

Representação visual e cognição: estudo com livros didáticos de Ciências e Matemática para o Ensino Fundamental

Maria Ogécia Drigo

Pós-doutora em Ciências Sociais Aplicadas pela Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo (ECA/USP). Doutora em Comunicação e Semiótica pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Docente do Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Cultura da Universidade de Sorocaba Uniso.

E-mail: maria.drigo@yahoo.com.br

Luciana Coutinho Pagliarini de Souza

Doutora e mestre em Comunicação e Semiótica pela PUC-SP. Graduada em Letras pela Faculdade de Ciências e Letras Eugenio (Univas). Docente do Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Cultura da Uniso.

E-mail: luciana.souza@prof.uniso.br

Resumo: Com o propósito de averiguar em que medida as representações visuais contribuem para desencadear processos cognitivos, selecionamos, para este artigo, as representações visuais de livros de Ciências e Matemática que compõem a amostra estratificada dos resenhados no *Guia de livros didáticos 2011*, do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), para as séries finais do Ensino Fundamental de Ciências, Matemática, História, Geografia, Língua Portuguesa e Língua Estrangeira no *corpus* de pesquisa desenvolvida. Após primeira sistematização, as diversas modalidades de representação visual foram classificadas e analisadas sob a perspectiva da semiótica peirceana. As reflexões são relevantes para a interface comunicação/educação, pois trazem à tona a possibilidade de que as disciplinas escolares envolvidas sejam vistas como linguagens que, ao incorporarem signos distintos do verbal, impliquem novos conhecimentos sobre tais modalidades de representações.

Palavras-chave: comunicação; educação; representação visual; cognição; livro didático.

Abstract: To investigate the extent to which visual representations contribute to triggering cognitive processes, we have selected for this article visual representations from Science and Mathematics textbooks that compose the stratified sample of books reviewed in the 2011 Textbooks Guide of the Brazilian Program for Textbooks (*Programa Nacional do Livro Didático – PNLD*), for final grades of Elementary School in Science, Mathematics, History, Geography, Portuguese Language and Foreign Language in the developed research *corpus*. After the initial systematization, the different modalities of visual representation were classified and analyzed considering Peirce's semiotics theory. These discussions are relevant to the communication/education interface since they present the possibility that the involved school disciplines being considered as languages that, when incorporating signs other than verbal, imply new knowledge about such types of representations.

Keywords: communication; education; visual representation; cognition; textbook.

Recebido: 08/01/2018

Aprovado: 30/05/2018

1. INTRODUÇÃO

A onipresença da imagem em todos os níveis de representação e da psique do homem ocidental ou ocidentalizado torna premente um olhar mais especializado para esse fenômeno, inscrito sobretudo na imagem midiática que determina

as intenções de produtores anônimos ou ocultos: no despertar pedagógico da criança, nas escolhas tipológicas (a aparência) de cada pessoa, até nos usos e costumes públicos ou privados, às vezes como ‘informação’, às vezes velando a ideologia de uma ‘propaganda’, e noutras escondendo-se atrás de uma ‘publicidade’ sedutora¹.

As imagens podem ser agregadas aos fatores que tecem as relações na sociedade contemporânea, pois são elas que brincam, num jogo irônico, com aspectos do cotidiano, quer por se deixarem ver ou se apresentarem – as representações visuais, de modo geral –, quer por incorporarem, em algum aspecto, o imaginário das pessoas². Tais relações podem ser percebidas também no ambiente educacional e nos mais diversos meios, inclusive nos livros didáticos.

Neste artigo, voltamos nossa atenção para imagens – representações visuais – presentes em quatro coleções de livros, duas de Ciências e duas de Matemática, que compõem uma amostra estratificada para os livros resenhados no *Guia de livros didáticos 2011*, do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)³, das séries finais do Ensino Fundamental de Ciências, Matemática, História, Geografia, Língua Portuguesa e Língua Estrangeira, constituindo o *corpus* da pesquisa desenvolvida. A observação dessas coleções permitiu a classificação das imagens em: fotografia, ilustração, mapa, gráfico, tabela, esquema, infografia, retrato, obra de arte e produto midiático. A primeira sistematização das representações visuais está exibida nos Gráficos 1 e 2.

Nas duas coleções de Ciências, designadas por coleção A e coleção B, ambas com quatro volumes destinados ao 6º, 7º, 8º e 9º ano do Ensino Fundamental, encontramos o total de 1.304 e 976 páginas, respectivamente. Contamos 2.067 representações visuais na coleção A e 2.199, na B, com média de 1,85 representações visuais por página.

Nas duas coleções de Matemática, designadas por coleção A e coleção B, com quatro volumes destinados ao 6º, 7º, 8º, e 9º ano do Ensino Fundamental, encontramos o total de 1.236 e 1.488 páginas, respectivamente. Contamos 5.095 representações visuais ou imagens na coleção A e 4.120, na B, com média de 3,4 representações visuais por página.

Consideramos, na perspectiva da semiótica peirceana⁴, que uma disciplina escolar, a Matemática, por exemplo, pode ser vista como linguagem constituída com outras modalidades de representação, ou signos, distintas da palavra, não verbais, como fórmulas, gráficos, tabelas, desenhos, esquemas etc. A gramática especulativa nos fornece as definições e classificações para a análise de todos os tipos de linguagens. Esse ramo da semiótica, além de “nos fornecer definições rigorosas do signo e do modo como os signos agem, [...] contém um grande inventário de tipos de signos e misturas signícas, nas inumeráveis gradações entre o verbal e o não verbal até o limite do quase-signo”⁵.

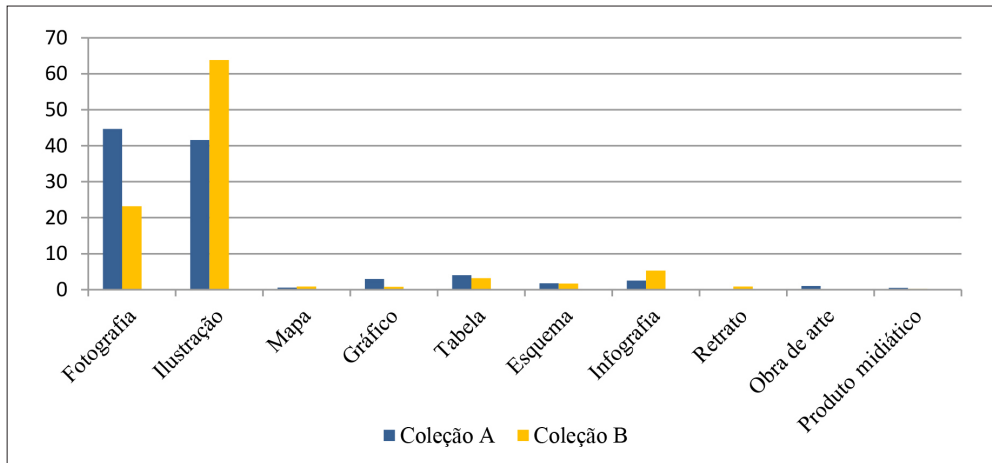
1. DURAND, Gilbert. **O imaginário**: ensaio acerca das ciências e da filosofia da imagem. Rio de Janeiro: Difel, 2004. p. 34.

2. MAFFESOLI, Michel. **No fundo das aparências**. Petrópolis: Vozes, 2005.

3. Entre as 66 coleções resenhadas no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2011, onze eram de Ciências e dez de Matemática.

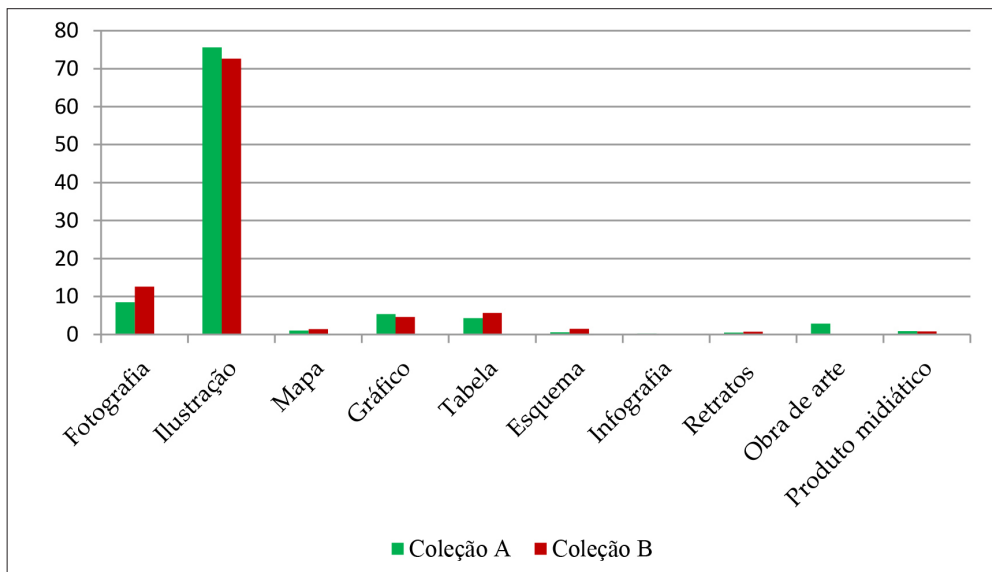
4. Parte da arquitetura filosófica elaborada por Charles Sanders Peirce (1839-1914), lógico fundador da semiótica e do pragmatismo filosófico que também desenvolveu estudos em astronomia, geodesia, matemática, filosofia e teoria e história da ciência. A semiótica divide-se em três ramos: gramática especulativa, que trata do estudo dos signos propriamente ditos e da classificação dos signos em ícones, índices e símbolos e descreve e analisa esses tipos de signos; lógica crítica, que se ocupa dos tipos de raciocínio – abdução, dedução e indução; e retórica especulativa, que estuda os métodos que deveriam ser utilizados na investigação, exposição e aplicação da verdade.

5. SANTAELLA, Lucia. **Semiótica aplicada**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002, p. XIV.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Gráfico 1: Distribuição das representações visuais de livros de Ciências por modalidade.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Gráfico 2: Distribuição das representações visuais de livros de Matemática por modalidade.

Assim, neste artigo, com o objetivo de avaliar a pertinência dessas representações visuais à cognição, apresenta-se uma classificação delas, todas encontradas nos livros selecionados. Em seguida, são feitas análises valendo-se da gramática especulativa, da qual “podemos extrair estratégias metodológicas para a leitura e análise de processos empíricos de signos”⁶.

CLASSIFICAÇÃO/COGNIÇÃO E REPRESENTAÇÕES VISUAIS

As representações visuais apresentadas – fotografias, ilustrações (desenhos), gráficos, tabelas e outras – podem ser classificadas, na perspectiva da semiótica

6. SANTAELLA, Lucia. *Semiótica aplicada*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002, p. XIV.

peirceana, considerando-se sua relação com o objeto. Nessa instância, em que signo é sinônimo de representação (lembrando que “representar” é o mesmo que “estar para” ou “fazer as vezes de”), o signo pode ser classificado como ícone, índice ou símbolo. Iniciemos com o ícone e suas subdivisões.

O signo icônico ou hipoícone se constitui quando a mente do leitor/intérprete resgata relações de comparação entre o signo e o “provável” objeto, que é apresentado pelo signo. Trata-se de uma representação frágil, pois a mediação estabelecida numa relação de comparação tem a natureza de hipótese, passível de contestação. São três as modalidades de hipoícone: 1) imagem, 2) diagrama e 3) metáfora.

As imagens participam de simples qualidades [...]. Os diagramas representam as relações principalmente as relações diádicas ou relações assim consideradas – das partes de uma coisa, utilizando-se de relações análogas em suas próprias partes. [...] As metáforas representam o caráter representativo de um signo, traçando-lhe um paralelismo com algo diverso⁷. (tradução nossa)

As imagens oferecem qualidades ao olhar do intérprete. Cor, forma, textura e jogos construídos com estes aspectos qualitativos levam sua mente a divagações e associações que tecem analogias. As imagens, quando muito, sugerem seu referente, ou seja, aquilo a que elas se reportam por semelhança. Já as formas que se relacionam com o objeto e o alcançam, em diferentes nuances, são as figurativas. Sendo assim, no caso específico dessas imagens, o caráter icônico é frágil, o que leva a mente do intérprete à identificação ou constatação, aspecto reforçado também pela palavra.

Para os diagramas, a segunda modalidade do hipoícone, a semelhança com o apresentado não conduz o processo interpretativo, mas sim as relações “das partes de uma coisa através de relações análogas em suas próprias partes”⁸. Gráficos, mapas e fórmulas matemáticas são exemplos de diagramas.

Na fórmula $y = -x^2 + 4x - 5$ (Figura 1), a variável y é dependente e a variável x é independente. As relações estabelecidas entre elas é dada pelas regras postas na fórmula, que são identificadas com base nas mesmas operações mentais que realizamos quando as decodificamos, independentemente da matéria em que se realizam.

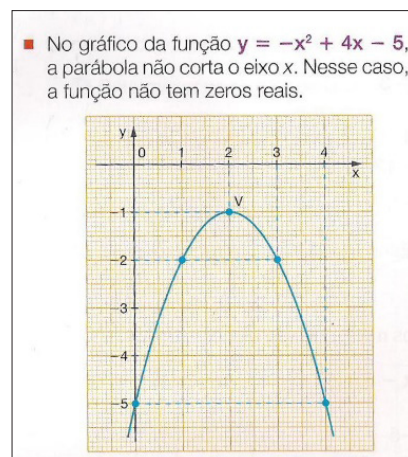


Figura 1: Fórmula e gráfico

Fonte: Giovanni, Giovanni Junior e Castrucci (2012b, p. 188).

7. PEIRCE, Charles Sanders. **Collected papers**. Cambridge: Harvard University Press, 1931. v. 2. p. 277.

8. PEIRCE, Charles Sanders. **Collected papers**. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1931. v. 2. p. 277.

Mas não seria a fórmula um signo de lei, uma vez que essa relação pode se adequar ou se aplicar a contextos diferenciados – ou ainda por ser construída baseando-se em convenções?

São particularmente merecedores de notas os ícones cuja semelhança é ajudada por regras convencionais. Assim, uma fórmula algébrica é um ícone tornada tal pelas regras de comutação, associação e distribuição de símbolos. À primeira vista, pode parecer uma classificação arbitrária denominar uma expressão algébrica de ícone; e que ela poderia ser da mesma forma, ou pela mesma razão ainda, convencionada como um signo convencional [...]. Mas não é assim, pois uma importante propriedade peculiar ao ícone é a de que, através da sua observação direta, outras verdades relativas a seu objeto podem ser descobertas além das que bastam para sua determinação⁹. (tradução nossa)















Na fórmula, não é a aparência ou os aspectos qualitativos da materialidade da representação visual que orientam, de modo preponderante, a semiose ou ação do signo, mas a maneira como os objetos “x” e “y” entram na sua composição. Por essa razão, tal signo se insere na modalidade de hipóicone denominada diagrama. No entanto, quando o aluno se vale da fórmula para construir o gráfico – outra modalidade de representação das mesmas relações – ou seja, quando segue regras e normas que compõem a linguagem matemática, a mesma fórmula se faz símbolo. Nesse aspecto, podemos reforçar a ideia de que o signo pode se fazer ícone, índice e símbolo – e, num momento ou outro, um deles prepondera.

As tabelas e os gráficos também prevalecem como diagramas. A tabela (Figura 2), diagrama um tanto rudimentar, leva a mente do intérprete a obter informações ao cruzar linhas e colunas.

Trata-se de uma representação que utiliza poucas palavras e permite a construção de caminhos na busca de informações – isto é, os olhos do intérprete não desenham as linhas em que a escrita se assenta, mas estabelecem cruzamentos. As imagens que constam na tabela, procedimento que não é usual, são desnecessárias, pois são redundantes em relação aos nomes dos seres vivos postos na coluna ao lado. O uso das imagens, nesse caso, reforça a ideia de que livros didáticos tentam se equiparar aos meios de comunicação de massa, em busca de competir com meios audiovisuais.

O gráfico de barras (Figura 3) faz uma síntese de dados que, devidamente organizados, mostram detalhes de um fenômeno. As informações podem ser coletadas quando o intérprete observa o título que consta no gráfico – o qual informa sobre o fenômeno –, bem como as duas grandezas envolvidas, que estão nos eixos horizontal e vertical, o ano em que a Olimpíada se realizou e a quantidade de medalhas conquistadas, respectivamente. Possivelmente, as medalhas, que compõem as barras, foram utilizadas como unidade de medida para auxiliar na atenção concentrada e facilitar a comparação dos dados.

9. Ibidem, p. 279.

	Ser vivo	Número de cromossomos nas células do corpo	Número de cromossomos nos gametas
Fabio Colombini	 Mosca-das-frutas	8	4
Stockbyte/Getty Images	 Cebola	16	8
Fabio Colombini	 Sapo-boi	22	11
Fabio Colombini	 Rã-pimenta	26	13
Fabio Colombini	 Jacaré	32	16
Corel Stock Photo	 Gato	38	19
Photodisc/Getty Images	 Ervilha	14	7
Photodisc/Getty Images	 Trigo	42	21
DC Productions/Photodisc/Getty Images	 Porco	40	20
Corel Stock Photo	 Cavalo	64	32
Bidwinia/Alamy/Otherimages	 Macaco (rhesus)	42	21
Photodisc/Getty Images	 Milho	20	10
Photodisc/Getty Images	 Ser humano	46	23
Digital Vision/Getty Images	 Batata	48	24

Fonte: Trivellato et al. (2008c, p. 242).

Figura 2: Tabela

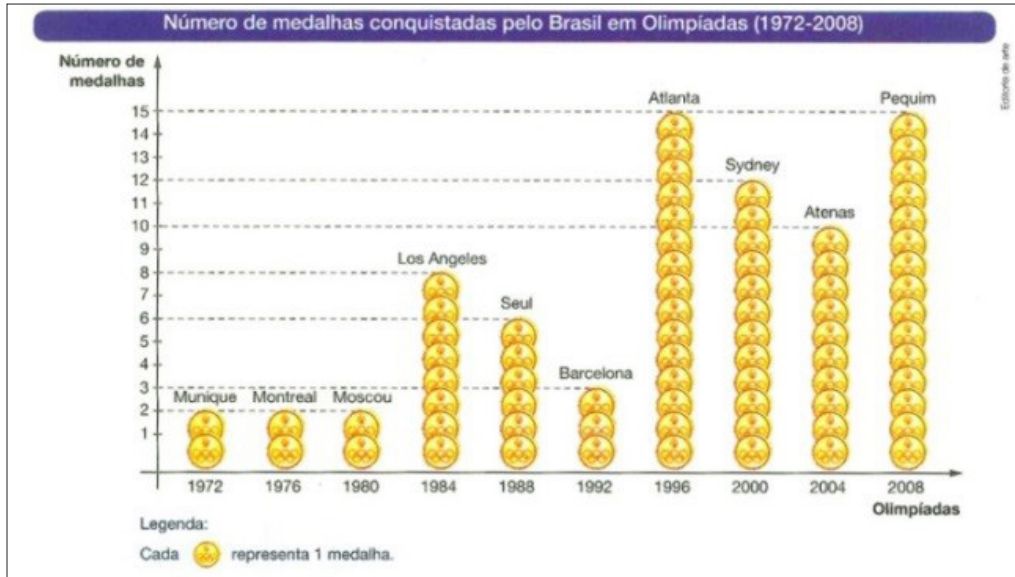


Figura 3: Gráfico de barras

Os mapas também preponderam como diagramas. As mesmas relações existentes entre todas as partes do representado devem estar presentes num mapa, o que é possível pelas convenções de diversos matizes: os modos de identificar rodovias e construções, bem como comparações entre grandezas, distâncias, áreas edificadas, objetos diversos e pessoas. Enquanto representação, o mapa também está no lugar do que foi representado, mas não é idêntico a ele. Nos livros didáticos analisados, 0,75% das representações visuais eram mapas ou os utilizavam para compor ilustrações, nas coleções de Ciências, e 1,2% o faziam nas de Matemática. Na representação visual (Figura 4), o mapa compõe uma ilustração que, por agregar informações não relativas ao mapa propriamente dito, no sentido convencional, aproxima-se de um infográfico, que veremos mais adiante detalhadamente.

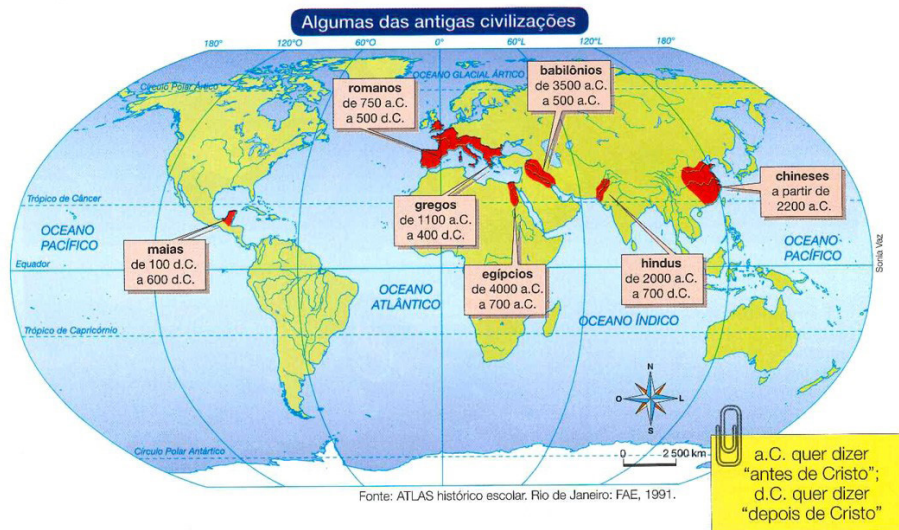


Figura 4: Mapa compondo ilustração

Fonte: Giovanni, Giovanni Junior e Castrucci (2012b, p. 18).

Fonte: Giovanni, Giovanni Junior e Castrucci (2012a, p. 12).

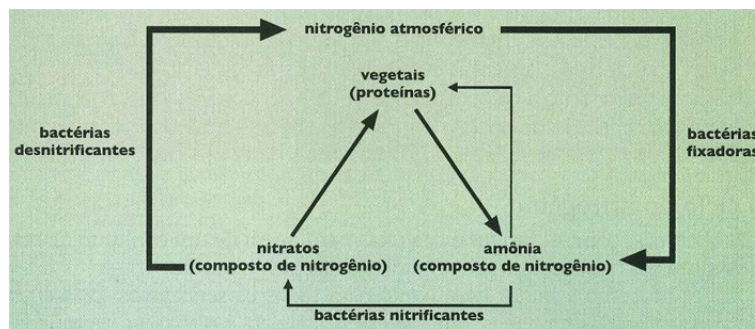
Também podemos denominar diagramas outras modalidades de representação visual, como plantas (Figura 5) – desenhos que representam particularidades de um edifício projetadas numa superfície horizontal –, esquemas (Figura 6) e infográficos (Figura 7).



Fonte: Giovanni, Giovanni Junior e Castrucci (2012a, p. 263),a

Figura 5: Planta

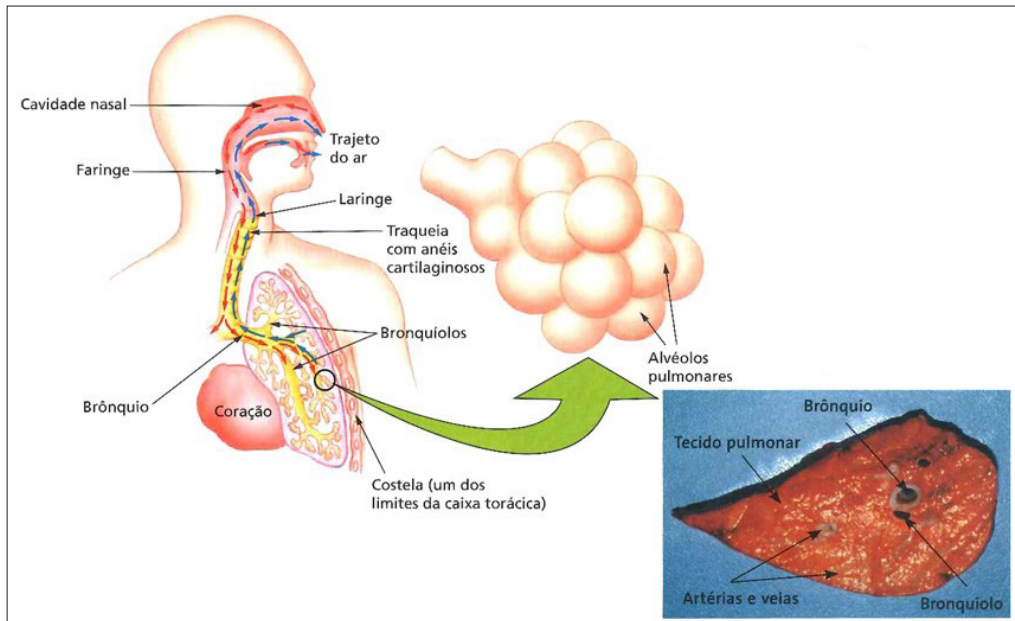
O esquema também pode ser visto, na perspectiva da semiótica peirceana, como diagrama (Figura 6). O esquema privilegia o percurso de um fenômeno, ou seja, mostra a sequência de suas etapas ou fases. O esquema em questão mostra a sequência de processamento de substâncias químicas por três tipos de bactérias.



Fonte: Trivellato et al. (2008a, p. 88).

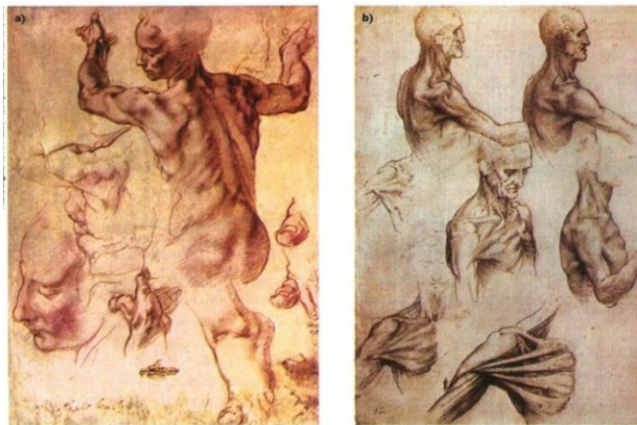
Figura 6: Esquema

Já os infográficos (Figura 7), que recebem olhar especial, notadamente nos jornais, não têm origem recente: os primeiros vieram com os estudos de Michelangelo e Leonardo da Vinci sobre o corpo humano. Tais ilustrações constam de um dos volumes da coleção de Ciências (Figura 8).



Fonte: Santana (2012c, p. 135).

Figura 7: Infografia



Fonte: Trivellato et al. (2008b, p. 9).

Figura 8: Infografias

Conforme Sancho¹⁰, a infografia remonta a mais de quinze mil anos atrás, quando o homem das cavernas gravava, com pinturas rupestres, caracteres que corresponderiam a uma escrita – sendo que, no contexto atual, o desenvolvimento da informática e dos *softwares* gráficos deu novas possibilidades à produção dessa modalidade de representação. Trata-se de um sistema híbrido de comunicação, pois conjuga linguagem verbal e visual ao empregar tanto palavras e sentenças como imagens e outras representações visuais. Graças ao seu poder de síntese, tal sistema tem ampla utilização nos informes e catálogos empresariais, na ciência, na publicidade, no *design* de produtos, na educação presencial e on-line, na tecnologia da informação, nas empresas de comunicação e entretenimento, nos manuais de instruções, na divulgação científica e no jornalismo.

As representações visuais que compõem as infografias oferecem informações adicionais e propiciam atenção concentrada por demarcarem pontos importantes num arranjo espacial, o que leva o intérprete a fazer conjecturas,

10. VALERO SANCHO, José L. **La infografía:** técnicas, análisis y usos periodísticos. Barcelona: Belaterra, 2002.

suposições. Tal modalidade de representação deve ser análoga ao modelo mental espacial-analógico necessário à compreensão do conteúdo, pois, assim, pode operar a reconstrução de um modelo. Já o emprego da linguagem verbal demanda, inicialmente, a construção de uma representação diagramática do conteúdo para em seguida vir a elaboração de um modelo espacial-analógico.

Colle¹¹, Valero Sancho¹² e Ribas¹³ elaboraram várias classificações para a infografia jornalística. No âmbito deste artigo, consideramos adequada a especificação dada por Peltzer¹⁴, que a classifica como infografia de vista, ou explicativa, ou reportagem infográfica.

Vejamos cada uma dessas modalidades. A infografia de vista apresenta desenhos explícitos, que mostram os elementos reais colocados em seu lugar, com detalhes e proporção, acompanhados ou não de legendas e números explicativos. Eles podem ser subdivididos em: a) plano, como a representação gráfica em uma superfície, terreno, ambiente ou local externo qualquer; b) corte, vista do interior de um corpo; c) perspectiva, que faz a representação de objetos em três dimensões; e d) panorama, que constrói a vista de um horizonte.

A segunda modalidade, infografia explicativa, como o próprio nome indica, explica fatos, acontecimentos, fenômenos ou processos. As subdivisões são as seguintes: a) de causa-efeito, que explica a causa e o efeito do fato, fenômeno, acontecimento ou processo; b) retrospectiva, que explica algo que ocorreu no passado, respondendo às questões “o quê?”, “quando?”, “onde?” e “por quê?”; c) antecipativa, que explica com previsões e suposições sobre algo que pode ocorrer; d) passo a passo, que expressa as etapas e sequências de um processo; e, por fim, e) de fluxo, que descreve as conexões e os passos de um processo ou série de procedimentos.

A reportagem infográfica, terceira modalidade de infografia, adequada ao jornal, principalmente, apresenta o relato informativo de um fato e pode ser subdividida em: a) realista, na qual as pessoas ou coisas são representadas sob a perspectiva do infografista, e b) simulada, na qual as representações seguem o processo criativo do infografista, baseando-se, no entanto, em dados reais.

As infografias de vista e explicativa são as que predominam nos livros didáticos da amostra selecionada. A exibida pela Figura 7 pode ser classificada como infografia de vista, na modalidade de corte. Considerando-se a pertinência desta, por exibir a síntese de uma ideia, conceito ou conteúdo de forma diagramática, podemos dizer que sua presença na amostra foi pouco significativa em comparação com a quantidade de fotografias. Nas coleções de Matemática, os percentuais foram imperceptíveis (0,2% e 0,1%), enquanto, nas coleções de Ciências, chegaram a 2,5% e 5,3%. O percentual maior foi encontrado nos volumes que tratam do corpo humano, nos quais tradicionalmente, no ensino, elas são mais utilizadas.

Após as análises das representações visuais encontradas, retomemos as subdivisões do signo icônico. Mencionamos até o momento duas delas: imagem e diagrama; resta comentar a metáfora. Se a imagem se caracteriza pela similaridade na aparência e o diagrama pela similaridade de relações, a metáfora o faz pela similaridade de significados.

11. COLLE, Raymond. Infografía: tipologías. *Revista Latina de Comunicación Social*, n. 58, 2004, La Laguna. Disponível em: <http://www.ull.es/publicaciones/latina/latina_art660.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2014.

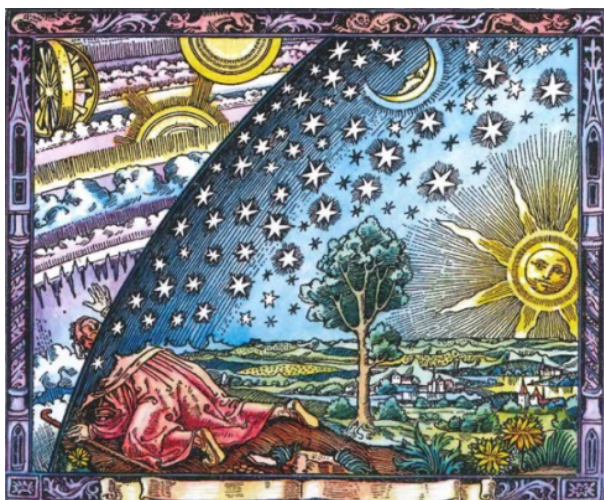
12. VALERO SANCHO, José L. *La infografía: técnicas, análisis y usos periodísticos*. Barcelona: Belaterra, 2002.

13. RIBAS, Beatriz. Infografía multimídia: um modelo narrativo para o webjornalismo. *Grupo JOL*, Salvador, 2004. Disponível em: <http://www.facom.ufba.br/jol/pdf/2004_ribas_infografia_multimidia.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2014.

14. PELTZER, Gonzalo. *Jornalismo iconográfico*. Lisboa: Planeta, 1991.

As metáforas constroem novos significados ao associarem o caráter representativo do signo com o de um possível objeto. Elas aproximam o significado de duas coisas distintas e transferem, transformam a linguagem literal (denotativa) em figurada (conotativa). Assim, em “a aurora da minha vida”, o significado de aurora entra em paralelo com o de vida e vice-versa, enfatizando uma relação de semelhança entre ambos.

Metáforas também são encontradas na imagem. As formas visuais que correspondem à metáfora “são aquelas [em] que, mesmo reproduzindo a aparência externa das coisas, essa aparência é utilizada apenas como meio para representar algo que não está visualmente acessível e que, via de regra, tem um caráter abstrato e geral”¹⁵. Encontramos nas coleções de Ciências apenas duas metáforas visuais (Figura 9 e 10), sendo que ambas se referem a interpretações relativas à Terra oriundas de outras culturas.



Fonte: Santana (2012b, p. 12).

Figura 9: O céu é o limite?



Fonte: Santana (2012b, p. 12).

Figura 10: O que sustenta a tartaruga?

15. SANTAELLA, Lucia; NÖTH, Winfried. **Imagem:** cognição, semiótica, mídia. São Paulo: Iluminuras, 2001. p. 59.

A Figura 9, uma gravura do século XVI, exhibe a crença dos povos antigos na relação entre o aparecimento de estrelas e a chuva, enquanto a Figura 10 é uma representação visual elaborada a partir da explicação que os hindus davam para a forma da terra. A natureza icônica dessa modalidade de representação visual instiga a imaginação e a curiosidade do intérprete, incitando-o a elaborar hipóteses – o que nos leva a inferir que os livros didáticos deveriam intensificar o uso de metáforas visuais.

Vejam agora a atuação do índice peirceano na cognição. A fotografia é o exemplo mais genuíno de índice entre as representações visuais, porque seu vínculo com o real é muito forte – afinal, não há como negar a presença do referente (objeto fotografado) diante da câmera. As fotografias aparecem em grande quantidade nas duas coleções. Vale lembrar que o percentual de fotografias (com ou sem pessoas) foi de 33,95% e 10,55% para as coleções de Ciências e Matemática, respectivamente. Nos livros das coleções de Ciências, a quantidade de fotografias é significativa. Mas em que medida elas auxiliam a cognição?

O índice nos conecta ao mundo real e esse elo vem como força que impele, aponta, impulsiona, “como um dedo apontando, [que] exerce sobre a atenção uma força fisiológica real, como o poder de um magnetizador, dirigindo-a para um objeto particular dos sentidos”¹⁶ (tradução nossa).

O índice se refere a seu objeto não tanto em virtude de uma similaridade ou analogia qualquer com ele, nem pelo fato de estar associado a caracteres gerais que esse objeto acontece ter, mas sim por estar numa conexão dinâmica (espacial inclusive) tanto com o objeto individual, por um lado, quanto, por outro lado, com os sentidos ou a memória da pessoa a quem serve de signo¹⁷. (tradução nossa)

Conforme Drigo e Souza¹⁸, os índices, de modo geral, não são semelhantes aos objetos para os quais apontam ou sinalizam; referem-se a individuais, unidades, singulares, coleções singulares de unidades ou a contínuos singulares. Por fim, dirigem a atenção para seus objetos com compulsão cega. Não há índices absolutamente puros, ou seja, sem resquícios icônicos, e signos absolutamente desprovidos de qualidades indiciais. Psicologicamente, a ação do índice depende de associação por contiguidade, e não de associação por semelhança, como requer o ícone, ou de operação intelectual, imprescindível para o símbolo. Os efeitos do índice estão na seara da constatação, da ação-reação.

Na linguagem matemática, como exemplo, são índices as letras maiúsculas que aparecem com os vértices do sólido geométrico da representação visual (Figura 11), as setas que indicam a altura do sólido representada por um segmento de reta e o segmento de reta que exhibe o comprimento da sombra.

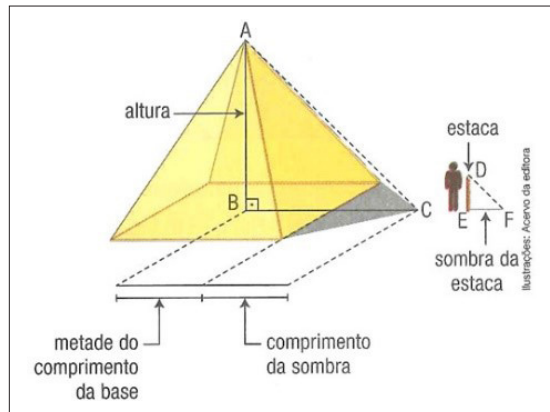
Retomando a questão das fotografias, podemos inferir que, enquanto índices, elas estão presentes nos livros didáticos para testemunhar, documentar (Figura 12).

Os efeitos, em relação ao conteúdo ou conceito tratado, podem ser o de redundância, auxiliando na memorização, portanto. No entanto, considerando-se que as fotografias inundam outras mídias, por exemplo a internet, outras modalidades de representação visual mais adequadas à cognição poderiam ocupar esse espaço, que é vasto, como já foi comentado a partir dos Gráficos 1 e 2.

16. PEIRCE, Charles Sanders. *Collected papers*. Cambridge: Harvard University Press, 1958. v. 8. p. 41.

17. *Ibidem*, 1931. v. 2. p. 305.

18. DRIGO, Maria Ogécia; SOUZA, Luciana C. P. *Aulas de semiótica peirceana*. São Paulo: Annablume, 2013.



Fonte: Souza e Palaro (2012b, p. 141).
Ilustrações: Acervo da editora

Figura 11: Sólido geométrico



Fonte: Santana (2012c, p. 192).

Figura 12: A fotografia como registro do real

O símbolo, a terceira classificação de signo na relação com o objeto, ganha novas roupagens, pois não só as palavras constituem a linguagem das Ciências e a da Matemática: há símbolos que representam os elementos químicos, as operações matemáticas, os números.

Conforme Drigo e Souza¹⁹, o símbolo designa um signo convencional ou que depende de um hábito que pode ser adquirido ou é nato. Ele não indica algo em particular, mas uma coleção de coisas. Assim, são símbolos um estandarte ou insígnia, uma senha, um emblema, um credo religioso – porque serve como senha ou emblema –, um bilhete ou talão qualquer que autorize alguém a receber algo, uma entrada de teatro. Peirce, em um dos seus exemplos, menciona a palavra “estrela”. Tal palavra não é em si mesma imaginável, uma vez que, mesmo quando transposta para o papel ou pronunciada, apenas um de seus aspectos pode ser considerado. É uma palavra quando quer dizer “astro com luz própria”, outra quando significa “celebridade” e outra ainda quando vem no lugar de “sorte”. “Podemos escrever a palavra ‘estrela’, porém, isso não faz de quem a escreveu o criador da palavra, assim como, se apagarmos a

19. DRIGO, Maria Ogécia; SOUZA, Luciana C. P. *Aulas de semiótica peirceana*. São Paulo: Annablume, 2013.

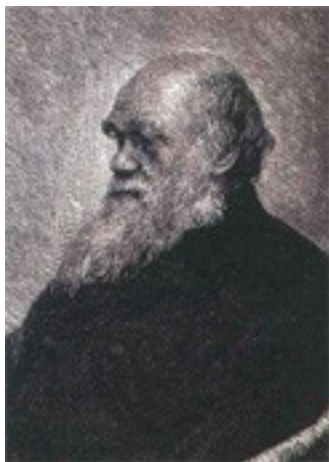
palavra, não a destruimos. A palavra vive na mente de quem a usa”²⁰ (tradução nossa). E é por força da “ideia da mente-que-usa-o-símbolo”²¹ (tradução nossa) que o símbolo se conecta ao objeto; sem ela, tal conexão seria impossível.

A razão de ser do símbolo enquanto signo deve-se ao interpretante, terceiro elemento constituinte do signo responsável pelo sentido que põe em curso a semiose. O caráter do símbolo está na generalidade e sua função é crescer nos interpretantes ou nos sentidos que produzirá. Os símbolos funcionam “não em virtude de um caráter que lhes pertence como coisas, nem em virtude de uma conexão real com seus objetos, mas simplesmente em virtude de serem representados como sendo signos”²² (tradução nossa). O símbolo é abstrato, tem caráter de lei; logo, requer manifestações, atualizações que são denominadas réplicas. A sentença matemática $y = -x^2 + 4x - 5$ (Figura 1) se faz símbolo quando o intérprete executa as regras nela explícitas.

Mas, ainda entre as representações visuais, há as que classificamos como retratos, obras de arte e produtos midiáticos. Vejamos, em linhas gerais, como elas são utilizadas pelos livros da amostra.

A VEZ DOS RETRATOS, DAS OBRAS DE ARTE E DOS PRODUTOS MUDIÁTICOS

Retratos, obras de arte ou fotografias (Figura 13), presentes nas notas biográficas de cientistas e matemáticos, compõem 0,55% das representações visuais encontradas nas coleções da amostra.



Fonte: Trivellato et al. (2008c, p. 223).

Figura 13: Charles Darwin

As informações poderiam estabelecer vínculo mais próximo com o assunto desenvolvido; no entanto, nem sempre isso ocorre. O mesmo se dá com as obras de arte. No caso da Figura 14, que corresponde a 1% do total de representações visuais que constam nos livros da amostra, não há explicações sobre aspectos da produção artística ou informações relativas aos conhecimentos da medicina que poderiam vir com o processo interpretativo da obra, bem como do contexto em que ela foi elaborada.

20. PEIRCE, Charles Sanders. **Collected papers**. Cambridge: Harvard University Press, 1931. v. 2. p. 301.

21. *Ibidem*, p. 299.

22. PEIRCE, Charles Sanders. **Collected papers**. Cambridge: Harvard University Press, 1958. v. 8. p. 119.



Fonte: Trivellato et al. (2008b, p. 8).

Figura 14: *A lição de anatomia do Dr. Nicolaes Tulp*, de Rembrandt (1632)

Também na obra de Escher (Figura 15), seria mais pertinente utilizá-la para a introdução de algumas noções de geometria não euclidiana para os alunos. As obras de arte, de modo geral, poderiam ser utilizadas para tratar de aproximações entre ciência e arte.



Fonte: Souza e Pátaro (2012a, p. 286).

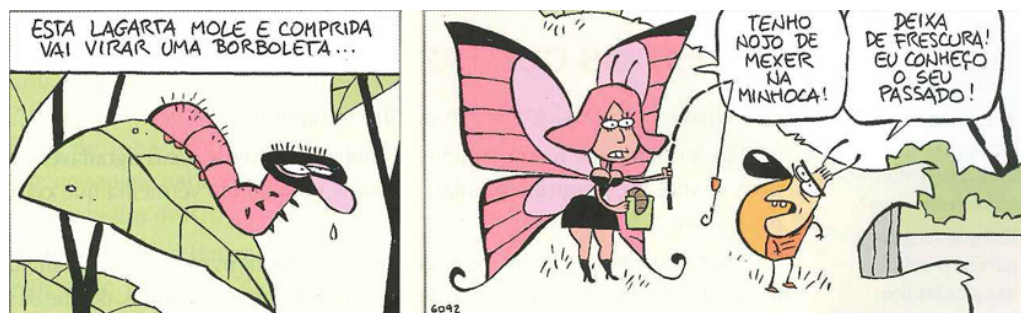
Figura 15: A forma circular e a obra de Escher

Quanto aos produtos midiáticos, encontramos cartazes e história em quadrinhos, principalmente, mas com percentual de 0,6% para os livros da amostra. A utilização da história em quadrinhos para enfatizar alguns aspectos de uma ideia ou de um conceito pode ser profícua para a cognição, uma vez que sempre há possibilidade de trazê-los à tona com humor (Figura 16).

O cartaz, por sua vez, pode suscitar reflexões tanto em relação ao tema que aborda quanto aos aspectos envolvidos no processo de criação dessa mídia, o que caracteriza um pequeno avanço para a educação em mídias, que não

deve vir como outra disciplina escolar, mas pode acompanhar as linguagens das já existentes, de modo geral.

Com o cartaz (Figura 17), anuncia-se uma nova modalidade de atividade, “ler imagens”, o que revela certo interesse pelas linguagens midiáticas.



Fonte: Santana (2012a, p. 83).

Figura 16: A lagarta e a borboleta em quadrinhos



Fonte: Santana (2012a, p. 318).

Figura 17: Azul...da água

Pressupõe-se que tal atividade tenha sido elaborada com o objetivo de levar o aluno a aprender, não só observar: a interpretar imagens, quer sejam científicas ou não. Para tanto, foram elaboradas as seguintes questões:

1. Quais são os elementos básicos que esta imagem apresenta?
2. Apesar de a imagem só ter duas cores, você acha que elas são importantes? Por quê? O que a forma e as cores dos desenhos nos indicam?
3. Que ideia essa imagem passa para você? Justifique²³.

23. SANTANA, Olga A. Ciências naturais: 6ºano. São Paulo: Saraiva, 2012a. p. 318.

Caso o docente tenha conhecimentos de linguagem visual, os alunos poderão perceber ou constatar que as cores e formas também têm sentidos latentes. Como no meio educacional sempre se priorizou a palavra em detrimento da linguagem visual, não é certo que essas questões possam ser trabalhadas com eficácia.

No ensino, deve-se evitar que os processos interpretativos caminhem ao sabor de fantasias ou sejam locados na seara do gosto, deixados para avaliação subjetiva e autorreflexiva do emissor ou receptor, sem serem guiados por conhecimentos da linguagem visual²⁴.

Em muitos casos, os alunos são bombardeados com recursos visuais – diapositivos, filmes, *slides*, projeções audiovisuais –, mas trata-se de apresentações que reforçam sua experiência passiva de consumidores de televisão. Os recursos de comunicação que vêm sendo produzidos e usados com fins pedagógicos são apresentados com critérios muito deficientes para a avaliação e compreensão dos efeitos que produzem²⁵.

Os livros didáticos de Ciências e Matemática podem encorpar a lista dos recursos visuais que são utilizados no ensino sem que seus possíveis efeitos sejam compreendidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trilhando a ótica de Peirce, cuja concepção de linguagem suplanta a meramente linguística, constatamos que as linguagens das Ciências e da Matemática, enquanto disciplinas escolares, constituem-se não só de símbolos, signos arbitrários, mas também de ícones e índices: signos que estabelecem tanto relações de semelhança como de conexão com o objeto a que se referem.

A linguagem matemática predomina como icônica, pois requer diagramas e fórmulas, que são signos icônicos. As Ciências demandam o uso de infografias, que classificamos como modalidade de diagrama. Esses signos icônicos são pródigos pelo poder de síntese e de gerar conjecturas no intérprete. Assim, no ensino, eles devem ser priorizados em detrimento de meras ilustrações ou registros, pois contribuem para levar adiante a cognição por mostrar a relação entre conceitos – visualmente –, tecendo caminhos para sua compreensão.

Sendo assim, seria adequado que os livros didáticos zelassem pelas representações visuais. Ao nosso ver, duas seriam as providências: primeiro, evitar o excesso de imagens, e segundo, priorizar as mais profícuas à cognição, como diagramas e metáforas visuais.

A importância dessas reflexões está em trazer à tona ponderações sobre o elo entre comunicação e educação posto pela linguagem, o que implica, de modo mais específico, também considerar as disciplinas escolares enquanto linguagens distintas da verbal. Isso requer, por parte dos educadores, a necessidade da construção de novos olhares para as representações visuais, que devem incluir conhecimentos sobre o papel de tais signos na cognição, bem como a

24. DONDIS, Donis A. *Sintaxe da linguagem visual*. São Paulo: Martins Fontes, 2010. p. 17.

25. DONDIS, Donis A. *Sintaxe da linguagem visual*. São Paulo: Martins Fontes, 2010. p. 26.

busca por metodologias para interpretar visualmente ideias, ou seja, para a elaboração e análise de diagramas, metáforas visuais e fórmulas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COLLE, Raymond. Infografía: tipologias. **Revista Latina de Comunicación Social**, La Laguna, n. 58, 2004. Disponível em: <http://www.ull.es/publicaciones/latina/latina_art660.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2014.

DONDIS, Donis A. **Sintaxe da linguagem visual**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

DRIGO, Maria Ogécia; SOUZA, Luciana C. P. **Aulas de semiótica peirceana**. São Paulo: Annablume, 2013.

DURAND, Gilbert. **O imaginário**: ensaio acerca das ciências e da filosofia da imagem. Rio de Janeiro: Difel, 2004.

GIOVANNI, José Ruy; GIOVANNI JUNIOR, José Ruy; CASTRUCCI, Benedicto. **A conquista da matemática**: 6º ano. São Paulo: FTD, 2012a.

_____. **A conquista da matemática**: 9º ano. São Paulo: FTD, 2012b.

PEIRCE, Charles Sanders. **Collected papers**. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1931. v. 2.

_____. **Collected papers**. Cambridge: Harvard University Press, 1958. v. 8.

MAFFESOLI, Michel. **No fundo das aparências**. Petrópolis: Vozes, 2005.

PELTZER, Gonzalo. **Jornalismo iconográfico**. Lisboa: Planeta, 1991.

RIBAS, Beatriz. Infografia multimídia: um modelo narrativo para o webjornalismo. **Grupo JOL**, Salvador, 2004. Disponível em: <http://www.facom.ufba.br/jol/pdf/2004_ribas_infografia_multimidia.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2014.

SANTAELLA, Lucia. **Semiótica aplicada**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

SANTAELLA, Lucia; NÖTH, Winfried. **Imagem**: cognição, semiótica, mídia. São Paulo: Iluminuras, 2001.

SANTANA, Olga. **Ciências naturais**: 6º ano. São Paulo: Saraiva, 2012a.

_____. **Ciências naturais**: 7º ano. São Paulo: Saraiva, 2012b.

_____. **Ciências naturais**: 8º ano. São Paulo: Saraiva, 2012c.

SOUZA, Joamir Roberto; PATARO, Patrícia Rosana M. **Vontade de saber matemática**: 8º ano. São Paulo: FTD, 2012a.

_____. **Vontade de saber matemática**: 9º ano. São Paulo: FTD, 2012b.

TRIVELLATO, José et al. **Ciências, natureza & cotidiano**: criatividade, pesquisa e conhecimento – 7º ano. São Paulo: FTD, 2008a.

_____. **Ciências, natureza & cotidiano**: criatividade, pesquisa e conhecimento – 8º ano. São Paulo: FTD, 2008b.

_____. **Ciências, natureza & cotidiano**: criatividade, pesquisa e conhecimento – 9º ano. São Paulo: FTD, 2008c.

VALERO SANCHO, José L. **La infografía**: técnicas, análisis y usos periodísticos. Barcelona: Belaterra, 2002.

