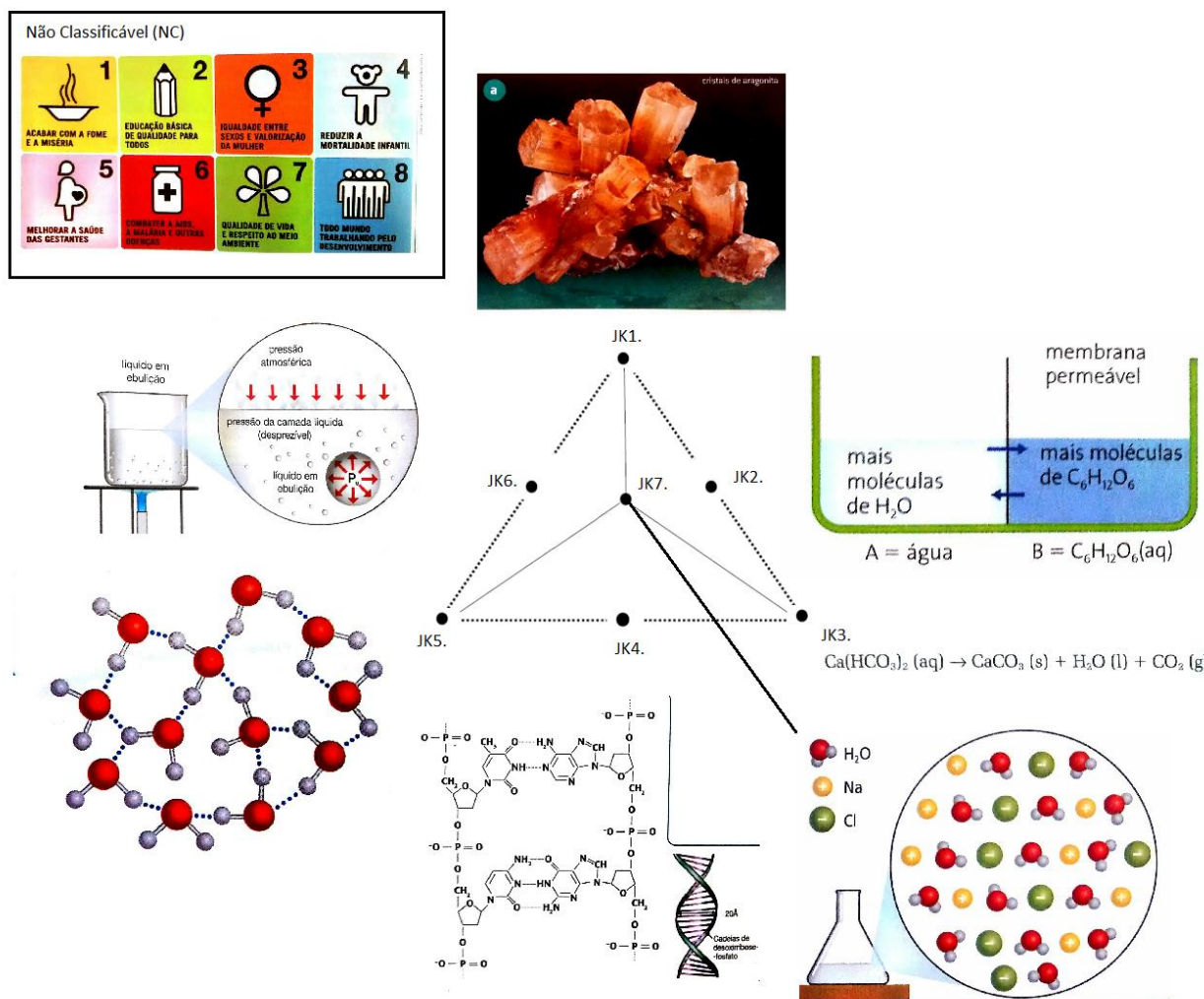


FIGURA 4.11 – Exemplo da classificação das imagens segundo as categorias contidas em Johnstone-Kiill. Imagem JK1. – Exemplo de Imagem Macroscópica (Fonte: Livro 2, Vol. 2, p.19); Imagem JK2. – Exemplo de Imagem Macrosimbólica (Fonte: Livro 4, Vol. 2, p.128); Imagem JK3. – Exemplo de Imagem Simbólica (Fonte: Livro 2, Vol. 2, p.19); Imagem JK4. – Exemplo de Imagem Submicrosimbólica (Fonte: Livro 3, Vol. 2, p.103); Imagem JK5. – Exemplo de Imagem Submicroscópica (Fonte: Livro 3, Vol. 2, p.108); Imagem JK6. – Exemplo de Imagem Macrosubmicroscópica (Fonte: Livro 3, Vol. 2, p.122); Imagem JK7. – Exemplo de Imagem Macrosubmicrosimbólica (Fonte: Livro 3, Vol. 2, p.73); Imagem NC. – Exemplo de Imagem Não Classificável (Fonte: Livro 1, Vol. 2, p.56).

No tema soluções (Tabela 4.11), para a classificação proposta por Kiill (2009), percebe-se a tendência pelo uso de imagens que favoreçam a dimensão macroscópica, sendo essa dimensão seguida, para três dos quatro livros, da simbólica.

Apenas o livro 4 apresentou como segunda categoria a dimensão macrosubmicrosimbólica.

TABELA 4.11 – Classificação das imagens segundo as categorias internas à Johnstone-Kiill (KILL, 2009) para o tema Soluções.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Macroscópico	39	54,2	27	42,9	33	51,6	27	67,5
Macrosimbólico	0	0	5	7,9	6	9,4	2	5
Simbólico	18	25	21	31,7	23	35,9	0	0
Submicrosimbólico	1	1,4	1	1,6	0	0	3	7,5
Submicroscópico	0	0	1	1,6	2	3,1	0	0
Macrosubmicroscópico	2	2,8	5	7,9	0	0	0	0
Macrosubmicrosimbólico	6	8,3	3	4,8	0	0	6	15
Não Classificável	6	8,3	0	1,6	0	0	2	5

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro.

No tema propriedade coligativa (Tabela 4.12), observa-se novamente a tendência pela utilização do macroscópico, sendo essa classe a de maior percentual para as quatro obras. Os autores dos livros 2 e 4 apresentam como segunda categoria o macrosubmicrosimbólico, sendo que no livro 1 temos o simbólico como segunda categoria e no livro 3 o submicroscópico.

TABELA 4.12 – Classificação das imagens segundo as categorias internas à Johnstone-Kiill (KILL, 2009) para o tema Propriedades Coligativas.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Macroscópico	13	48,1	26	54,2	54	66,7	16	50,0
Macrosimbólico	1	3,7	0	0,0	1	1,2	0	0,0
Simbólico	7	25,9	1	2,1	6	7,4	2	6,3
Submicrosimbólico	0	0,0	0	0,0	1	1,2	0	0,0
Submicroscópico	2	7,4	4	8,3	11	13,6	4	12,5
Macrosubmicroscópico	1	3,7	3	6,3	0	0,0	0	0,0
Macrosubmicrosimbólico	1	3,7	11	22,9	7	8,6	9	28,1
Não Classificável	2	7,5	3	6,2	1	1,3	1	3,1

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro.

A análise da Figura 4.6 nos permite observar a ampla utilização do nível representacional, ou dimensão, macroscópico, para todos os livros em ambos os temas. No livro 1, observa-se para os dois temas a utilização do simbólico como segunda dimensão representacional. Essa mesma dimensão é utilizada nos livros 2 e 3 para o tema soluções, novamente como a segunda mais utilizada e nos livros 3 e 4, os maiores percentuais encontrados remetem a representações do nível submicroscópico.

Segundo Johnstone (2000) o ensino de química deve partir da dimensão macroscópica, que correlaciona os fenômenos com conhecimentos do cotidiano do discente, e então migrar para o nível submicroscópico, mostrando ao discente como tal fenômeno ocorre e quais são as propriedades da matéria envolvidas no fenômeno. A última dimensão a ser apresentada é a simbólica, a forma de representação do fenômeno. A construção desse conhecimento nas três dimensões principais e suas respectivas misturas deve permitir ao discente compreender o fenômeno de maneira mais profunda e possibilitar seu pensamento em multinível (TREAGUST *et al.*, 2003; TABER, 2013).

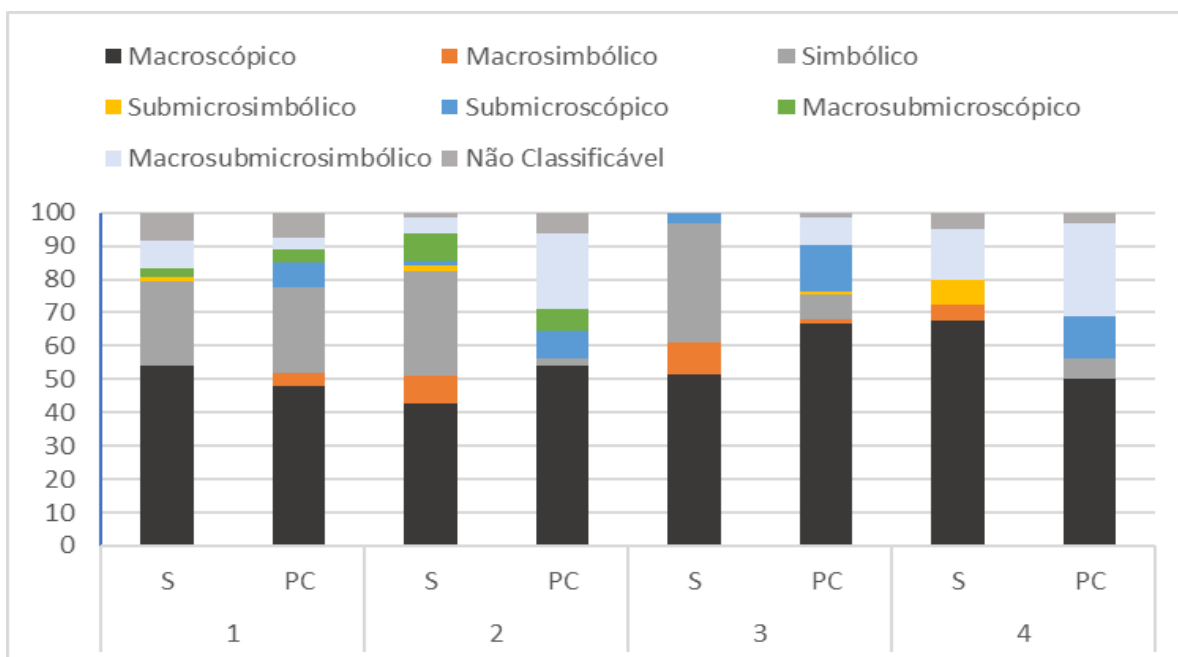


FIGURA 4.12 – Gráfico comparativo dos percentuais para as categorias internas a classificação de Johstone-Kiill (KIILL, 2009) para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC). As colunas S e PC são agrupadas por livros, sendo os mesmos representados pelos respectivos números no eixo x.

Nessa perspectiva, o pequeno percentual de representações submicroscópicas encontradas nas obras avaliadas pode privar os discentes de informações dos fenômenos químicos, podendo ocasionar a não compreensão dos conceitos químicos. Além disso, a proporção observada nas obras favorece níveis em detrimento de outros e, segundo Johnstone (2000), esses níveis são complementares e não deve haver um nível superior a outro.

As representações dos fenômenos químicos no nível submicroscópico são essenciais para o ensino e aprendizagem de química segundo Gabel *et al.* (1987). Observa-se, porém, que o uso de somente um ou outro nível impede que os estudantes tenham a chance de interpretar o fenômeno em diferentes níveis e de maneira mais profunda (CHANDRASEGARAN *et al.*, 2007), promovendo a dificuldade no aprendizado da química, uma vez que essa se torna abstrata sem as dimensões submicroscópica e simbólica (JOHNSTONE, 1991; WU *et al.* 2001; POZO, 2004)

O livro 4 apresenta elevados percentuais de imagens macrosimbólico para os temas propriedades coligativas, 28,1%, e soluções, 15%, enquanto que o livro 2 apresenta elevado percentual para essa mesma classe no

tema propriedades coligativas, 22,9%. Segundo Johnstone (1999; 2000) deve-se evitar apresentar os três níveis representacionais simultaneamente ao discente novato em química, uma vez que sobrecarrega a memória de trabalho do discente, promovendo diversos problemas de aprendizado, desde erros de interpretação do fenômeno a negação do novo aprendizado. Com esse fato, entende-se que o nível macrosubmicrosimbólico deve aparecer em baixos percentuais nos livros didáticos de química destinado ao ensino médio.

4.1.7 - Imagens e suas Informações

Segundo Gkitzia *et al.* (2011) e Harrison (2001), a presença de uma imagem no livro didático não garante a essa será realmente útil no processo de aprendizagem. Para que uma imagem seja significativa no processo de aprendizagem essa deve facilitar a compreensão de conceitos e apresentar seu conteúdo de forma clara e explícita (GKITZIA *et al.*, 2011). Nesse sentido a classificação de Imagens e suas informações permite evidenciar se as imagens contidas nos temas soluções e propriedades coligativas enriquecem o texto, estimulando a curiosidade e interesse do discente sobre o tema (CARNEIRO, 1997) ou reforçam o mesmo.

Os dados obtidos e apresentados na Tabela 4.13 sobre o tema soluções, permitem aferir que os livros apresentam, predominantemente, imagens que enriquecem os seus respectivos textos, promovendo aumento no entendimento dos conceitos tratados ou carregando informações novas em relação ao texto que o acompanha. O livro 2 apresentou o maior percentual de imagens enriquecedoras, enquanto que o livro 3 apresentou o menor percentual para o mesmo tema.

TABELA 4.13 – Classificação das imagens segundo as categorias internas à Imagens e suas informações para o tema soluções.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Imagens Enriquecedoras	56	77,8	50	79,4	35	54,7	29	72,5
Imagens Reforçadoras	16	22,2	13	20,6	29	45,3	11	27,5

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro.

Para o tema propriedades coligativas, observa-se que dois livros, 3 e 4, apresentam maiores percentuais para imagens que enriqueçam o texto, enquanto que os livros 1 e 2 apresentam maiores percentuais de imagens reforçadoras. Tal situação pode ser em decorrência do livro 1 apresentar elevados percentuais de sequência didáticas relacionada a aplicação, sendo que a imagem acompanha o texto como forma de exemplificação do texto. O mesmo pode-se dizer sobre o livro 2, que apresenta elevado percentual de sequência didática de descrição.

TABELA 4.14 – Classificação das imagens segundo as categorias internas à Imagens e suas informações para o tema propriedades coligativas.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Imagens Enriquecedoras	11	40,7	15	31,3	50	61,7	26	81,3
Imagens Reforçadoras	16	59,3	33	68,8	31	38,3	6	18,8

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro.

Analisando-se os dados obtidos na Figura 4.13 com os dados apresentados na Figura 4.1, referente a sequência didática, observa-se que temas que utilizam-se de elevados percentuais de sequência didática como aplicação e descrição apresentam maiores percentuais, ou aumento no percentual, de imagens reforçadoras, enquanto que temas que apresentam alto percentual de sequência didática de interpretação estão associados a elevados percentuais de imagens enriquecedoras.

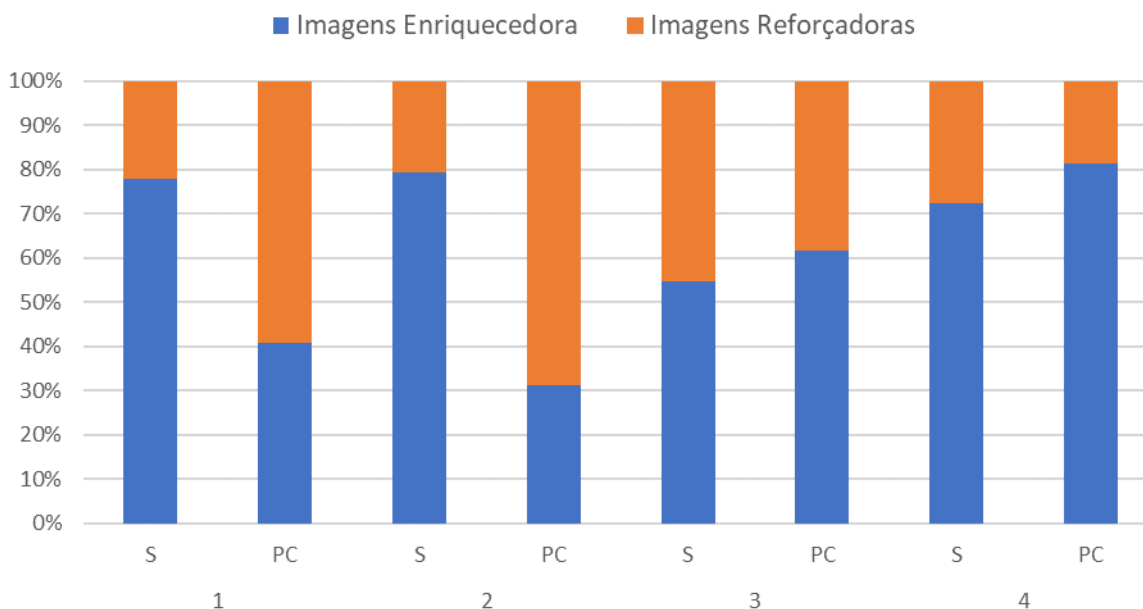


FIGURA 4.13 – Gráfico comparativo dos percentuais para as categorias internas à classificação Imagens e suas informações para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC). As colunas S e PC são agrupadas por livros, sendo os mesmos representados pelos respectivos números no eixo x.

Os autores dos Livros 1 e 2 optaram por maiores percentuais de imagens enriquecedoras para o tema soluções e imagens reforçadoras para o tema propriedades coligativas. Os livros 3 e 4 apresentam aumento de imagens enriquecedoras quando passamos do tema soluções para o tema propriedades coligativas. Tal fato pode ter ocorrido pelo aumento dos percentuais de sequência didática referente a evocação, no livro 3, e interpretação, no livro 4.

Entende-se que quanto maior o fator de enriquecimento de uma imagem em relação aos conceitos tratados no texto, maior será o potencial pedagógico no processo de ensino e aprendizagem (PERALES, 2006; HARRISON, 2001; GKITZIA *et al.*, 2011), uma vez que a compreensão dos conceitos químicos nem sempre estabelecem-se a partir das representações teóricas, sendo muitas vezes potencializadas pelas imagens e as ideias que essas comunicam (SILVA *et al.*, 2006).

4.1.8 - Temas Clássicos do PNLD - 2015

A Figura 4.14 apresenta exemplos de imagens classificadas nas categorias dos Temas Clássicos do PNLD – 2015 (BRASIL, 2014).

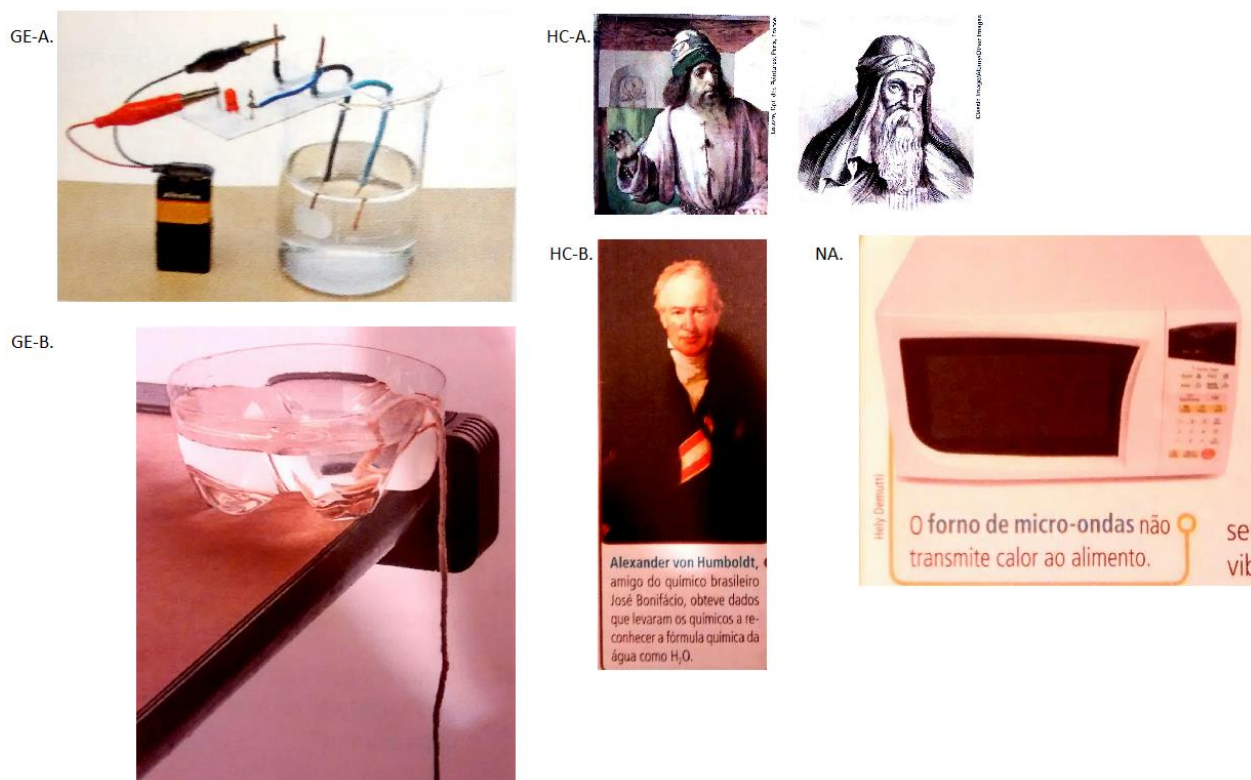


FIGURA 4.14 – Exemplo da classificação das imagens segundo as categorias contidas em Temas Clássicos do PNLD-2015. Imagem GE-A. – Exemplo de Imagem Geradora de Experimento – Sistema para Eletrólise Aquosa (Fonte: Livro 4, Vol. 2, p.127); Imagem GE-B. – Exemplo de Imagem Geradora de Experimento – Formação de Estalactites de Sulfato de Magnésio (Fonte: Livro 2, Vol. 2, p.22); Imagem HC-A. – Exemplo de Imagem sobre História da Ciência – Gravuras de Aristóteles e São Basílio (Fonte: Livro 2, Vol. 2, p.265); Imagem HC-B. – Exemplo de Imagem sobre História da Ciência – Alexander von Humboldt (Fonte: Livro 3, Vol. 2, p.108); Imagem NA. – Exemplo de Imagem classificada como Nenhuma das Anteriores (Fonte: Livro 3, Vol. 2, p.112).

Segundo Schnetzler (2002) o professor de química deve ter conhecimentos específicos em experimentação, bem como na História da Ciência, permitindo que o mesmo possa correlacionar os conteúdos na construção do conhecimento científico. Segundo Millar (1996) o Ensino de Ciências deve contribuir na formação de cidadãos mais cultos, informados e críticos. Nesse sentido, entende-se que a experimentação e a História da Ciência são fundamentais, uma vez que, como

proposto por Santos e Schnetzler (2003) o ensino da química deve ser centrado na inter-relação entre conhecimento científico e contexto social.

Segundo Hodson (1985) a incorporação de conteúdos referentes à História da Ciência contribui para a humanização do ensino científico e da própria ciência. Segundo Oki e Mortillo (2008) o ensino de História da Ciência permite aos discentes elaborarem situações mais concretas e menos ingênuas do desenvolvimento científico.

Sobre o tema clássico da experimentação, Hodson (1988) e Izquierdo *et al.* (1999) apresentam como objetivos específicos da realização de experimentos a demonstração de fenômenos, ilustração de princípios teóricos, aprendizado na coleta de dados, teste de hipóteses, desenvolvimento de habilidades com aparatos, medidas e observação. Segundo Giordan (1999) a experimentação permite a elaboração do pensamento científico, pensamento esse que permite a aprendizagem da ciência como resultados das ações e percepções humanas.

No tema Soluções (Tabela 4.15) observa-se elevado percentual de imagens geradoras de experimentos para o livro 4, 30%, e nos demais livros um percentual próximo de 10%. No quesito da História da Ciência os percentuais são ainda menores, apresentando-se 1,4% para o livro 1 e zero por cento para os demais livros.

TABELA 4.15 – Classificação das imagens segundo os temas Clássicos do PNLD 2015 para o tema soluções.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Gerador de Experimentos	10	13,9	5	7,9	5	7,8	12	30,0
História da Ciência	1	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Nenhuma das Anteriores	61	84,7	58	92,1	59	92,2	28	70,0

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro.

Na análise do tema propriedades coligativas (Tabela 4.16) observa-se maior percentual de imagens geradoras de experimentos, sendo novamente o livro 4 o de maior percentual, seguido pelos livros 2, 1 e 3 respectivamente. No quesito História da Ciência observa-se, novamente, baixo percentual, sendo 4,2% para as imagens contidas no livro 2, 1,2% das imagens contidas no livro 3 e zero por cento para os livros 1 e 4, favorecendo a visão de uma ciência socialmente neutra e individualista (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

TABELA 4.16 – Classificação das imagens segundo os temas Clássicos do PNLD 2015 para o tema propriedades coligativas.

	Livro 1		Livro 2		Livro 3		Livro 4	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Gerador de Experimentos	4	14,8	11	22,9	9	11,1	8	25,0
História da Ciência	0	0,0	2	4,2	1	1,2	0	0,0
Nenhuma das Anteriores	23	85,2	35	72,9	71	87,7	24	75,0

São apresentadas as quantidades absolutas e os respectivos percentuais para cada livro.

Estranhamente, observa-se na Figura 4.15 que o livro 4, que mais apresenta imagens relacionadas a experimentação, é o livro que apresenta o menor percentual de História da Ciência para os dois temas.

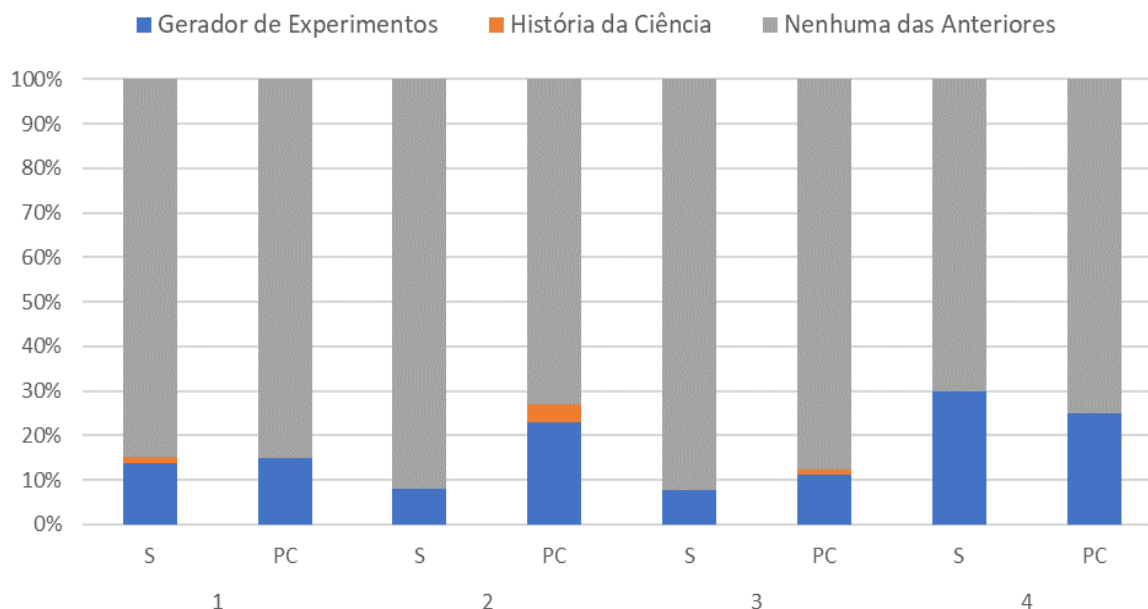


FIGURA 4.15 – Gráfico comparativo dos percentuais para as categorias internas a classificação Temas Clássicos do PNLD - 2015 para os temas soluções (S) e propriedades coligativas (PC). As colunas S e PC são agrupadas por livros, sendo os mesmos representados pelos respectivos números no eixo x.

Com a taxonomia proposta, percebe-se que das quatro obras analisadas, nos capítulos que tratam do tema soluções e propriedades coligativas, o livro 4 é a obra que mais apresenta imagens geradoras de experimentos e, como entende-se que o livro seja o principal material de consulta do discente e que esse possa se reportar quantas vezes necessitar ao conteúdo ensinado/estudado (LUCKESI, 2011), os livros deveriam trazer mais imagens que estimulassem a experimentação, sendo essa, de preferência com materiais de baixo custo e do dia-a-dia, transportando o processo de ensino-aprendizagem para outros ambientes que não somente a sala de aula ou o âmbito escolar, promovendo a investigação e a curiosidade por parte dos discentes.

Segundo Freire (2007) em suas próprias palavras, “o educador,[...], que castra a curiosidade do educando em nome da eficácia da memorização mecânica do ensino de conteúdos, tolhe a liberdade do educando, a sua capacidade de aventurar-se”, e para o pesquisador as palavras de Freire deveriam ser estendidas aos livros didáticos.

Ainda na análise das figuras comparativas em relação aos Conteúdos Clássicos do PNLD 2015 (BRASIL, 2014) percebe-se a quase inexistência de imagens sobre a história da ciência.

Segundo Gil-Pérez *et al.* (2001), a não utilização da história da ciência faz com que os conhecimentos sejam apresentados prontos e acabados, dando a ideia de que a ciência é perfeita, sem contextualizar os problemas que deram início a esses conhecimentos apresentados, sem apresentar a sociedade na qual encontravam-se os pesquisadores que tentaram solucionar os problemas, quais foram as dificuldades encontradas e como essas foram superadas, mostrando-se a evolução do conhecimento científico para solucionar tais indagações. Tais formas de apresentações a-históricas reforçam a visão dogmática da ciência, prevalecendo a ideia mítica de algo perfeito e irrefutável, de que cientistas são gênios solitários que elaboram ideias mirabolantes (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

CAPÍTULO 5. - Considerações Finais

Segundo Badzinski e Hermel (2015), a pesquisa sobre análise das imagens existentes nos livros didáticos é de fundamental importância, uma vez que introduzem, ilustram, complementam e exemplificam os textos contidos nos mesmos. Philipp, Johnson e Yeziarski (2014) entendem que a pesquisa sobre imagens permite o levantamento de dados de tal maneira que possam ser criadas imagens especializadas para o ensino de química e, segundo Coutinho *et al.* (2010) e Lajolo (1996), conseguindo-se compreender os problemas encontrados em relação aos livros e suas imagens, os professores poderão desenvolver atividades que minimizem esses problemas.

No presente capítulo são apresentadas as considerações finais por parte do pesquisador, mas deixando claro que não é interesse desse classificar tal livro melhor ou pior que qualquer outro livro. O presente pesquisador entende que, assim como Bucat (2004), não existe receita mágica para o ensino e que, segundo Lajolo (1996), não existe livro que não seja a prova de professor. Um professor comprometido com o ensino-aprendizagem de química e com boa formação fará maravilhas com um livro ruim e um professor não comprometido e mal formado não deverá ter bons resultados, mesmo com o melhor dos livros.

No que diz respeito às sequências didáticas dos textos, as obras analisadas não apresentam uniformidade entre os autores, indicando que cada autor compreende de forma diferente a sequência didática que se deve apresentar ao discente. Com relação ao grau de iconicidade observa-se a tendência do emprego da fotografia seguida de desenhos esquemáticos com signos. Tais resultados também são encontrados para o tema equilíbrio químico nos trabalhos realizados por Gibin *et al.* (2009) e Kiill (2009). Com esse elevado percentual de fotografias tem-se a valorização da imagem cristalizada que não auxiliam o discente a promover relações nos três níveis representacionais propostos por Johnstone (1999), promovendo a relação da fotografia com algo concreto e macroscópico.

A funcionalidade das imagens apresentou o maior percentual para imagens inoperantes enquanto que na relação texto-imagem pode-se observar o maior percentual sinóptico para as imagens do tema solução, enquanto que para o tema

propriedades coligativas tivemos os maiores percentuais para a classificação denotativa. Pode-se dizer que as imagens analisadas encontram-se integradas ao texto, formando uma unidade de aprendizado, porém apresentam-se em maioria na forma inoperante, perdendo a função de auxiliar na compreensão de um conceito e tornando-se meramente figurativa.

Observa-se o cuidado dos autores, ou editores, em manter as imagens vinculadas a etiquetas, permitindo melhor compreensão das mesmas e, segundo Perales (2006), aumentando a integração imagem texto e, com isso, o potencial pedagógico das imagens.

Quanto ao triângulo de Johnstone-Kiill, proposto por Kiill (2009), observou-se uma ampla utilização de imagens macroscópicas para os temas de soluções e propriedades coligativas, deixando-se de lado os demais vértices do triângulo e portanto dificultando-se a compreensão dos processos em nível atômico-molecular e suas representações, uma vez que a química caracteriza-se, segundo Johnstone (1982), pelo domínio explicativo da dimensão submicroscópica.

Considera-se como imprescindível que as representações dos conceitos químicos relacionados aos temas de soluções e propriedades coligativas, bem como seus conceitos subsunçores, sejam feitos de forma a facilitar e amplificar o aprendizado da química, para tal, propõe-se uma maior distribuição percentual das imagens dentro do triângulo de Johnstone-Kill.

Sobre Imagens e suas informações observou-se que as mesmas enriqueceram os textos para o tema soluções e para o tema propriedades coligativas existentes nos livros 3 e 4, sendo que nos livros 1 e 2 houve maior percentual de imagens reforçadoras aos conceitos apresentados nos textos prévios.

Na classificação dos Conteúdos Clássicos do PNLD-2015 obtivemos percentual de imagens geradoras de experimentos variando entre 7,8% a 30% do total de imagens, apresentando, portanto, percentual de imagens que possam promover o interesse pelo experimento. Entende-se, como afirma Luckesi (2011), que o livro didático é recurso didático mais acessível ao discente e, portanto, deveria apresentar considerável percentual de imagens geradoras de experimentos, principalmente com materiais do dia a dia, uma vez que o discente que esteja interessado na investigação

não necessariamente precise esperar o docente realizar um experimento, o próprio discente pode realiza-lo.

No quesito de história da ciência obtivemos um percentual máximo de 4,2%, sendo que na maioria dos casos não foram encontradas imagens referentes a história da ciência para os temas analisados. Entende-se como fundamental a revisão, por parte dos autores, sobre o percentual de imagens e textos referentes a história da ciência, promovendo o ensino dessa como parte de contexto histórico-social, desmistificando a visão dos discentes sobre a Química, a Ciência e os Cientistas.

Mesmo com uma considerável quantidade de trabalhos destinados ao estudo das imagens nos livros didáticos, essas obras estão distantes do que os pesquisadores da área consideram ideal. Essa dissonância nos leva a algumas questões. Afinal, como é feita a escolha das imagens? Que critérios são utilizados? Quem as escolhe: autores ou editoras? Até que ponto o custo dos livros prejudica essa seleção? As imagens são oriundas de banco de imagens ou existe a liberdade para a criação de novas imagens? Existe interesse comercial nas imagens? E finalmente, estariam os autores das obras a par das publicações na área de pesquisa?

Referências Bibliográficas

AMETLER, J; PINTÓ, R. Students reading of innovative images os energy at secondary school level. *International Journal os Science Education*. 24(3) p.285-312, 2012.

BADZINSKI, C.; HERMEL, E.E.S; A representação da genética evolutiva através de imagens utilizadas em livros didáticos de biologia. *Revista Ensaio, Belo Horizonte*, 17 (2): 434-454, 2015.

BARNEA, N. Teaching and learning about chemistry and modeling with a computer-managed modeling system. In: GILBERT, J.K. e BOULTTER, C. (Eds.). *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer, 2000. p. 307-324.

BARROS, H.L.C; MAGALHÃES, W.F; Efeito Crioscópico: Experimentos simples e aspectos atômicos moleculares. *Química Nova na Escola*, 35 (1): 41-47, 2013.

BELL, J. Projeto de Pesquisa: Guia para Pesquisadores Iniciantes em Educação, Saúde e Ciências Sociais. Tradução: Lopes M.F.; 4ª edição, Porto Alegre (RS): Artmed; 2008.

BRASIL Ministério de Educação. Guia do Livro Didático PNLD 2015 Ensino Médio - Química, Brasília, 2014.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Decreto de Lei no 1.006 de 30 de Dezembro de 1938. Acessado em 13/05/2017 em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1930-1939/decreto-lei-1006-30-dezembro-1938-350741-publicacaooriginal-1-pe.html>

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática (1º e 2º ciclos do ensino fundamental). 3. Brasília: MEC, 1997.

BRUNI, A.T.; NERY, A.L.P.; BIANCO, P.A.G; LIEGEL, R.M.; ÁVILA, S.G.; YDI, S.J.; LOCATELLI, S.W.; AOKI, V.L.M.; Química - Ser Protagonista, volume 2, 2ª edição, São Paulo, Editora SM,2013.

BRUZZO, C. Biologia: educação e imagens. *Educação e Sociedade*, Campinas, 25(89) : 1359-1378, 2004.

BUCAT R., (2004), pedagogical content knowledge as a way forward: applied research in chemistry education, *Chemistry Education: Research and Practice*, **5**, 215-228.

CAMPOS, A.F.; VERÍSSIMO, V.B.; Concepções dos estudantes de química sobre as propriedades coligativas das soluções. *Revista Dynamis. FURB, Blumenau*, 21 (2): 41-52, 2015.

CARNEIRO, M. H. S. As imagens no livro didático. *Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 1, 1997, Águas de Lindóia -SP. Atas., 1997, p. 366-373.

CHANDRASEGARAN A. L., TREAGUST D. F. and MOCERINO M., The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8(3): 293–307, 2007.

CHEVALLARD, Y. *La transposición didáctica: Del Saber Sabio al Saber Enseñado*. Buenos Aires: Aique Ed., 1998.

COHEN, E.R.; CVITAS, T.; Frey, J.G.; HOLMSTORM, B.; KUCHITSU, K.; MARQUARDT, R.; MILLS, I.; PAVESE, F.; QUACK, M.; STOHNER, J.; STRAUSS, H.L.; TAKAMI, M.; THOR, A.J.; "Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry", IUPAC Green Book, 3rd Edition, 2nd Printing, IUPAC & RSC Publishing, Cambridge, 2007.

COSTA, C. *Educação, imagem e mídias*. São Paulo: Cortez, 2005.

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*, São Paulo, 10(3), 2010.

DANGUR V., AARGIK S., PESKIN U. and DORI J. Y., Learning quantum chemistry via visual-conceptual approach: students' bidirectional textual and visual understanding, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 15: 297–310, 2014.

FERREIRA, C.R.; ARROIO, A. visualização no ensino de química: concepções de professores em formação inicial. *Química Nova na Escola*, 35 (3), 2013.

FILGUEIRAS, C. A. L.; Vicente Telles, O primeiro químico brasileiro. *Quim. Nova*, 8(4):263-270, 1985.

FREIRE, P.; *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa*, 36ª Edição, Ed. Paz e Terra, 2007.

FRENDRICH, B; PITOL-FILHO, L; Ensino de propriedades coligativas: A determinação experimental da constante ebuliométrica da água e comparação com modelos teóricos. XLI COBENGE, 16 a 19 de Setembro de 2014, Juiz de Fora -MG.

GABEL D. L., SAMUEL K. V., HUNN D.; Understanding the particulate nature of matter, *J. Chem. Educ.*, 64(8): 695–697, 1987.

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*, 35(1):19-26, 2013.

GIBIN, G.B.; KIILL, K.B.; FERREIRA, L.H. categorização das imagens referentes ao tema equilíbrio químico nos livros aprovados pelo PNLEM. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vigo, 8(2): 711-721, 2009.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I.F.; ALÍS, J.C.; CACHAPUZ, A.; PRAÍÁ, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, Bauru, 7(2): 125-153, 2001.

GILBERT, J. K. Visualization: A metacognitive skill in science and science education. In: Gilbert, J. K. (Ed.). *Visualization in science education*. Dordrecht: Springer, 2007. p. 9-27.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. *Química Nova na Escola*, 10: 43-49, 1999.

GKITZIA V., SALTA K. and TZOUGRAKI C., Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 12(1): 5–14, 2011.

Gold book, *Compendium of Chemical Terminology*, IUPAC, versão 2.3.3, 2014.

GOMBRICH, E.H. *Arte e Ilusão, Um Estudo da Psicologia da Representação Pictórica*. São Paulo. Ed. Martins Fontes, 2007.

HARRISON, A. G., how do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Res. Sci. Educ.*, 31: 401–435, 2001.

HECK, C. M.; HERMEL, E. E. S. A célula em imagens: uma análise dos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental. In: *ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA*, 6., 2013, Santo Ângelo-RS. Anais... Santo Ângelo: FuRI. 2013.

HODSON, D. *Philosophy of Science, science and science education*. *Studies in Science Education*, Leeds, Inglaterra, 12,: 25-57, 1985.

HODSON, D. *Experiments in Science and Science Teaching*. *Educational Philosophy and Theory*. 20 (2): 53-66, 1988.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. e ESPINET, M. *Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales*. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1): 45-60, 1999.

JAKOBSON, R. *Linguística e Comunicação*, 1ª Edição, São Paulo, Ed. Cultrix, 2003.

JOHNSTONE A. H., macro- and micro- chemistry, *Sch. Sci. Rev.*, 64(227): 377–379, 1982.

_____, Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem, *J. Comput. Assist. Lear.*, 7: 75–83, 1991.

_____, The development of chemistry teaching. *University Chemistry Education*, 70(9):701-705, 1993.

_____, Teaching of chemistry: Logical or psychological? Chem. Educ.: Res. Pract. Eur., 1(1): 9–15, 2000.

JOLY, M. Introdução à Análise da Imagem, Lisboa, Ed.70, 2007.

KIILL, K.B.; Caracterização de Imagens em Livros Didáticos e Suas Contribuições para o Processo de Significação do Conceito de Equilíbrio Químico. São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Química – Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), 2009. Tese de Doutorado, 278 p.

KOZMA R., The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for Science understanding, Learn. Instr., **13**: 205–226, 2003.

LAVOISIER, A.L. Tratado Elementar de Química. São Paulo, Madras, 2007.

LIMA, M.B.; LIMA-NETO, P. Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química, Química Nova, 22 (6), 1999.

MALDANER, O.A. A formação de educadores e educadoras de Química em cenário de mudanças de paradigma XXIII ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 23, 2003, Passo Fundo – RS. Anais do XXIII Encontro de Debates sobre o Ensino de Química. Passo Fundo, 2003.

MARTINS, I. O papel das representações visuais no ensino-aprendizagem de ciências. In: Atas do I Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências, Águas de Lindóia, SP, 1997, p. 366-373.

MILLAR, R. Towards a science curriculum for public understanding. School Science Review, 77: 23-32, 1996.

MOREIRA, M. A. & MASINI, E. F. S. Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel. São Paulo, Centauro, 2006.

MOREIRA, M.A.; Teorias da Aprendizagem. 2ª ed. ampl. E.P.U. 2014.

MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de Química destinados ao ensino secundário. Em aberto, ano 7(40):25-41, 1988.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H.; Química, volume 2. 2ª edição, editora Scipione, São Paulo, 2014.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. Ciência & Educação, Bauru, 14(1): 67-88, 2008.

PERALES, F.J. “Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias”. Enseñanza de las Ciencias, 24 (1):13-30, 2006.

PERALES, F. J. e J.D. JIMÉNEZ. Las ilustraciones en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. Enseñanza de las Ciencias, 20(3): 369-386.7, 2002.

PHILIPP, S.B; JOHNSON, D.K; YEZIERKI, E.J; Development of a protocol to evaluate the use of representations in secondary chemistry instruction. Chem. Educ. Res. And Prat.15: 777, 2014.

PIERCE, C. S. Semiótica. 4ª. ed. São Paulo, Perspectiva, 2008.

PLATÃO; A República. 1º Volume. São Paulo: Difusão Europeia do Livro, 1965.

POZO, J.I. e CRESPO, M.A.G. A Aprendizagem e o Ensino de Ciências – do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

POZO, J.I.. A sociedade da aprendizagem e o desafio de converter informação em conhecimento. Revista Pátio. Ano VIII (31) Educação ao Longo da Vida - Agosto à Outubro de 2004.

PROENÇA, G. História da Arte. 11ª ed. São Paulo: Ática, 1998.

REIS, M.; Química, volume 2, 1ª edição, editora Ática, São Paulo, 2014.

RONAN, C.A. História ilustrada da ciência, v.1 São Paulo.Círculo do livro. 1987-A.

_____, História ilustrada da ciência, v.3 São Paulo: Círculo do livro. 1987-B

SANTAELLA, L. O que é Semiótica. São Paulo, Brasiliense, 2005.

SANTOS, A. R.; VIDOTTI, E.C; SILVA, E.L.; MAIONCHI, F.; HIOKA, N. Determinação da massa molar por crioscopia: terc-butanol, um solvente extremamente adequado. Química Nova na Escola, 25(5): 844-848, 2002.

SANTOS, C.J. A Ordem Secreta das Coisas: René Magritte e o Jogo do Visível. Belo Horizonte, Programa de Pós-Graduação em Artes da Escola de Belas Artes da UFMG, 2006. Dissertação de Mestrado, 139 p.

SANTOS, J.T.M.; WARTHA, E.J.; SILVA, E.L.; SARMENTO, V.H.V. Propriedades coligativas: aproximação e distanciamento em relação ao conhecimento de referência presentes em livros didáticos de química. Revista de Educação, Ciências e Matemática, **3**, 2013.

SANTOS, S. M. O. Critérios Para Avaliação de Livros Didáticos de Química para o Ensino Médio. Brasília, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – UnB, 2006. Dissertação de Mestrado, 234 p.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Educação em química: compromisso com a cidadania. 3ª ed. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2003.

SANTOS, W.L.P.; MÓL, G.S.; DIB, S.M.F.; MATSUNAGA, R.T.; SANTOS, S.M.O.; CASTRO, E.N.F.; SILVA, G.S.; FARIAS, S.B. Química Cidadã, volume 2, 2ª edição, editora AJS, São Paulo, 2013.

SANTOS, W.L.P.; MÓL, G.S.; SILVA, R.R.; CASTRO, E.N.F.; SILVA, G.S.; MATSUNAGA, R.T.; SANTOS, S.M.O.; DIB, S.M.F.; Química e Sociedades: um projeto brasileiro para o ensino de química por meio de temas CTS. Educació Química EduQ, **3**: 20-28, 2009

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em Ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. Química Nova, **25**(1):14-24, 2002.

SEBATA, C.E. Aprendendo a Imaginar Moléculas: Uma Proposta de Ensino de Geometria Molecular. Brasília, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – UnB, 2006. Dissertação de Mestrado, 167 p..

SILVA, G. S. BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S. Os recursos visuais utilizados na abordagem dos modelos atômicos: uma análise nos livros didáticos de Química. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, **13**(2), 2013.

SILVA, J.C. Movimentos de Contextualização e Descontextualização Entre as Dimensões Empírica e Abstrata no Ensino de Propriedades Coligativas e Suas Relações com as Representações Semióticas de Peirce. São Cristovão-SE, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Federal de Sergipe, 2014. Dissertação de Mestrado, 131 p.

SILVA, M. A. R.; LETA, J. Como DNA e proteínas são tratados nos livros didáticos do ensino médio? Ciência Hoje, São Paulo, **38**(227): 64-67, 2006.

SOKRAT, H., TAMANI, S., MOUTAABBID, M. and RADID, M. Difficulties of students from the faculty of science with regard to understanding the concepts of chemical thermodynamics. Procedia - Social and Behavioral Sciences, **116**: 368 – 372, 2014.

TABER, K. S., Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education, Chem. Educ. Res. Pract., **14**(2): 156–168, 2013.

TALANQUER V., Macro, Submicro, and Symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”, Int. J. Sci. Educ., **33**(2): 179–195, 2011.

TONELLI, J.R. A; QUEVEDO-CAMARGO, G. As imagens no livro didático de inglês: uma análise funcional. Revista travessias **2**(3), 2008.
Acessado em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/travessias/article/view/3171>, Junho de 2017.

TREAGUST, D. F., CHITTLEBOROUGH G. and MAMIALA T. L., The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations, *Int. J. Sci. Educ.*, **25**: 1353–1368, 2003.

WU, KUN-KAI; KRAJCIK, J. S. & SOLOWAY, E. "Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom". *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (7): 821, 2001.