

AS IMAGENS DA EMBRIOLOGIA ANIMAL: UMA ANÁLISE EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA

THE PICTURES OF ANIMAL EMBRYOLOGY: AN ANALYSIS OF BIOLOGY TEXT-BOOKS

Leila de Aragão Costa Vicentini Jotta¹
Maria Helena da Silva Carneiro²

¹UnB/Faculdade de Educação, nutricel@uol.com.br

²UnB/Faculdade de Educação, mhsilcar@unb.br

RESUMO

A embriologia estuda as etapas e os mecanismos de formação de embriões, cujo significado, para os seres vivos, está atrelado à perpetuação (não garantida) da espécie. O foco do presente trabalho é a análise das características da linguagem visual referente à embriologia animal, encontradas nos livros didáticos de Biologia (LDBio), na qualidade de limitadores ou promotores da aprendizagem. Foram analisadas as imagens, quanto a tipologia, morfologia e funcionalidade. Após a coleta de dados em dez capítulos contidos em oito livros, extraídos de seis coleções de LDBio destinadas ao Ensino Médio, eles foram computados e sistematizados em tabelas. Foram consideradas 190 imagens, inseridas nas 123 páginas efetivamente analisadas. Visando a contribuir para a atividade docente, esta pesquisa chegou a alguns parâmetros potencialmente eficazes para a análise de livros didáticos de Biologia.

Palavras-chave: embriologia; livro didático; imagem; linguagem visual; relação texto-imagem.

ABSTRACT

Embryology studies the stages and mechanisms of formation of embryos, whose meaning to living beings is connected to the perpetuation (not guaranteed) of species. The focus of the present paper is the analysis of the characteristics of visual language related to animal embryology, found on Biology text-books (BioTB), either to limit or to promote learning. The pictures were analyzed regarding typology, morphology and functionalism. After collecting data in ten chapters of eight books, taken from six collections of BioTB designed to Secondary School, they were computed and systematized in charts. 190 pictures, included on 123 pages effectively analyzed were taken into consideration. With a view to contributing to the teaching activity, this research reached some parameters potentially efficient to the analysis of Biology text-books.

Key words: embryology; text-book; image; visual language; relation text-image.

1 INTRODUÇÃO

Por serem constantes desde os primeiros anos de nossas vidas, as imagens proporcionam muitas situações de aprendizagem. Para isso, deve-se contemplá-las, examiná-las,

compreender o que elas veiculam, compará-las com outras interpretações, o que poderá levar a uma interpretação razoável e plausível da mensagem, em dado momento, sob certas circunstâncias (SAUNDERS; WISE; GOLDEN, 1995, p. 42-45).

O livro didático de Biologia é repleto de mensagens visuais constituídas por imagens de diversos tipos, que, se não forem decodificadas durante a leitura, podem comprometer a compreensão do conteúdo ensinado pelo professor.

Imagem será considerada, em contextos de ensino na Biologia, como representação visual, com algum grau de iconicidade, em duas ou três dimensões, de um ser, fenômeno ou objeto, dependente da percepção de um sujeito, temporal ao mostrar eventos em seqüência, que pode necessitar de complementação pela mensagem contida em uma legenda e/ou texto escrito.

Analisar as imagens é *buscar* ou *verificar* as causas do bom ou do mau funcionamento – ou eficácia – desta mensagem (SAUNDERS; WISE; GOLDEN, 1995, p. 48) e, para isso, é fundamental encontrar os instrumentos de avaliação adequados. Nesta perspectiva, esta pesquisa, decorrente de parte da dissertação de Jotta (2005), teve como objetivo proceder à análise das imagens sob aspectos tipológicos morfofuncionais, em que a utilização delas deveria revelar os aspectos destinados a promover o devido aproveitamento da representação gráfica como instrumento de aprendizagem significativa.

2 TIPOS E FUNÇÕES DA IMAGEM

No contexto didático, é possível encontrar diversos tipos de imagens. Jiménez, Prieto e Perales (1997, p. 76), por exemplo, apresentam a seguinte tipologia das ilustrações dos livros de ciências: imagens de objetos reais mediante fotografias ou desenhos realistas; ilustrações de modelos teóricos e “conceitos abstratos”; diagramas demonstrativos das relações entre conceitos; gráficos bidimensionais ou sua representação funcional, que relacionam variáveis ou descrevem processos; elementos simples simbolizadores de conceitos ou magnitudes físicas.

Kress e van Leeuwen (apud MARTINS, 1997, p. 296-297) expõem os princípios estruturais de organização das representações visuais na cultura ocidental. Para estes autores, as representações visuais recaem em três categorias gerais: **narrativas**, **classificações** e **análises**.

As imagens narrativas “representam processos e ações que ocorrem ao longo do tempo”, das quais diagramas (ou imagens ligadas por setas) são subtipos. Elas são bastante comuns na descrição dos processos embriológicos.

A classificação “organiza membros de uma mesma classe geralmente num arranjo simétrico de imagens do mesmo tipo ou na forma de árvores hierárquicas, representando taxonomias” (GOUVÊA; MARTINS, 2001, p. 47-48). Como exemplos, é possível citar as pirâmides de transferência de energia, construídas nas análises ecológicas, e as árvores filogenéticas dos seres vivos, que são usadas para classificá-los.

As estruturas analíticas “trabalham com relações de parte e todo, mostrando componentes de um sistema”. Imagens dos diversos sistemas fisiológicos humanos podem ser citadas para exemplificar este tipo de estrutura (GOUVÊA; MARTINS, 2001, p. 49).

Gouvêa e Martins (2001, p. 50) lembram que as categorias podem se combinar, daí resultando estruturas imagéticas mais elaboradas, nas quais, por exemplo, uma estrutura de classificação de um animal esteja acoplada a uma cadeia alimentar que mostra a direção da transferência de biomassa entre os diversos seres vivos.

Tomando como critério o grau de iconicidade e de abstração, A. Moles (1981) elaborou uma escala que pode ser considerada uma tipologia. Para o autor, iconicidade é uma grandeza oposta à abstração, ou seja, o grau de realismo contido em uma imagem. A escala é composta de treze níveis: de 0 a 12.

ESCALA DECRESCENTE DE ICONICIDADE

Níveis	Definição	Critério	Exemplos
12	O próprio objeto.	Eventual parêntese no sentido de Husserl.	A vitrine de uma loja. Uma exposição.
11	Modelo bi ou tri dimensional (a partir de uma escala).	Cores e materiais arbitrários.	Exibições factícias.
10	Esquema bi ou tridimensional reduzido ou aumentado. Representação modificada (mudança de escala).	Cores ou materiais escolhidos segundo critérios lógicos.	Mapas em três dimensões: globo terrestre, mapa geológico.
9	A fotografia ou projeção realista sobre um plano.	Projeção perspectiva rigorosa, semitons e sombras.	Catálogos ilustrados e afiches.
8	Desenho ou fotografia ditos "sem contornos" (projeção visual do universal aristotélico). Perfis em desenhos.	Critérios de continuidade e de fechamento de forma.	Afiches, catálogos, prospectos e fotografias técnicas.
7	Esquemas anatômicos ou de construção.	Abertura da Carter ou de envelope. Respeito à topografia. Arbitrário de valores. Quantificação de elementos ou simplificação.	Corte anatômico, corte de um motor a explosão. Planejamento de cabos para um receptor de rádio. Carta geográfica.
6	Vista "estourada" (éclaté).	Disposição perspectiva das peças conforme suas relações de vizinhança topológica.	Objetos técnicos de manuais de instrução.
5	Esquema de princípio: eletricidade e eletrônica.	Substituição dos elementos por símbolos normalizados. Passagem da topografia à topologia. "Geometrização".	Plano esquematizado do metrô. Plano dos cabos de um receptor de TV ou uma parte do radar.
4	Organograma ou Block esquema.	Os elementos são caixas pretas funcionais ligadas por conexões lógicas: análise das funções lógicas.	Organograma de um empreendimento. "Flow chart" de um programa de computador. Série de operações químicas.
3	Esquema de formulação.	Relação lógica e não topológica num espaço não geométrico entre elementos abstratos. As ligações são simbólicas, todos os elementos são visíveis.	Fórmulas químicas desenvolvidas. Sociograma.
2	Esquema em espaços complexos.	Combinação num mesmo espaço de representação de elementos esquemáticos (flechas, plano, objeto) pertencendo a sistemas diferentes.	Forças e posições geométricas sobre uma estrutura metálica: esquemas de estática gráfica, polígono de Crêmona, representações sonográficas.
1	Esquema de vetores em espaços puramente abstratos.	Representação gráfica num espaço métrico abstrato, de relações entre grandezas vetoriais.	Gráfico vetorial eletro-técnico. Triângulo de Kapp. Polígono de Blondel para um motor de Max-weel. Triângulo de vogais.
0	Descrição em palavras normalizadas ou em fórmulas algébricas.	Signos puramente abstratos sem relação imaginável com o significante.	Equações e fórmulas. Textos.

Fonte: MOLES, A. A. *L'image: communication fonctionnelle*. Belgica: Castermau, 1981, p. 101.

Quanto à funcionalidade da imagem, Duchastel e Waller (1979, p. 21-24) indicaram três grandes funções para as ilustrações: **atrativa**¹ (*attentional*), **explicativa** (*explicative*) e **retentora** (*retentional*).

A função atrativa é desempenhada por aquelas imagens que captam a atenção do leitor,

¹ A expressão "atrativa" é a tradução mais aproximada do termo "attentional", do inglês, que não tem correspondente literal na língua portuguesa.

despertando-lhe o interesse pelo texto expositivo.

A função explicativa ocorre quando a imagem serve para explicar um assunto cuja descrição verbal seria inadequada ou insuficiente. Os autores apresentam sete modalidades de imagens explicativas: **descritiva** – mostra o objeto como ele é – a fotografia de um lobo-guará; **expressiva** – provoca impacto no leitor, como a imagem de uma lesão na pele; **construtiva** – tem a finalidade de esclarecer como várias partes compõem um objeto ou nele se encaixam (é o caso dos esquemas que mostram os constituintes de uma célula); **funcional** – proporciona ao aprendiz a visualização por meio do desdobramento de um processo ou a organização de um sistema (um exemplo é a representação da cadeia alimentar); **lógico-matemática** – evidencia-se em gráficos de curvas utilizados em áreas científicas e em muitos conceitos matemáticos (como a curva glicêmica, em um exame de sangue); **algorítmica** – mostra a representação global do encadeamento de ações (a descrição por fluxograma da ingestão excessiva de lipídeos e os sucessivos efeitos negativos no organismo); **data-display** – tem como propósito comparar dados visualmente e de forma rápida e fácil. Pode-se utilizar este tipo para apresentar levantamentos estatísticos, sociais e econômicos em gráficos de variadas formas: em barras, linhas, colunas e outros.

A função retentora é a mais difícil de explicar. Essencialmente, ela repousa no grande poder de religar imagens como oposição às idéias verbais, ou seja, tópicos ou domínios de discurso associados com imagens na memória, resultando na emersão de lembranças. Esta função está baseada na hipótese de “double encoding” de Paivio (apud DUCHASTEL, 1988, p. 669).

Duchastel (1983, p. 5) destaca que uma ilustração pode apresentar mais de uma função, em situações particulares. As funções das ilustrações não são mutuamente excludentes. Elas podem ter, por exemplo, funções explicativa e retentora ao mesmo tempo.

Amador e Carneiro (1999, p. 125-126) apresentam a seguinte classificação para as funções didáticas desempenhadas pelas imagens: **explicativa** – em que elas facilitam a “compreensão e retenção da informação textual, podendo simultaneamente fornecer informação adicional”; **motivadora** – em que as imagens “servem de incentivo à aprendizagem de determinados conteúdos, [...] sem estabelecer uma interação com o conteúdo textual”; **metalingüística** – em que elas adquirem “uma maior importância que os conteúdos verbais, constituindo a principal fonte de informação”; **catalisadora de experiências** – em que “as imagens têm como principal finalidade a exercitação por parte do aluno de uma determinada actividade”.

Na classificação acima, as funções explicativa e retentora, propostas por Duchastel, são agrupadas na função explicativa; além disso, surgem duas outras funções: a metalingüística e a catalisadora de experiências, esta última bastante freqüente nas séries iniciais.

Perales e Jiménez (2002, p. 372) concluíram que as funções exercidas pelas ilustrações são: decorar os livros e motivar o leitor; descrever situações ou fenômenos, com base na capacidade humana de processar informação visual, considerando sua vantagem frente a textos escritos na estimulação de modelos mentais; explicar as situações descritas. Os autores constroem também grades com categorias de análise (função da seqüência didática em que aparecem as imagens, a iconicidade, a funcionalidade, as relações com o texto principal, as legendas, bem como o conteúdo científico que as sustenta).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foram selecionados os livros didáticos de Biologia mais vendidos (a partir de informações obtidas junto às editoras). São eles:

Marcação	Livros pesquisados
A.1	AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. Biologia : das células. São Paulo: Moderna, v. 1, 1994.
A.2	AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. Biologia : dos organismos. São Paulo: Moderna, v. 2, 1994.
B	PAULINO, Wilson Roberto. Biologia atual : reprodução e desenvolvimento, genética, evolução e ecologia. São Paulo: Ática, v. 3, 2002.
C	LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando. Biologia hoje : os seres vivos. São Paulo: Ática, v. 2, 2003.
D	LOPES, Sônia. Bio : introdução à biologia e origem da vida, citologia, reprodução e embriologia, histologia. São Paulo: Saraiva, v. 1, 2002.
E	SOARES, José Luiz. Biologia : no terceiro milênio. São Paulo: Scipione, v. 2, 1999.
F.1	UZUNIAN, Armênio; BIRNER, Ernesto. Biologia 1 . São Paulo: Harbra, v. 1, 2002.
F.2	UZUNIAN, Armênio; BIRNER, Ernesto. Biologia 2 . São Paulo: Harbra, v. 2, 2002.

Dos livros relacionados acima, foram analisados apenas os capítulos relativos à embriologia. Para facilitar o estudo, cada livro foi identificado com marcadores alfabéticos (de **A** a **F**) que serão os referenciados nos instrumentos de análise e comentários posteriores. Os dados coletados nos livros **A.1** e **A.2**, **F.1** e **F.2** foram reunidos e apresentados nas tabelas com as identificações “livro **A**” e “livro **F**”, respectivamente.

As imagens foram quantificadas e analisadas quanto ao tipo, à forma e à função desempenhada nos livros didáticos.

Foram verificadas as ocorrências de fotografias, esquemas (lógicos e de cortes anatômicos), tabelas e imagens conjugadas (estas últimas são fotografias e esquemas na mesma imagem, o que pode ser considerado uma tentativa de melhorar a explicação do conteúdo por proporcionar mais realismo aos esquemas).

Foram também examinadas as presenças ou ausências de legenda (**sintética ou explicativa**), nitidez e cor e nas imagens.

Seguindo as classificações de Duchastel e Waller (1979, p. 21-24) e Carneiro (1997, p. 371), foram consideradas as seguintes funções para as imagens: atrativa (capta a atenção do leitor), explicativa (explana um assunto) e ornamentais (imagens gratuitas). As explicativas foram subdivididas em dois grupos: as que apresentam todas as informações com explicações no texto – *redundantes*, e as que veiculam outras informações não encontradas no texto – *complementares*.

A relação texto–imagem foi investigada em vários momentos: identificando a função da imagem, constatando se havia remissões a ela no texto e, posteriormente, verificando se havia ocorrências de informações na imagem, que não eram evidenciadas no texto.

Após a coleta em **dez** capítulos contidos em **oito** livros, extraídos de seis coleções de LDBio destinadas ao Ensino Médio, os dados foram contabilizados e sistematizados em tabelas, analisados e comentados. Os valores percentuais das tabelas foram calculados, considerando a razão entre o item analisado e o total de ocorrências de cada tipo de imagem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas **190** imagens, inseridas em **123** páginas e que referem-se, exclusivamente, ao conteúdo sobre o desenvolvimento embrionário animal, incluindo o humano.

Sendo a embriologia assunto bastante descritivo, os tipos de imagem encontrados (Tabela 1) refletem esta característica de forma expressiva: os esquemas de cortes anatômicos representam 73,2% do total (139 em 190). Vale ressaltar que na escala de iconicidade, os esquemas do tipo anatômico pertencem ao nível 7. Apesar de os esquemas de cortes anatômicos terem sido construídos próximos da realidade, muitos deles correspondem a fator complicador da compreensão para o aluno, porque representam órgãos internos com cortes diferenciados. Em algumas situações, o livro didático não mostra a estrutura em três dimensões, mas somente o corte. Nesse caso, o educando tem de imaginá-la de forma tridimensional, para depois visibilizar o corte, o que se pode evidenciar na Figura 1 (livro **B**, p. 53).

Tabela 1 – Frequências absolutas e percentuais totais de imagens classificadas quanto à tipologia

Livros	Total de imagens	Tipos									
		Fotografias (GI = 9)		Esquemas				Tabelas (GI = 3)		Conjugadas	
				Lógicos (GI = 4)		Cortes anatômicos (GI = 7)					
		Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
A	29	0	0	0	0	23	79,3	2	6,9	4	13,8
B	10	1	10,0	0	0	9	90,0	0	0	0	0
C	19	1	5,3	0	0	16	84,2	1	5,3	1	5,3
D	59	21	35,6	2	3,4	34	57,6	2	3,4	0	0
E	57	7	12,3	2	3,5	44	77,2	4	7,0	0	0
F	16	3	18,8	0	0	13	81,3	0	0	0	0
Total	190	33	17,4	4	2,1	139	73,2	9	4,7	5	2,6

Nota: GI – Grau de iconicidade, segundo a Escala de Moles, A. (1981).

Dados numéricos percentuais arredondados, conforme IBGE (1993, p. 25-28).

Um dos aspectos que facilita a compreensão de esquemas de estruturas anatômicas tridimensionais planificadas nas páginas de um livro é a indicação do tipo de corte (transversal ou longitudinal). Estas informações adicionais orientam o aluno no momento da leitura. Foi o que fizeram os autores de quase todos os livros: **A.1** (p. 396), **D** (p. 286 e 289), **E** (p. 292) e **F.1** (p. 380). O autor do livro **C** (p. 457), mesmo não utilizando a terminologia adequada, procurou proporcionar uma visão de perspectiva, ao esclarecer que as imagens eram vistas de frente e de lado.

As fotografias representam 17,4% (33 em 190) das imagens analisadas. O livro que as apresenta em maior quantidade, grande parte referente às divisões celulares iniciais, é o **D**, com 35,6% e os que apresentam índices pequenos de fotografias, variam entre 18,8% (livro **F**) e 0% (livro **A**). Na escala de iconicidade, as fotografias pertencem ao nível 9, encontrando-se mais próximas da realidade do que os esquemas de corte anatômico.

As imagens conjugadas foram identificadas nos livros **A.1** (p. 391, 398 e 402), **A.2** (p. 552) e **C** (p.460). Um exemplo desse tipo de imagem pode ser vista na Figura 2, retirada da página 391 do livro **A.1**:

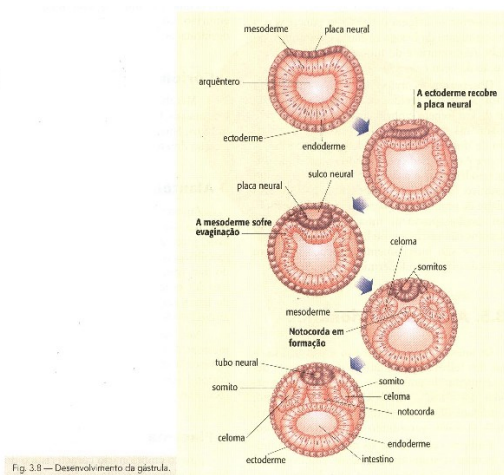


Fig. 3.9 – Desenvolvimento da gastrula.

Figura 1: Exemplo de esquema de corte anatômico com legenda sintética e função explicativa redundante que apresenta estruturas, em corte anatômico, sem mostrá-las tridimensionalmente.

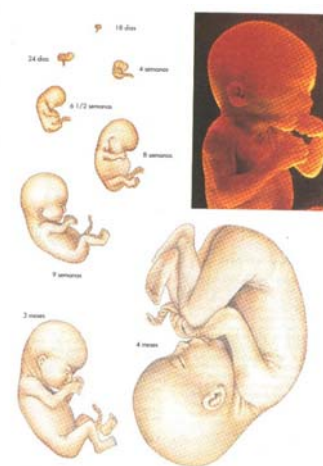


Figura 14.9 - Desenvolvimento natural de embriões humanos em diferentes idades. A linguagem usada é simples, mostrando um feto humano em uma caixa de vidro, um pouco reduzido em relação ao seu tamanho natural.

Figura 2: Exemplo de imagem conjugada com legenda explicativa e função explicativa redundante.

Os demais tipos de imagens encontram-se em pequenos percentuais nas diversas obras: 4,7% de tabelas (9 em 190), 2,6% de imagens conjugadas (5 em 190) e 2,1% de esquemas lógicos (4 em 190). Vale ressaltar que os graus de iconicidade das tabelas e dos esquemas lógicos, segundo a escala de Moles, A. (1981), pertencem, respectivamente, aos níveis 3 e 4.

Com relação à forma de apresentação da imagem (Tabela 2), a legenda apresentou-se bastante diferenciada nos LDBio pesquisados.

Tabela 2 – Frequências absolutas e percentuais totais de imagens classificadas quanto à morfologia

Livros	Total de imagens	Sem legenda		Com legenda sintética		Com legenda explicativa		Nítidas		Coloridas	
		Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
A	29	0	0	6	20,7	23	79,3	29	100,0	25,5	87,9
B	10	0	0	10	100,0	0	0	10	100,0	10	100,0
C	19	1	5,3	16	84,2	2	10,5	19	100,0	18	94,7
D	59	14	23,7	35	59,3	10	16,9	58	98,3	50	84,7
E	57	1	1,8	16	28,1	40	70,2	57	100,0	57	100,0
F	16	2	12,5	5	31,3	9	56,3	16	100,0	16	100,0
Total	190	18	9,5	88	46,3	84	44,2	189	99,5	176,5	92,9

Nota: Dados numéricos percentuais arredondados, conforme IBGE (1993, p. 25-28)

Do total de imagens analisadas (190), encontram-se legendas sintéticas (88 em 190) e explicativas (84 em 190) com que apresentam índices em torno de 45,0% , cada uma. Isso demonstra a preocupação dos autores em auxiliar os estudantes na compreensão das representações visuais.

O livro didático que apresenta maior quantidade de imagens sem legenda é o **D**, com um percentual de 23,7% (14 em 59), seguido da **F**, com 12,5% (2 em 16). Felizmente apenas 18, do total de 190 imagens analisadas (9,5%), encontram-se sem legenda. A legenda sintética, por sua vez, está presente em 100,0% das imagens do livro **B**, em 84,2% (16 em 19) do **C** e 59,3% (35 em 59) do **D**. As outras obras apresentam índices menores que 50%. Conseqüentemente, as publicações que apresentam grande quantidade de legendas explicativas são **A**, com 79,3% (23 em 29), **E**, com 70,2% (40 em 57), e **F**, com 56,3% (9 em 16), propiciando-lhes melhores condições de entendimento.

Em relação à nitidez das imagens nos livros pesquisados, verificou-se que 99,5% das imagens (189 em 190) exibem clareza em sua apresentação.

Em imagens seqüenciais, a cor, quando presente, precisa ser mantida em idênticos tons nas mesmas estruturas. Quando isso não acontece, dificulta-se o entendimento da evolução e da conseqüente modificação de tais estruturas ao longo do tempo, pois as cores são uma espécie de código relacionado à estrutura. É o que ocorre, em algumas imagens, nos livros **A**, **C**, **D** e **E**, onde as cores estão modificadas de uma imagem para outra. Um exemplo encontra-se nas páginas 291 (Figura 3) e 298 (Figura 4) do livro **E**.

Na primeira imagem – Figura 3, o arquêntero (letra c) encontra-se na cor próxima ao marrom e na segunda imagem – Figura 4, esta mesma cavidade (número 3) evidencia-se em tom diferente da primeira. O nome da estrutura, além de não fazer parte da linguagem comum do aluno, apresenta multiplicidade de cores nas representações visuais, o que proporciona mais um obstáculo à compreensão do conteúdo.

Há também problemas nas estruturas evidenciadas nas Figuras 3 e 4, tais como, a falta de especificação dos cortes anatômicos e a omissão de identificação específica dos animais a que pertencem.

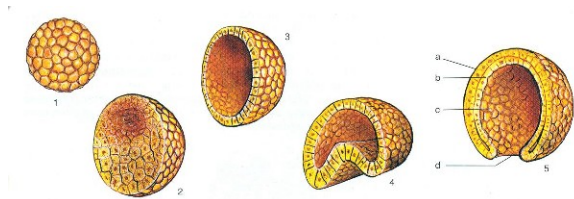


Fig. 344 Formação da blástula e do gástrula em animal inferior. 1. ovula; 2. início de formação da blástula (vai aparecendo a cavidade inferior chamada blastocel); 3. blástula já constituída; 4. começa a invagina-se um pólo da blástula; 5. a blástula possui a forma de um balão de parede dupla chamado gástrula. A gástrula possui: a. ectoderma (camada mais externa de células); b. endoderma (camada interna de células); c. arquêntero ou intestino primitivo (cavidade central do balão); d. blastoporo (abertura da gástrula entrando a boca de um balão).

Figura 3: Exemplo de esquema colorido de corte anatômico com legenda explicativa e função explicativa complementar.

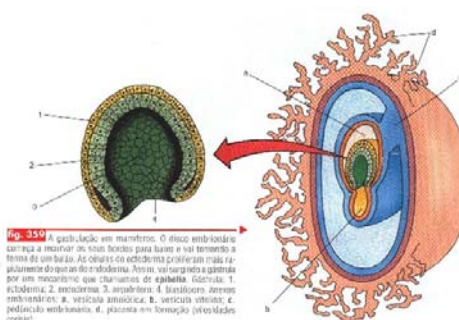


Fig. 350 A gastrulação em mamíferos. O disco embrionário começa a mudar de sua forma para balão e vai tornando-se forma de um balão. As células do ectoderma proliferam mais rapidamente do que as do endoderma. Assim, vai surgindo a gástrula por um processo que chamamos de gastrulação. 1. ectoderma; 2. endoderma; 3. arquêntero; 4. blastoporo. Arremem lembranças; 5. vesícula amniótica; 6. vesícula vitelina; 7. pedúnculo embrionário; 8. placenta em formação (velocidade contata).

Figura 4: Exemplo de esquema colorido de corte anatômico com legenda explicativa e função explicativa complementar.

Um total de 7,1% das imagens (13,5 em 190) apresenta-se sem cor. Uma delas é a reprodução de um desenho antigo; três são tabelas (uma das quais tem cor apenas no título, por isso, foi considerada sem cor); nove são micrografias (fotografias obtidas em microscópio); 0,5 é, como se afirmou, uma fotografia incluída em uma imagem conjugada.

As imagens fornecidas por microscópios representam o maior percentual deste tipo de ocorrência, isto porque, nos aparelhos, são colocados, para visualização, tecidos (células e o material extracelular), que, em sua maioria, são incolores (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 1-3). As micrografias, que estão presentes somente no livro **D**, permitem ao aluno familiarizar-se com a tecnologia.

A análise funcional das imagens (Tabela 3), por meio da qual se depreende a finalidade da imagem no texto e se verifica se este se refere a ela, reflete a relação texto–imagem.

Tabela 3 – Frequências absolutas e percentuais totais de imagens classificadas quanto à função (relação texto–imagem)

Livros	Total de imagens	Tipos								Remissão à imagem no texto	
		Atrativas		Explicativas				Ornamentais			
				Redundante		Complementar					
		Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
A	29	1	3,4	7	24,1	21	72,4	0	0	28	96,6
B	10	0	0	8	80,0	2	20,0	0	0	9	90,0
C	19	0	0	9	47,4	10	52,6	0	0	18	94,7
D	59	2	3,4	30	50,8	27	45,8	0	0	3	5,1
E	57	0	0	31	54,4	26	45,6	0	0	11	19,3
F	16	2	12,5	1	6,3	13	81,3	0	0	13	81,3
Total	190	5	2,6	86	45,3	99	52,1	0	0	82	43,2

Nota: Dados numéricos percentuais arredondados, conforme IBGE (1993, p. 25-28).

A análise da tabela evidencia a reduzida utilização de imagens atrativas (5 em 190, com percentual de 2,6%), sendo o livro **F** o que mais as empregou (12,5%), em relação ao seu número total de imagens (2 em 16). Este tipo de imagem foi encontrado ou sob a forma de fotografias, ou de esquemas, sempre no início de capítulos, conforme a imagem do livro **D** (p. 280), reproduzida a seguir (Figura 5).

Sobre ela, pode-se afirmar que é inadequada, por mostrar aves recém-nascidas que já apresentaram o desenvolvimento embrionário, além de ser infantil para o público ao qual se destina.



Figura 5: Exemplo de fotografia sem legenda com função atrativa.

As imagens explicativas foram as que apresentaram o maior índice (97,4%) de utilização: 185 das 190 imagens. Entre elas, os dois tipos (86 *redundantes* e 99 *complementares*) tiveram ocorrência semelhante, com índice pouco mais elevado para a segunda, correspondente a 52,1% do total de imagens, em contraste com 45,3% das imagens redundantes, fato verificado principalmente nas obras **C**, **D** e **E**. O livro que apresentou índice elevado de uso de imagens redundantes foi **B**, com 80%. Com relação às complementares, a maior utilização foi da obra **F**, com 81,3%, seguida da **A** (72,4%).

Admite-se que o número elevado de imagens explicativas complementares pode comprometer o entendimento do conteúdo. O professor deve estar atento para o fato de essas imagens apresentarem informações não contidas no texto e, por isso, necessitarem de explicações adicionais.

Reproduzem-se a seguir exemplos de imagens com funções explicativa redundante (Figura 6), encontrada no livro **B** (p. 51), e explicativa complementar (Figura 7), no livro **F.2** (p. 273).

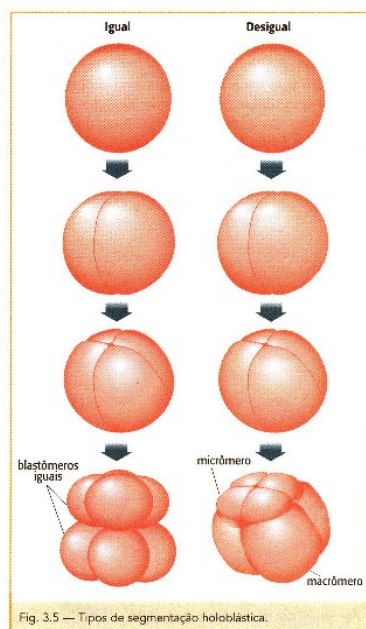


Figura 6: Exemplo de esquema de corte anatômico com função explicativa redundante e legenda sintética.

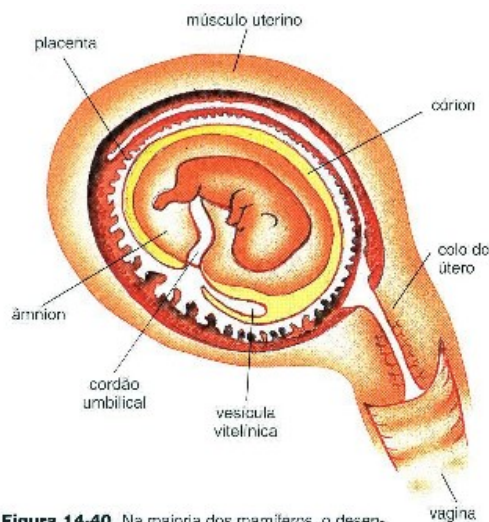


Figura 14-40. Na maioria dos mamíferos, o desenvolvimento do embrião ocorre no interior do útero materno. A bolsa amniótica funciona como amortecedor de choques e a placenta é o órgão de trocas metabólicas materno-fetais. A vesícula vitelínica e o alantóide contribuem para a formação do cordão umbilical.

Figura 7: Exemplo de esquema de corte anatômico com função explicativa complementar e legenda explicativa.

Em relação à Figura 7, há vários problemas: algumas informações não explicitadas no

texto como, por exemplo, músculo uterino, cordão umbilical e vesícula uterina; a dimensão do cordão umbilical em relação ao embrião; a falta de informação em relação ao corte realizado no órgão representado na imagem.

É relevante que o texto sempre remeta à imagem (Tabela 3), para que ocorra articulação entre as linguagens verbal e visual, aumentando os requisitos para a compreensão do texto. Foi o que aconteceu com quatro das seis obras analisadas. No entanto, principalmente no livro **D**, com apenas 5,1% de remissões (3 em 59), seguido do **E**, com 19,3% (11 em 57), interrompeu-se a comunicação verbal–imagética, sempre que apresentaram imagens sem referências textuais.

Nesta pesquisa, foram constatados fatos curiosos. Um deles foi o de que a imagem a seguir (Figura 9), muito utilizada em LDBio (**C**, **E** e **F.2**, p. 461, 295 e 433, respectivamente) e em uma prova de vestibular (Universidade Estadual Paulista – Vunesp de 1998), constando, por causa disso, na seção de exercícios dos livros didáticos (**C** e **D**, p. 473 e 317, respectivamente), é de propriedade da Companhia Farmacêutica CIBA (NORA; FRASER, 1991, p. 5). Nenhum livro ou prova de vestibular referiu-se aos créditos da imagem.

Na Figura 9, nota-se um equívoco conceitual na reprodução do corte anatômico do sistema reprodutor feminino. Não há representação dos ligamentos do útero e dos ovários. O ovário aparece completamente solto e “livre” de qualquer estrutura.

Três LDBio pesquisados manifestam esse engano (**E**, p. 295 e na seção de exercícios de **C**, p. 473 e **D**, p. 317, estes dois últimos por reproduzirem a prova de vestibular da Universidade Estadual Paulista – Vunesp de 1998). Os livros **C** (p. 461) e **F.2** (p. 438, na seção de exercícios) representam apenas o ligamento ovariano, que fixa o ovário ao útero, sem nomeá-lo, omitindo assim, os demais ligamentos. É um fato que pode induzir a erros de concepção do leitor, imaginando que os ovários ficam soltos no corpo humano feminino, isto é, sem que tenha uma idéia de como eles são mantidos na posição onde se encontram.

Ainda que seja fragmentada, a representação mais próxima da realidade foi a encontrada em um livro de Ensino Superior (GUYTON, 1988, p. 505), na qual os ligamentos são bem evidenciados (Figura 10).

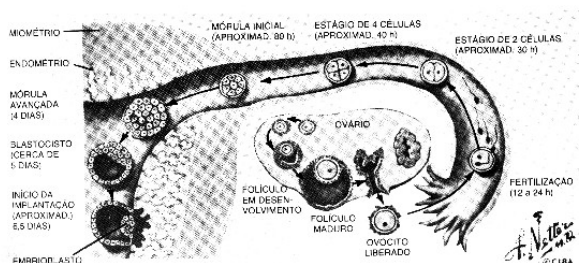


Fig. 2.11 Fertilização e divisões celulares mitóticas anteriores à implantação. (© Copyright 1969, CIBA Pharmaceutical Company, Division of CIBA-GEIGY Corporation. Reproduzida com permissão, da THE CIBA COLLECTION OF MEDICAL ILLUSTRATIONS pelo Dr. Frank H. Netter. Todos os direitos reservados.)

Figura 9: Imagem freqüente utilizada em LDBio.

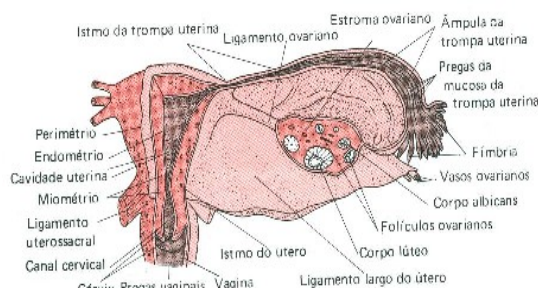


Figura 37-7. Estrutura interna do útero, de um óvulo e de uma trompa uterina.

Figura 10. Imagem que representa parte do sistema reprodutor feminino com os ligamentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cabe ressaltar que este estudo não teve a intenção de identificar as melhores ou as piores edições de LDBio, mas, sim, de sinalizar com indicativos do nível de entendimento da obra para o professor e seu aluno, além de sugerir parâmetros para análise de livros didáticos encontrados em diversas etapas da tabulação das informações.

A presença de imagens explicativas auxilia o entendimento do texto. Fotografias, esquemas lógicos ou de cortes anatômicos, tabelas e imagens conjugadas desempenham nos

livros pesquisados, em sua grande maioria, função explicativa. Isso demonstra que a intenção de esclarecer um assunto muito complexo com o uso da imagem continua a ser um excelente recurso didático, por permitir a visualização, de forma sintética, do que está sendo descrito.

Nem todas as imagens são de fácil leitura, em vista dos problemas levantados em diversos trabalhos sobre o assunto e nesta pesquisa. Seria importante que autores e editores de livro didático estivessem atentos a isso, evitando-as, sempre que possível. As imagens explicativas complementares, que apresentam informações não-contidas no texto, podem contribuir para a dificuldade de compreensão de alguns aspectos da embriologia.

Como contribuição para a leitura, a imagem constituinte do componente de linguagem visual deve caracterizar-se pela nitidez e, se possível, pela cor, além de apresentar legendas explicativas.

No que diz respeito à interface texto–imagem, muitas vezes, ocorrem dificuldades variadas quanto à aprendizagem do conteúdo, entre elas: a falta de imagens explicativas, que auxiliem o texto; o recurso aos textos sem explicações que complementem as imagens e a precariedade das descrições, nos textos e nas imagens, dos eventos dinâmicos e sequenciais.

O comprometimento da aprendizagem também pode ocorrer quando não se remete à imagem no texto. A remissão deve ocorrer na totalidade das imagens, por ser relevante a articulação entre as linguagens verbal e visual, pois aumenta os requisitos para a compreensão do texto.

Em face das evidências, ressalta-se a atuação do professor, que deve estar atento a todos os aspectos do processo pedagógico aqui mencionados, facilitando a integração das diversas informações contidas no livro didático ao conhecimento prévio do aluno, como ponto de partida para promover a aprendizagem significativa. O professor deve lembrar-se do valor do LDBio como recurso didático, isto é, de que o livro didático jamais poderá substituí-lo, como protagonista, na condução da atividade de ensino.

Com o propósito de colaborar para a atividade docente, tendo como pressuposto de qualquer investigação científica em Educação a aplicabilidade dos resultados em benefício dos atores e do produto do processo educacional, esta pesquisa pôde identificar parâmetros para a escolha do livro didático de Biologia. Isso significa que o professor pode se concentrar em alguns aspectos da imagem e sua relação com o texto dos LDBio sob análise, de modo a selecionar aquele que terá efeitos positivos nas atividades cotidianas na sala de aula.

Finalmente, o docente deve examinar o aspecto da interface texto–imagem. É recomendável que o LDBio relacione a quantidade de imagens por página com a necessidade de explicações que auxiliem a aprendizagem do conteúdo do texto. Igualmente, textos com explicações deveriam estar presentes quando as imagens necessitarem de complementação. Imagens sem as respectivas referências textuais, por sua vez, interrompem a comunicação textual–imagética e devem ser evitadas.

O estudo de imagens, assim como suas relações com os textos, constituintes dos LDBio adotados em contextos escolares, não se encontra finalizado. Com esta pesquisa, espera-se que tenha ocorrido contribuição não só para o aprofundamento da pesquisa sobre os livros didáticos de Biologia de Ensino Médio, mas também para investigações futuras nas áreas de ensino e aprendizagem de embriologia e da própria ciência biológica.

REFERÊNCIAS

AMADOR, Filomena; CARNEIRO, Helena. O papel das imagens nos manuais escolares de ciências naturais do ensino básico: uma análise do conceito de evolução. **Revista da educação**, Lisboa, v. 8, n. 2, p. 119-129, 1999.

CARNEIRO, Maria Helena da Silva. As imagens no livro didático. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, I., 1997, Águas de Lindóia. **Atas...** São Paulo: ABRAPEC, 1997. p. 366-373.

DUCHASTEL, Philippe C. Text illustrations. **Performance and instruction journal**, Washington, v. 22, n. 4, p. 3-5, 1983.

DUCHASTEL, Philippe C.; FLEURY, Maurice; PROVOST, Guy. Rôles cognitifs de l'image dans l'apprentissage scolaire. **Bulletin de psychologie**, Paris, v. 41, n. 386, p. 667-671, 1988.

DUCHASTEL, Philippe C.; WALLER, Robert. Pictorial illustration in instructional texts. **Educational technology**, Englewood Cliffs, v. 19, n. 11, p. 20-25, 1979.

GOUVÊA, Guaracira; MARTINS, Isabel. Imagens e educação em ciências. In: ALVES, Nilda; SGARBI, Paulo (Orgs.). **Espaços e imagens na escola**. Rio de Janeiro: DP&A, 2001. p. 41-57

GUYTON, Arthur C. **Fisiologia humana**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

IBGE. **Normas de apresentação tabular**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

JIMÉNEZ, Juan de Dios; PRIETO, Rafael Hoces; PERALES, Francisco Javier. Análisis de los modelos y los grafismos utilizados en los libros de texto. **Alambique: didáctica de las ciencias experimentales**, Madrid, v. IV, n.11, p. 75-85, 1997.

JOTTA, Leila de Aragão Costa Vicentini. **Embriologia animal: uma análise dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio**. 2005. 244 f. Dissertação (Mestrado em Educação)–Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

JUNQUEIRA, Luiz C.; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

MARTINS, Isabel. O papel das representações visuais no ensino-aprendizagem de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, I., 1997, Águas de Lindóia. **Atas...** São Paulo: ABRAPEC, 1997. p. 294-299.

MOLES, Abraham A. **L'image: communication fonctionnelle**. Bélgica: Casterman, 1981.

NORA, James J.; FRASER, F. Clarke. **Genética médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

PERALES, F. Javier; JIMÉNEZ, Juan de Dios. Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v. 20, n. 3, p. 369-386, 2002.

SAUNDERS, Gerry W.; WISE, Kevin C.; GOLDEN Tim S. Visual learning. **The science teacher**, Arlington, v. 62, n. 2, p. 42-45, 1995.