

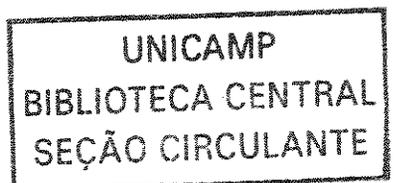
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO, CONHECIMENTO,
LINGUAGEM E ARTE

TESE DE DOUTORADO

Imagens visuais nos livros didáticos de
Biologia do ensino médio: o caso do DNA

Deisi Sangoi Freitas

Campinas, São Paulo
Dezembro- 2002



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

TESE DE DOUTORADO

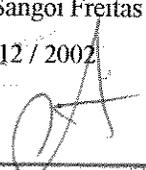
**Imagens visuais nos livros didáticos de Biologia do ensino médio: o caso
do DNA.**

Autora: Deisi Sangoi Freitas

Orientadora: Cristina Bruzzo

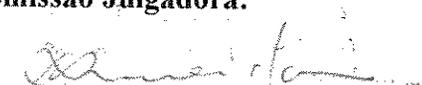
Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida
por Deisi Sangoi Freitas e aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: 11/12/2002

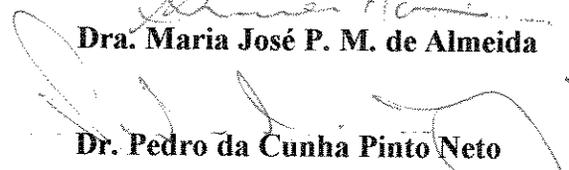


orientador

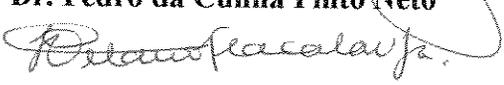
Comissão Julgadora:



Dra. Maria José P. M. de Almeida



Dr. Pedro da Cunha Pinto Neto



Dr. Hilário Fracalanza



Dra. Graça Aparecida Cicillini



Dra. Cristina Bruzzo

© by Deisi Sangoi Freitas, 2002.

UNIDADE	80
Nº CHAMADA	Unicamp F884i
V	EX
TOMBO BCI	54576
PROC.	16-124103
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	12/10/03
Nº CPD	

**Catálogo na Publicação elaborada pela biblioteca
da Faculdade de Educação/UNICAMP**

Bibliotecário: Gildeir Carolino Santos - CRB-8ª/5447

CM00186714-6

BIBID 295359

F884i Freitas, Deisi Sangoi.
Imagens visuais nos livros didáticos de biologia do ensino médio : o caso do DNA / Deisi Sangoi Freitas. -- Campinas, SP: [s.n.], 2002.

Orientador : Cristina Bruzzo.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Educação.

1.Imagem. 2. Livros didáticos. 3. Ensino médio. 4. Biologia. 5. DNA.
I. Bruzzo, Cristina. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Educação. III. Título.

02-0190-BFE

Resumo e Abstract

Resumo

Nesse trabalho buscamos compreender a presença das imagens nos livros didáticos de Biologia do ensino médio através de três níveis diferentes de análises. Em primeiro lugar quantificamos, mapeamos e estabelecemos categorias para as imagens observadas. Posteriormente avaliamos livros de 1963 a 1999 utilizados no ensino médio e apresentamos uma caracterização das imagens da Citologia ali presentes. Finalmente, dentro dos conteúdos de Citologia, buscamos identificar a legibilidade e coerência das imagens relativas à molécula de DNA (ácido desoxirribonucléico).

Abstract

In this work we sought to understand the use of images in didactic biology text books used at high school level. We performed three different types of evaluation. First, we established categories for observed images and quantified their occurrence in particular contexts. Books published between 1963 to 1999 were analyzed and other typologies (categories) were generated from the analyses of these books. Finally, we tried to verify the legibility and coherence of images of DNA (acid deoxyribonucleic) in cytology contents.

86284298

Dedicatória

*Para minha mãe Lucy, meu pai Leonel
e minha filha Mariana.*

Agradecimentos

Aos amigos com quem compartilhei as dificuldades, em especial à Maria Cristina e Celso, à Maria Cláudia, ao Eduardo, à Graziela, à Marinês, ao José Luis e Eliane, à Maria de Lourdes, à Ivete, à Lídia e a tia Elãene.

À professora Dra. Cristina Bruzzo, orientadora desse trabalho, pela sua atenção, disponibilidade, dedicação e amizade.

Ao Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC) da Faculdade de Educação da UNICAMP pelo acesso aos livros.

Ao Grupo de estudos e pesquisa de Ciências e Ensino (GepCE) pela acolhida e pelas discussões propiciadas.

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de pesquisa.

Aos colegas de departamento que possibilitaram meu afastamento, em especial à Mary Ângela.

A José Carlos Verle Rodrigues pela ajuda e exemplo.

E especialmente a minha família pelo apoio incondicional em todos os momentos do percurso.

Sumário

Resumo e Abstract.....	iv
Dedicatória	v
Agradecimentos	vi
Lista de Figuras	ix
Lista de Gráficos.....	xii
Lista de Tabelas	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	2
2 A IMAGEM.....	7
2.1 - Considerações gerais.....	7
2.2 - Funções da imagem.....	8
2.3 - Imagens na ciência	11
2.4 - Imagens em livros didáticos	14
3 IMAGENS NOS LIVROS DE BIOLOGIA	25
3.1 - Um estudo exploratório em livros de Biologia: imagens de produtos comerciais.	25
3.1.1 - Relação histórica dos didáticos com o Estado.....	30
3.1.2 - PNLD e suas especificações sobre aspectos visuais.....	31
3.2 - Uma aproximação quantitativa	34
3.3 - Os Tipos de imagens.....	41

4 UM CONTEÚDO ESPECÍFICO: A CITOLOGIA...	74
4.1 - Os livros utilizados	76
4.2 - Legendas e créditos.....	95
4.3 - A relação texto-imagem.....	96
4.4 - Imagens presentes nos testes de vestibular	106
4.5 - A Codificação	110
4.6 - O ácido desoxirribonucléico (DNA).....	112
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	149
6 BIBLIOGRAFIA	155
7 ANEXO: LIVROS DIDÁTICOS UTILIZADOS.....	170

Lista de Figuras

- Figura 1:** Imagens de produtos comerciais em livros didáticos de Biologia do ensino médio (Amabis e Martho, 1998); (A) Exemplos de glicerídeos; (B) Embalagens de vitaminas; (C) Rótulos da produção industrial de alimentos; (D) Produto com fenilalanina.28
- Figura 2:** Imagens de produtos comerciais em livros de Biologia do ensino médio (Amabis e Martho, 1998); (A) Medicamento usado no combate de verminose; (B) Uso analógico de uma bola da marca Penalty para explicar célula túrgida e plasmolisada.29
- Figura 3:** Percentual de páginas com imagens em livros didáticos de Biologia de quatro editoras.37
- Figura 4:** Presença de imagens em livros didáticos de Biologia de duas editoras considerando-se a presença e ausência de exercícios.....38
- Figura 5:** Associação de desenhos e fotomicrografias: (A) Desenho e fotomicrografia de uma mitocôndria, volume 1 de Amabis e Martho, p.149; (B) Desenho e fotomicrografia de um cromossomo plumulado, volume 1 de Amabis e Martho, p.19353
- Figura 6:** Associação de tabela, desenhos e fórmulas numa imagem relativa aos conteúdos de genética, volume 3 de Amabis e Martho, p.98.....56

Figura 7: Associação de gráficos e desenhos relativos a diferentes tipos de seleção natural, volume 3 de Amabis e Martho, p.267	58
Figura 8: Associação de fórmulas químicas e desenhos: (A) Estruturas celulares associadas às suas fórmulas, volume 1 de Amabis e Martho, p.2; (B) Reações químicas associadas aos desenhos dos organismos que as realizam. volume 2 de Amabis e Martho, p.32 [imagens apresentadas com 80% do tamanho original]	61
Figura 9: Imagens mistas envolvendo diagramas: (A) Associação de diagrama e fotografia, volume 1 de Amabis e Martho, p.316; (B) Associação de diagrama e desenhos, volume 2 de Amabis e Martho, p.39 [Imagens apresentadas com 80% do tamanho original]	62
Figura 10: Representações artísticas e reproduções: (A) Reprodução de uma pintura, v.1 de Amabis e Martho, p.9; (B) Reprodução de um desenho de Vesalius, v.1, de Amabis e Martho, p.9; (C) Reprodução do retrato de Darwin e da folha de rosto de seu livro, v.1, Amabis e Martho, p.11, (D) Representação artística do citoesqueleto da célula; v. 1, Amabis e Martho, p.153	65
Figura 11: Associação de mapa, fotografia e gráfico relativos à região da caatinga, volume 3, Amabis e Martho, p.437.....	68
Figura 12: (A) Associação de fórmulas químicas, desenho e fotografia. Linhares e Gewandsznajder,1992, p.48;. (B) Fotografias compondo uma mesma figura, volume 1 de Amabis e Martho, 1999, p. 83	69

Figura 13: Exemplo de imagem explicando o texto, Sônia Lopes, 1998, p.202.....	98
Figura 14: Analogias visuais: (A) José Luis Soares, p.127, 1998; (B) Amabis e Martho, 1999, p.93.....	99
Figura 15: Imagens na mesma página onde uma ajuda a compreender a outra, Cesar e Sezar, 1991, p.99. Observe também que o texto não faz referência às imagens	102
Figura 16: Imagens fantásticas: (A) Imagens do livro de Wanderley Carvalho, 1998, p.77; (B) Imagem do livro de Wilson Paulino, 1995, p.64	105
Figura 17: Imagens presentes em testes de vestibular.....	109
Figura 18: Imagens de diferentes representações de DNA em livros didáticos de Biologia: (A) Albino Fonseca, 1977, p.32 [80% da imagem original]; (B) Wilson Paulino, 1995, p.60.; (C) Marcondes e Lammoglia, 1981 p.76; (D)idem, p.77.	140
Figura 19: Diferentes representações de nucleotídeos: (A) Carvalho, 1998, p.74; (B) Marcondes e Lammoglia, p.73, 1981; (C) Linhares e Gewandsznajder, 1992, p.166.....	141
Figura 20: Representação plana de um fragmento da molécula de DNA., Amabis e Martho, 1984, p.48	142
Figura 21: Fórmulas químicas das bases e as ligações tipo ponte de hidrogênio que ligam as bases púricas de uma cadeia com as bases pirimídicas da outra	

cadeia. Na imagem colorida a pentose (em branco) apresenta 6 lados. Albino Fonseca, 1992, p.138.....	143
Figura 22: Imagens do livro de Hennig e Ferraz, na qual é possível se observar duas formas diferentes de representação para as mesmas bases, 1974, p192.....	144
Figura 23: Uso de cores diferentes para representar os mesmos elementos do nucleotídeo em imagens na mesma página, Soares,1995 p 39.....	145
Figura 24: Imagens do livro de Durand e Favard sobre a estrutura do DNA nas quais estão indicadas por setas as passagens de uma forma de representação para outra.....	146
Figura 25: Imagens do livro de Durand e Favard sobre a estrutura do DNA (cadeia polinucleotídica). É possível observar três formas diferentes de representar a cadeia.....	147

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Regressão entre a média de imagens por página e o ano de publicação.	94
---	----

Lista de Tabelas

Tabela 1: Frequência das imagens nas diferentes categorias.....	46
Tabela 2: Frequência de imagens mistas.	46
Tabela 3: Frequências e percentagens de cada categoria encontrada nos três volumes analisados.	48
Tabela 4: Distribuição das imagens mistas entre as associações observadas na coleção....	49
Tabela 5: Informações gerais sobre os 26 livros analisados.....	77
Tabela 6: Tipos de imagens encontradas nos 26 livros na parte de Citologia.....	82
Tabela 7: Imagens mistas presentes nos capítulos de Citologia dos 26 livros analisados...	85
Tabela 8: Comparação entre livros de Silva Junior e Sasson, a partir do cruzamento dos dados das Tabelas 5 e 6.	87
Tabela 9: Comparação entre livros de Paulino, a partir do cruzamento dos dados das Tabelas 5 e 6.....	88
Tabela 10: Comparação entre livros de Amabis e Martho, a partir do cruzamento dos dados das Tabelas 5 e 6.....	89
Tabela 11: Comparação entre livros de Soares, a partir do cruzamento dos dados das Tabelas 5 e 6.....	91

Tabela 12: Comparação entre livros de Lopes, a partir do cruzamento dos dados das Tabelas 5 e 6.....	91
Tabela 13: Comparação entre livros de Fonseca, a partir do cruzamento dos dados das Tabelas 5 e 6.....	92
Tabela 14: Comparação entre livros de Beçak e Beçak, a partir do cruzamento dos dados das Tabelas 5 e 6.....	93
Tabela 15: Frequência das diferentes categorias de imagens presentes nos testes sobre Citologia dos livros analisados.....	107
Tabela 16: Diferentes relações de tamanhos em que foram representados os constituintes da molécula de DNA.....	123
Tabela 17: Classificação dos livros segundo as categorias de coerência e legibilidade....	129

I - INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Imagens produzidas pela ciência e reproduzidas nos diferentes meios de informação, comunicação e divulgação fazem parte, com frequência cada vez maior, do universo cultural contemporâneo. Também fazem parte desse universo as imagens presentes nos livros didáticos de ensino médio, com os quais ensinam-se disciplinas como a Biologia, e onde as imagens, historicamente, estiveram sempre presentes.

No que diz respeito a esta relação entre ciência e imagem, cresce consideravelmente o interesse e os investimentos na produção de imagens por meio das novas tecnologias e que possibilitam estudos, explorações, simulações e antecipações antes impossíveis ao campo científico.

Um exemplo deste tipo de imagens são aquelas que permitem visualizar o interior do corpo humano, através de radiografias, tomografias computadorizadas e ultra-sonografias que auxiliam em diagnósticos mais precisos e tratamentos mais adequados.

Esta busca da "visualização", não só em relação ao interior dos corpos mas também das estruturas microscópicas, é antiga e próspera, tendo como resultado a criação/invenção de muitos dos novos aparelhos e técnicas hoje disponíveis.

Também podemos falar da produção de imagens pelos e para os próprios meios midiáticos, como as técnicas de programação visual, digitalização de imagens e suas reproduções. Os avanços tecnológicos nesta área tem possibilitado gerar,

combinar e disponibilizar imagens nos diferentes meios (televisão, revistas, computadores, jornais, livros etc.).

“A produção de imagens hoje chega muito rapidamente aos livros didáticos e estas imagens não se parecem com nada do que conhecemos. A nossa experiência sensível visual não nos ajuda a compreender as imagens que a Biologia está produzindo hoje, que são as imagens produzidas pelas técnicas mais variadas, com componentes de digitalização muito fortes, como as imagens, por exemplo, da Biologia molecular. Aqui a Biologia está muito próxima da física que também produz imagens desta natureza, como as imagens das partículas que duram alguns segundos e que ninguém tem condições de ver de forma “natural”. Esta falta de correspondência com alguma coisa do mundo sensível determina a necessidade de um aprendizado que possibilite “ver. (...) A presença destas imagens no livro didático tem um sentido de aproximar as pessoas desta produção diferenciada de imagens ou tem um sentido de espetacularização da ciência?” (BRUZZO, 2000)¹

Esta imensa quantidade de imagens a que estamos expostos no dia-a-dia e a maciça presença deste recurso (a imagem) em todos os meios de comunicação e nos materiais didáticos, estimula a pesquisar sobre a presença da imagem no contexto educacional da Biologia de nível médio, mais especificamente nos livros didáticos destinados a este nível de escolarização.

O livro didático, por sua vez, continua sendo apontado por vários autores² como o principal recurso utilizado pelos professores em sala de aula, presença esta reconhecida e estimulada pelas ações das instâncias educacionais que o disponibiliza gratuitamente no ensino fundamental, e muitos são os movimentos ao seu redor: avaliações do Ministério de Educação e Cultura (MEC), pareceres de professores

¹ Bruzzo, Cristina. Comunicação Pessoal em seminário no grupo de pesquisa OLHO – Laboratório de Estudos Audiovisuais. Na Faculdade de Educação da Unicamp, Agosto de 2000.

² Oliveira (1984), Moysés e Aquino (1987) entre outros, bem como Silva e Almeida (1998), que afirmam que o livro didático não representa apenas a fonte dos textos utilizados nas aulas, seu uso está relacionado à própria estruturação das atividades de ensino em que se encontram professores e alunos. Ele está relacionado à seqüência das aulas, ao que o professor diz, como diz, o que faz e como faz.

consultores das diferentes universidades, recomendações e regras para a sua feitura através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e recentemente, de forma mais indireta, através das formulações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), indicando os conteúdos a serem desenvolvidos e muitas vezes, sugerindo procedimentos ao professor.

Nesta mesma direção, isto é, a de que o livro didático não está ameaçado no que diz respeito à sua presença nas escolas e no ensino em geral, os números relativos ao mercado de livros didáticos no Brasil³ permitem afirmar que ele se consolidou como recurso didático/pedagógico nas salas de aulas brasileiras, participando da definição dos conteúdos a serem ensinados em cada disciplina escolar.

Gasparello (1999) em sua pesquisa sobre o livro didático afirma que muitos são os campos do saber (Didática, História, Lingüística, Semiótica, etc.) interessados em aprofundar questões ligadas à sua *gênese, à sua continuidade e às suas transformações, como aos seus usos e práticas na produção e reprodução de conhecimento, aos valores implícitos e ideologias, estereótipos e preconceitos de seus conteúdos* (p.172). Esta mesma autora afirma também que as interfaces do livro didático como objeto histórico/cultural e educativo/didático podem ser reconhecidas nos estudos que *analisam o livro escolar quanto à sua fabricação – o livro como objeto-mercadoria que sofre as contingências sociais, econômicas, técnicas e políticas como qualquer outra e que percorre os caminhos de produção, distribuição e consumo* (p.172) e afirma que em função da sua problematização e da abrangência dos temas que a partir dele podem ser formulados, o livro didático tornou-se um objeto polêmico e complexo.

Partindo-se destas premissas que apontam para a importância da imagem no campo científico e educacional, e para o objeto livro como um produto histórico

³ Algo em torno 258,5 milhões de exemplares vendidos ou 1.134 milhões de dólares só no ano de 1998.

cultural que está em relação com as possibilidades técnicas e científicas, bem como com as características educacionais de uma época, é que desenvolvemos esta pesquisa com os livros de Biologia do ensino médio, tentando compreender a presença das imagens ali veiculadas. Neste trabalho a busca da compreensão desta presença se deu em três diferentes níveis:

- a) Num primeiro momento, procuramos quantificar estas imagens a partir de categorias que levaram em conta a natureza da imagem e mapear em quais conteúdos da Biologia elas estavam presentes.
- b) Posteriormente caracterizamos as imagens relativas à Citologia e identificamos as formas como foram utilizadas na sua relação com os textos.
- c) Por fim e de uma forma mais específica, procuramos verificar como as imagens do DNA (ácido desoxirribonucléico) se comportaram em relação às categorias legibilidade e coerência .

II - A IMAGEM

2 A IMAGEM

2.1 - Considerações gerais

Na concepção de Santaella e Nöth (1998), *as imagens têm sido meios de expressão da cultura humana desde as pinturas pré-históricas das cavernas, milênios antes do aparecimento do registro da palavra pela escritura. Entretanto uma ciência da imagem, uma imagologia ou iconologia, ainda está por existir* (p.13). Segundo os mesmos autores, *podemos considerar as imagens divididas em dois domínios: como representações visuais, onde imagens são: desenhos, pinturas, gravuras, fotografias e as imagens cinematográficas, televisivas, holo e infográficas e, nesse sentido, são objetos materiais, signos que representam o nosso meio ambiente visual* (p.15); e como representações mentais, onde as imagens aparecem como visões, esquemas, imaginação ou modelo mental.

Calado (1994) parte do princípio de que as imagens constituem uma linguagem e afirma que (...) *a partir do momento em que admitimos que as imagens materiais são sistemas de representação, podemos utilizar, a propósito da linguagem visual e com toda a pertinência, os conceitos de leitura, alfabetismo e aprendizagem* (p.21).

Segundo Santaella e Noth (op.cit.) nem todos os estudiosos que estudam a semiótica da imagem consideram que as imagens constituam uma linguagem, discute-

se a qualidade sígnica da imagem – são signos icônicos, apresentando objetos do mundo real ou plásticos, como figuras abstratas – e questiona-se se a leitura da imagem responde a uma percepção natural da mesma ou baseia-se no conhecimento de um conjunto de convenções. Além desta discordância, pesa também a alegação de que *as imagens não podem servir como meios de reflexão sobre imagens. O discurso verbal é necessário ao desenvolvimento de uma teoria da imagem* (p.13).

Neste trabalho vamos assumir a concepção de imagem como linguagem já que acreditamos que a medida que vamos sendo expostos ao visual, vamos aprendendo o significado de seus códigos, ou seja, "alfabetizando-nos" visualmente.

2.2 - Funções da imagem

A seguir, apresentamos alguns autores que em diferentes áreas buscaram compreender as diferentes funções que as imagens poderiam apresentar.

Duchastel (1980) tratando deste assunto de uma forma genérica, identificou três funções básicas relativas ao papel que a imagem desempenha em um determinado contexto: a função motivadora, a explicativa e a retencional.

Carneiro (1997) interpretando Duchastel (op. cit) explica que:

*"uma imagem desempenha um papel **motivador** quando desperta a curiosidade, o interesse do aluno pelo texto. Neste sentido, as imagens tais como caricatura, retratos de personagens históricos, cenas geográficas, etc. preenchem no livro didático um papel motivador.*

*O papel **explicativo**, deveria ser considerado o mais comum nos livros didáticos, visa explicitar uma mensagem verbal tornando a mais inteligível para os alunos. Sua ação está mais direcionada para a compreensão da mensagem.*

*A função **retencional** é a mais difícil de ser apreendida e permanece a nível de hipótese em relação às duas funções anteriores. Refere-se a retenção a longo prazo das informações apresentadas no texto-imagem.*

Enquanto as outras funções operam no momento da leitura do texto, a função retencional age no momento que solicitamos do aluno a lembrança de informações." (CARNEIRO, 1997, p.366-373)

Em outro trabalho, Duchastel (1990) apontou a ausência de um quadro conceitual bem definido que pudesse auxiliar a análise das imagens e de seus efeitos na aprendizagem como um dos principais problemas das pesquisas nesta área. Este autor propõe duas possibilidades para a análise morfológica:

*"A análise morfológica abarca várias tipologias, dentre elas a de Fleming (1967) que utiliza entre outros atributos, a cor e o tipo de desenho, e a de Knoweton (1966) que classifica as imagens como: **realistas** (representativas), **analógicas** (implicam similaridades) ou **lógicas** (diagramas)."*

No que diz respeito a esta classificação proposta por Knoweton (1966), citado por Duchastel (1990), as imagens *realistas* dos livros didáticos de Biologia seriam as fotografias, fotomicrografias e alguns desenhos bem figurativos quando usados no sentido de evocarem a realidade. As *analógicas* seriam, a nosso ver, os desenhos que buscam uma relação de semelhança e, possivelmente, os mapas. E as *lógicas* seriam os quadros e tabelas, os gráficos, as fórmulas e os diagramas.

Para Novaes (1985), outro autor que tratou das funções da imagem, elas podem ser classificadas em **reprodutoras**, quando evocam objetos ou eventos já conhecidos e que se identificam neles mesmos; ou **emancipatórias**, quando representam situações e movimentos não percebidos anteriormente.

Nos livros didáticos, considerando-se esta classificação, as imagens de tipo reprodutoras seriam as mais características. Entretanto esta afirmação pode ser contestada se forem considerados os alunos leitores do livro, pois para eles os conteúdos e as imagens poderiam ser até então desconhecidas. Também não leva em conta os pequenos acréscimos feitos nas imagens que já são conhecidas pelos alunos, por exemplo pela repetição de ilustrações em seqüências nas quais supostamente os alunos seriam gradativamente familiarizados com novos aspectos do conteúdo da

Biologia ali representados, assim como novos elementos da própria representação em Biologia, ampliando o conjunto de convenções desta área de conhecimento conhecidas pelos alunos.

Aumont (1993) considera que a função primeira da imagem *é garantir, reforçar, reafirmar e explicitar nossa relação com o mundo visual*. O autor (na obra citada, p.:80) identificou ainda outras três funções para as imagens: a função **simbólica** (por exemplo a cruz e a suástica), a **epistêmica** (imagem que traz informações (visuais) sobre o mundo) e a **estética** (destinada a oferecer sensações específicas ao espectador).

Segundo esta classificação, as imagens dos livros de Biologia poderiam ser compreendidas na sua maioria como epistêmicas, pois pretendem trazer ao leitor informações e interpretações da ciência a respeito do mundo e do conhecimento que temos dele. Por exemplo, quando temos a imagem da cadeia dupla do DNA, ela está no contexto do livro fornecendo-nos informações de como está estruturado este ácido do ponto de vista da ciência.

Estas três funções, na verdade não são excludentes e coexistem nas imagens em geral. A mesma imagem já citada do DNA, na qual identificamos uma função epistêmica, num outro contexto, como em contextos publicitários, poderá estar significando genericamente "vida" e ser considerada uma imagem simbólica ou ainda estética.

Calado (1994) pesquisou as imagens usadas pelos professores em sala de aula, e trabalhou com doze diferentes funções ⁴ sinalizando que:

"algumas delas servem mais determinantemente aspectos cognitivos (ou de conhecimento, de informação), outras aspectos afetivos (ou de relação). O que recorda que qualquer processo comunicativo se desenrola em dois níveis – o do conteúdo e o da relação (Watzlawick et

⁴ Estas doze funções seriam as seguintes: Função Expressiva; Função Persuasiva; Função Poética; Função Representativa; F. Organizadora; F. Interpretativa; F. Transformadora; F. Decorativa; F. Memorizadora; F. Complemento; F. Dialética e Função Substitutiva. – Para mais informações sobre as funções vide p.100-107 da obra já citada no texto.

al., 1967) -, *bem como que uma imagem pode estar mais dominada pelos aspectos semânticos, ou mais pelos aspectos expressivos.*" (CALADO, 1994, p.101)

No caso das imagens de livros didáticos, um aspecto importante a ser considerado é a relação das ilustrações com o texto, tanto do corpo central da página quanto aquele da legenda da figura. Kalverkämper (1993) citado por Santaella e Nöth (1998), considerou-as a partir de um contínuo que vai da redundância à informatividade e diferenciou três casos:

"(1) a imagem é inferior ao texto e simplesmente o complementa, sendo portanto, redundante. Ilustrações em livros preenchem ocasionalmente essa função, quando, por exemplo, existe o mesmo livro em uma outra edição sem ilustrações.

(2) A imagem é superior ao texto e, portanto, o domina, já que ela é mais informativa do que ele. Exemplificações enciclopédicas são freqüentemente deste tipo: sem a imagem, uma concepção do objeto é muito difícil de ser obtida.

(3) Imagem e texto têm a mesma importância. A imagem é, nesse caso, integrada ao texto. A relação texto-imagem se encontra aqui entre redundância e informatividade." (SANTAELLA E NÖTH, 1998, p.54)

A relação texto/imagem, proposta por Kalverkämper, será útil na compreensão das imagens da citologia que serão tratadas mais adiante.

2.3 - Imagens na ciência

Os registros visuais feitos por meio de desenhos sempre acompanharam o desenvolvimento das ciências naturais, e estiveram presentes já nos primeiros livros, antes mesmo da era de Gutenberg⁵.

⁵ Johannes Gutenberg (c/1400-1468) alemão criador da tipografia de tipos móveis, criação tão marcante na história da impressão que inicia toda uma era conhecida como era de Gutenberg. (<http://www.britannica.com>)

Exemplificando isto Boas (1962), citado por Olson (1994), referindo-se aos primórdios da ciência moderna (séculos XV e XVI) afirma que:

"Em botânica e anatomia, as ilustrações podiam transmitir o que as palavras, ainda insuficientemente subordinadas às necessidades técnicas, não conseguiam. Não existia ainda uma linguagem técnica de sentido preciso e universalmente conhecida, apropriada para explicar em detalhe a necessária descrição da forma."(p.240)

Neste contexto, Bruzzo⁶(2000) relembra que a história da impressão é de grande relevância para a compreensão da presença das imagens nos livros didáticos e sua natureza. A história da impressão articula-se com a história do conhecimento científico e com o tipo de imagens que acompanhava este conhecimento. Neste sentido Sarton (1955), citado por Olson (1994) afirma que os avanços nas técnicas de gravura e impressão e a distribuição e padronização resultantes destas ações levaram à rejeição dos desenhos anteriores e à reformulação dos próprios textos. Bruzzo (op. cit) explica que antes do surgimento da imprensa, um animal, por exemplo, que era visto em um lugar distante dos centros europeus, era somente conhecido pelos desenhos que se faziam dele, e que eram reproduzidos pelos copistas⁷ da época. Certamente esta forma de conhecer criava muitos "ruídos", a ponto de, às vezes, o animal que tinha sido visto não se parecer em quase nada com o animal reproduzido nas imagens.

Ainda sobre a importância do avanço das técnicas de reprodução das imagens na ciência, Eisenstein (1998) afirma que:

⁶ Bruzzo, Cristina. Comunicação Oral em seminário no grupo de pesquisas OLHO – Laboratório de Estudos Audiovisuais. Na Faculdade de Educação da Unicamp, Agosto de 2000.

⁷ Copiadores de manuscritos, quem transcrevia, editava e interpretava os pergaminhos, em geral bíblicos. (babylon.com 2002 v. 3.2.40).

"(...) em certos campos do conhecimento, como na arquitetura, geometria ou geografia, bem como em muitas das ciências da vida, a cultura impressa (...) ampliou as funções exercidas pelas imagens, ao passo que reduzia as desempenhadas pelas palavras. Muitos textos fundamentais de Ptolomeu, Vitruvius, Galeno e outros antigos tinham perdido suas ilustrações após terem sido copiados durante séculos, e somente as readquiriram depois que o manuscrito foi substituído pelo texto impresso". (EISENSTEIN, 1998, p.53)

O avanço do conhecimento científico evidencia aqui a dupla via de influências entre ciência e tecnologia que passaram a estar associadas de tal forma, que muitas vezes fica difícil determinar os limites entre uma e outra.

Outra questão relevante sobre as imagens na ciência diz respeito ao que Gould (1997) denominou de *ícones canônicos* na e da ciência, ou seja, códigos visuais que se perpetuam como formas de representação, inclusive ultrapassando as fronteiras das áreas específicas. Este autor alerta para a importância que os ícones canônicos podem representar no âmbito da pesquisa e do pensamento em geral. Seguem-se as suas palavras:

"Os ícones estão no centro de nosso pensamento e não na margem; por isso, o problema da representação alternativa torna-se fundamental para a história da transformação das idéias em ciência (e mesmo para a noção bastante legítima do progresso científico!)." (GOULD, 1997, p. 59-60)

Ele exemplifica isto comparando diferentes representações visuais da teoria da evolução, no caso o modelo *em escada* e o modelo *em árvore* e chama atenção no sentido *das imagens refletirem preferências sociais e esperanças psicológicas ao invés de dados paleontológicos ou teoria darwiniana* (p.39).

No modelo em escada ou *marcha do progresso evolucionário* o ícone explica facilmente a idéia de transformação mas, segundo Gould, reforça a idéia errônea de que seríamos o ponto mais alto da evolução e ainda suprime por completo a questão da estabilidade e da diversidade, dois temas principais da história natural.

O modelo em árvore ou “*cone de diversidade crescente*” contempla a diversidade e a ancestralidade, mas o problema do *preconceito do progresso quer que coloquemos nossas criaturas ‘superiores’ no alto da árvore porque vemos nesse local privilegiado o indicador do desenvolvimento máximo* (p.58) e isto prejudica a disposição de todos os outros grupos tornando o ícone também problemático.

Gould afirma que *o choque ante uma imagem não-estereotipada pode ser revelador: de imediato percebemos como o ícone canônico era coercitivo, embora nunca nos ocorresse essa limitação* (p.38).

Este autor não está com isso pregando o abandono das imagens, ao contrário afirma serem elas guias poderosos para a teorização, no entanto, aponta para a atenção que elas merecem especialmente no contexto da ciência.

2.4 - Imagens em livros didáticos

No final da década de 70 e no começo da década de 80 intensificaram-se as produções de trabalhos críticos sobre o livro didático no Brasil, com ênfase especial sobre seus conteúdos.⁸ Posteriormente, também foram objetos de estudo a constituição do mercado de didáticos no país e os componentes político-governamentais aí envolvidos, onde pesquisadores como Oliveira (1984), Freitag, Costa e Motta (1993), Höfling (1993), entre outros, trouxeram muitos esclarecimentos importantes.

No caso específico dos livros de ciências e Biologia, nomes como Fracalanza (1982 e 1992), Pretto (1985) e Cicillini (1991) foram de grande destaque, questionando as concepções de ciência que eram ali veiculadas, apontando erros conceituais e também chamando a atenção para imagens que eram utilizadas de forma inadequada ou que continham erros.

⁸ Freitag, Costa e Motta (1993, p. 72)

Lins, já em 1977, também apontava para a importância de olharmos com atenção para as imagens dos livros didáticos. Ao analisar os livros de língua portuguesa da época destinados ao ensino de 1º grau, hoje ensino fundamental, alertava para o perigo da infantilização de imagens como vírgulas e pontos finais representados como personagens falantes e desenhados com olhos, boca, braços, etc. caracterizando uma antropomorfização daqueles elementos e subestimando a capacidade das crianças no que diz respeito à sua compreensão. Esse autor denominava ironicamente os excessos citados como característicos de uma *Disneylândia Pedagógica*.

Azevedo (1982) por sua vez, mesmo sem ter como objetivo a análise das imagens dos livros, apontou para a significativa presença desse recurso nos livros de ciências por ela analisados⁹. Segundo suas observações uma média aproximada de 50% da coleção era ocupada por gravuras, embora, no seu entender, às vezes, elas fossem desnecessárias, todas ilustravam as informações do texto.

Já Moysés e Aquino (1987), registraram as impressões de crianças (ensino fundamental) a respeito das imagens presentes nos livros didáticos de português identificando diferentes posições daqueles leitores frente a utilização deste recurso didático. *Você lê uma coisa e não entende. Aí, tá lá a figura que explica. (2ª série – escola D)*. A pesquisa revelou que, para a maior parte das crianças da 2ª série, a ilustração é condição para haver compreensão, havendo, contudo exceções. Para as autoras *essa é uma situação que tende a se modificar em função do nível de escolaridade e do trabalho do professor* (p.8).

Ainda a este respeito elas afirmam que:

⁹ A coleção utilizada foi: Ciências – escola moderna V. 1, 2, 3 e 4. São Paulo/ IBEP de Samuel Ramos Lago e Waldemar Ens.

"Foi comum, na 5ª série e na 8ª série, encontrarmos metade do grupo considerando a ilustração como peça básica para a compreensão e a outra metade abrindo mão desse recurso:

Desenho não é para enfeitar. É para entender! (5ª série – Escola B).

Eu acho que não deveria ter figura. A gente devia ler e entender e não a figura que ia dizer o que é a gente tinha que ler. (5ª série – Escola E)

Sem figura dá mais pra imaginar. (5ª série – Escola E)". (MOYSÉS E AQUINO, 1987, p.8)

Em relação às imagens dos livros didáticos de história de 1º grau, Davies (1990) constatou a ausência de uma pesquisa iconográfica original. Segundo este autor comparações entre os livros indicaram que as imagens se repetem com frequência nos diferentes livros e que a originalidade dos mesmos reside no fato de não apresentarem as mesmas ilustrações na mesma seqüência.

Podemos nos questionar sobre a diversidade e especificidade das imagens presentes nos didáticos e por conseqüência, de suas abordagens, ou seja, imagens presentes em livros de ensino de história devem ser analisadas de forma diferente das imagens presentes nos livros de ensino de Química ou de Biologia? A pesquisa iconográfica parece ser um exemplo desta especificidade, cuja prática já é reconhecida e freqüente no que se refere às imagens de livros de história.

Araújo (1995) por sua vez, tratou do papel das imagens enquanto fontes de informações e suportes para a aquisição de conhecimentos. Ele afirma que muitas lacunas e interrogações subsistem quanto a este papel, e sustenta ainda que poucas são as sistematizações desses conhecimentos sob a forma de métodos de sua utilização no processo educativo. Predominam as preocupações mais com construção de imagens (tipo de letra, tamanho, tipo de desenho, localização na página, etc.) do que das modalidades práticas de uso desses suportes pelo professor em sala de aula.

Este mesmo autor, ainda em seu trabalho de pesquisa, focalizou as imagens fixas no material didático e testou como ocorria o processo de aprendizagem

através de *representações figurativas* retiradas de livros didáticos de ciências. Suas reflexões foram no sentido de elucidar como o aluno procedia para retirar informações de uma imagem; quais elementos ele considerava; como decodificava signos; que caminhos percorria; o que deixava de ver ou relacionar, enfim, como a imagem era lida. Tratava-se portanto de uma pesquisa cujo foco era a recepção da imagem.

A teoria da informação, afirma Araújo (1995) supõe que, o receptor decodifica a mensagem, e quando não o faz corretamente, a razão estaria principalmente na presença de “ruído” ou ambigüidade na emissão da mensagem.

Contrapondo-se a esta visão clássica os pesquisadores vinculados aos Estudos de Recepção e a abordagem dos Estudos Culturais que ganharam relevância nas pesquisas educacionais nas últimas décadas, consideram como White (1998) que:

“os leitores, telespectadores ou radiouvintes não são mais tratados como consumidores passivos dos meios, e que como receptores capazes de ter leituras diferenciadas e plurais das mensagens veiculadas, buscam sentidos convergentes às suas experiências de vida.” (WHITE, 1998, p. 57)

Mais especificamente sobre a leitura Chartier (1999) afirma que:

“A leitura é sempre apropriação, invenção, produção de significados. Segundo a bela imagem de Michel de Certeau, o leitor é um caçador que percorre terras alheias. Apreendido pela leitura, o texto não tem de modo algum – ou ao menos totalmente – o sentido que lhe atribui seu autor, seu editor ou seus comentadores. Toda história da leitura supõe, em seu princípio, esta liberdade do leitor que desloca e subverte aquilo que o livro lhe pretende impor.” (CHARTIER, 1999, p.77)

Bernuy juntamente com Martins (2000) buscaram desvendar a recepção da imagem, trabalhando com alunos e professores frente a imagens relativas a conteúdos da física. Em suas análises esses autores utilizaram as categorias de Kress e Van Leeuwen (1996) nas quais imagens **narrativas** representam processos e/ou ações que acontecem ao longo do tempo como a ebulição de um líquido ou o movimento relativo de dois corpos; imagens **analíticas** relacionam relações de parte e todo, mostrando componentes de um sistema. Por exemplo, explicam os autores, num diagrama do aparelho digestivo os diversos órgãos são representados um em relação ao outro, com seus nomes e/ou funções aparecendo escritos ao seu lado e **classificação** organiza membros de uma mesma classe geralmente num arranjo simétrico de imagens do mesmo tipo como, por exemplo, fotografias de vários tipos de rochas dispostas ao longo de um eixo vertical e horizontal lado a lado, ou em estruturas hierárquicas como, por exemplo árvores que representam taxonomia, e constataram que:

"(i) imagens narrativas nem sempre são compreendidas pelos alunos, e que a disposição na página pode confundir sua leitura; (ii) os alunos apresentam dificuldades de estabelecer relações de parte e todo em algumas imagens analíticas; (iii) poucos descrevem certas imagens como classificatórias. Numa comparação entre imagens de três livros didáticos diferentes (referentes a 2^o Lei de Kepler), os alunos preferiram aquela com menos detalhes, destacando o uso de cores e raramente se referindo às legendas na sua leitura da figura." (BERNUY E MARTINS, 2000, p.52)

As constatações de Bernuy e Martins a respeito de como os alunos "lêem" as imagens dos livros, permitem refletir sobre a polêmica idéia de que a compreensão de imagens se dá de forma instantânea, sem que haja necessidade de um aprendizado por parte do leitor, bem como vão ao encontro da posição defendida pelos autores que

trabalham com a teoria da recepção e com as abordagens dos estudos culturais expressa anteriormente, pois, para eles, a compreensão da imagem não está totalmente definida no polo da emissão.

Martins (1997), no que se refere às funções da imagem nos livros de ciências, afirma ainda que elas parecem servir a distintas funções, tais como:

"Atrair atenção, provocar interesse, motivar; Sinalizar e organizar o conteúdo por vir; Ilustrar uma idéia ou argumento; Mostrar como algo é feito descrever um procedimento." (MARTINS, 1997a, p.297)

Ainda quanto aos aspectos visuais dos didáticos, Amaral e Neto (1997) consideram que as deficiências, tais como ilustrações sem escalas, qualidade inadequada do papel ou uma diagramação cansativa podem ser corrigidos, por intermédio de uma nova editoração.

Concordamos com os autores, porém é preciso fazer a ressalva de que novas edições têm um alto custo para as editoras que, em função disto, resistem em modificarem seus livros, haja visto as brigas com o MEC no que diz respeito às novas determinações a partir das avaliações para os livros do ensino fundamental. Com frequência é possível observar um carimbo ou selo colocado na capa, informando ao comprador que se adequa aos PCNs ou a quaisquer outras exigências feitas por parte do governo.

Esta questão permite também fazer referência a outro procedimento comum nesse mercado, o de denominar reimpressões de novas edições, confundindo sem dúvida o comprador menos atento.

Na pesquisa de Silva e Trivelato (1999) sobre os livros de Biologia do século XX, as autoras analisaram os prefácios de 49 livros distribuídos nas nove décadas que compôs seu objeto de estudo e apenas no prefácio do livro de 1998 elas mencionaram a existência de um registro de referência às imagens:

“... obra profundamente ilustrada...pois cremos que a motivação do aluno começa pelo poder lúdico do visual e se completa pela extraordinária performance didática da figura sobre a letra ...” (SILVA E TRIVELATO, 1999, p.7)

As autoras ainda afirmam “que a impressão dos livros em quatro cores foi constante na década de 90, quando todas as obras estavam marcadas por uma produção editorial que valorizava os aspectos visuais” (p.7).

Mortimer (1988) examinou livros didáticos de Química e denominou como **projeto de leitura** a forma como a leitura esperada por parte do aluno é organizada no próprio corpo do livro, por meio de elementos gráficos, pela diagramação além das indicações presentes no texto.

Para Mortimer, a forma como os livros a partir da década de 80 vem sendo apresentados dificulta aos alunos/leitores a construção de seu próprio projeto de leitura. Este autor afirma que:

“Assim, nos livros didáticos de períodos anteriores, o aluno teria que ler o texto e, a partir dessa leitura, selecionar os trechos mais importantes, sublinhar as partes que julgasse fundamentais, etc. Nos livros atuais isto é impossível, pois tudo vem pronto para o educando. Os conceitos mais importantes já estão em destaque, geralmente dentro de quadros. O número de esquemas, ilustrações, tabelas é exagerado, a ponto de dificultar a leitura, que fica necessariamente truncada por todos esses detalhes gráficos.” (MORTIMER, 1988, p.35)

Dessa maneira, entende Mortimer, que o livro já apresenta um projeto de leitura ao aluno, que pode simplesmente ler os quadros e consultar as ilustrações. Diz ele:

"Como esses quadros trazem normalmente definições e conceitos, o projeto de leitura apresentado pelo livro vai levar o aluno a memorizar esses conceitos e definições, ou seja, a própria apresentação gráfica dos livros induz a uma aprendizagem memorística, pois nem o projeto de leitura o aluno tem oportunidade de pensar e escolher." (MORTIMER, 1988, p.35)

Mortimer aponta diferenças significativas que devem ser consideradas no caso dos livros didáticos como é o caso da proliferação do uso dos recursos gráficos e mesmo das limitações por parte do aluno de estabelecer um projeto de leitura próprio. No entanto, é possível observamos um discurso um tanto nostálgico (no sentido de perda por não se fazerem livros, nem alunos e nem escolas como antigamente) e também identifica-se uma crença exagerada no poder do livro sobre os leitores.

Nesse sentido, Chartier (1999) ao chamar a atenção para as possibilidades de leitura de uma dada época para certas comunidades de leitores, nos ajuda a compreender melhor essa relação de negociação com práticas e discursos; negociação que produz deslocamentos, interpretações e usos. Chartier (op.cit.) traz essa idéia de negociação da teoria literária quando trata da realidade social e da ficção. Ali a decifração da obra pelos leitores se dá num jogo, no qual, de um lado temos a vinculação entre texto e matriz do mundo social e de outro, o efeito produzido neste deslocamento.

Em inúmeros trabalhos, Chartier (1994, 1999, 2001) tem sinalizado para a complexidade da recepção e até as idiossincrasias deste personagem, qual seja, o leitor, alertando para o equívoco das generalizações. A seguir vejamos como ele trata este assunto já no prólogo do livro *Cultura Escrita, Literatura e História* (1999) no qual comenta uma citação de Borges.

“Em sua conferência pronunciada em 1978, Jorge Luis Borges indicava com sutileza que um livro só adquire existência quando tem um leitor que o lê, e que seus significados mudam com suas leituras:

O que são as palavras postas em um livro? O que são esses símbolos mortos? Nada absolutamente. O que é um livro se não o abrimos? É simplesmente um cubo de papel e couro, com folhas; mas se o lemos acontece algo estranho, creio que muda a cada vez. Heráclito disse (o repeti demasiadas vezes) que ninguém se banha duas vezes no mesmo rio. Ninguém se banha duas vezes no mesmo rio porque as águas mudam, mas o mais terrível é que nós não somos menos fluidos que o rio. Cada vez que lemos um livro, o livro mudou, a conotação das palavras é outra. Contra uma visão simplista que supõe a servidão dos leitores quanto às mensagens inculcadas, lembra-se que a recepção é criação, e o consumo produção. No entanto, contra a perspectiva inversa que postula a absoluta liberdade dos indivíduos e a força de uma imaginação sem limites, lembra-se que toda criação, toda apropriação, está encerrada nas condições de possibilidade historicamente variáveis e socialmente desiguais. Desta dupla evidência resulta o projeto fundamental, que acredita descobrir como, em contextos diversos e mediante práticas diferentes (escrita literária, a operação historiográfica, as maneiras de ler), estabelece-se o paradoxal entrecruzamento de restrições transgredidas e de liberdades restringidas.” (CHARTIER, 1999: p.XIII)

É sabido, no entanto, que há um leitor “criado” pelo texto. Este leitor é chamado por Eco (1995) de leitor modelo¹⁰, isto é, aquele leitor pressuposto pelo autor.

¹⁰ Este leitor existe sempre que um autor escreve.

Em nossas análises, estamos considerando este leitor "modelo", já que os "textos de imagens" também pressupõem modos de interpretação. Certamente existe uma estratégia textual ou no caso gráfica, indicando a forma como a imagem deseja ser lida.

III - IMAGENS NOS LIVROS DE **BIOLOGIA**

3 IMAGENS NOS LIVROS DE BIOLOGIA

Agora através de um estudo exploratório realizado com livros de Biologia, vamos discutir algumas questões referentes ao mercado editorial brasileiro e às relações entre Estado e as editoras de livros didáticos.

3.1 - Um estudo exploratório em livros de Biologia: imagens de produtos comerciais

A polêmica gerada por três artigos do Jornal do Brasil de fevereiro e março de 2000 sobre “mensagens publicitárias” encontradas em livros didáticos de ensino médio e fundamental, e que após discussões entre editoras e governo culminou com uma resolução¹¹ do Conselho Nacional de Educação (CNE) o qual traça as regras para que as editoras possam incluir estas imagens em seus livros, nos levou a fazer também um estudo exploratório sobre o assunto no que diz respeito aos livros de Biologia.

Foram então analisadas cinco coleções disponíveis no mercado editorial de 1998/1999 de três grandes editoras brasileiras: Scipione (1), FTD (2) e Moderna (2). Identificamos a presença deste tipo de imagem nos livros de uma delas, no caso a editora Moderna. Nos livros dessa editora foram observadas 12 imagens de diferentes produtos comerciais: embalagens de azeites, margarina, adoçantes, vitaminas,

¹¹ Folha de São Paulo –Quarta-feira 5/07/00

vinagre, iogurte, medicamentos, leite em pó, sucos, achocolatados, sal, adubos, e uma bola de couro. Veja algumas destas imagens nas Figuras 1 e 2.

Observando essas imagens com cuidado, foi possível verificar que, no caso dos livros de Biologia analisados, elas não se equivaliam quanto ao uso que a editora e/ou autores fizeram delas. A maioria estava inserida nos textos como um “por exemplo” ou para ilustrar o que foi explicado em palavras. Este é o caso da figura 1-B onde podemos observar algumas embalagens de vitaminas oferecidas no mercado pela indústria farmacêutica.

Na figura 1-A há uma diferenciação conceitual entre gordura sólida e líquida e na imagem aparecem embalagens de azeites e margarina.

Na figura 1-C a questão diz respeito a exemplos de informações contidas nos rótulos, como é o caso do valor energético e mostra um rótulo de Ovomaltine, outro de um suco que provavelmente seja da marca Maguary e de uma lata de leite em pó que pode ser identificada pela forma e cores da embalagem (design) como sendo da marca Ninho.

Em outras ocasiões, mesmo que a imagem estivesse exemplificando uma citação do texto, como no caso dos adoçantes (veja a Figura 1-D), o texto da legenda fazia um alerta sobre doença causada por ingestão de substância presente naquele tipo de produto o que não caracterizaria uma propaganda ou seria uma contrapropaganda.

Na figura 2-A identificamos na imagem dois medicamentos usados para combater verminoses, um deles inclusive apresentava a tarja vermelha (o que indica que não pode ser comprado sem receita médica) e o outro sem a tarja, facilmente encontrado nas farmácias, apresentavam seus nomes bem legíveis.

Houve também um uso “analógico” da imagem, como no caso da bola da marca Penalty (Figura 2-B). Ela (a bola) no contexto, foi usada para explicar um fenômeno por meio de uma comparação entre o comportamento da célula vegetal ao absorver água, com o comportamento de uma bola ao receber ar. Este uso analógico tem sido usado nos livros mais recentes com certa frequência como explicaremos mais adiante quando tratamos da relação entre texto e imagem. Estas rápidas análises

nos indicam diferentes funções e nos dão pistas a respeito de um assunto ainda pouco estudado e que certamente merece atenção.

O que podemos afirmar, é que mesmo que usadas sem a intenção explícita de fazer propaganda, as marcas estavam presentes e não deverão ser ignoradas. Elas merecem a atenção dos professores e pesquisadores em análises mais aprofundadas.

Outra observação possível ao acompanharmos o episódio é aquela em que verificamos a total ausência das vozes de professores e universidades em relação a questão, ou seja, eles não foram solicitados a manifestarem sua opinião. A polêmica foi então resolvida somente entre governo e editoras com a presença da mídia trazendo a questão a público e desta forma pressionando o governo a se posicionar.

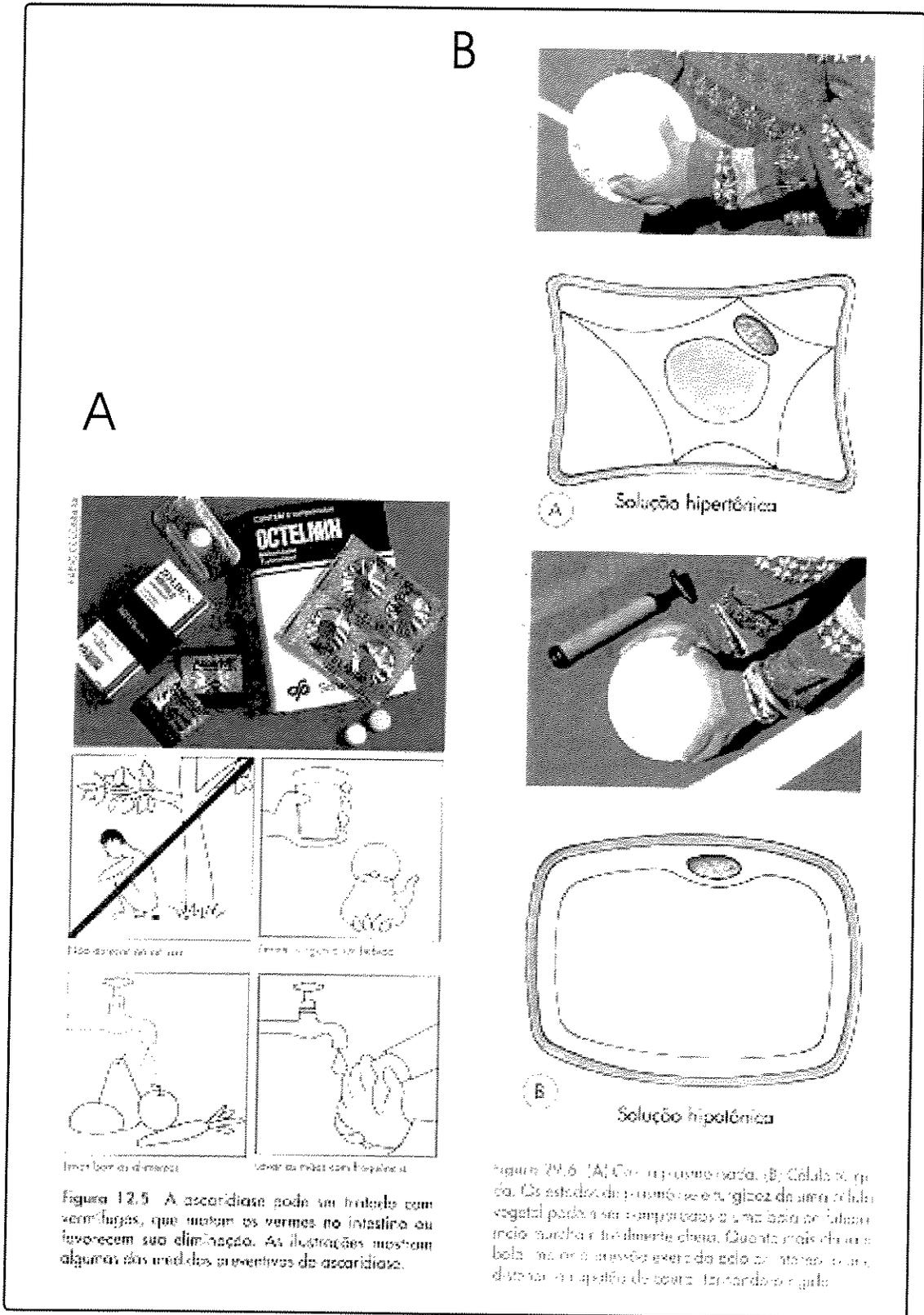


Figura 12.5 A ascariíase pode ser tratada com vermífugas, que matam os vermes no intestino ou favorecem sua eliminação. As ilustrações mostram algumas das medidas preventivas da ascariíase.

Figura 29.6 (A) Célula plasmolisada. (B) Célula túrgida. Os estudos de plasmólise e turgidez da célula vegetal podem ser comparados a uma bola de futebol inflada e firmemente cheia. Quanto mais cheia a bola, maior a pressão exercida pelo ar interno, assim como a pressão de turgor da parede celular.

Figura 2: Imagens de produtos comerciais em livro de biologia do ensino médio (Amabis e Martho, 1998). (A) Medicamento usado no combate de verminose (B) Uso analógico de uma bola da marca Penalty para explicar célula túrgida e plasmolisada.

3.1.1 - Relação histórica dos didáticos com o Estado

Este episódio com as imagens de produtos comerciais levou-nos a refletir sobre a relação Estado/Livro Didático no Brasil e de como ela foi se modificando ao longo do tempo, passando por várias e distintas fases.

Höfling (1993) tratou desta questão criando o cenário que será apresentado a seguir de forma muito sucinta.

A partir de 1938, com o Decreto-Lei nº 1006, o qual instituiu a Comissão Nacional do Livro Didático, houve o estabelecimento de condições para produção, importação e utilização do livro didático no Brasil.

Em 1945, através do Decreto-Lei nº 8.460, centralizou-se na esfera federal o poder de legislar sobre o livro didático.

Já em 1970, foi implantado o sistema de co-edição com as editoras nacionais, através da Portaria Ministerial nº 35/70. Em 1976, cria-se um mercado seguro para as editoras em decorrência do Decreto 77.107/76, através do qual o governo assumia a compra de boa parte da tiragem para distribuí-la às escolas e bibliotecas das Unidades Federadas.

Na compreensão de Höfling (1993), com o sistema de co-edição como censor oficial dos livros didáticos usados nas escolas brasileiras, o Estado foi assumindo também o papel de financiador dos mesmos livros.

A partir de 1985, por meio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), o MEC passou a ser somente comprador e não mais co-editor dos livros didáticos através do Decreto-Lei nº 91.542.

É por meio deste programa (PNLD) que o governo fornece as especificações por ele desejadas às editoras. Ainda segundo as análises feitas por Höfling (1999) acerca do relatório do MEC de 1994, 90% do total (R\$ 118.704.786,54) gasto com aquisições de livros, ou seja, R\$ 109.361.922,85, foi destinado a 6 editoras entre as 35 concorrentes.

Esses dados apontam na direção de uma concentração do mercado editorial brasileiro no que se refere a livros didáticos.

Consultando os relatórios do MEC de 1998, ainda é possível constatar esta concentração, pois as 6 editoras que mais vendem para o governo detém ainda 75% do mercado.

A discussão, portanto, sobre a pertinência ou não dessas imagens ditas "publicitárias" nos livros didáticos revela a complexidade da questão, em especial no que diz respeito às características deste mercado editorial, que no caso brasileiro é muito grande e envolve altas somas de capital.

3.1.2 - PNLD e suas especificações sobre aspectos visuais

A atenção dada pelas editoras de livros didáticos às sugestões do governo justificam-se plenamente, já que ele é seu melhor cliente, especialmente no que diz respeito ao ensino fundamental.

Vejamos agora que especificações são estas no que se refere às imagens.

No documento sobre os princípios e critérios para a avaliação de livros didáticos de 5ª a 8ª série para o ano 2000, especificamente no item 2.1 sobre aspectos visuais está escrito que:

" O texto e as ilustrações devem estar dispostos de forma organizada, com ritmo e continuidade, dentro de uma unidade visual.

O layout precisa ser motivador e integrado ao conteúdo, a fim de torná-lo mais fácil de ser compreendido.

O desenho e tamanho da letra, bem como o espaço entre letras, palavras e linhas, devem atender a critérios de legibilidade e também ao nível de escolaridade a que o livro se destina. A impressão não deve prejudicar a legibilidade no verso da página.

Títulos e subtítulos devem ser apresentados numa estrutura hierarquizada, evidenciada por recursos gráficos.

O livro não deverá apresentar erros graves de revisão.

É desejável que textos mais longos sejam apresentados de forma a não desencorajar a leitura, lançando-se mão de recursos de descanso visual.

As ilustrações são elementos da maior importância, devendo auxiliar a compreensão e enriquecer a leitura do texto. Principalmente, não devendo expressar, induzir ou reforçar preconceitos e estereótipos. Devem ser adequadas à finalidade para as quais foram elaboradas e, dependendo do objetivo, claras, precisas, de fácil compreensão; mas podem também intrigar, problematizar, convidar a pensar, despertar a curiosidade... É importante que o livro recorra a diferentes linguagens visuais; ilustrações de caráter científico devem indicar a proporção dos objetos ou seres representados. Mapas devem trazer legenda dentro das convenções cartográficas, indicar orientação e escala e apresentar limites definidos.

Gráficos e tabelas devem ser acompanhados de títulos, fonte e data.

Todas as ilustrações devem ser acompanhadas dos respectivos créditos."

(PNLD, 2000, p.27)

Estas orientações que se referem mais especificamente aos livros de 5^a a 8^a séries, refletem-se na forma como as editoras produzem seus livros escolares de uma maneira geral e, por isto, acreditamos na importância de estarmos atentos a elas.

Vemos que, nestas especificações, o MEC explicita compreensões à cerca das funções das imagens nos livros didáticos (*auxiliar a compreensão e enriquecer a leitura do texto*) e ainda determina suas características (*claras, precisas, de fácil compreensão*). Estas características são, em princípio, uma forma de reduzir a polissemia da imagem e de assegurar uma mesma interpretação por parte dos leitores.

Por outro lado, as especificações não excluem outros usos da imagem, já que acrescentam que elas *podem também intrigar, problematizar, convidar a pensar, despertar a curiosidade*. O governo, então, sinaliza para o tipo de imagem mais desejável no livro didático (*claras, precisas, de fácil compreensão*) mas não fecha a questão e enfatiza que *é importante que o livro recorra a diferentes linguagens visuais*.

Outras questões que poderíamos levantar seriam àquelas relativas ao significado das palavras ritmo, continuidade e unidade visual, palavras possivelmente conhecidas das equipes gráficas das editoras mas que ali não estão especificadas no plano conceitual. Palavras como layout (que por sua vez deve ser motivador e integrado ao conteúdo) também aparecem. Outros termos como critérios de legibilidade relacionados ao nível de escolaridade a que se destina o livro e ainda recursos gráficos e recursos de descanso visual também foram utilizados. Isto tudo demonstra uma grande preocupação com a forma. No que diz respeito ao conteúdo nos parece pouco afirmar que *O livro não deverá apresentar erros graves¹² de revisão*

Explorando comparativamente o que dizem os livros didáticos sobre as imagens e o que diz o PNLD verificamos que os discursos não são iguais. O PNLD não vai falar em nenhum momento em figuras originais, atraentes, enquanto os editores parecem estar olhando para o mercado. Isto significa que o controle do Estado não impede a busca de uma estética que responda a outras necessidades que não apenas aquelas por ele apontadas.

Por outro lado, os didáticos adquiridos pelo governo confirmam mais uma vez o que Höfling (1993-1999) tem afirmado sobre o controle do governo na indústria de livros desta natureza, ou seja, o governo através de suas especificações vai dentro de um certo limite, determinando a criação dos livros conforme suas

¹² Grifo nosso.

exigências e concepções. Exigências estas que são construídas a partir dos diferentes jogos de forças presentes na sociedade.

Outro movimento do governo diz respeito aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) que, por sua vez, também trazem algumas considerações sobre o uso da imagem.

Ao tratar na Parte III, relativa as *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, de questões relativas a representação e comunicação dos conteúdos desta área, o documento indica competências e habilidades a serem desenvolvidas, tais como: *interpretar e utilizar diferentes formas de representação (tabelas, gráficos, expressões, ícones...)* ou no que se refere especificamente ao ensino de Biologia: *perceber e utilizar códigos intrínsecos da Biologia; Apresentar, de forma organizada, o conhecimento biológico apreendido, através de textos, desenhos, esquemas, gráficos, tabelas, maquetes etc.; Conhecer diferentes formas de obter informações (observação, experimento, leitura de texto e imagem, entrevista), selecionando aquelas pertinentes ao tema biológico em estudo.*

Estas recomendações e considerações a respeito dos "aspectos visuais" presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio já pode ser observada nos atuais livros didáticos.

3.2 - Uma aproximação quantitativa

Nesta etapa, as perguntas prementes que nos fazíamos eram as seguintes; os livros de Biologia, no ensino médio, realmente apresentavam um elevado número de imagens, a ponto de alguns autores usarem o termo "overdose"¹³ para se referirem ao uso deste recurso? Estas imagens estavam presentes em todos os assuntos tratados

¹³ João Batista de Almeida junior, em **Ter Olhos de Ver: subsídios metodológicos e semióticos para a leitura da imagem**, referindo-se à Italo Calvino, em Seis Propostas para o próximo milênio, no tópico visibilidade.

pela Biologia de nível médio? Como elas eram usadas? Eram elas de mesma natureza?

Selecionamos então quatro coleções de diferentes autores e de diferentes editoras para realizar as análises¹⁴. Neste momento, uma primeira dificuldade dizia respeito ao próprio conceito de imagem¹⁵.

As divergências na conceitualização de imagem são significativas, e por vezes esta mesma palavra pode estar significando uma coisa para um autor e outra muito diferente para outro; a opção foi considerar imagem tudo que não era texto, ou seja, diagramas, tabelas, gráficos, desenhos, fotos, fotomicrografias, etc. Esta decisão foi tomada a partir da observação do que vinha sendo considerado como 'figura' pelos próprios autores e editores dos livros examinados que numeraram as figuras ao legendar as imagens.

Os dados obtidos com as quatro coleções analisadas permitiram constatar que o número de páginas contendo imagens variava de 74% a 90% do total de páginas destes 12 livros. Fazendo-se a média entre as porcentagens obtidas em cada livro das coleções, verificamos que aproximadamente 80% das páginas dos livros selecionados apresentavam imagens, sendo que nos 20% restantes estavam incluídos os índices, glossários, exercícios e a bibliografia. Isto significa que as imagens estavam presentes em todo livro já que glossários e bibliografias costumeiramente não as apresentam. Os dados detalhados estão disponíveis nos gráficos da Figura 3.

Foram também examinados um volume único¹⁶ onde estão condensados os conteúdos para serem desenvolvidos nos três anos do ensino médio e outra coleção de três volumes¹⁷, desconsiderando as páginas com exercícios nas contagens. Estas

¹⁴ As coleções analisadas nesse primeiro momento foram as seguintes: coleção de Wilson Paulino da editora Ática de 1992/3 volumes (A); de Sônia Lopes/editora Saraiva, 1994 /3 volumes (B); de Cesar e Sezar/editora Atual, 1990 /3 volumes (C), e a de Martho e Amabis /editora Moderna, 1985 (D).

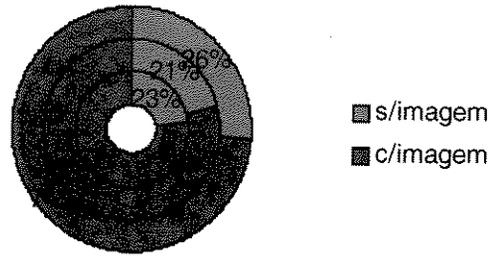
¹⁵ Ferreira (1975) conceitua **imagem** [Do lat. *Imagine*] como a representação gráfica plástica ou fotográfica de pessoa ou objeto. (...). Representação exata ou analógica de um ser, de uma coisa; cópia. Aquilo que evoca uma determinada coisa, por ter com ela semelhança ou relação simbólica; símbolo; e **ilustração** tem o sentido de esclarecimento, explicação, exemplificação e ornamento.

¹⁶ da editora Moderna de 1999, de Amabis e Martho (F).

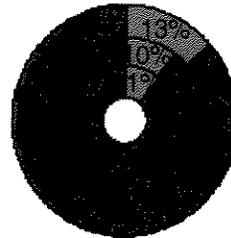
¹⁷ de Wanderley Carvalho, editora FTD/1998 (E)

novas contagens estão registradas na Figura 4, e permitiram constatar a presença das imagens em até aproximadamente 94% das páginas quando desconsideradas aquelas com exercícios, pois o número de imagens presentes nos exercícios é menor que aquele encontrado no corpo dos textos, embora não desprezível em termos percentuais.

Editora A 1992 - 3 vols.



Editora B 1994 - 3 vols.



Editora C 1990 - 3 vols.



Editora D 1985 - 3 vols.

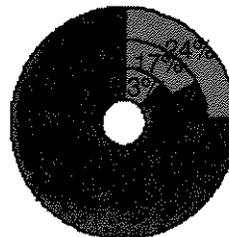


Figura 3: Percentual de páginas com imagens em livros didáticos de biologia de quatro editoras. O círculo interno refere-se ao volume I, o intermediário ao II e o externo ao III.

Editora E

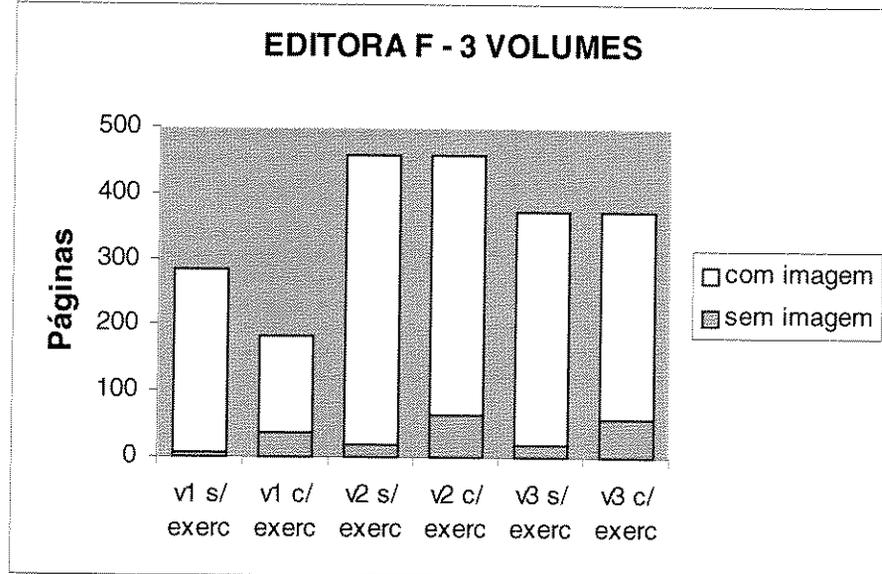
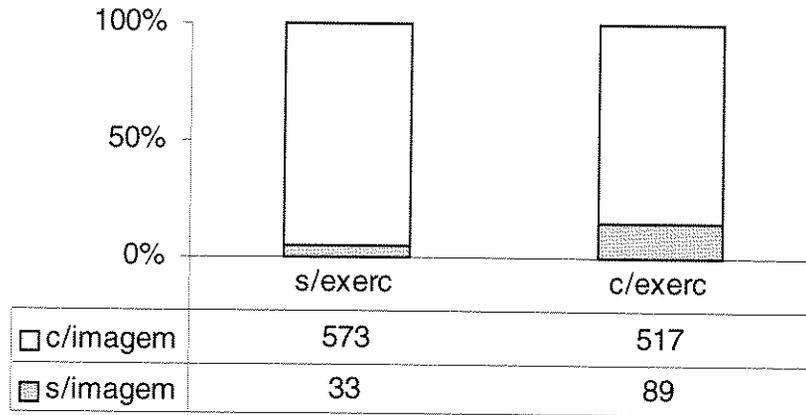


Figura 4: Presença de imagens em livros didáticos de biologia de duas editoras considerando a presença e a ausência de exercícios.

Constatamos até este momento que a presença e a distribuição das imagens era muito grande, não havendo nenhum capítulo ou assunto onde elas não estivessem presentes.

Os volumes nos quais havia menos imagens foram aqueles cujos conteúdos referiam-se à Genética, Evolução e Ecologia, em geral tratados nos terceiros volumes de cada coleção. De qualquer forma mesmo nestes conteúdos a porcentagem não era menor que 74% das páginas dos livros analisados.

Os livros que apresentaram um número maior de imagens foram aqueles volumes nos quais encontravam-se os conteúdos relativos à classificação dos seres vivos (que em geral correspondem ao segundo volume das coleções), pois frequentemente nestes conteúdos as imagens foram usadas no sentido de apresentar visualmente os exemplos citados no texto.

A partir destes resultados são possíveis algumas conjecturas e reflexões na busca da compreensão das diferenças na distribuição destas imagens. Embora as imagens estejam disseminadas em todos os conteúdos dos livros didáticos de Biologia do ensino médio, elas penetram com mais intensidade em uns e com menos intensidade em outros conteúdos. Como explicar estas diferenças? Como interpretar isto?

Ao especularmos sobre estas questões levantamos as seguintes hipóteses: seria possível explicar pelo assunto? É o que se diz que define o como dizer?

Seria a existência de uma cultura¹⁸ escolar que ao sistematizar as experiências daquele universo determinaria a forma como um conteúdo é apresentado, isto é, em alguns casos na forma de gráficos e em outros com fotografias, desenhos ou tabelas?

¹⁸ Que a cultura seja formalmente sistematizada, não há quem o negue. O que era a substância do conteúdo, o amontoado impreciso de todas as experiências possíveis, torna-se um sistema de experiências organizadas e nomeadas. (Eco, Umberto. *As Formas do Conteúdo*. São Paulo: Perspectiva, 2001. (3ª ed - 1ª reimpressão) p.XIII.

Seria ainda pelo manejo mais tranqüilo da imagem menos como "texto visual" e mais como ilustração do texto escrito? Ou seria ainda uma questão de custos e disponibilidades tecnológicas das editoras?

Estas questões remetem a complexidade deste assunto e também nos levam a refletir sobre a origem das imagens presentes nos livros didáticos. De onde vem essas imagens? Seriam elas criadas especialmente para esse tipo de livro? Neste trabalho, entretanto, não dispomos dos elementos para respondê-las. Outras questões como as relativas a transposição de imagens dos livros das disciplinas de origem para os livros didáticos também merecem ser investigadas em novas pesquisas.

No entanto, como examinamos algumas ilustrações de livros universitários de citologia e revistas científicas, mesmo sem avançar conclusões, podemos fazer algumas observações como identificar a presença de imagens muito parecidas nos livros didáticos do ensino médio e livros universitários, este é o caso das imagens da figura 5 (p. 53) e as imagens B, C e D da figura 18 (p. 140).

Forquim (1992) citado por Lopes (1999) apresenta algumas características dos saberes escolares com os quais os livros dialogam e que dizem respeito a esta cultura escolar mencionada anteriormente:

“Desta necessidade funcional da didatização decorre um certo número de traços morfológicos e estilísticos característicos dos saberes escolares, p. ex., a predominância de valores de apresentação e de clarificação, a preocupação da progressividade, a importância atribuída à divisão formal (em capítulos, lições, partes e subpartes), a abundância de redundâncias no fluxo informacional, o recurso aos desenvolvimentos perifrásticos, aos comentários explicativos, às glosas e, simultaneamente, às técnicas de condensação (resumos, sínteses documentárias, técnicas mnemônicas), a pesquisa da concretização (ilustração, esquematização, concretização), o lugar concedido às questões e aos exercícios tendo uma função de controle ou de reforço,

todo esse conjunto de dispositivos e de marcas pelo qual se reconhece um 'produto escolar'." (LOPES, 1999, p.180)

3.3 - Os Tipos de imagens

O nosso movimento aqui foi o de olhar que tipos de imagens estavam presentes nos didáticos de Biologia, escolhendo um número menor de livros. Para tanto, foram escolhidos o volume único e a coleção de três volumes dos autores Amabis e Martho, da editora Moderna, já que estes apresentavam um maior número de imagens em relação aos outros livros utilizados até este momento. Um desses livros (livro 2 da coleção) trazia na capa a menção honrosa no concurso Latino-Americano de Produtos Gráficos Theobaldo de Nigris, 1995 - Categoria Textos Escolares e Livros Didáticos, e o registro do Prêmio Fernando Pini de Excelência Gráfica, na categoria Livros Didáticos, também no ano de 1995. Além dessa distinção, na página de apresentação dos três volumes constava no terceiro parágrafo do texto, a seguinte informação dos autores aos seus leitores:

"As ilustrações, compostas por fotos e desenhos, merecem atenção especial. Orientamos os ilustradores no sentido de criar figuras originais, atraentes e rigorosamente corretas, para complementar e sintetizar o texto didático."

Este tipo de afirmação onde os autores destacam a importância das imagens foi uma constante nos livros a partir de 1995 e evidencia uma tendência no mercado dos didáticos de valorizar a presença das imagens disponíveis através das novas tecnologias.

Na apresentação de sua coleção de livros em 1998, Sônia Lopes afirma em cada um deles que é "*ricamente ilustrado*" e sugere aos leitores que façam "*uma*

leitura cuidadosa do texto, explorando bem as figuras, feitas com uma linguagem gráfica que muito contribui para a compreensão da matéria."

Soares, também em 1998 afirma:

"Fizemos a obra profusamente ilustrada, integralmente a quatro cores, pois cremos que a motivação do aluno começa pelo poder lúdico do visual e se completa pela extraordinária performance didática da figura sobre a mancha compacta de letras. É comum dizer-se que uma figura vale mais do que muitas palavras."

Temos aí algumas pistas sobre o que seriam as funções das imagens nos discursos dos autores: a função motivadora; a função de complementar e sintetizar o texto didático e a função de contribuir para a compreensão da matéria. Estas funções são informadas aos leitores no início dos livros em sua(s) página(s) de apresentação indicando também como as imagens deverão ser vistas.

Outro aspecto a ser considerado é a menção aos ilustradores que junto com outros profissionais participam na produção das obras. Isto nos lembra que o livro didático resulta de um trabalho coletivo, onde autores do texto, diagramadores, especialistas em comunicação visual, entre outros, participam de diferentes formas na composição do produto final como fica bem sinalizado na afirmação *Orientamos os ilustradores...* de Amabis e Martho.

Esta produção coletiva já ocorria antes mesmo da era de Gutenberg, onde copistas por vezes precisavam de desenhistas para ilustrar uma obra. Este movimento, no entanto, tornou-se mais significativo com o advento da prensa e das técnicas de gravura. Ainda sobre esta questão da autoria, Stoddard (1987) citado por Chartier (1999) afirma que:

“ Seja o que quer que façam, os autores não escrevem livros. Os livros não são absolutamente escritos. Eles são fabricados por copistas e outros artífices, por operários e outros técnicos, por prensas e outras máquinas.” (CHARTIER, 1999, p.17)

Pudemos constatar essa participação de profissionais de áreas distintas ao realizarmos o exame detalhado das imagens do DNA no final desse trabalho.

No conjunto dos livros da amostra foi feito o registro das imagens capítulo a capítulo, e paralelamente, utilizamos uma planilha para os dados numéricos, na qual as imagens encontradas foram agrupadas em dez categorias.

Para contabilizar as imagens foi utilizada a forma de numeração do próprio livro, por exemplo: em muitos casos uma figura era formada por muitas fotos ou desenhos e legendada como figura x ou z, a tal figura então foi considerada como uma imagem. Quando no entanto, as imagens que compunham uma figura, eram de naturezas diferentes, a imagem foi considerada uma imagem mista, e também contabilizada como uma imagem.

Quanto a natureza das imagens encontradas nos livros analisados, ela diz respeito a técnica de produção inicial daquela imagem, ou seja, se era uma foto, ou um desenho, ou obtida através do microscópio, posto que todas elas serão posteriormente “processadas por computador” na confecção final do livro, criando uma homogeneização na sua apresentação final. Esta homogeneização gerada pela digitalização muitas vezes dificultou a identificação no que se referia a esta natureza inicial, ou seja em alguns casos ocorreu um "apagamento" desta natureza.

Categorias utilizadas:

Desenhos: imagens produzidas pelo desenhista ou equipe gráfica responsável pelo livro;

Fotografias: em geral obtidas em bancos de imagens e são o produto de processos físico-químicos;

Fotomicrografias: fotografias de imagens obtidas com auxílio de microscópio, feitas por especialistas nas áreas específicas de conhecimento e também disponíveis em bancos de imagens;

Tabelas: quadros com cabeçalho e casas formadas por filetes que contém linhas e colunas de palavras e algarismos; disponibilizam informações de forma resumida e organizada¹⁹;

Gráficos: representação de uma função (...) num sistema de coordenadas²⁰ que em geral permitem uma maior visibilidade dos dados, disponibilizando informações a respeito do comportamento de uma ou mais variáveis;

Fórmulas: associações de letras e/ou de números construídas historicamente nos campos específicos de conhecimento. Aqui foram consideradas as fórmulas químicas (moleculares, estruturais e de reações) as físicas (densidade, volume...) e as biológicas (genótipo, população ...);

Diagramas: nessa categoria consideramos os esquemas representados por retângulos com palavras, números ou fórmulas, ligados com flechas e onde se tem a idéia de inter-relações, seqüências ou de ciclo;

Representações Artísticas e Reproduções: aqui computamos as reproduções de pinturas, retratos desenhados no passado, desenhos publicados em obras clássicas da ciência e imagens denominadas representações artísticas na própria legenda da figura;

Mapas: representações em superfície plana e em escala menor, de um terreno, área, país, território²¹;

Imagens mistas: essa categoria de imagens foi constituída pela associação das categorias anteriores.

¹⁹ Novo Dicionário da Língua Portuguesa, Aurélio Buarque de Holanda Ferreira 2ª edição, revista e aumentada (13ª impressão) Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1986. pág.1637

²⁰ Idem, p.861

No volume único de Amabis e Martho, foram observadas 530 imagens distribuídas em 662 páginas, o que significa quase uma imagem por página²². Na Tabela 1 encontra-se a distribuição das imagens nas categorias já citadas, e a Tabela 2 discrimina os tipos de associações que foram encontradas na categoria de imagens mistas.

Das imagens presentes neste volume, 50,6% foram desenhos, que somados a percentagem de imagens mistas onde os desenhos apareceram (16,2%) totalizaram 66,8% das imagens. Isto significa que 354 imagens do livro em questão envolviam desenhos.

A segunda categoria de maior frequência foi a das imagens mistas, 18,1% (96 imagens) eram dessa natureza. As associações entre desenhos e fotografias ($a+b=6,8\%$ das imagens mistas), desenhos com fotomicrografias ($a+c=3,2\%$) e as de desenhos com fórmulas ($a+f=4,5\%$) foram as de percentagem mais elevadas.

²¹ Idem, p.1086

²² Na verdade serão muitas vezes mais de uma imagem por página já que aquelas sem imagens serão destinadas aos índices e bibliografias.

Tabela 1: Frequência das imagens nas diferentes categorias.

Categoria	Frequência	%
Desenhos	268	50,6
Fotos	49	9,2
Fotomic.	4	0,8
Tabelas	44	8,3
Gráficos	14	2,6
Fórmulas	44	8,3
Diagramas	9	1,7
Rep. Art.	2	0,4
Mapas	0	0,0
Mistas	96	18,1
Total	530	100

Tabela 2: Frequência de imagens mistas.

Associação	Frequência	%
(a+b)	36	6,8
(a+c)	17	3,2
(a+e)	8	1,5
(a+f)	24	4,5
(a+g)	1	0,2
Total parcial (mistas com desenhos)	86	16,2
(b+c)	3	0,6
(b+d)	1	0,2
(b+e)	1	0,2
(b+i)	2	0,4
(a+b+c)	3	0,6
Total	96	18,2

Legenda: (a) Desenho; (b) Fotografia; (c) Fotomicrografia; (d) Tabela; (e) Gráfico; (f) Fórmula; (g) Diagrama; (i) Mapa

Na coleção de três volumes, os assuntos estavam assim divididos:

O livro 1 que se destinava a 1ª série do ensino médio, tratou dos assuntos citologia, histologia e embriologia e apresentou 440 páginas, ao longo das quais estavam distribuídas 357 imagens.

O 2º volume destinado a 2ª série do ensino médio, com 712 páginas, tratou da *Biologia dos organismos: classificação, estrutura e função nos seres vivos*, e apresentou um total de 675 imagens.

O 3º volume tinha como título *Biologia das populações: Genética, evolução e ecologia*, e apresentava 511 páginas onde encontravam-se 398 imagens.

Isso significa que, assumindo-se que os leitores vêem as imagens²³, ao final dos três anos de ensino de Biologia, os alunos poderão ter visto algo em torno de 1430 imagens relativas aos conteúdos estudados.

Os livros apresentaram também leituras complementares, onde foram comentados alguns fatos da história da ciência. Nestes textos complementares, raramente apareceram imagens.

Observou-se também a presença de exercícios de revisão e testes de provas de vestibulares das principais universidades brasileiras. Os exercícios merecem análise quanto às imagens ali presentes, posto serem de uma frequência bem mais expressiva que a dos textos complementares, e darem conta das imagens presentes nas provas dos vestibulares, porém não nos detivemos na análise dessas imagens nesta etapa do trabalho.

As categorias já mencionadas surgiram a medida que se deu a coleta de dados e análise do material.

Na categoria de imagens mistas, é pertinente registrar que houve um aumento do uso das associações de imagens dos 10 tipos observados anteriormente (no volume único), para 24 tipos diferentes de associações nos volumes da coleção.

²³ Pode ser que as imagens estejam ali mas não sejam consideradas pelo leitor. Esta é uma frente de pesquisa muito rica (a da recepção).

Tabela 3: Frequências e percentagens de cada categoria encontrada nos três volumes analisados.

Categorias	Frequência						Total	
	Volume 1		Volume 2		Volume 3		N	%
	N	%	N	%	N	%		
Desenhos	169	47,3	308	45,6	144	36,2	621	43,4
Fotografias	25	7,0	151	22,4	89	22,4	265	18,5
Fotomicrografias	15	4,2	21	3,1	0	0,0	36	2,5
Tabelas	16	4,5	36	5,3	33	8,3	85	5,9
Gráficos	4	1,1	14	2,1	10	2,5	28	2,00
Fórmulas	28	7,8	6	0,9	22	5,5	56	3,9
Diagramas	17	4,8	3	0,4	1	0,2	21	1,5
R. Artísticas	7	2,0	7	1,0	3	0,8	17	1,2
Mapas	0	0,0	0	0,0	4	1,0	4	0,3
Mistas	76	21,3	129	19,1	92	23,1	297	20,9
Total	357	100	675	100	398	100	1430	100

N = Número de imagens para a categoria no referido volume; % = Participação percentual da categoria entre as imagens presentes no volume.

Tabela 4 : Distribuição das imagens mistas entre as associações observadas na coleção.

Associação	Frequência				% do total
	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3	Total	
1. (a+b)	15	74	23	112	37,7
2. (a+c)	36	21	0	57	19,2
3. (a+d)	0	1	2	3	1,0
4. (a+e)	3	7	7	17	5,7
5. (a+f)	11	4	13	28	9,4
6. (a+g)	2	0	1	3	1,0
7. (a+h)	0	0	2	2	0,7
8. (a+i)	0	0	13	13	4,4
9. (a+b+c)	2	5	1	8	2,7
10. (a+b+d)	0	0	1	1	0,3
11. (a+b+e)	0	1	0	1	0,3
12. (a+b+g)	0	1	0	1	0,3
13. (a+b+f)	0	0	12	12	4,0
14. (a+e+f)	0	0	1	1	0,3
15. (a+b+d+f)	0	0	3	3	1,0
16. (b+c)	4	13	5	22	7,4
17. (b+e)	0	1	0	1	0,3
18. (b+f)	2	0	0	2	0,7
19. (b+g)	1	0	0	1	0,3
20. (c+e)	0	0	1	1	0,3
21. (c+g)	0	1	0	1	0,3
22. (d+g)	0	0	1	1	0,3
23. (e+i)	0	0	1	1	0,3
24. (b+e+i)	0	0	5	5	1,7
Total	76	129	92	297	100

Legenda: (a) Desenhos; (b) Fotografias; (c) Fotomicrografias; (d) Tabelas; (e) Gráficos; (f) Fórmulas; (g) Diagramas; (h) Representações artísticas ou Reproduções; (i) Mapas.

(1) Desenhos

O desenho, como constatamos nos números provenientes dos dados, foi a categoria de maior frequência em todos os volumes, isto é, aproximadamente 50% das imagens eram dessa natureza. Considerando-se as *mistas* onde apareceram os *desenhos*, foram encontradas 262 imagens (88,2%) , que somadas a 621 de desenhos isolados da coleção, totalizaram 883 das 1430 dos três volumes o que significa em termos percentuais 61,7% das imagens analisadas.

Existem as funções do desenho junto a um texto que devem ser consideradas para justificar esta presença. Estas funções já foram anteriormente citadas em relação as imagens em geral e são válidas também para o desenho como: atrair a atenção, provocar interesse, motivar, sinalizar e organizar o conteúdo por vir, descrever procedimentos, ilustrar idéias ou argumentos e por fazerem parte da cultura escolar. Briscoe (1996), ainda a respeito destas funções sustenta que, um desenho apropriado pode eliminar páginas de texto; ele pode trazer “insights” e ainda ser uma vívida e memorável parte da informação. Outra consideração que fazemos é sobre a probabilidade de que este tipo de imagem seja também para as editoras, o de menor custo.

(2) Fotografias

As fotografias apresentaram como marca comum de sua presença, o registro dos créditos. Isto nem sempre ocorre. Esta presença reflete uma conquista a nível legal dos autores de imagens, que estão já há algum tempo lutando por seus direitos que começam a ser observados por algumas editoras de livros didáticos no Brasil²⁴.

²⁴ Reportagem da revista *Ir!s Foto: a revista da imagem*, maio de 1999, Editora MtM.

Em geral, de acordo com o observado, as fotografias no livro didático tinham a função de exemplificar o discurso do texto ou evocar o real como o caso das imagens de plantas e animais muito freqüentes nos livros 2 e 3.

Barthes ao tratar do assunto fotografia, afirma que:

"(...) na Fotografia jamais posso negar que a coisa esteve lá. (...)O que intencionalizo em uma foto, (...), é a Referência, que é a ordem fundadora da Fotografia." (BARTHES, 1989, p. 114-115) ²⁵

Observou-se um uso freqüente da fotografia com este sentido, o da referência de que aquela coisa existe e de que é daquela forma.

Verificou-se ainda um uso das fotografias no sentido de sensibilizar o leitor, como no caso dos capítulos que trataram de poluição e equilíbrio do ambiente onde são mostradas fotografias de ambientes degradados pela ação do homem.

Em termos percentuais, as fotografias da coleção constituíram 18,5% das imagens observadas.

É importante sinalizar que essa categoria vem aumentando sua freqüência desde os livros mais antigos²⁶ e isto se deve também aos avanços tecnológicos relativos às técnicas de impressão e de produção de imagens.

(3) Fotomicrografias

As fotomicrografias assemelham-se às fotografias no sentido de mostrar algo que “esteve lá”, porém com a diferença de serem imagens menos conhecidas, apesar de veiculadas em revistas científicas como *Nature* ou *Science* e nas de

²⁵ Grifos nossos.

²⁶ Todos os livros analisados por Silva e Trivelato (1999) a partir de 1917 contém desenhos, posteriormente nos livros de décadas seguintes surgiram diagramas, gráficos e de 1930 em diante foram constatadas também fotografias.

divulgação como *Superinteressante* e *Galileu*; elas também foram utilizadas para evocar o real.

As percentagens mostraram uma frequência de 2,5%, isto é, 36 imagens distribuídas nos três volumes da coleção; porém, quando associadas a desenhos chegaram a 19,2%, ou seja, um total de 57 imagens.

Este tipo de associação entre *desenho* e *fotomicrografia* (veja a Figura 5) evidencia um movimento de "tradução" por meio do desenho do que deve ser visto, ou seja, ensina a "enxergar" o que está na fotomicrografia no sentido de organizar a sua leitura.

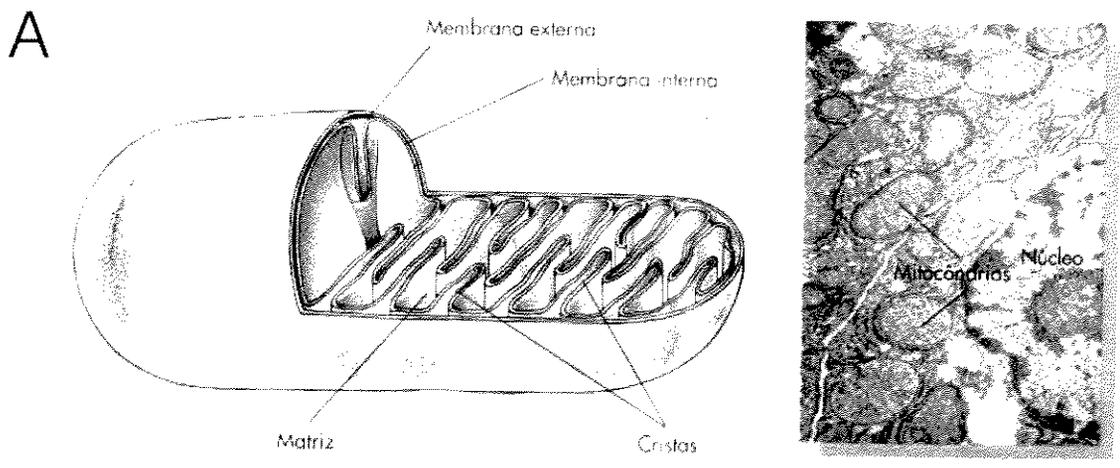


Figura 6.18 Mitocôndrias são organelas onde ocorre a produção de energia para as atividades celulares. À esquerda, desenho de uma mitocôndria cortada parcialmente para mostrar sua organização interna. À direita, fotomicrografia de um corte de célula animal onde se vêem diversas mitocôndrias (aumento $\approx 7.500 \times$).

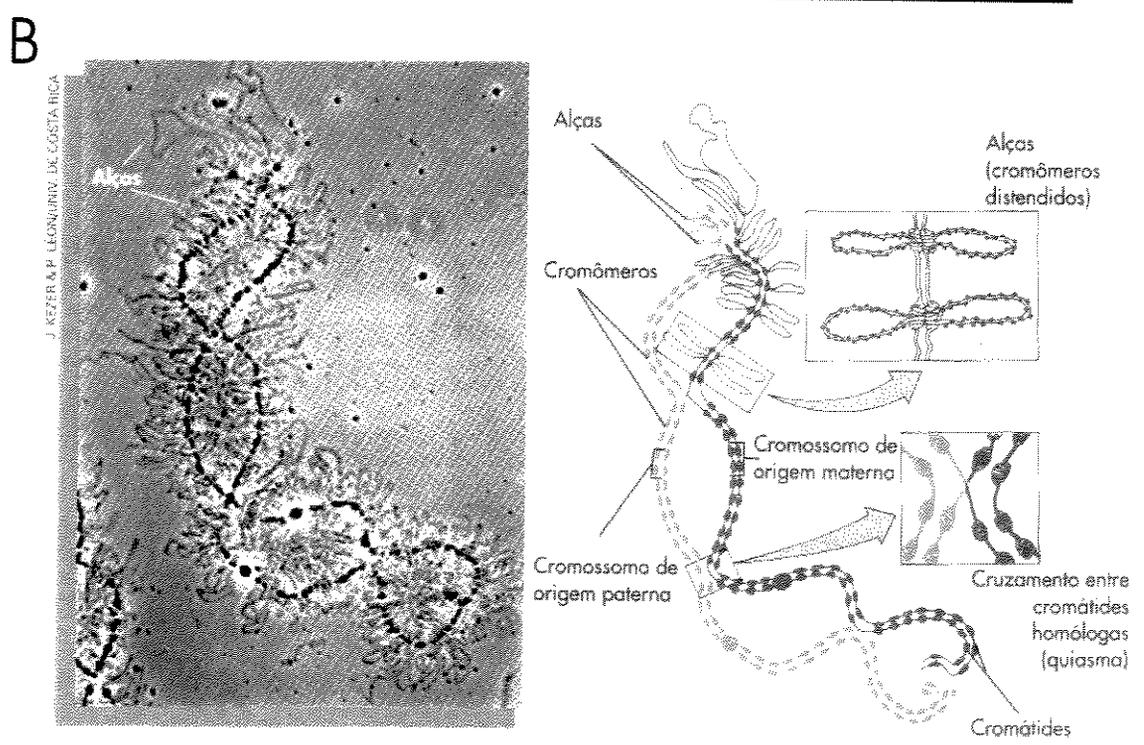


Figura 7.22 A fotografia (à esquerda) mostra um cromossomo plumulado de ovócito de salamandra ao microscópio óptico (aumento $\approx 500 \times$). No desenho, as alças só foram representadas em um pequeno trecho dos cromossomos. As alças laterais resultam do desenrolamento dos cromômeros, onde existem genes em intensa atividade.

Figura 5- Associação de desenhos e fotomicrografias: (A) Desenho e fotomicrografia de uma mitocôndria - volume 1 de Amabis e Martho, p.149. (B) Desenho e fotomicrografia de um cromossomo plumulado - volume 1 de Amabis e Martho, p.193.

Arnaud (1998) afirma que estas associações entre *fotografias* ou no caso *fotomicrografias* e *desenhos* são uma boa solução para reduzir a polissemia característica deste tipo de imagens onde, no caso, a fotografia (mais polissêmica) é ancorada no desenho que direciona e, de certa forma, reduz suas possibilidades de interpretação.

Na Figura 5 apresentamos dois exemplos referentes a esta associação; nos dois casos os desenhos facilitam a compreensão das fotomicrografias e apresentam ainda informações adicionais a respeito de detalhes das estruturas que não estão visíveis nas mesmas. Os desenhos "ancoram" a leitura das fotomicrografias que, de forma isolada, seriam menos compreensíveis para o leitor.

Bozzola e Russell (1998), no que diz respeito a pesquisa científica atribuem pouco valor as fotomicrografias, a menos que o investigador possa interpretá-las acuradamente. Eles também afirmam que esta capacidade de interpretar acuradamente se adquire com o tempo e acompanhando um tutor que tenha conhecimento reconhecido na área. Em outras palavras, para interpretar uma fotomicrografia é preciso aprender com quem já sabe fazê-lo.

(4) Tabelas

As tabelas apareceram no sentido de disponibilizar informações pertinentes aos assuntos em questão de forma visualmente organizada, como por exemplo as vitaminas e os efeitos de sua carência nos organismo humano, ou tipos conhecidos de vírus e doenças por eles causadas, etc.

O uso das tabelas nos livros didáticos contempla uma forma de registro típico do conhecimento científico.

Nos livros da coleção, foram observadas 85 tabelas, o que equivale a 5,9% das imagens. Este percentual aumenta se forem consideradas as imagens mistas onde as tabelas aparecem associadas, e de acordo com a Tabela 4 chegaram ao número de 20 imagens, ou seja, 6,6% das imagens mistas.

Ainda sobre associações de imagens de naturezas diferentes com tabelas, é pertinente comentar que o tipo mais freqüente de associação observado foi entre tabelas, desenhos e fórmulas, todas elas presentes no volume três, nos conteúdos de genética. A Figura 6 exemplifica esta associação, onde os fenótipos (características manifestadas pelo indivíduo e que no caso é a cor dos olhos) estão representados por desenhos associados às suas fórmulas genotípicas (conjunto de genes responsáveis pela característica em questão e representados por letras do alfabeto) dentro da tabela resultante de algum cruzamento. Observando a imagem, é possível verificar que a informação a respeito da cor dos olhos resultante de cada cruzamento está presente na forma de imagem (desenho do olho com a respectiva cor) e na forma de palavras (castanho claro, azul etc.), o que talvez fosse desnecessário.

De qualquer forma não podemos esquecer que o registro visual sempre organiza a informação de uma forma diferente e que a repetição é também uma estratégia de ensino.

Outra observação importante sobre a imagem da figura 6, diz respeito ao uso da cor: Reid e Miller (1980) afirmam que em certas circunstâncias a cor realça o poder de observação no que se refere a habilidade de interpretação. Por outro lado, também afirmam eles, que a cor pode distrair ou focalizar a atenção em partes menos significativas da imagem.

O uso da cor na figura 6 exemplifica estas afirmações: a representação dos gametas pode confundir o leitor no que se refere aos genes para cor do olho, já que, no primeiro cruzamento, o gameta azul está associado ao olho azul e o gameta vermelho ao olho castanho. A cor usada para diferenciar um gameta do outro não era necessária, pois eles já estavam diferenciados pela forma. Este uso, no caso analisado, pode inclusive induzir o leitor a pensar que a cor se manifesta nos gametas, o que seria um erro grave.

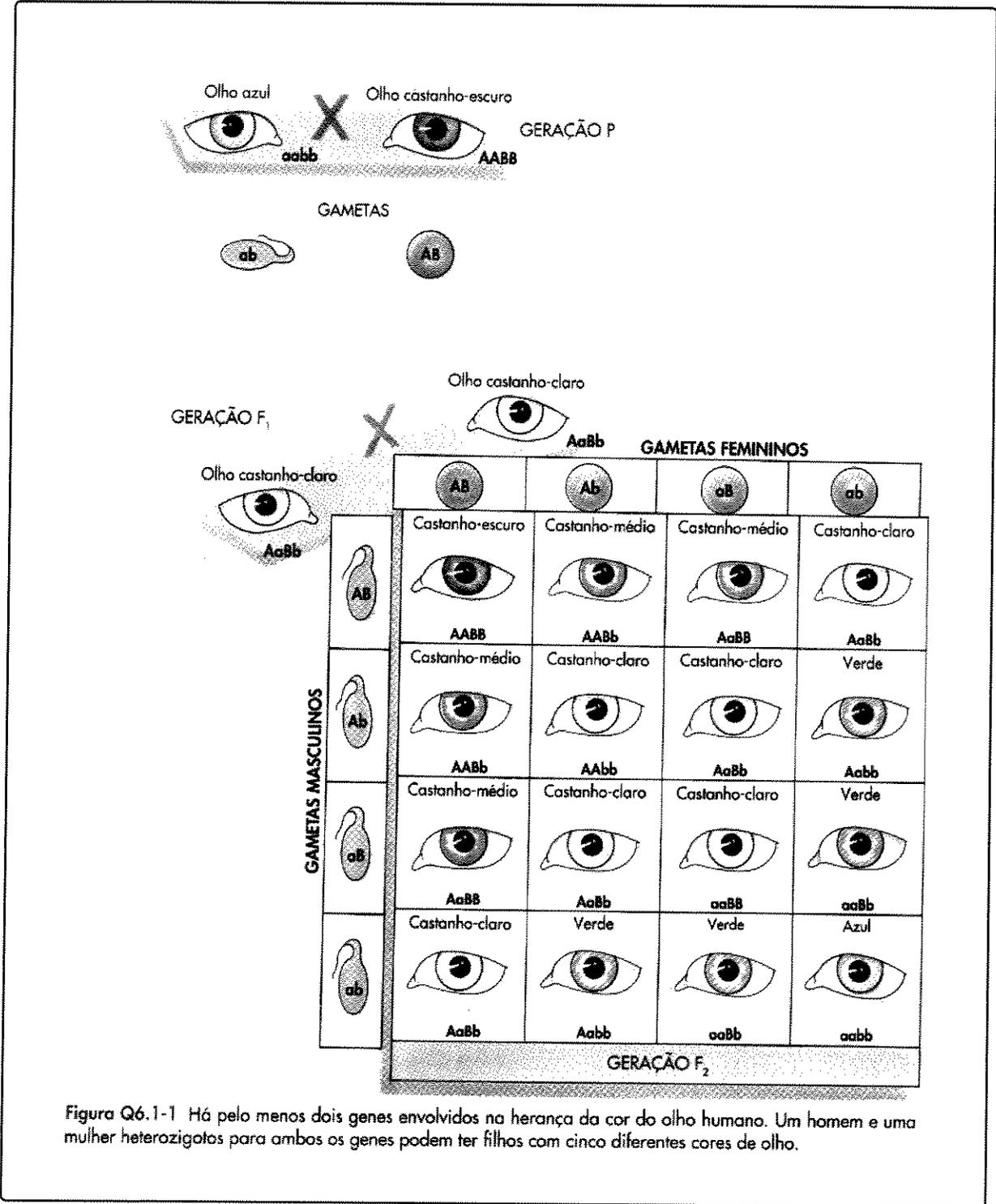


Figura Q6.1-1 Há pelo menos dois genes envolvidos na herança da cor do olho humano. Um homem e uma mulher heterozigotos para ambos os genes podem ter filhos com cinco diferentes cores de olho.

Figura 6- Associação de tabela, desenhos e fórmulas numa imagem relativa aos conteúdos de genética do volume 3, p. 98 de Amabis e Martho.

(5) Gráficos

Os gráficos foram pouco frequentes de forma isolada, cerca de 2% das imagens, correspondendo ao total de 28 imagens. Esta percentagem é maior se considerarmos as imagens "mistas", onde os gráficos estão associados e que totalizam outras 27 imagens.

Estas imagens apresentam um grau de dificuldade diferenciado das tabelas, pois necessitam de conhecimentos matemáticos para serem interpretados e compreendidos. Isto de certa forma justificaria a associação dos gráficos com imagens de outra natureza, para torná-los mais atrativos.

Estas associações, consideradas neste trabalho como imagens "mistas" são classificadas por Ferreira (1999) em gráficos do tipo pictóricos²⁷ e ilustrativos²⁸. Este autor afirma ainda que esta forma de apresentação dos gráficos ganha cada vez mais espaço na mídia.

Analisando os dados da Tabela 4 podemos verificar que a maior frequência de imagens mistas envolvendo gráficos é aquela em que eles estão associados a desenhos. A Figura 7 exemplifica este tipo de imagem que Ferreira denomina de gráfico pictórico; já na Figura 11 podemos observar o gráfico fazendo parte de uma "colagem" de imagens que dizem respeito a um mesmo assunto.

²⁷ São diagramas construídos através do arranjo ordenado de unidades de figuras idênticas que simbolizam fatos estatísticos e, cujas quantidades representam a intensidade ou modalidades de fenômenos, ao mesmo tempo que indicam as proporcionalidades. São gráficos carentes de precisão mas, como são atrativos, tem a principal vantagem de despertar a atenção do público leigo, sendo utilizados principalmente pela imprensa.

(Ferreira, Cesário de Moraes Leonel. **Leitura das representações Gráficas de Dados Estatísticos em Material de Imprensa**. UNISO - 12^o Cole -CD-Room, p.5)

²⁸ São gráficos direcionados ao grande público, construídos através de fotos, figuras ou desenhos artísticos, que simbolizam fatos estatísticos comparando fenômenos e indicando-lhes as proporcionalidades por meio de volume, posicionamento, cores, caricaturas ou outras formas criativas quaisquer, desde que convenientes e adequados para expressar os resultados do trabalho apresentado. Por se tratarem de **gráficos de informação publicitária**, não devem existir regras básicas para sua construção ficando a critério do 'artista' transmitir as proporções de comparação entre as grandezas através dos traços e características do seu desenho, sem se preocupar com a precisão dos valores envolvidos. (**idem ao anterior**)

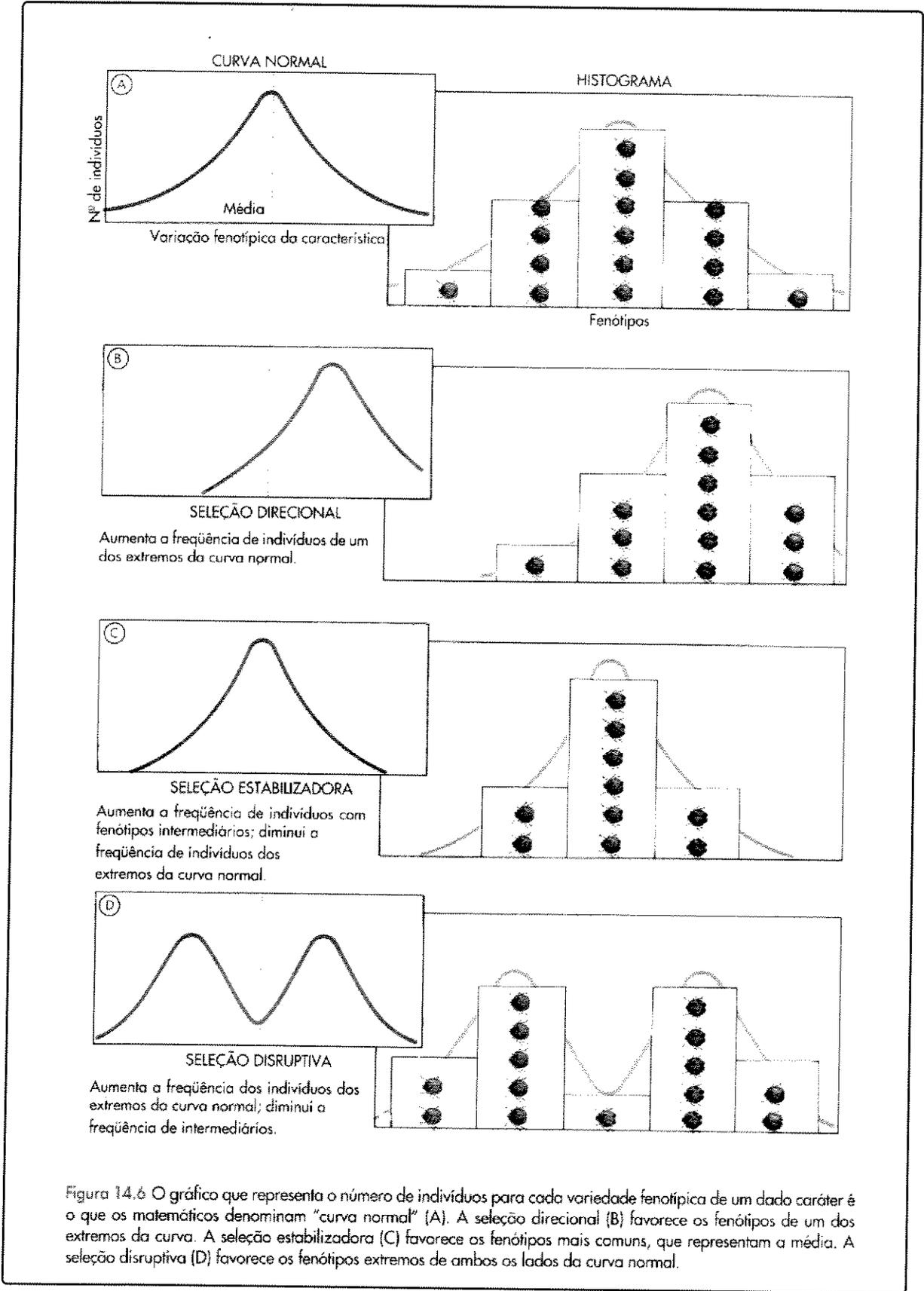


Figura 7- Associação de gráficos e desenhos relativos a diferentes tipos de seleção natural do volume 3 de Amabis e Martho, p. 267.

(6) Fórmulas

As fórmulas correspondem a uma codificação específica de cada área de conhecimento. No caso da Biologia as fórmulas são formadas por letras indicando os genes que participam de determinado genótipo; na Química são formadas por representações de modelos de moléculas, ao nível dos átomos presentes e suas quantidades (fórmulas moleculares) ou ao nível da disposição no espaço (fórmulas estruturais). Houve também fórmulas físicas e matemáticas relativas aos cálculos de volume, peso, massa, etc.

Estas fórmulas foram apresentadas destacadas do corpo do texto de maneira que as consideramos como imagens.

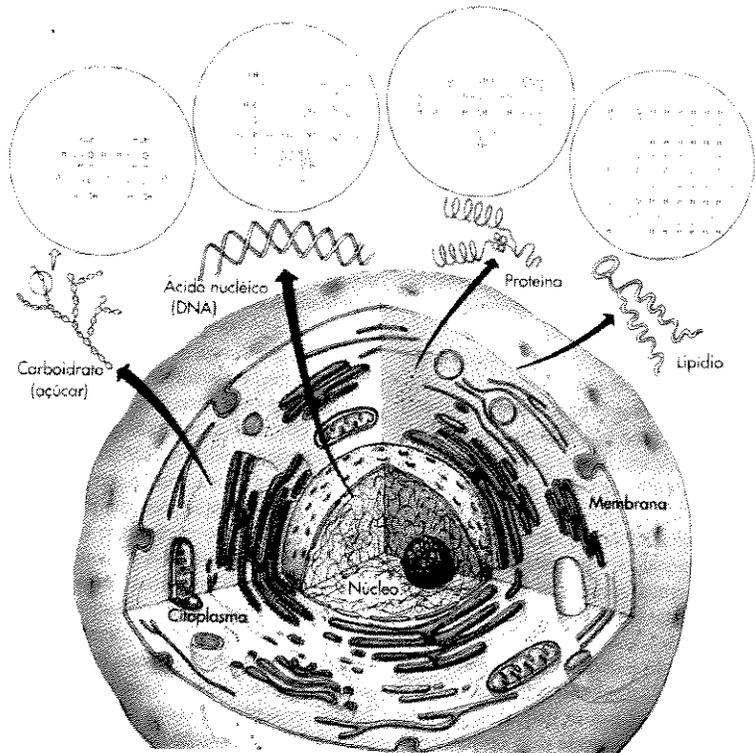
Foram registradas 56 fórmulas no total, ou seja, 3,9% das imagens da coleção. Deste total, 28 estavam no primeiro volume e eram na maioria fórmulas químicas.

Estas fórmulas químicas apareceram também frequentemente associadas a desenhos, como mostra a Figura 8. Nesta figura, podemos observar na imagem (A) uma célula com seus componentes onde alguns destes estão ligados às suas fórmulas estruturais; e na imagem (B), duas reações Químicas destacadas pelo uso da cor e associadas a desenhos de organismos que as realizam

(7) Diagramas

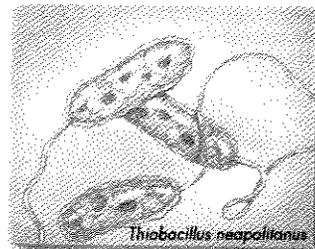
Os diagramas foram pouco representativos em termos percentuais. Sua presença na coleção significou apenas 1,5% das imagens observadas, isto é, 21 diagramas, sendo que 17 deles encontravam-se no primeiro volume e relacionavam-se ao conteúdo de citologia. Associados a imagens de outra natureza e constituindo o que denominamos de imagens mistas, encontraremos outros 7 diagramas. Na Figura 9 podemos observar dois exemplos destas imagens mistas: na primeira imagem (A) estão associados, o diagrama de uma rota metabólica com a fotografia de uma criança

que sofre de doença causada pela ausência de uma enzima envolvida naquela rota e na segunda imagem (B) o diagrama apresenta desenhos ilustrando aquelas informações.



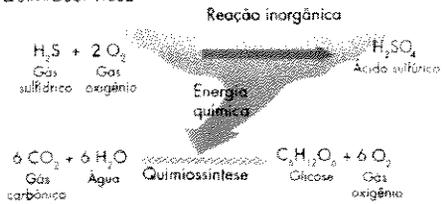
A

Figura 1.1 A célula viva é a unidade estrutural básica dos seres vivos. Seus constituintes fundamentais são quatro tipos de moléculas orgânicas: carboidratos, ácidos nucleicos, proteínas e lipídios.

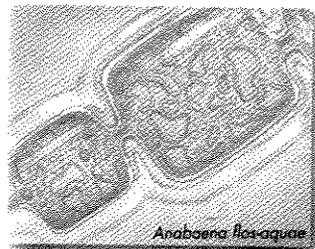


Thiobacillus neapolitanus

QUIMIOSSÍNTESE



B



Anabaena flos-aquae

FOTOSSÍNTESE

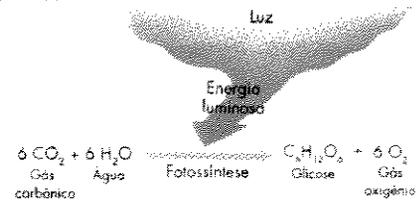


Figura 3.4 Bactérias autótrofas sintetizam moléculas orgânicas a partir de gás carbônico, água e energia. Algumas espécies, como *Thiobacillus neapolitanus*, são quimiossintetizantes, isto é, utilizam energia liberada em reações químicas inorgânicas. Outras espécies, como *Anabaena flos-aquae*, são fotossintetizantes, isto é, utilizam energia luminosa.

Figura 8- Associação de fórmulas químicas e desenhos: (A) Estruturas celulares associadas as suas fórmulas, volume 1 de Amabis e Martho, p. 2 e (B) Reações químicas associadas aos desenhos dos organismos que as realizam, volume2 de Amabis e Martho, p.32. [Imagens apresentadas com 80% do tamanho original]

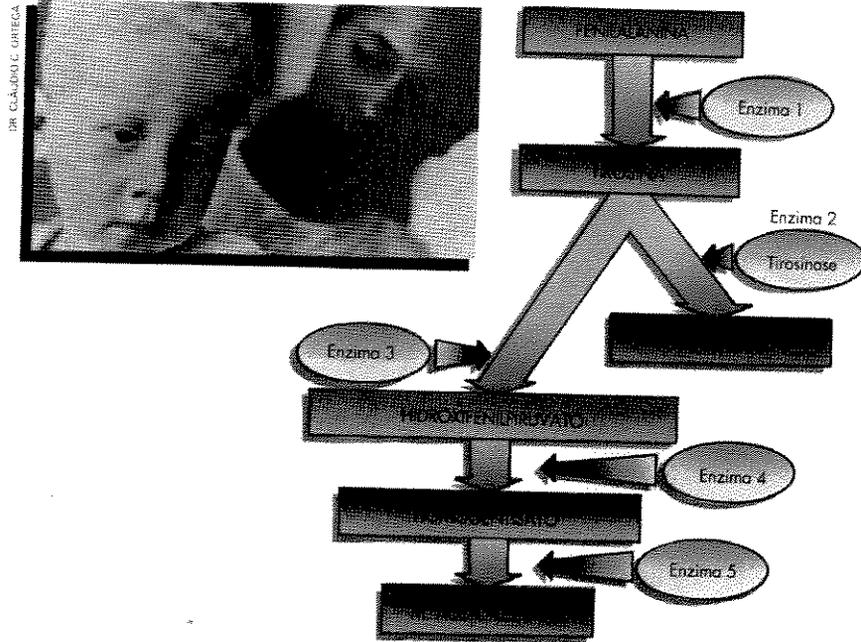


Figura 12.5 Se uma (ou mais) das enzimas envolvidas no metabolismo dos aminoácidos fenilalanina e tirosina apresentar um "defeito de fabricação", surgem doenças metabólicas hereditárias. Defeitos na enzima 1, por exemplo, tornam a pessoa incapaz de transformar fenilalanina em tirosina, resultando na doença conhecida como fenilcetonúria. Defeitos na enzima 2 (chamada tirosinase) impedem a síntese do pigmento melanina, resultando no albinismo (foto).

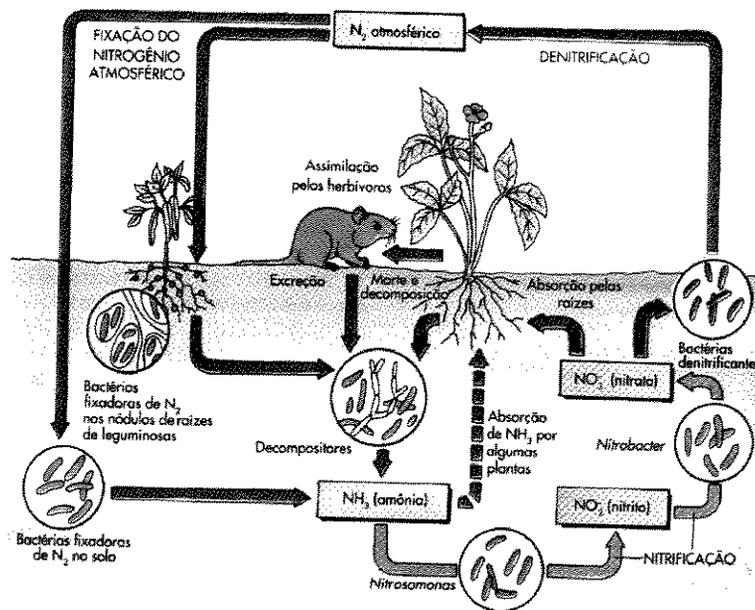


Figura 3.11 A ação sequencial das bactérias fixadoras de nitrogênio e das bactérias nitrificantes leva à formação de nitratos, compostos nitrogenados facilmente assimiláveis pelas plantas. É também graças à ação de bactérias (denitrificantes) que o elemento nitrogênio retorna à atmosfera.

Figura 9- Imagens mistas envolvendo diagramas: (A) Associação de diagrama e fotografia, Amabis e Martho, volume 1, p.316. (B) Associação de diagrama e desenhos, Amabis e Martho, volume 2, p.39. [Imagens apresentadas com 80% do tamanho original]

(8) Representações Artísticas e Reproduções

Nesta categoria, foram agrupadas aquelas imagens que apresentaram esta denominação no próprio livro e aquelas que não foram desenhadas pela equipe de ilustradores da obra, como fotografias de retratos de personagens históricos desenhados no passado, ou desenhos publicados em obras clássicas e /ou reproduções de desenhos e pinturas. Esta categoria, de certa forma, mostra a riqueza das imagens que podem ser encontradas neste material denominado livro didático, e de como ele pode ser um veículo de informações a respeito do nível tecnológico da sociedade, que permite disponibilizar reproduções de imagens antes impossíveis.

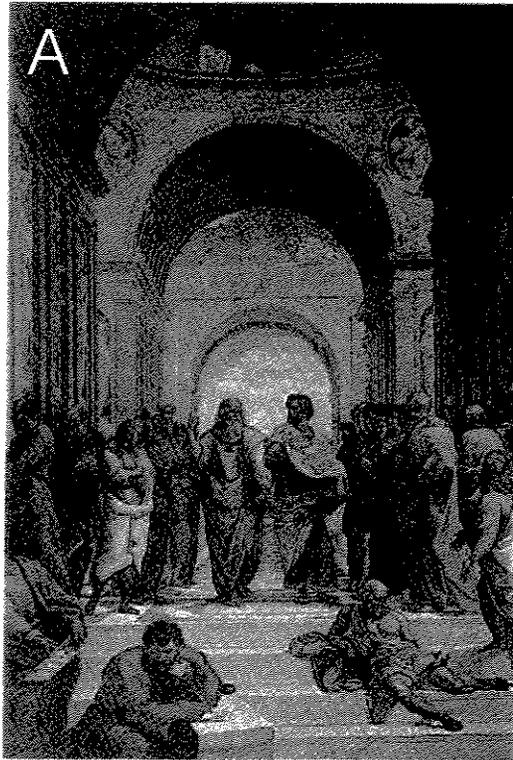
No volume 1, por exemplo, encontramos sete imagens desta categoria: a reprodução de uma pintura cuja autoria não é registrada, onde estavam retratados vários filósofos dentre eles Aristóteles (veja a Figura 10-A)²⁹; um desenho do anatomista Andreas Vesalius (1514-1564) mostrando a musculatura superficial do corpo humano (veja a Figura 10-B), um retrato do naturalista Charles Darwin e ao lado, a folha de rosto de seu livro "A origem das espécies por meio da seleção natural", (Figura 10-C). No terceiro capítulo temos a reprodução de um desenho de Nehemiah Grew, que mostra a estrutura microscópica de um ramo de videira (p. 46); na página seguinte podem ser observadas ilustrações de células feitas por Theodor Schwann em 1834, e desenhos feitos por Flemming publicados em 1879 e finalmente no sexto capítulo (p. 153), uma imagem representando o citoesqueleto da célula, onde está escrito na legenda que trata-se de uma representação artística (veja a Figura 10-D).

Mesmo que os leitores não tenham acesso a uma “boa reprodução”, pelo tipo de edição comum nos livros didáticos, tem-se o acesso a imagens que

²⁹ Esta pintura é a "escola de Atenas", do pintor e arquiteto italiano da Renascença Raffaello Sanzio (1483-1520).

provavelmente seriam desconhecidas não fosse essa presença. Elas também trazem um certo encantamento ao livro que dialoga com outras áreas do conhecimento.

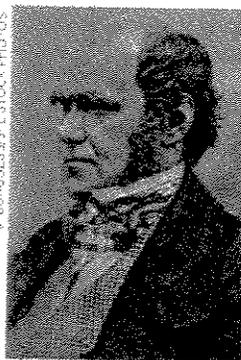
É preciso, entretanto, registrar que estas imagens estão ali presentes como um tipo de "curiosidades" e não houve nenhuma contextualização das mesmas, o que tornaria essa presença mais significativa.



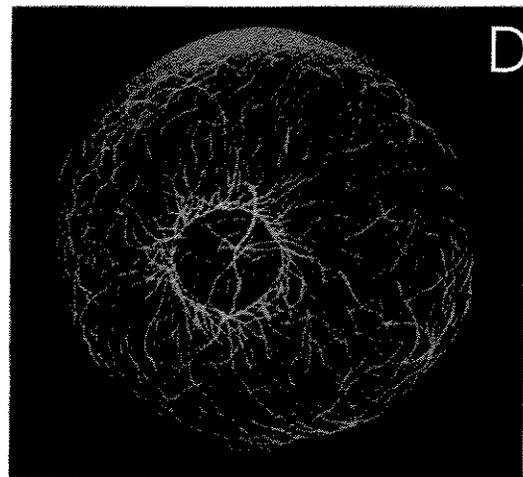
A
 Figura 1.10 O filósofo grego Aristóteles, retratado à direita, na parte central do quadro, foi um dos primeiros a escrever sobre Biologia. Suas idéias influenciaram profundamente os cientistas do Renascimento, quase 2 mil anos depois de sua morte.



B
 Figura 1.11 Desenho realizado pelo anatomista da Renascença Andreas Vesalius (1514-1564), mostrando a musculatura superficial do corpo humano. Seu livro, *A organização do corpo humano*, foi a grande obra científica da época, marcada por um crescente interesse pela anatomia.



C
 Figura 1.15 O naturalista inglês Charles Darwin e a folha de rosto de seu livro, *A origem das espécies por meio da seleção natural*.



D
 Figura 6.24 Representação artística do citoesqueleto. Usando uma técnica especial de coloração, a imunofluorescência, é possível observar ao microscópio a complexa rede intracelular que forma o citoesqueleto.

Figura 10- Representações artísticas e reproduções: (A) Reprodução de uma pintura, Amabis e Martho, v. 1, p. 9 (B) Reprodução de um desenho de Vesalius, v. 1, p.9, Amabis e Martho. (C) Reprodução do retrato de Darwin e da folha de rosto de seu livro, v. 1, p.11, Amabis e Martho.(D) Representação artística do citoesqueleto, v. 1, p..153, Amabis e Martho.

(9) Mapas

Os mapas apresentados de forma isolada em número de 4, estavam todos no volume três, e diziam respeito à distribuição dos seres vivos no planeta. Na Tabela 4, é possível verificar também a associação dos mapas com desenhos (13), com gráficos (1) e com fotografias e gráficos (5), totalizando 19 imagens mistas envolvendo mapas.

Na associação de mapas com desenhos, em geral, os desenhos de animais ou vegetais foram desenhados sobre os locais de ocorrência ou ligados a estes locais por meio de traços e setas.

No exemplo da Figura 11, estão associados: um mapa indicando a região da caatinga, fotografias caracterizando a vegetação típica desta região e um gráfico indicando as temperaturas e os índices pluviométricos da cidade de Quixeramobim.

Em nenhuma das imagens onde os mapas estiveram presentes eles apresentaram escalas das representações.

(10) Mistas

Na nossa compreensão, esta categoria foi a mais significativa, pois evidencia um movimento no sentido de tentar explicar uma imagem, fazendo-se uso da própria linguagem visual, criando muitas vezes um diálogo entre imagens e constituindo um verdadeiro "texto visual". Por exemplo, numa fotografia da semente e suas partes ao lado de um desenho que está "ancorando" a fotografia e fornecendo mais informações, como no caso da imagem da página 590 do volume 2, ou no caso da associação de desenhos com fotomicrografias, como nos exemplos do volume 1 (páginas 137, 139, 141, 142, 149, 156, etc.) onde desenhos de organelas celulares estão associadas às suas respectivas fotomicrografias; como já foi mostrado na Figura 5, é possível identificar a complexidade das imagens e refletir sobre o aprendizado

requerido para sua compreensão, isto permite perceber que os autores consideram a possibilidade de uma imagem ser explicada por outra e, geralmente esta função didática foi desempenhada pelo desenho. Estas associações indicam ainda a forma como o leitor deve olhar para a imagem, isto é, como, do ponto de vista da emissão, pretende-se que ela seja "lida".

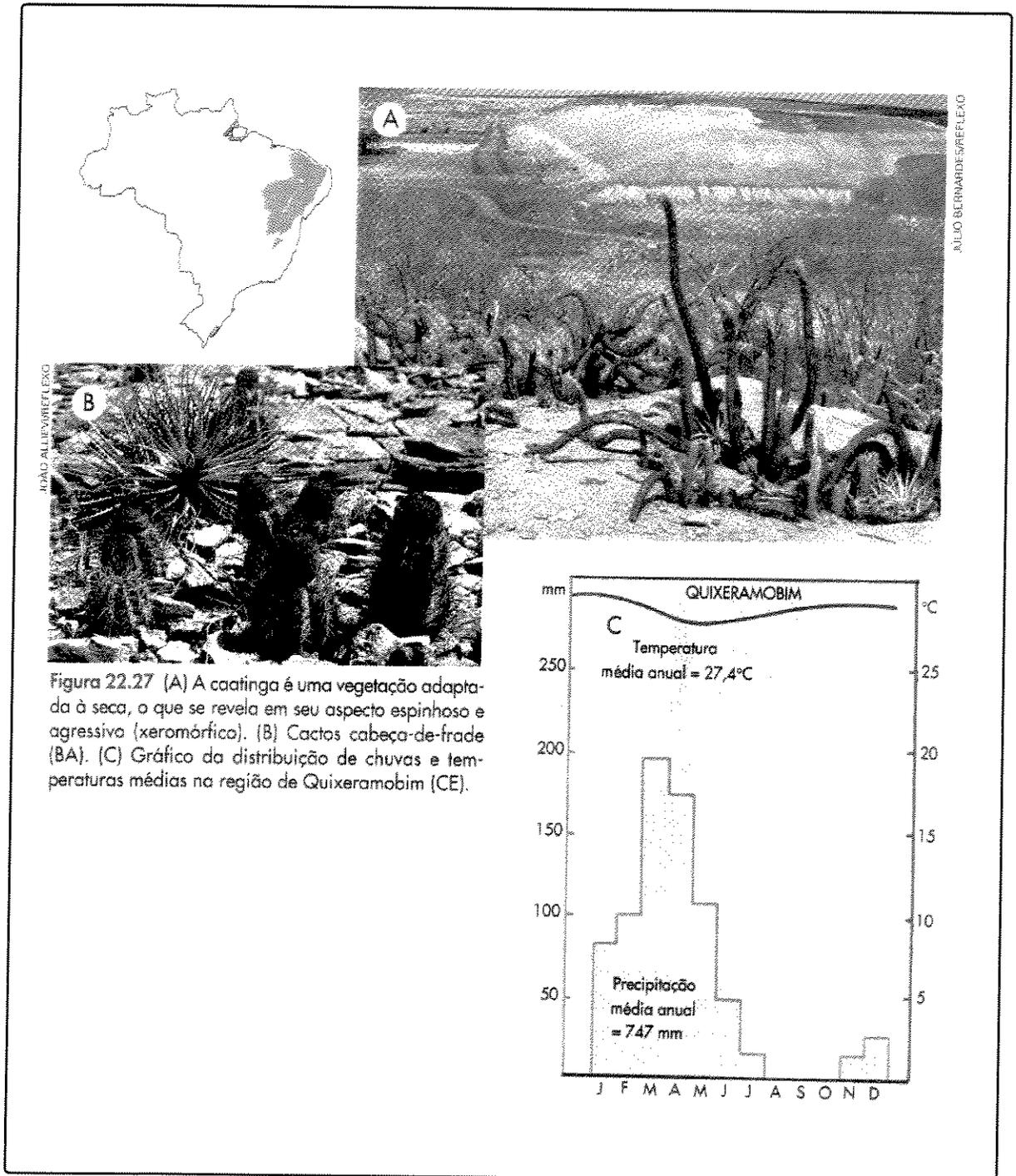


Figura 11- Associação entre mapa, fotografia e gráfico relativos a região da caatinga, volume 3, p.437, Amabis e Martho.

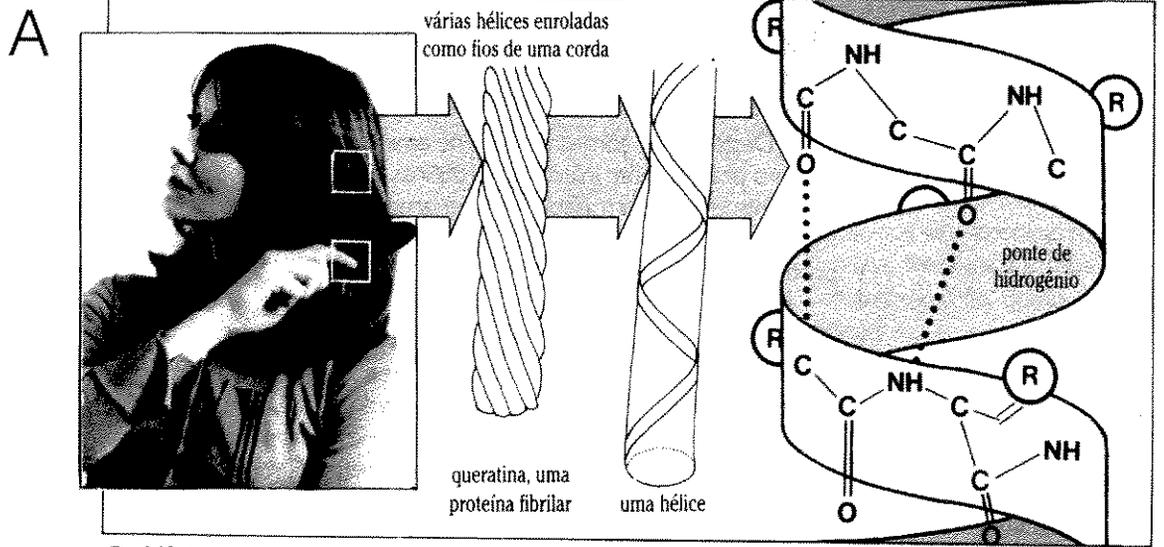


Fig. 3.15. A queratina e a estrutura em hélice do filamento de polipeptídeo.

B

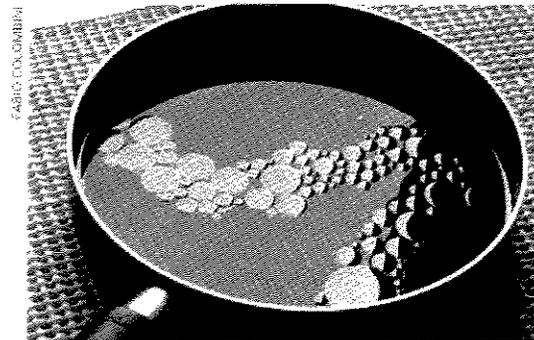


Figura 4.19 Óleos e gorduras não se misturam com a água pelo fato de suas moléculas serem apolares e, portanto, hidrófobas. As aves aquáticas lubrificam suas penas com uma substância oleosa, produzida por uma glândula especial localizada na cauda; o óleo impermeabiliza as penas, impedindo que a pele da ave se molhe.

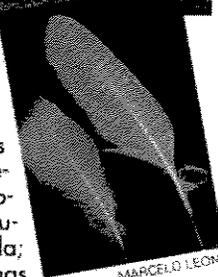


Figura 12- (A) Associação de fórmulas químicas, desenho e fotografia, Linhares e Gewandsznajder, p. 48, 1992. (B) Fotografias compondo uma mesma imagem, volume 1 de Amabis e Martho, p. 83, 1999.

Na Figura 11, observamos ainda que a imagem se coloca para o leitor como um texto já que é a idéia de escrita que preside a composição. Ela está organizada no espaço do alto para baixo, da esquerda para a direita e com uma hierarquia de idéias do geral para o particular.

Para enfatizar, as imagens mistas são indícios significativos de uma concepção de imagem na Biologia, como "não transparente", isto é, não imediata e instantaneamente compreensível posto que sua "leitura" depende de muitos fatores, tais como o nível de compreensão teórica a respeito de determinado assunto e a exposição anterior do leitor a este tipo de imagem.

Ainda analisando as imagens mistas da Tabela 4, é possível identificar que este movimento, no sentido de uma imagem ampliar o grau de detalhamento de outra a qual está associada [como foi o caso da maioria das associações de desenhos com fotografias ($a+b=37,7\%$), desenhos com fotomicrografias ($a+c=19,2\%$), fotografias e fotomicrografias ($b+c=7,4\%$) e desenhos, fotografias e fotomicrografias ($a+b+c=2,7\%$), caracterizou aproximadamente 67% das imagens do tipo mistas.

A forma como foram usados os desenhos nas imagens mistas pode ser exemplificada com a Figura 12-A, na qual, observa-se um movimento que vai da fotografia do cabelo (de nível mais visível a olho nu) para o desenho da estrutura até chegar ao nível de representação molecular. Isto está apresentado de forma seqüencial pela presença das setas. Ali imagens de diferentes naturezas se explicam umas às outras. Esta foi a forma mais freqüente de uso das imagens mistas, ou seja aquela no qual uma imagem ajuda na compreensão da outra. Raramente observamos figuras que não se relacionavam.

Nas fotografias da Figura 12-B temos uma ilustração literal do texto da legenda. O texto diz: *óleos e gorduras não se misturam com a água ...* e observa-se uma fotografia de uma frigideira com um líquido (representando a água) e bolhas que parecem provocadas por gotas de algum óleo. A seguir o texto afirma que *as aves aquáticas lubrificam suas penas com uma substância oleosa, produzida por uma glândula especial localizada na cauda....* e na fotografia podemos observar as aves

com o bico nas penas. E por fim, para completar a seqüência de fotografias, há uma com duas penas. Estas imagens não acrescentam nenhuma informação ao texto e na classificação de Kalverkämper (1993) já citada anteriormente, elas exemplificam as imagens ditas redundantes ou inferiores ao texto. No entanto, se olhássemos apenas as imagens reproduziríamos o texto da legenda.

As análises e observações feitas até este momento, permitem-nos afirmar que houve um uso muito freqüente da imagem nos livros analisados, onde todos os assuntos foram contemplados com esta presença.

Ainda nesta parte do trabalho, nosso esforço no sentido de identificar que tipos de imagens foram encontradas e descrever como foram agrupadas nas 10 categorias apresentadas nos trouxeram novas questões:

Como explicar, por exemplo, a enorme diferença entre a presença do desenho e todos os outros tipos de imagens?

Acreditamos que algumas destas razões já foram apontadas no decorrer do trabalho tais como a idéia de que é possível a economia de páginas explicativas; a produção de *insights*; a memorização; o baixo grau de polissemia do desenho em relação a outras imagens, pelo tanto que ele pode ampliar coisas, pelo tanto que ele pode explicitar ou detalhar (o desenho em muitos casos funciona como um *zoom*), ele permite mostrar apenas aquilo que se deseja sem interferências e talvez isto explique sua presença na cultura escolar como um recurso pedagógico por excelência.

Quanto às imagens artísticas e reproduções qual seria o significado histórico hoje, desta presença, ou seja, como é que vamos ler estas imagens nos livros didáticos de Biologia? Mesmo que de forma pouco expressiva em termos numéricos esta presença poderia indicar tendências editoriais ou motivações dos autores?

O que significam estes "sistemas de empréstimo"³⁰? Esta presença poderia de alguma forma estar agregando valor ao livro? Esta presença é de alguma forma

³⁰ sistema de empréstimo aqui é usado no seguinte sentido: quando eu trago para perto de mim uma imagem da arte eu trago junto alguma coisa que no meu tempo pode estar emprestando valor ao meu produto no mercado vigente.

valorizada pelo mercado? Estas inclusões podem estar querendo dizer ainda que do ponto de vista dos autores e editores o material é "moderno" já que nos programas de televisão, nas revistas, etc. há uma associação cada vez maior entre ciência e arte?

IV - UM CONTEÚDO ESPECÍFICO:
A CITOLOGIA

4 UM CONTEÚDO ESPECÍFICO: A CITOLOGIA

Para aprofundar a compreensão da presença das imagens nos livros didáticos de Biologia do ensino médio, realizamos um novo recorte modificando o universo da pesquisa. A opção por um conteúdo específico, no caso a citologia, deveu-se a vários fatores combinados:

- a) Este assunto é tratado no início do primeiro ano (todos os livros oferecidos no mercado tratam deste assunto no início do primeiro livro);
- b) Esta é a parte da Biologia com que os alunos mais têm contato no que se refere ao ensino médio, pois a evasão aumenta nos anos seguintes³¹.
- c) A citologia é um núcleo importante de constituição do próprio pensamento biológico; muitas das explicações biológicas dão-se neste nível, (o nível citológico e o nível molecular) e aí são investidos recursos significativos em pesquisas.
- d) Na escola este assunto passou a ser uma espécie de “ponto quente” no conteúdo de Biologia do nível médio já que, em torno dele e da

³¹ Informação da presidente do SEADE em entrevista concedida à TV Cultura em maio de 2000.

compreensão dos processos básicos aí ensinados, giram as matérias científicas mais freqüentes da mídia na atualidade, como é o caso dos transgênicos e dos projetos genomas.

No universo da citologia trabalhamos, a princípio, com todas as imagens encontradas e posteriormente nossa atenção se voltou para as imagens que representam a molécula do ADN (ácido desoxirribonucléico) também conhecido por DNA (sigla que se origina do nome em inglês).

A descrição do modelo de DNA, tal como é aceita até hoje, foi apresentada por Watson e Crick em abril de 1953 na revista *Nature*³², acompanhada de um desenho esquemático reproduzido inúmeras vezes desde então, e também representado ora com mais ou menos detalhes, ora reinterpretado, e até mesmo resignificado, haja visto todos os usos metafóricos e simbólicos que se faz desta molécula.

Exemplos deste uso simbólico têm sido veiculados pela mídia nas propagandas de shampoos "Seda shampoo com o DNA das plantas", de gasolina como a da SHELL na qual a presença do DNA teria um sentido de garantia da qualidade)³³, em capas de revistas, livros, jornais e até na abertura de noticiários de televisão como por exemplo, a abertura do jornal da TV cultura de 2000/2001.

Esta freqüente presença no espaço cotidiano e esta condição de grande ícone da ciência contemporânea também justificam nosso interesse em analisar as imagens dos livros didáticos relativas a este assunto e verificar como ele foi representado para o leitor.

³² Este artigo histórico tem como título: Molecular structure of nucleic acids: a structure for deoxyribose nucleic acid e encontra-se na página 737 da revista *Nature* Número 4356 April, 1953.

³³ Neste caso o uso ultrapassou os limites do possível e resignificou este nome DNA com um sentido que vai além das possibilidades biológicas já que o DNA só é encontrado nos seres vivos.

4.1 - Os livros utilizados

Os livros utilizados³⁴ nesta etapa foram 26 livros de diferentes datas e edições que apresentavam os conteúdos de citologia e que foram publicados por nove diferentes editoras do país: Nobel-1, Moderna-4, Emma-1, Nacional-1, FTD-4, Ática-6, Saraiva-3, Atual-3, IBEP-1 e Scipione-2. Estas editoras³⁵ estão entre as que mais têm vendido para o governo, segundo Plano Nacional do Livro Didático de 1998. Em relação aos livros utilizados no início do trabalho houve uma ampliação da amostra com exclusão daqueles volumes que não apresentavam os conteúdos de citologia. Apresentamos a seguir uma tabela com algumas informações a respeito destes livros.

³⁴ Os livros estão referidos no final do trabalho, veja anexo.

³⁵ Esta questão relativa a concentração do mercado de didáticos no Brasil entre poucas editoras e sua manutenção é discutida por Höfling em artigo da revista Educação & Sociedade de Abril de 2000.

Tabela 5: Informações gerais sobre os 26 livros analisados

Livro	Ano	Págs.	Pág. c.	% cit.	Dimensões	Ed.	Cores	Testes	EG
1	1963	143	143	100%	15 X 23 *	5 ^a	1	0	0
2	1974	286	228	80%	15 X 21	1 ^a	1	+	0
3	1974	299	68	23%	20 X 22,5	1 ^a	2	0	0
4	1975	189	48	25%	15 X 21	2 ^a	2	+	0
5	1977	270	99	35%	20,5 X 27	-	2	+	+
6	1977	280	94	34%	15 X 22	16 ^a	1	0	+
7	1978	173	173	100%	14 X 21	3 ^a	1	+	0
8	1978	301	229	76%	15 X 21	2 ^a	1	+	0
9	1980	206	128	62%	21 X 27,5	3 ^a	1	+	+
10	1981	176	82	46%	14,5 X 22	2 ^a	1	+	+
11	1981	269	208	77%	15,5 X 21	-	1	+	+
12	1984	220	132	60%	17 X 24	1 ^a	2	+	+
13	s/d	112	112	100%	21 X 27,5	-	4	+	0
14	1990	216	135	62%	17 X 24	-	2	+	+
15	1991	291	200	69%	17 X 24	7 ^a	2	+	+
16	1992	392	84	21%	17 X 24	34 ^a	4	+	+
17	1992	312	220	70%	17 X 24	2 ^a	1	+	+
18	1992	248	160	64%	17 X 24	8 ^a	1 + 4	+	+
19	1994	269	178	66%	21 X 27,5	14 ^a	1	+	+
20	1995	340	218	64%	17,5X24,5	-	4	+	+
21	1995	322	220	68%	17 X 24	5 ^a	4	+	+
22	1998	400	294	73%	17 X 24	1 ^a	4	+	+
23	1998	379	249	66%	17 X 24	4 ^a	4	+	+
24	1998	386	255	66%	19 X26	1 ^a	4	+	+
25	1999	320	187	58%	19 X 26	1 ^a	4	+	+
26	1999	440	340	77%	17 X 24	1 ^a	4	+	+

Págs. = número de páginas do livro; Pág.c. = páginas referentes à Citologia; % cit. = porcentagem de páginas com conteúdos de Citologia; 0 = ausência; + = presença; * = em centímetros; testes = testes de vestibular, EG = equipe responsável pela parte gráfica e visual.

Observando a Tabela 5, é possível constatar que os livros apresentaram diferenças quanto ao número de páginas, quanto ao tamanho (dimensão das folhas) e ao número de páginas destinados aos conteúdos de citologia. As imagens em função do tamanho da página poderão também ser maiores ou menores.

De acordo com a Tabela 5, é possível verificar também que, a partir de 1978, todos os livros analisados apresentaram testes de múltipla escolha, seguindo os moldes das provas de vestibular.

Os livros **3, 6 e 16** pretendem dar conta de todo o conteúdo de Biologia do ensino médio em um único volume. Isto, de certa forma, justifica o menor número de páginas destinado à citologia.

Os livros **4, 7, 10 e 13** são do tipo ensino dirigido, onde o aluno deveria completar as partes do texto que estavam faltando e onde os conteúdos são menos aprofundados.

Os assuntos geralmente tratados na unidade citologia são os seguintes: componentes químicos das células, teoria celular, diferenças entre células procarióticas e eucarióticas animal e vegetal, estruturas celulares (envoltórios e organelas), núcleo celular e divisão celular.

A seqüência dos assuntos apresentados nem sempre foi a mesma nos diferentes livros. Estas seqüências seguiam a lógica particular de cada autor, no que diz respeito às diferentes compreensões quanto a forma mais adequada de apresentar aqueles assuntos. O assunto "síntese de proteínas", por exemplo, não estava presente nos livros **1** (que é o mais antigo da lista), **6** (que é um livro do tipo volume único) **4** e **13** (que tratam-se de livros do tipo estudo dirigido).

A partir de 1990, todos os livros da tabela apresentaram informações a respeito da equipe responsável pela sua parte gráfica e visual, indicando uma preocupação com o registro da participação destes profissionais na feitura dos livros.

Os livros impressos em preto passaram a fazer uso da cor: primeiro associando uma cor que destacava títulos e quadros e, posteriormente, foram introduzidas as outras cores, confirmando uma tendência apontada por Silva e Trivelato (1999) em relação aos livros da década de 90, como livros que são impressos em quatro cores e valorizam os aspectos visuais.

Isto fica evidente quando comparamos os livros de mesmo autor, como é o caso dos livros de Maria Luiza e Willy Beçak onde o livro **1** foi impresso em preto e o livro **5** em preto e caramelo; de Amabis e Martho onde os livros **2** e **8** foram impressos em preto, o livro **12** em preto e marrom e o **26** em quatro cores; de Albino Fonseca onde o livro **6** foi impresso em preto, o **10** em preto e laranja e o **16** em quatro cores; de Sônia Lopes, onde os livros **7** e **19** foram impressos em preto e o livro **23** em cores; de Cesar e Sezar, onde o livro **9** foi impresso em preto e o livro **15** em preto e laranja; e de Wilson Paulino, onde o livro **18** foi impresso em preto com um encarte colorido no final e o livro **21** foi totalmente impresso em cores.

Os livros foram editados em diferentes anos, entre 1963 e 1999, o que torna pertinente algumas breves considerações a respeito das tendências pedagógicas que caracterizaram as diferentes décadas e que explicam alguns movimentos no mercado dos didáticos.

Mortimer (1988), estudando a evolução dos livros didáticos de Química destinados ao ensino médio apontou algumas modificações sofridas por estas obras desde a década de 30 até a década de 80. Este autor evidenciou o movimento de sintonia entre características dos livros e algumas correntes pedagógicas vigentes no país em cada época.

Segundo Mortimer, antes da década de 30 a tendência era a de primeiro exemplificar e, após a discussão de vários exemplos, generalizá-los mediante a apresentação do conceito. Esta tendência foi modificada de forma que primeiro era apresentado o conceito seguido então de exemplos.

De 1943 à 1960, houve uma homogeneização dos livros em função da observância dos programas da reforma Capanema. Neste período os autores introduziam, para alguns tópicos, as definições operacionais antes das conceituais.

De 1961 à 70, no período que corresponde à vigência da LDB (Lei de Diretrizes e Bases) de 1961, ao contrário do período anterior, houve uma grande heterogeneidade entre os livros, consequência da nova LDB, que não incorporou

programas detalhados para cada disciplina, abrindo espaço para propostas diferenciadas.

Na década de 70, os didáticos de Química estavam refletindo as marcas de uma mentalidade tecnicista e burocrática presente em todo o sistema de ensino. As escolhas dos conteúdos a serem ensinados eram excessivamente simplificadas, para que pudessem ser avaliados por questões objetivas e de múltipla escolha; eram comuns os livros tipo estudo dirigido, aonde os alunos vão completando os espaços do texto segundo a orientação do professor.

Na década de 80, os textos dos livros didáticos de Química ocupavam apenas 30% do espaço dos livros, que apresentaram um número significativo de ilustrações e exercícios.

"Os livros da década de 80 passam a incorporar truques gráficos, como conceitos em destaques, títulos em tamanhos variados, um número exagerado de ilustrações, tabelas gráficos, desenhos, etc. e o número de exercícios cresce de maneira significativa." (MORTIMER, 1988, p.35)

Estes *truques gráficos* como os denominou Mortimer (1988) estão hoje sugeridos no próprio PNLD de 2000³⁶, como já foi comentado anteriormente e caracterizam uma concepção de livro didático na atualidade.

Estas características apontadas por Mortimer para os didáticos de Química não puderam ser observadas em nossa amostra no que diz respeito às décadas anteriores a década de 70, a partir de quando foi possível identificar as semelhanças.

A seguir, apresentamos uma tabela com os 26 livros onde estão quantificados os tipos de imagens da citologia quanto às categorias já apresentadas anteriormente.

³⁶ No PNLD de 2000 diz: *Titulos e subtítulos devem ser apresentados numa estrutura hierarquizada, evidenciada por recursos gráficos.* No edital de 2002 esta frase foi suprimida do texto.

Nesta tabela, estão sombreados os dados dos livros mais recentes da amostra, isto é, de 1998 e 1999, pois aí teremos uma quantidade maior de imagens e uma variedade também maior que aquela observada nos livros anteriores.

Estes livros mais recentes correspondem a primeiras edições com exceção feita a um deles (o livro 23) que está em sua 4^a. Edição. Portanto podemos considerar que esta amostra coincidentemente corresponde a uma renovação das edições de livros destes autores concentradas entre 1998 e 1999.

Os desenhos, como é possível verificar na Tabela 6, configuraram-se como o tipo de imagem mais freqüente dos conteúdos da citologia em todos os 26 livros, isto é, 60% das imagens observadas foram desta natureza.

Tabela 6: Tipos de imagens encontradas nos 26 livros na parte de Citologia.

Livro	Des.	Fotos	Fm	Tab.	Gráf.	Fórm	Diagr	R. Ar	Mista	Total
..... número de imagens										
1	55	0	0	5	0	8	0	0	0	68
2	77	0	19	6	2	55	15	0	8	182
3	39	1	0	0	0	15	3	0	2	60
4	50	0	0	1	0	0	0	0	0	51
5	59	0	8	4	1	3	2	0	2	79
6	40	0	1	1	5	31	7	0	5	90
7	108	0	0	7	0	8	0	0	0	123
8	77	0	20	5	2	55	15	0	8	228
9	137	0	0	21	14	34	21	0	1	182
10	45	0	0	4	7	37	8	0	2	103
11	93	0	0	7	8	20	13	0	4	145
12	66	0	3	7	7	28	1	0	19	131
13	178	2	2	12	1	13	4	0	2	214
14	100	1	5	4	7	19	12	0	3	151
15	130	8	9	19	14	29	21	0	7	237
16	66	1	0	7	8	30	12	0	4	128
17	110	2	2	7	11	23	10	0	19	184
18	99	5	4	5	7	28	11	0	8	167
19	174	1	13	19	26	35	17	0	8	293
20	123	1	17	9	4	17	12	0	9	192
21	137	20	5	15	9	29	13	0	12	240
22	228	10	26	15	13	47	20	2	14	375
23	188	16	11	23	14	36	13	3	30	334
24	245	11	9	9	20	60	10	0	3	367
25	96	0	5	11	5	16	7	0	5	145
26	204	19	11	16	24	44	13	7	57	395
Total	2924	98	170	239	209	720	260	12	232	4864
%	60%	2%	3,5%	5%	4,3%	15%	5%	0,2%	5%	100

(a) Desenhos; (b) Fotografias; (c) Fotomicrografias; (d) Tabelas; (e) Gráficos; (f) Fórmulas; (g) Diagramas; (h) Representações Artísticas ou Reproduções.

As fórmulas foram a segunda categoria mais freqüente, porém com uma percentagem bem inferior, ou seja, de aproximadamente 15% das imagens, e só não foram observadas no livro 4.

As outras categorias apresentaram diferentes frequências nos diferentes livros, ou seja, cada obra em particular apresentou uma sequência de frequências específica.

É possível observar que o número de fotografias, mesmo tendo aumentado a partir da década de 90 (a partir do livro 14), não parece ser, à primeira vista, uma presença significativa na citologia, onde esta categoria representou apenas 2% do total de imagens. No entanto, se somarmos as categorias fotografias, fotomicrografias e as imagens mistas da Tabela 7, onde estas categorias estavam presentes (e onde elas representaram 57% das imagens) verificamos que aí estarão cerca de 8% das imagens, isto é, 400 imagens, e isto significa a terceira maior frequência em relação ao total, depois dos desenhos e fórmulas.

Ainda analisando os dados da Tabela 6 e cruzando-os com a lista dos autores, é possível verificar a significativa quantidade de imagens do livro **26** de Amabis e Martho. Se ainda somarmos o número de imagens que foi observado nos livros **2**, **8** e **12** (dos mesmos autores) com o livro **26** ($182 + 228 + 131 + 395 = 936$) teremos 20% do total das imagens. Veja ainda, que o livro de 1974 (livro 2) destes autores já apresentava um número maior de imagens se comparado ao livro **25** que é um livro de 1999 de outra autoria. Os livros destes autores apresentaram grande quantidade de imagens nas diferentes épocas e uma maior diversificação destas imagens em relação aos outros autores. Isto, no entanto, não significa que estes livros sejam melhores que aqueles que usaram um número e uma variedade menores de imagens.

Quanto às tabelas, diagramas, gráficos e imagens mistas representaram cada uma de 4 a 5% das imagens observadas.

Em relação às imagens mistas, apresentaremos a seguir uma tabela com as frequências das diferentes associações encontradas na parte de citologia.

Observe ainda que teremos aqui 14 tipos de associações, número bem menor que aquele obtido anteriormente na Tabela 4, quando foram considerados os

conteúdos relativos aos três anos do ensino médio e onde foram encontrados 24 tipos diferentes de associações.

Tabela 7: Imagens mistas presentes nos capítulos de Citologia dos 26 livros analisados

Livro	a+b	a+c	A+d	a+e	a+f	a+g	a+h	a+b+c	a+b+f	b+c	b+f	b+g	b+h	d+f	Total
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	4	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
6	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	4	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
12	2	12	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	19
13	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
15	0	0	1	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7
16	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
17	5	10	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	19
18	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
19	0	2	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
20	0	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9
21	3	4	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12
22	0	5	1	1	1	3	0	0	0	2	0	0	0	1	14
23	4	12	4	0	4	5	0	0	0	1	0	0	0	0	30
24	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
25	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
26	8	19	1	2	3	11	2	2	0	5	2	1	1	0	57
Total	26	90	9	8	37	42	3	2	1	9	2	1	1	1	232

(a)Desenhos; (b) Fotografias; (c) Fotomicrografias; (d) Tabelas; (e) Gráficos; (f) Fórmulas; (g) Diagramas; (h) Representações Artísticas ou Reproduções.

*Os livros mais recentes estão sombreados.

Dentre as imagens do tipo mistas, destacaram-se as associações entre desenhos e fotomicrografias, o que pode explicar o pequeno número de fotomicrografias de forma isolada em diversos livros.

Os outros dois tipos de associações mais freqüentes em termos gerais foram os desenhos com fórmulas e os desenhos com diagramas. Os desenhos associados a diagramas foram, em geral, envolvendo reações Químicas e isto provavelmente se deva à forma de apresentar estes conteúdos historicamente.

É possível também verificar que algumas categorias de imagens mistas foram observadas apenas em um livro e desapareceriam caso este livro não estivesse na amostra. Este é o caso, por exemplo, da Figura 12-A, onde estão associadas uma fotografia, um desenho e uma fórmula Química ($a + b + f$), observada apenas no livro 17, e das associações ($b + f$), ($b + g$), ($b + h$) e ($a + b + c$) que se fizeram presentes apenas no livro 26 de Amabis e Martho. Outra informação que podemos obter na Tabela 7 é a de que aproximadamente 40% das imagens mistas encontram-se nos livros destes mesmos autores citados anteriormente. Estas imagens que não se constituem como modas estatísticas devem também ser registradas, pois, podem estar sinalizando novos movimentos editoriais no sentido de experimentar diferentes formas de registros visuais.

Observe na tabela 7 que nos livros de Amabis e Martho (livros 2, 8, 12 e 26) o número de imagens mistas foi aumentando, de 19 para 57 imagens, triplicou, e dos livros 2 e 8 cujo projeto editorial é mais semelhante ao livro 26, o aumento foi de aproximadamente 7 vezes. Aparecem imagens mistas sem desenhos, sendo que anteriormente, todas as mistas da tabela estavam associadas com desenhos.

Nos caso de Lopes (livros 7, 19 e 23) o aumento foi de 8 para 30, isto é de 3,75 vezes. No livro 19 (1994) não havia nenhuma mista sem desenho, em 1998 aparece uma. Estas observações parecem indicar que a imagem mista é uma composição que requer o uso do desenho (94% dos casos). Apenas 14 imagens mistas em toda a tabela não contém desenhos.

Amabis e Martho introduzem no livro mais recente da amostra nove mistas que não empregam o desenho, são os autores que mais usam este recurso gráfico, aliás, apenas mais três livros da amostragem usam mistas sem desenho.

Antes de 1998, ou seja, do conjunto de cinco livros mais recentes dos 26, apenas **um** livro tem **uma** imagem com esta característica.

É importante ainda informar que as imagens encontradas nos livros analisados, no que se refere à citologia, foram na sua maioria sobre os mesmos assuntos e evidenciando os mesmos aspectos, fazendo uso inclusive dos mesmos exemplos, revelando a princípio uma homogeneização dos livros oferecidos no mercado. No entanto as imagens mesmo que às vezes muito semelhantes e tratando dos mesmos assuntos não eram iguais. Elas apresentaram diferenças no tamanho, na cor, no estilo e no nível de detalhamento. Acreditamos que isto, em parte, deve-se à equipe gráfica que é diferente em cada editora e possivelmente ao entendimento dos autores sobre a relevância do detalhamento desejável daquele tópico.

Analisaremos agora, de forma comparativa, livros da tabela 5 e 6 de mesmos autores em diferentes datas, na tentativa de compreender um pouco das dinâmicas envolvidas no que diz respeito as modificações e permanências que ali se processaram.

Tabela 8: Comparação entre livros de Silva Junior e Sasson, a partir do cruzamento dos dados das Tabelas 5 e 6.

L	Ano	De	Ft	Fm	Tb	Gr	Fr	Dg	Ra	Mi	T
9	1980	137	0	0	21	14	34	21	0	1	182
15	1991	130	8	9	19	14	29	21	0	7	237

L =livros; De = Desenhos; Ft = Fotografias; Fm = Fotomicrografias; Tb = Tabelas; Gr = Gráficos; Fr = Fórmulas; Dg = Diagramas; Ra = Representações Artísticas ou Reproduções; Mi = Mistas e T = Total

Nos livros de Silva Junior e Sasson dos anos de 1980 (livro **9**) e 1991 (livro **15**) em termos gerais é possível verificar que houve uma redução nas dimensões das páginas do livro, um aumento do número de páginas e a introdução do uso da cor (alaranjada) para evidenciar cabeçalhos de tabelas, partes de imagens, títulos de capítulos e leituras complementares.

Quanto à citologia verificou-se um aumento da percentagem de páginas de 62% (128 páginas) para aproximadamente 69% (200 páginas). No entanto, como se pode constatar nos dados registrados na tabela 8, o número de imagens não se modificou de forma significativa no que diz respeito a tabelas, gráficos e diagramas.

Foram adicionadas fotografias e fotomicrografias. O número de fórmulas foi reduzido em função da redução do número de exercícios. Houve também um aumento das imagens mistas. Quanto às imagens que permaneceram do livro de 1980, elas sofreram algumas modificações como a redução de tamanho, e a adição de cor e estavam dispostas nas páginas em lugares diferentes.

No que se refere ao texto escrito, verificou-se uma modificação na ordem dos diferentes parágrafos do capítulo em questão, que às vezes receberam uma ou duas frases de acréscimo. O texto passou também a fazer referência às imagens. No livro de 1980 elas apenas estavam colocadas a seguir do texto ao qual se referiam.

Tabela 9: Comparação entre livros de Paulino, a partir do cruzamento dos dados das Tabelas 5 e 6.

L	Ano	De	Ft	Fm	Tb	Gr	Fr	Dg	Ra	Mi	T
18	1992	99	5	4	5	7	28	11	0	8	167
21	1995	137	20	5	15	9	29	13	0	12	240

L = livros; De = Desenhos; Ft = Fotografias; Fm = Fotomicrografias; Tb = Tabelas; Gr = Gráficos; Fr = Fórmulas; Dg = Diagramas; Ra = Representações Artísticas ou Reproduções; Mi = Mistas e T = Total.

Nos livros de Paulino (números **18** e **21**) de 1992 e 1995 também foi constatado um pequeno aumento do número de páginas relativas a citologia que de 160 (65% das páginas do livro) passou a 220 páginas (ou 68%). Os números relativos às imagens da citologia permitem afirmar que houve aumento de todos os tipos de imagens. Todas as imagens da citologia do livro 18 estavam presentes no livro 21 após terem recebido um tratamento visual no qual elas foram reduzidas e receberam

cores. Este tratamento visual, entretanto, nem sempre significou um ganho na compreensão da imagem. Por exemplo, na imagem da página 167 do livro 21, o uso das cores de fundo, acabaram reduzindo a clareza dos processos que estavam sendo explicados.

Outra observação possível foi que algumas partes do texto foram convertidas em tabelas, e os comentários que estavam nas margens dos textos foram colocados dentro de retângulos amarelos como partes em destaque do texto.

Tabela 10: Comparação entre livros de Amabis e Martho, a partir do cruzamento dos dados das Tabelas 5 e 6.

L	Ano	De	Ft	Fm	Tb	Gr	Fr	Dg	Ra	Mi	T
2	1974	77	0	19	6	2	55	15	0	8	182
8	1978	77	0	20	5	2	55	15	0	8	228
12	1984	66	0	3	7	7	28	1	0	19	131
26	1999	204	19	11	16	24	44	13	7	57	395

L = livros; De = Desenhos; Ft = Fotografias; Fm = Fotomicrografias; Tb = Tabelas; Gr = Gráficos; Fr = Fórmulas; Dg = Diagramas; Ra = Representações Artísticas ou Reproduções; Mi = Mistas e T = Total.

Comparando os livros de Amabis e Martho teremos quatro livros de diferentes épocas para considerar: o livro **2** de 1974 com aproximadamente 80% das páginas com conteúdos sobre citologia e o livro **8** de 1978, com (76%) tratam de assuntos relativos a citologia, são diferentes edições do mesmo livro e apresentam a participação de um terceiro autor. São livros impressos em apenas uma cor. O livro **12** é um livro de 1984 e 60% das páginas tratando de citologia. Este livro foi impresso em duas cores: preto e marrom e estava organizado na forma de perguntas e respostas ou seja com uma proposta editorial diferente e por este motivo fica um pouco complicado compará-lo com o livro de 1999. Por fim os dados se referem as imagens do livro de 1999 no qual 81,3% das páginas estavam relacionadas com a

citologia. Este livro foi impresso em quatro cores e retoma o modelo dos dois primeiros no que se refere a estrutura do texto.

Foi possível observar ainda que, algumas fotomicrografias clássicas da citologia reproduzidas no livro de 1974 foram substituídas por outras semelhantes doadas por professores do Instituto Biológico da USP no livro de 1978.

A redução do número de imagens observada no livro de 1984 é relativa se considerarmos que o número de páginas deste livro também é menor. Verificando as imagens do tipo mista deste livro (veja tabela 7), tem-se a informação de que 12 imagens desta natureza dizem respeito a associações de desenhos com fotomicrografias o que justifica a redução do número de fotomicrografias e de desenhos isolados.

O mesmo se dá em relação ao livro de 1999, onde os números relativos as imagens de fotomicrografias, fórmulas e diagramas isolados foram menores que os números destas imagens nos livros de 1974 e 1978. Na verdade 19 imagens mistas eram associações de desenhos e fotomicrografias, 11 de desenhos com diagramas e 3 de desenhos com fórmulas (veja a tabela 7).

No livro de 1999 foram identificadas imagens presentes nos outros três livros editados anteriormente, como por exemplo as quatro imagens sobre técnicas de observação de células ao microscópio óptico apresentadas primeiramente no livro de 1984. No que diz respeito as imagens sobre ácidos nucleicos e síntese de proteínas verificou-se que 6 desenhos dos 9 apresentados nos livros de 1974 e 1978 sobre este assunto estavam presentes no livro de 1999.

Tabela 11: Comparação entre livros de Soares, a partir do cruzamento dos dados das Tabelas 5 e 6.

L	Ano	De	Ft	Fm	Tb	Gr	Fr	Dg	Ra	Mi	T
20	1995	123	1	17	9	4	17	12	0	9	192
22	1998	228	10	26	15	13	47	20	2	14	375

L = livros; De = Desenhos; Ft = Fotografias; Fm = Fotomicrografias; Tb = Tabelas; Gr = Gráficos; Fr = Fórmulas; Dg = Diagramas; Ra = Representações Artísticas ou Reproduções; Mi = Misturas e T = Total.

Os livros de Soares eram livros coloridos publicados com apenas três anos de diferença e é interessante se observar o aumento no número de imagens de um livro para o outro (este número quase duplicou). Outra informação importante é que todas as imagens do livro de 1995 estavam presentes no livro de 1998. Houve também uma pequena redução do tamanho do livro e um aumento do número de páginas. A porcentagem de páginas destinadas à citologia também aumentou passando de 64% para 73% das páginas.

Tabela 12: Comparação entre livros de Lopes, a partir do cruzamento dos dados das Tabelas 5 e 6.

L	Ano	De	Ft	Fm	Tb	Gr	Fr	Dg	Ra	Mi	T
7	1978	108	0	0	7	0	8	0	0	0	123
19	1994	174	1	13	19	26	35	17	0	8	293
23	1998	188	16	11	23	14	36	13	3	30	334

L = livros; De = Desenhos; Ft = Fotografias; Fm = Fotomicrografias; Tb = Tabelas; Gr = Gráficos; Fr = Fórmulas; Dg = Diagramas; Ra = Representações Artísticas ou Reproduções; Mi = Misturas e T = Total.

Nos livros de Lopes as dimensões variaram nos três casos analisados, o número de páginas aumentou, bem como o número de páginas destinados à citologia. O número de imagens presentes naqueles conteúdos também aumentou. O desenho

foi nos três casos o tipo de imagem mais freqüente. As fotografias, fórmulas, diagramas e imagens mistas que não foram observadas no livro 7, aparecem de forma crescente nos livros 19 e 23.

Tabela 13: Comparação entre livros de Fonseca, a partir do cruzamento dos dados das Tabelas 5 e 6.

L	Ano	De	Ft	Fm	Tb	Gr	Fr	Dg	Ra	Mi	T
6	1977	40	0	1	1	5	31	7	0	5	90
10	1981	45	0	0	4	7	37	8	0	2	103
16	1992	66	1	0	7	8	30	12	0	4	128

L = livros; De = Desenhos; Ft = Fotografias; Fm = Fotomicrografias; Tb = Tabelas; Gr = Gráficos; Fr = Fórmulas; Dg = Diagramas; Ra = Representações Artísticas ou Reproduções; Mi = Mistas e T = Total.

Na comparação dos livros da tabela 13 podemos observar um caso no qual o número de páginas, bem como aquelas destinadas à citologia diminui do livro 6 para o livro 10 e aumenta novamente no livro 16. A fotomicrografia observada no livro 6 desaparece, o número de fórmulas primeiro aumenta e depois reduz. No entanto, o número total de imagens aumentou. É possível também observar a estabilidade dos livros 6 (na 16ª edição) e 16 (na 34ª edição) no sentido de se manterem por um tempo considerável no mercado.

Tabela 14: Comparação entre livros de Beçak e Beçak, a partir do cruzamento dos dados das Tabelas 5 e 6.

L	Ano	De	Ft	Fm	Tb	Gr	Fr	Dg	Ra	Mi	T
1	1963	55	0	0	5	0	8	0	0	0	68
5	1977	59	0	8	4	1	3	2	0	2	79

L = livros; De = Desenhos; Ft = Fotografias; Fm = Fotomicrografias; Tb = Tabelas; Gr = Gráficos; Fr = Fórmulas; Dg = Diagramas; Ra = Representações Artísticas ou Reproduções; Mi = Mistas e T = Total.

Nesta comparação também observamos um aumento do número de imagens, bem como uma diversificação das mesmas. Foram adicionadas fotomicrografias, diagramas, imagens mistas e um gráfico. O número de fórmulas foi reduzido e livro 5 também havia uma tabela a menos.

Após todas estas análises podemos nos perguntar qual o significado destas modificações no ensino de citologia proposto pelo livro? Qual o acréscimo que estas imagens trazem? Como podemos justificá-la?

Considerando 25 dos 26 livros analisados (1 não apresentava a data da publicação), a análise da regressão (Gráfico 1) mostrou uma associação altamente significativa (significância do teste F; $p > 0,01$) para a média de figuras por página e o ano de publicação do livro. Dessa maneira, verificou-se que a equação polinomial de segundo grau apresentava melhor ajuste aos dados, explicando-se também, pelo coeficiente de determinação da curva, de que mais de um terço da variação ($R^2 = 34,3\%$) nos valores médios da presença de imagens poderia ser devido ao ano da publicação. Outras variáveis, como editora, autor, etc, poderiam ser responsáveis por explicar o restante das variações.

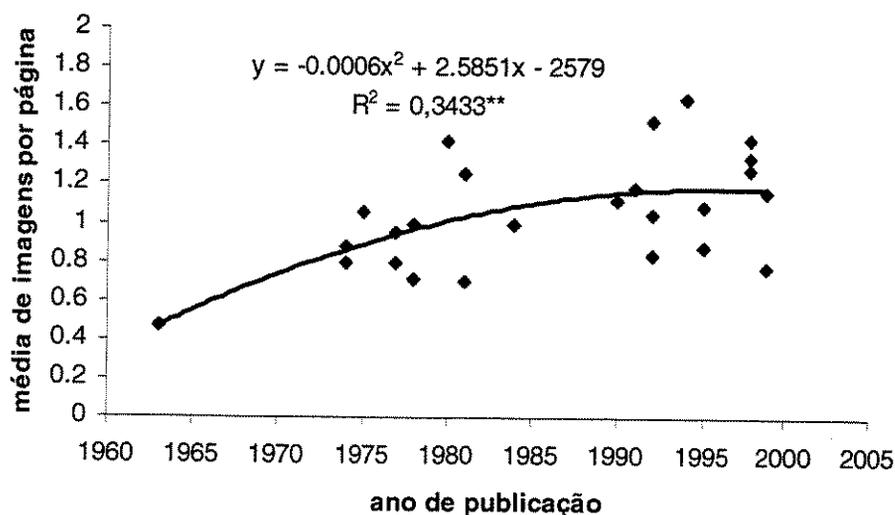


Gráfico 1: Regressão entre a média de imagens por página e o ano de publicação.

Estes movimentos de modificação das imagens e dos livros em geral na sua cor, tamanho, disposição do texto e das imagens na página e na forma das próprias imagens podem estar indicando (a) uma adequação maior as especificações do Estado, (b) podem ainda ser uma resposta a demandas do mercado ou (c) uma busca de formas mais eficientes na apresentação dos conteúdos.

Sobre a significância destes aspectos materiais Chartier (1998) afirma que:

“Mais do que nunca, historiadores de obras literárias e historiadores das práticas e partilhas culturais têm consciência dos efeitos produzidos pelas formas materiais. No caso do livro, elas constituem uma ordem singular, totalmente distinta de outros registros de transmissão tanto de obras canônicas quanto de textos vulgares. Daí, então, a atenção dispensada, mesmo que discreta, aos dispositivos técnicos, visuais e físicos que organizam a leitura do escrito quando ele se torna um livro.”
(CHARTIER, 1998, p.8)

4.2 - Legendas e créditos

Existem muitas especificações técnicas a respeito das legendas, mas estas no entanto, nem sempre foram observadas com o necessário cuidado pelos autores dos livros analisados. Briscoe (1996) afirma que as legendas devem ser concisas, consistentes, de um tamanho legível e que os símbolos presentes devem ser usados de forma clara. O desastre mais comum, afirma esta autora, é incluir muita informação em uma mesma figura; muita informação torna a ilustração confusa e desencoraja o leitor. Estes abusos de palavras acompanhando uma imagem foram observados nos livros 22 e 26; em geral, estas explicações eram analogias que tornavam as legendas muito longas.

Verificou-se também (livros 23, 24 e 25, por exemplo) que nem sempre havia legenda para a imagem apresentada; neste caso, a imagem, às vezes, estava colocada numa posição onde o texto se referia ao assunto da imagem, outras vezes, poderia estar solta sem qualquer referência, nem no texto e nem na legenda.

Em relação a fotografias e fotomicrografias, verificamos que nem todas foram creditadas mesmo nos livros mais atuais como os 23 e 24; outras foram na sua maioria creditadas ao próprio autor do livro como sendo de seu arquivo particular (livro 22) indicando um grande controle por parte do autor das imagens utilizadas.

Em todos os livros analisados faltaram dados nas fotomicrografias, ou sobre a técnica de obtenção da imagem e em que tipo de microscópio, ou quanto ao aumento utilizado e até mesmo a informação que aquela dita imagem era uma fotomicrografia (livros 23, 24 e 25); ou seja, elas estavam ali presentes como se fossem compreensíveis para o leitor.

Outra questão importante a ser comentada diz respeito ao uso da cor em imagens de microscopia. Algumas técnicas de obtenção de imagens fazem uso de determinadas substâncias (corantes) ou mesmo utilizam cores; outras vezes, a cor é acrescentada depois para identificar uma estrutura em particular, o leitor, no entanto, não foi informado em nenhum dos dois casos sobre este aspecto. Um exemplo da

ausência desta informação quanto à presença da cor em fotomicrografias pode ser verificado na Figura 15 (p. 102). Naquele caso, a cor foi acrescentada posteriormente sem que isto seja informado ao leitor, que poderá pensar que aquela cor é a cor da estrutura em questão ou que é resultado das próprias técnicas de obtenção da imagem, o que não é verdadeiro.

4.3 - A relação texto imagem

Todos os tópicos da citologia foram acompanhados de imagens, como já havíamos constatado na primeira parte deste trabalho; entretanto, foi possível observar diferentes situações, no que se refere à sua utilização quando consideramos a sua relação com o texto:

- (1) Texto explicando a imagem
- (2) Imagem explicando o texto
- (3) Imagem explicando imagem
- (4) Imagem antecipando assuntos
- (5) Imagens fantásticas

(1) Texto explicando a imagem: como, por exemplo, nos casos das descrições das imagens de estruturas celulares. Esta forma de uso da imagem apareceu em todos os livros analisados e foi a maneira mais freqüente de uso no que diz respeito às imagens da citologia, onde o texto se referia à imagem usando expressões como: "*veja na figura a seguir ou na figura X, como os aminoácidos se ligam uns aos outros na formação da proteína...*" isto é, o texto explicava o que era para ser observado na imagem ou o que a imagem estava representando.

É importante ainda acrescentar que as palavras ou o texto podem estar inseridos na própria imagem, ajudando na compreensão do que ali está representado

na forma visual, ou seja, muitas figuras dos livros são associações de imagens e textos.

(2) Imagem explicando o texto: como na página 202 do livro 23 (veja Figura 13, p.98), quando o texto remete à imagem onde se observa a explicação sobre a formação do cromossomo, esta explicação só apareceu na imagem e não no corpo do texto, onde o processo foi apenas mencionado.

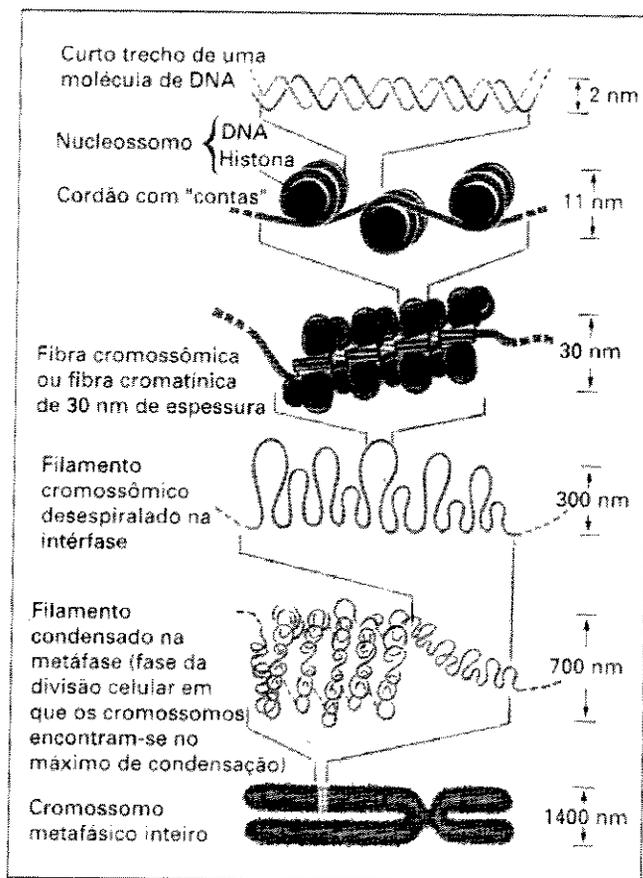
Outro uso de imagens para explicar o texto foi o das *analogias na forma visual* como, por exemplo, comparar por meio de imagens as diferentes espessuras do corte de uma célula com cortes de um ovo cozido. Na Figura 14 A (p.99), o ovo está chamando a atenção do leitor para o aspecto da tridimensionalidade da célula, que poderia passar despercebida devido a sua representação geralmente plana. Isto é, o ovo nos dá perfeita idéia de que cortes feitos na célula que também é tridimensional podem ter alguns elementos e não outros. Portanto, temos aqui um bom exemplo do uso de imagens analógicas na explicação de um conteúdo.

O outro exemplo diz respeito à comparação da forma das estruturas primária, secundária e terciária das proteínas com o fio do telefone (veja a Figura 14-B), o que poderia ter sido feito somente com o uso de palavras. A estrutura primária é representada pelo fio ainda desenrolado, a estrutura secundária pelo fio enrolado, a terciária é o fio enrolado sobre si mesmo mais de uma vez, e a quaternária é quando dois fios enrolados sobre si mesmos se cruzam entre si. O problema aqui diz respeito não exatamente à imagem e sim a dificuldades no uso de analogias em geral, na qual o análogo é já uma representação como o caso das estruturas das proteínas, o que pode confundir mais o leitor com pouco conhecimento do assunto em vez de ajudá-lo.

5.3. Os cromossomos

Os cromossomos só se tornam bem visíveis e individualizados ao microscópio óptico durante a divisão celular, quando sofrem um processo denominado **condensação**. Nesse processo, tornam-se mais curtos e mais espessos, o que facilita a visualização.

Cada **cromossomo** é formado por uma única e longa molécula de DNA associada a várias moléculas de histona (proteína básica).



O modo como o DNA e as histonas se dispõem para formar um cromossomo tem sido investigado através da microscopia eletrônica e está resumido na figura ao lado.

O filamento cromossômico interfásico, apesar de ser um fio fino e pouco visível de modo individualizado, apresenta regiões mais enoveladas e, portanto, mais evidentes, denominadas **cromômeros**.

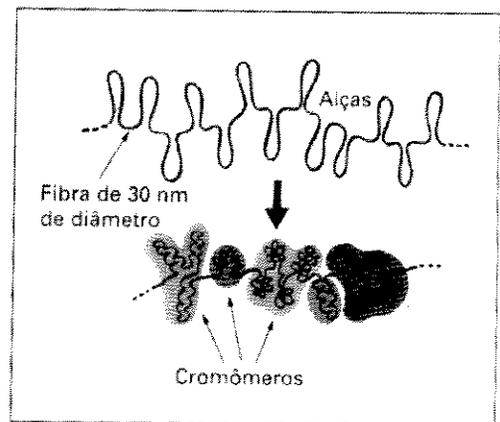


Figura 13- Exemplo de imagem explicando o texto, Sônia Lopes, p.202, 1998. O texto informa que a explicação do processo de formação do cromossomo é feita por meio da imagem. Há também um detalhamento da imagem feito por meio de outra imagem colocada ao seu lado.

A

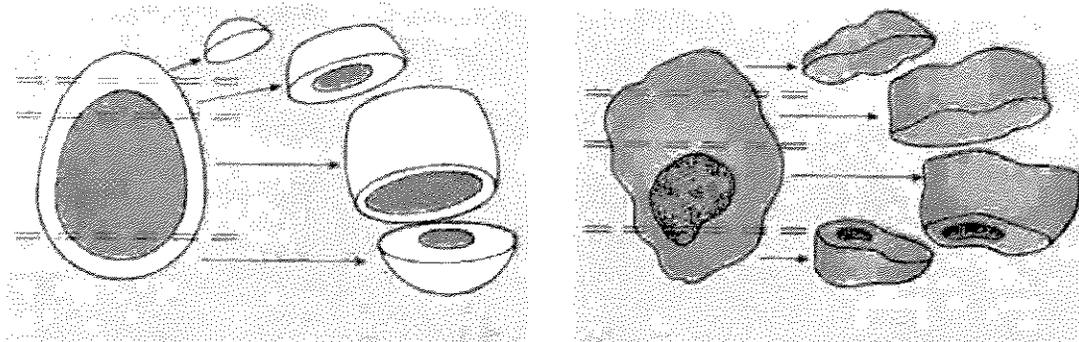


Fig. 117 Funções da estrutura de uma célula. Quando um objeto é cortado em vários planos diferentes, vê-se que a proporção de volume entre a parte externa e interna é variável de acordo com o nível do plano de corte. Isso também ocorre com a célula na relação citoplasma x núcleo, conforme o nível de focalização da lente ou do plano de corte durante a preparação da lâmina.

B

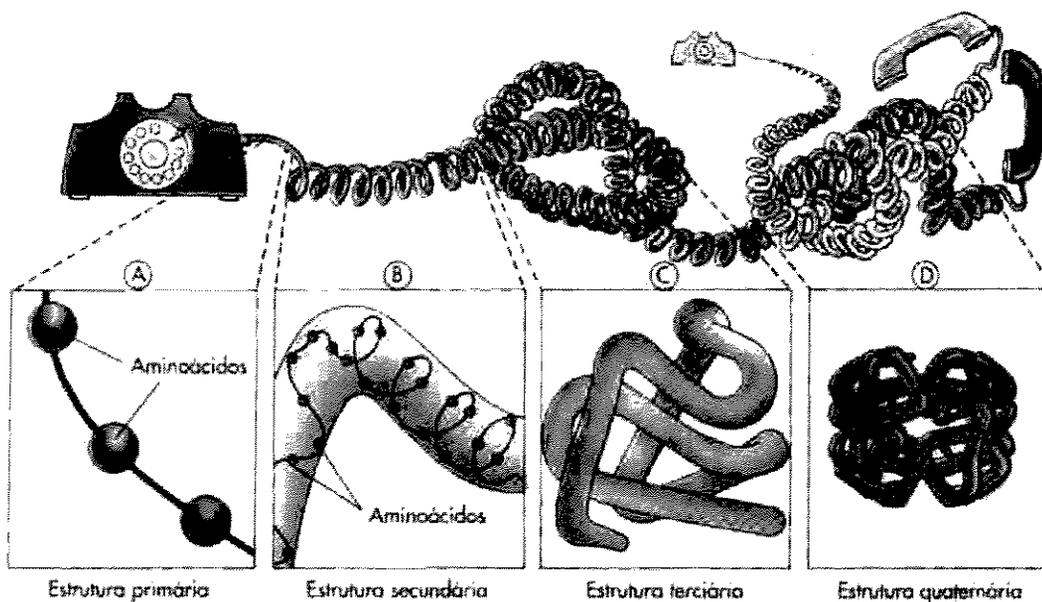


Figura 4.31 (A) A sequência de aminoácidos de uma molécula de proteína é sua estrutura primária. (B) Interações por pontes de hidrogênio entre aminoácidos da cadeia polipeptídica fazem o filamento protéico se enrolar em forma de hélice (ou em outra configuração regular), produzindo a estrutura secundária. (C) A estrutura terciária resulta do dobramento da estrutura helicoidal sobre si mesma, devido a diversos tipos de interação entre os radicais dos aminoácidos (pontes de hidrogênio, pontes de enxofre etc.). (D) Proteínas formadas por mais de uma cadeia polipeptídica têm estrutura quaternária, que resulta da associação das cadeias.

Figura 14- Analogias visuais: (A) José Luis Soares, p.127, 1998 e (B) Amabis e Marinho, p.93, 1999.

Na figura 13 (p.98), observa-se um tipo de leitura da imagem de baixo para cima, onde uma pequena porção será ampliada nos desenhos subseqüentes para explicar por meio da imagem o que o texto apresentado anteriormente diz ser um cromossomo. Nesta figura, observamos a ausência de informação ao leitor sobre a forma de ler a imagem. Estão confusas as representações de histonas e de cromômeros (que estão desenhados do lado direito do desenho principal e que caracterizam um exemplo de imagem explicando imagem) por serem necessárias muitas deduções e haverem também muitas informações implícitas, necessitando-se conhecimentos prévios para sua compreensão.

(3) Imagem explicando imagem: como é o caso das associações de desenhos, fotografias e fotomicrografias já analisadas anteriormente, como partes da categoria denominada de mista e onde uma imagem "ancora" a outra, isto é, ajuda na sua leitura e compreensão. Outro caso é aquele no qual imagens dizem respeito a um mesmo evento, estrutura ou organismo e que, mesmo estando separadas em figuras diferentes dão sentido uma à outra, como no exemplo da Figura 15 (p.102). Neste caso, temos duas imagens que tratam do assunto "cloroplastos" e cuja proximidade na página permitem associá-las de forma que uma pode ajudar na compreensão da outra. Este caso nos faz refletir a respeito das características do próprio livro didático, onde se observa uma progressão ao nível da complexidade na apresentação dos assuntos, no que diz respeito ao texto que também é observado ao nível das imagens. Isto significa que quando analisamos uma imagem dos didáticos de Biologia, é preciso ter em mente que ela está inserida num contexto onde as imagens que a precedem e que a sucedem, por vezes devem ser consideradas, e que alguns elementos ou códigos visuais podem ser apresentados numa primeira imagem, passando então a estar subentendidos como parte de uma seqüência, de forma que a imagem isolada não será devidamente compreendida.

(4) **Imagem antecipando assuntos** que serão tratados a seguir (livros 24 e 25) como se fossem um tipo de índice visual, por exemplo: no capítulo onde eram estudadas as mitocôndrias, os plastos e os centríolos, estas organelas estavam desenhadas ou foram mostradas suas fotomicrografias na página de abertura do capítulo. Posteriormente, estas imagens foram retomadas e explicadas dentro do capítulo. Este uso foi observado somente nos livros mais recentes.

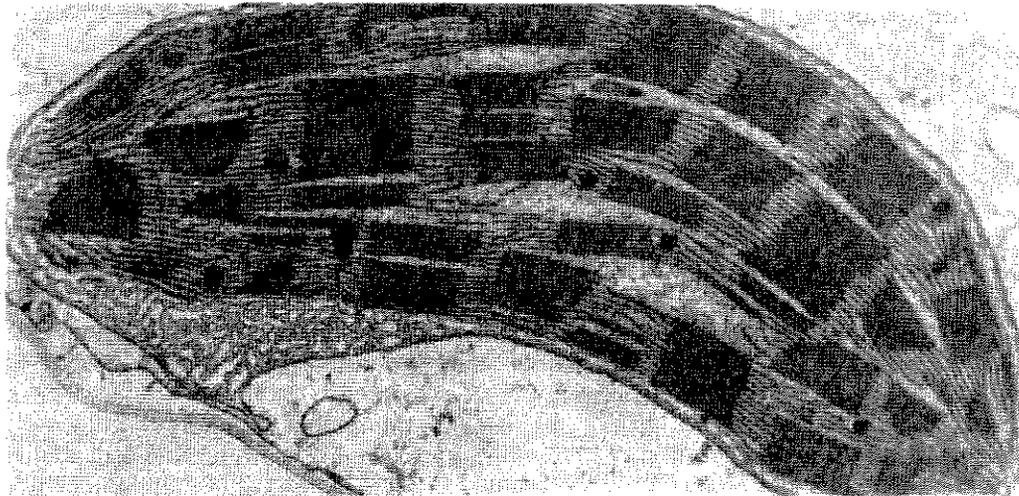


Fig. 23 — Fotografia de cloroplasto, observado ao microscópio eletrônico.

Os cloroplastos, além de serem carregados passivamente pelo citoplasma (ciclose), podem apresentar também um movimento ativo, induzido por iluminação (fototactismo).

Ao microscópio eletrônico, cortes de cloroplastos mostram duas membranas envoltentes: uma externa e outra interna, de estrutura comparável às demais membranas lipoprotéicas da célula. No interior, o cloroplasto é preenchido por um material amorfo, o *estroma*. Neste, ficam mergulhadas *lamelas*, dispostas de maneira mais ou menos paralela ao eixo maior do cloroplasto.

Nas células de vegetais superiores observam-se, além das lamelas grandes, pilhas de lamelas menores, discóides, coladas umas às outras, lembrando pilhas de moedas. Cada "moeda" é dita *tilacóide*. Uma pilha desses tilacóides é chamada *granum*. Ao conjunto de *granum* do cloroplasto denomina-se *grana*.

A clorofila fica concentrada principalmente nos *grana*, se bem que em certas algas, onde elas não existem, a clorofila esteja nas lamelas.

O processo de fotossíntese será discutido em detalhe no capítulo 14. Sabemos, no entanto, que o cloroplasto é uma "fá-

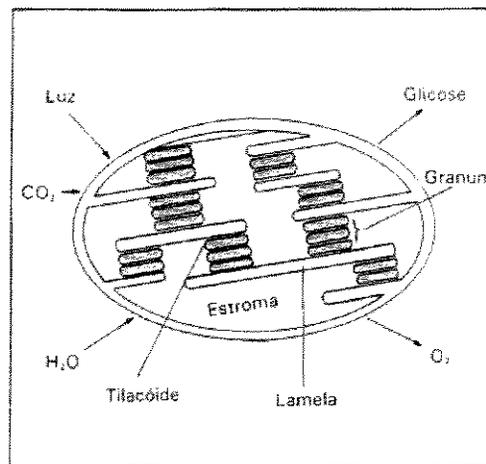


Fig. 24 — O cloroplasto: as matérias-primas utilizadas e as substâncias produzidas.

brica" de glicose e oxigênio. De fato, a partir de substâncias simples como gás carbônico e água, e em presença da luz, o cloroplasto fabrica glicose, que, como se sabe, é um combustível valioso para as células vivas. Além disso, o processo fotossintético produz oxigênio. A clorofila do *granum* tem um papel importantíssimo no fenômeno de captação da energia luminosa e na sua posterior transformação em energia química, que fica armazenada nas moléculas de glicose.

Figura 15: Imagens na mesma página onde uma ajuda a compreender a outra, Cesar e Sezar, 1991, p.99. Observe também que o texto não faz referência às imagens.

(5) Imagens fantásticas: são aquelas imagens produzidas com técnicas sofisticadas de microscopia associadas à computação gráfica e onde, em geral, não é possível identificar do que se trata sem uma explicação mais aprofundada, e cuja função poderia ser aquela apontada por vários autores³⁷, de despertar a curiosidade ou o interesse do leitor (livros 22, 23,24 e 26) e ainda evidenciar um movimento de espetacularização da ciência, já que elas pouco ajudam na compreensão do assunto em questão, entretanto enaltecem a própria ciência e suas tecnologias. Este tipo de imagem foi também identificado com frequência nas capas deste tipo de livros, ali mais como um apelo publicitário buscando seduzir o público leitor.

No que diz respeito à sua relação com o texto elas em geral não são mencionadas, ou quando são, o texto não dá maiores informações sobre a imagem, isto é, ele não a explica. Por exemplo na Figura 16-A (p.105), temos uma imagem obtida por técnica de difração dos raios X após incidirem sobre um cristal de DNA, que Maurice H. F. Wilkins estudou para propor que as bases púricas e pirimídicas encontravam-se sobrepostas umas às outras. Mesmo com estas informações do texto, a imagem continua de difícil compreensão, é uma imagem para especialistas. No caso da Figura 16-B o texto escrito está falando dos genes e da síntese de proteínas. Ao final, informa porque as moléculas do DNA são consideradas as moléculas -mestras da vida e, entre parênteses, indica a figura, como se estivesse dizendo "veja, o DNA é assim". Ao olhar para imagem, no entanto, caberia a pergunta: "assim como ?" já que não dispomos das "chaves de leitura" necessárias para uma melhor compreensão do que está sendo mostrado na imagem. É preciso ficar claro que não estamos com isto condenando a presença deste tipo de imagem nos livros e sim fazendo um registro das diferentes formas de tratamento da imagem na composição dos livros didáticos de Biologia.

³⁷ Duchastel (1980), Briscoe (1996), Martins (1997) e também os próprios autores dos didáticos na apresentação de sua obra.

Estas diferentes formas de relação entre texto e imagem remetem-nos mais uma vez à classificação de Kalverkämper (1993), onde as imagens podem ser *inferiores ao texto* quando informam menos que ele; *superiores ao texto* quando informam mais que ele e estarem *em equivalência com o texto*, isto é, entre a redundância e a informatividade.

Imagens que explicam o texto são exemplos freqüentes de casos onde a imagem é superior ao texto e imagens explicadas pelo texto, são exemplos freqüentes de casos onde ela é inferior ao texto, de acordo com aquela classificação. Não estamos considerando os termos *superior, inferior ou equivalentes*, usados pelo autor para explicar as relações entre texto e imagens como se houvesse aí qualquer juízo de valor no sentido de serem desejáveis ou indesejáveis ou ainda adequadas ou inadequadas, estamos fazendo apenas um registro segundo aquela classificação.

Ainda sobre este assunto Bardin (1975) citado por Santaella e Nöth (1998), afirma que no caso da disposição lado a lado do texto e da imagem, não se trata de uma mera adição de duas mensagens informativas diferentes. Uma nova interpretação holística da mensagem total pode ser derivada dessa disposição

A



James King-Holmes/SPL/Stock Photos

Fig. 70 — Padrão de difração de raios X do DNA.

B

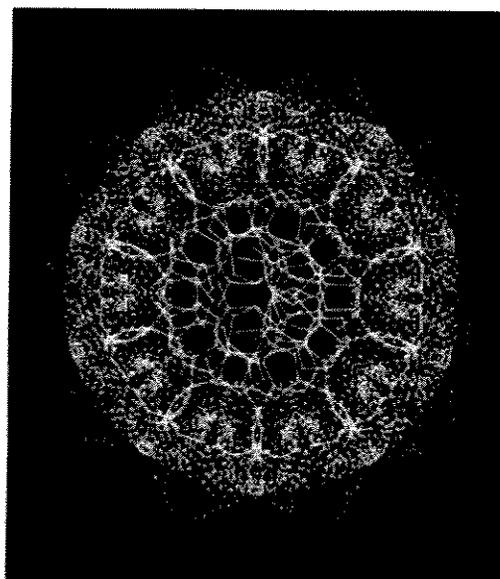


Fig. 5.9 - Molécula de DNA desenhada por computador.

Figura 16- Imagens fantásticas: (A)Imagem do livro de Wanderley Carvalho, p.77, 1998. (B)Imagem do livro de Wilson Paulino, p.64, 1995.

4.4 - Imagens presentes nos testes de vestibular

Em relação aos testes de vestibular foram analisados somente os livros mais recentes, ou seja, os de 1998 e 1999. A frequência das imagens nos testes de vestibular de citologia presente nestes livros representou em média 30% dos testes. Os desenhos continuaram a ser o tipo de imagem mais presente; vejam os dados da Tabela 15. Foi possível também constatar que o livro 26 (Amabis & Martho/ Editora Moderna) foi o que mais imagens apresentou nos testes de vestibular, com destaque para a presença de diagramas (15,2%) seguido pelo expressivo número de gráficos (12,9%), tabelas (7,6%) e fórmulas (5,3%). Ou seja, neste livro, os testes de vestibular presentes apresentaram não somente um número significativo de imagens como uma variedade nos tipos de imagens apresentadas. Observe que os testes de vestibular não apresentaram a mesma distribuição de imagens dos livros.

Os desenhos analisados, na sua maioria, isto é, aproximadamente 85% (157 desenhos de um total de 185), solicitavam a identificação visual de representações de organelas celulares ou partes delas, ou ainda de fenômenos que ocorrem na célula como plasmólise, turgescência, etapas da mitose e meiose, etc, ou seja, o exercício mais freqüente proposto ao aluno, quando estavam presentes os desenhos, foi o de reconhecimento de diferentes códigos visuais utilizados na Biologia para representar cada uma das estruturas celulares, como nos exemplos mostrados na Figura 17 (p.109).

Tabela 15: Frequência das diferentes categorias de imagens presentes nos testes sobre Citologia dos livros analisados

Autor(es)	Soares	Lopes.	Carvalho	Vélez &M	A & M
Livros *	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)
Gráficos	11	6	5	4	17
Desenhos	33	35	24	21	72
Tabelas	7	13	2	3	10
Diagramas	4	5	2	5	20
Mistas	0	1	1	1	5
Fórmulas	4	9	3	3	7
Total	59	69	37	37	131
Testes	168	205	239	131	404
%	35,1	33,6	15,5	28,2	32,4

* - correspondentes a tabela 6.

Esta figura apresenta três testes de vestibular, onde se observa no primeiro, a solicitação da identificação da imagem de forma direta, isto é, ao olhar a imagem deve-se identificar que se trata de um desenho do corte transversal de um cílio ou flagelo.

No segundo teste, o aluno precisa reconhecer o desenho da mitocôndria para responder em que células esta organela é encontrada.

E no terceiro teste, sobre identificação dos componentes do DNA, ele precisa reconhecer as representações de cada componente da molécula de DNA na seqüência em que ocorrem, e há ainda o problema das bases representadas de forma inversa no que diz respeito ao tamanho, isto é, a base pirimidina está desenhada maior que a purina.

Martins (1999) afirma que as representações visuais não são meras ilustrações acessórias, mas constituem elementos fundamentais para a conceituação, e que muitas vezes são o próprio conceito.

"(...)há imagens que, num certo sentido, são o próprio conteúdo. Embora a cultura científica ainda privilegie o conhecimento expresso através da linguagem há conceitos cuja visualização é essencial para sua conceitualização e compreensão. Não conhecer a estrutura da dupla hélice é não conhecer o ADN: quem não sabe a forma de campos magnéticos, não sabe magnetismo."

Este movimento de reconhecer a representação visual de determinada estrutura foi uma habilidade freqüentemente requisitada nos testes analisados, ou seja, no que diz respeito aos conhecimentos de Biologia do ensino médio, é preciso dominar os códigos visuais desta área específica.

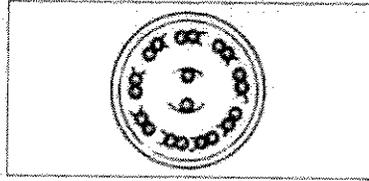
Esta habilidade passou também a ser solicitada explicitamente no texto dos Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Médio (PCNEM), quando afirma que:

"interpretar e utilizar diferentes formas de representação (tabelas, gráficos, expressões, ícones...)" são habilidades desejadas neste nível de ensino.

O documento ainda discrimina especificamente habilidades para o ensino de Biologia que se referem à linguagem visual, tais como:

"Perceber e utilizar códigos intrínsecos da Biologia; apresentar de forma organizada o conhecimento biológico apreendido, através de textos, desenhos, esquemas, gráficos, tabelas, maquetes, etc.; Conhecer diferentes formas de obter informações (observação, experimento, leitura de texto e imagem, entrevista), selecionando aquelas pertinentes ao tema biológico em estudo".

28. (Cesgranrio-RJ)

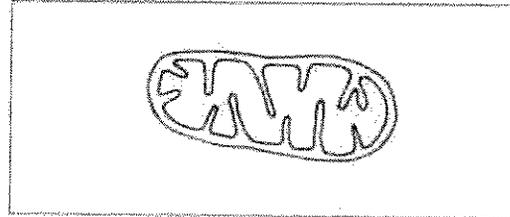


O desenho acima corresponde a um corte transversal da ultra-estrutura de:

- a) microvilosidade.
- b) cílio ou flagelo.
- c) axônio.
- d) estereocílio.
- e) pseudópodo.

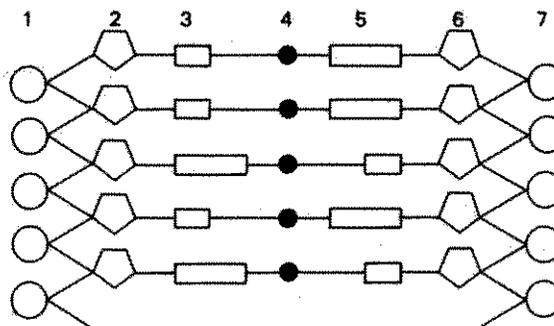
29. (PUC-SP) O componente celular esquematizado ao lado é encontrado:

- a) em bactérias, plantas e animais.
- b) apenas em animais.
- c) apenas em plantas superiores.
- d) em bactérias e fungos.
- e) em eucariontes.



165

9. (CESCEA-75) – No arranjo esquemático da molécula do ácido desoxirribonucléico os números de 1 a 7 indicam, respectivamente:



B

- a) fosfato, açúcar, purina, ponte de hidrogênio, purina, açúcar, fosfato
- b) fosfato, açúcar, purina, ponte de hidrogênio, pirimídica, açúcar, fosfato
- c) fosfato, açúcar, pirimidina, ponte de hidrogênio, pirimidina, açúcar, fosfato
- d) fosfato, açúcar, pirimidina, ponte de hidrogênio, pirimidina, açúcar, fosfato
- e) fosfato, açúcar, purina, ligação de peptídeo, pirimidina, açúcar, fosfato

Cap. 4 – Composição química da célula

83

Figura 17- Testes de vestibular com a presença de imagens: (A)Amabis e Martho, p.165, 1999. (B)Marcondes e Lammoglia, p.83, 1981.

4.5 - A Codificação

Na citologia, a utilização de códigos visuais³⁸ para representar as estruturas e processos celulares é muito freqüente. Codificar, aqui, significa converter o que é visto no microscópio ou concebido conceitualmente numa forma de registro gráfico, fazendo-se uso, por exemplo, de círculos, quadrados, retângulos ou outras figuras com o objetivo de representar determinados elementos. Esta *codificação* está muito relacionada ao fato do universo celular ser inacessível ao olho humano de forma direta, sendo necessária a utilização de aparelhos mediadores capazes de permitir a sua visualização e estudo. Este registro era em princípio a tentativa de se reproduzir o que estava sendo visto da forma mais fiel possível, e portanto, a criação de códigos específicos para esta representação foi um passo posterior.

Francastel (1983), ao se referir a estas imagens realistas ou figurativas, ou seja aquelas que buscam o máximo de aproximação com o real, afirma que:

"A imagem é sempre já um primeiro grau de associação e de montagem; ela já possui uma estruturação."

A partir desta explicação que põe em evidência a presença da interpretação em qualquer produção de imagem, ficam reduzidas as distâncias entre estes dois tipos de imagens anteriormente comentadas, ou seja, as ditas realistas e as codificadas. No entanto, aquelas que se aproximam mais da realidade são mais fáceis de serem decodificadas, o que serve para manter a crença de que são automaticamente compreendidas.

Contrariando esta concepção de que as imagens são automaticamente compreendidas, Francastel (1983), Calado (1994) e Martins (2000), entre outros, afirmam que as imagens requerem um aprendizado para que se dê sua decodificação, interpretação e leitura.

³⁸ Códigos visuais, convenções e chaves de leitura foram aqui tomados como sinônimos.

Em relação ao processo de codificação da citologia, Maienschein (1991) traz uma grande contribuição ao analisar as imagens e descrições das células em diferentes edições dos textos do famoso citologista americano E. B. Wilson. Em seu trabalho, esta pesquisadora afirma que, a medida que Wilson foi aumentando sua compreensão teórica e a certeza no que via, ele foi simplificando seus esquemas, aumentando a abstração e focalizando apenas os elementos envolvidos no processo descrito. Isto é, esta simplificação, aumento da abstração e focalização na representação, mesmo constituindo-se numa certa redução do que era observado no microscópio significava um avanço na compreensão do processo explicado. Estes movimentos constituíam-se, na verdade, numa "didatização da imagem", ou ainda um movimento para tornar mais fácil a compreensão de quem "lê" a respeito do que foi observado, a preocupação era tornar acessível para o leitor a compreensão do autor à respeito do assunto.

Wilson considerava fotomicrografias traduções mais confiáveis de seu objeto de estudo; entretanto, ele ilustrou seus livros predominantemente com diagramas e desenhos. Isto por que, segundo Maienschein (1991), as ilustrações eram menos caras para reproduzir e eram também de mais fácil compreensão, pois eram imagens já interpretadas pelo olho do especialista.

Os especialistas, desta forma, ao representarem em desenhos ou esquemas suas interpretações foram criando os códigos visuais específicos desta área de conhecimento. Estes códigos passaram então a ser repetidos por outros pesquisadores que, por vezes, foram modificando-os e adequando-os a novas interpretações.

Um movimento semelhante ocorre com os livros didáticos, onde um autor toma outros como referência para organizar o seu livro, reproduzindo e também introduzindo modificações nos códigos já utilizados até então.

Isto, no entanto, não ocorre tão tranqüilamente como pode parecer, isto é, os especialistas não criam os melhores códigos que são então reproduzidos nos didáticos sem nenhum problema. Muitos percalços ocorrem neste processo, pois não se trata de apenas copiar imagens dos livros do ensino superior ou reproduzir imagens

de outros autores de didáticos. Este movimento, no entanto, merece ser devidamente analisado. Isso será feito a seguir quando tratarmos da representação da molécula do DNA.

4.6 - O ácido desoxirribonucléico (DNA)

O estudo do gene foi um problema para a Biologia clássica, que precisou buscar respostas nas regiões de fronteira entre Química, Física e Biologia. Neste processo, que levou tempo para ser realizado, muitos físicos tornaram-se os primeiros biólogos moleculares e contribuíram de forma significativa no avanço da área.

Uma das dificuldades era precisar a natureza Química do gene e a outra dizia respeito a sua estrutura. Nessa direção o alemão Miescher, pesquisando a composição Química dos núcleos dos leucócitos em meados do século XIX, encontrou uma substância, ainda desconhecida rica em nitrogênio e fósforo, que denominou de nucleína. Em seguida se constatou que aquela substância era o principal componente de todos os núcleos celulares e que sua natureza era ácida passando a ser conhecida como ácido nucléico. Em 1910 já se conhecia a composição Química dos componentes desse ácido, no entanto, não se sabia como esses componentes estavam associados para formar a estrutura da molécula. No final da década de 1940 Avery, MacLeod e McCarthy descobrem que os genes eram constituídos de DNA. Faltava então, para desvendar os mecanismos da hereditariedade, conhecer a estrutura do DNA que é proposta por Watson e Crick em 1953 no modelo de dupla hélice hoje tão amplamente divulgado (veja a figura 18, p.140).

O DNA é uma macromolécula complexa formada pela associação de duas cadeias complementares de moléculas elementares chamadas nucleotídeos. Estes nucleotídeos por sua vez, são constituídos por três componentes quimicamente diferentes: o grupamento fosfato, o açúcar e a base nitrogenada. Existem quatro diferentes tipos de nucleotídeos e a sua seqüência ao longo da cadeia é significativa

na produção das proteínas envolvidas nos processos fisiológicos do organismo e em suas características genéticas. Observe exemplos de representações de nucleotídeos nas figuras 19 (p.141) e 20 (p.142).

Crick em outubro de 1954 (ano seguinte ao da apresentação do modelo) em artigo do *Scientific American* explica que, a comunidade científica já acreditava que as proteínas e em especial as enzimas eram controladas pelos cromossomos, e posteriormente, que nos cromossomos a chave da hereditariedade estaria no DNA e não nas proteínas como se pensou anteriormente. Estas hipóteses estavam relacionadas com os estudos envolvendo os bacteriófagos que ao infestarem uma bactéria liberam o seu DNA na célula bacteriana, enquanto a maior parte da proteína, talvez toda, é deixada fora. Métodos delicados e muito trabalho experimental também já possibilitavam o conhecimento preciso da natureza Química do DNA, formado por uma longa cadeia de grupos açúcar e fosfato alternados com diferentes bases presas aos açúcares. A proporção entre as bases era estudada por Chargaff e seus colegas, na Columbia University, Mirsky e seu grupo do Rockefeller Institute for Medical Research, e Wyatt do Canadá, indicando quantidades relativas fixas para qualquer espécie dada. Todas essas informações somadas às fotografias de difração de raio X da molécula estudadas pelo grupo de Wilkins no Kings'College contribuíram para que ele e Watson chegassem a proposição do modelo da estrutura da molécula.

Vejam que muitas questões estavam envolvidas na concepção e construção de um modelo que desse conta de explicar o comportamento genético e todo um campo de novas possibilidades se abriu a partir desse feito, como as diferentes combinações das seqüências de bases, responsáveis pela síntese das proteínas.

Mayr (1982) explica que o modelo da estrutura do DNA na forma de dupla hélice proposto por Watson e Crick em 12 de abril de 1953 permitiu posteriormente (1) explicar a natureza da seqüência linear de genes, (2) revelar o mecanismo para a exata replicação de genes, (3) explicar em termos químicos a natureza das mutações, (4) e mostrar por que mutação, recombinação e função são

fenômenos separáveis a nível molecular. Essa fecundidade do modelo responde pelas aclamações no meio científico de “a maior descoberta do século XX”, segundo a opinião de Peter Medawar (New York Review of Books, 27 Oct.1977).

Hoje, quando chegam ao ensino médio, os alunos já conhecem muitas representações gráficas da macromolécula do DNA, pois sendo um ícone da ciência contemporânea ela está presente com grande frequência em revistas, comerciais de televisão, jornais, etc. No entanto, será na escola que ela será formalmente apresentada e estudada por intermédio, em geral, do livro didático e com uso de diferentes representações cujas características merecem atenção.

Nesta etapa do trabalho, analisamos como as imagens relativas a representação da estrutura do DNA foram apresentadas aos leitores nos diferentes livros e dentro de um mesmo livro no sentido de verificar as semelhanças e variações ali presentes. Para tanto fizemos uso das categorias legibilidade e coerência. Não foram consideradas as imagens relativas a síntese de DNA, RNA e proteínas, isto é, nos limitamos às imagens usadas pelos autores para introduzir o assunto e explicar a estrutura da molécula.

Nos documentos do PNLD já mencionados anteriormente, na parte que trata das especificidades visuais está escrito que:

“ O texto e as ilustrações devem estar dispostos de forma organizada, com ritmo e continuidade, dentro de uma unidade visual.(...)

O desenho e tamanho da letra, bem como o espaço entre letras, palavras e linhas, devem atender a critérios de legibilidade e também ao nível de escolaridade a que o livro se destina. A impressão não deve prejudicar a legibilidade no verso da página”.

O que o texto do PNLD chamou de unidade visual estaria, a nosso ver, relacionado com a categoria coerência. Já a categoria legibilidade foi por nós analisada como uma categoria mais ampla do que aquela sugerida pelo PNLD.

Consideramos **legibilidade**³⁹ como uma característica relativa à possibilidade de compreender a imagem. Esta possibilidade de discriminação dos elementos empregados na figura está vinculada à presença ou ausência de chaves de leitura nas legendas, nas próprias imagens ou mesmo em imagens apresentadas anteriormente. Nestas legendas estariam os códigos usados na imagem e seu significado, isto é a possibilidade de sua decodificação. Em outras palavras, entende-se por **legível** (L) a imagem que vem acompanhada dos elementos que auxiliam a compreensão das convenções ali utilizadas. Da mesma forma, **não legível** (NL) será a imagem que não apresenta estes elementos ou quando eles não foram suficientemente tratados nas imagens anteriores de forma que o leitor não tem acesso a seu significado.

Por sua vez, consideramos **coerência** como a manutenção de um mesmo padrão de formas, cores e proporções nas diversas representações da molécula ao longo do livro. Esta coerência, a ser mantida ao longo do livro por meio da repetição de algumas convenções na representação do DNA comporta, entretanto, alterações que atendam às necessidades de dar destaque para diferentes aspectos dependendo da função, estrutura ou parte que estiver sendo examinada.

É importante ter em vista que a coerência não significa a repetição integral da representação, significa sim que algo deverá ser mantido para garantir o reconhecimento, mas mudanças podem ocorrer e precisam ser evidenciadas para que o leitor compreenda a nova figura. Neste caso, podemos pensar em coerência como repetição com variações.

A imagem **coerente** (C) será então aquela que empregar de modo adequado a repetição de convenções e a introdução de variações. Assim pode ocorrer eliminação de alguns elementos, como o açúcar e fosfato representados como uma

³⁹ Segundo Arlindo Machado "... atualmente, nos círculos mais avançados do design, faz-se uma distinção importante entre legibility (legibilidade, possibilidade de percepção e discriminação dos signos verbais) e readability ("leitabilidade", possibilidade de compreensão e interpretação do texto)". (2001, p. 215)

fita que corresponde no modelo de Watson e Crick ao corrimão da escada; também pode haver redução de algum aspecto a um elemento gráfico mais simples ou o acréscimo de novas informações, como a inclusão de detalhes até então ausentes, como a disposição das moléculas de açúcar invertidas em uma das cadeias do DNA.

Será considerado **não coerente** (NC) o conjunto de imagens que apresentar variações bruscas e não indicadas na forma de representar o DNA, isto é não há um encadeamento entre os códigos usados nas diferentes imagens de forma que elas não se relacionam entre si.

É importante salientar que estas duas categorias, legibilidade e coerência, estão articuladas na constituição de um conjunto adequado de imagens para a finalidade didática a que se destina e por este motivo os erros também serão apontados. Esses erros dizem respeito à discriminação e clareza das convenções adotadas e na sua manutenção de uma imagem à outra.

Outra ressalva que se faz necessária é que nossa intenção não foi aquela de avaliar as imagens no sentido de assumir que imagens legíveis e coerentes sejam as melhores imagens para representação da molécula do DNA ou que não possam conter erros conceituais. Os erros aqui considerados foram em relação àquelas categorias já discriminadas. Uma das tensões do trabalho consiste em não assumir uma posição de avaliador das imagens no sentido de buscar uma classificação dos livros em melhores ou piores, mais adequados ou menos adequados, certos ou errados, o que dificultaria muito nossa compreensão da presença das imagens na dinâmica do livro.

Nos livros didáticos utilizados analisamos três aspectos relativos a estas representações considerando as categorias anteriormente especificadas:

- a) A forma gráfica de representar o nucleotídeo e as ligações entre eles constituídas numa cadeia;
- b) A representação plana da dupla cadeia;

c) A representação da noção de tridimensionalidade da molécula de DNA.

a) A forma gráfica de representar o nucleotídeo e as ligações entre eles constituídas numa cadeia

Os nucleotídeos presentes no DNA apresentam diferenças em relação a um dos seus componentes químicos: as bases nitrogenadas. Em decorrência disto existem quatro tipos diferentes de nucleotídeos na molécula. O exame da apresentação gráfica destes componentes nos livros da amostra levou em conta o reconhecimento de uma estrutura química básica comum a todos os nucleotídeos, as diferenças entre os quatro tipos de nucleotídeos e as ligações que permitem a associação entre os componentes.

Aproximadamente 92% dos livros analisados apresentaram os nucleotídeos através de desenhos onde foram usadas fórmulas químicas, formas geométricas, letras e cores diferentes para caracterizar cada componente do nucleotídeo (Figura 19). Apenas dois livros (1 e 5), 8% da amostra, não apresentaram o nucleotídeo isolado. Esse está implícito na cadeia de nucleotídeos que forma a molécula, e como não há qualquer destaque para o mesmo, apenas quem domina o assunto pode deduzir sua presença. Ambos os livros são de mesmos autores, editados em diferentes anos. Trata-se do mais antigo da amostra (1963) que diferente dos demais autores, não tomam o nucleotídeo isoladamente como unidade a ser reconhecida na forma gráfica. Essa também é menos dependente do reconhecimento de convenções gráficas arbitrárias (círculos, retângulos, quadrados, etc.) optando pelo uso de palavras (adenina, timina, guanina e citosina.) e letras para representar o fosfato (P) e açúcar (D), dando destaque para as ligações Químicas.

Alguns livros apresentaram somente um exemplo de nucleotídeo ou um nucleotídeo modelo onde o tipo de base nitrogenada não era especificado, embora

houvesse no texto referência a todos os tipos. Um exemplo dessa forma de representação pode ser observado na figura 19-C na qual o grupamento fosfato foi representado por um círculo preto, o açúcar por uma forma pentagonal branca e a base nitrogenada por um quadrado preto. Em outros livros as variações estavam presentes nas imagens utilizadas, isto é, os quatro nucleotídeos, cada um com uma base nitrogenada diferente, estavam diversamente representados em cores e formas como é o caso da figura 19-B.

Nem todos os livros mantiveram a mesma forma de representação do nucleotídeo no decorrer das suas páginas. Isto, em alguns casos, significou ausência de coerência visual (NC) prejudicando a compreensão do assunto como nos livros **10** e **22**, que após apresentarem uma forma de representação gráfica (imagem) para o nucleotídeo a abandonaram aparentemente sem nenhuma justificativa e passaram a usar outras diferentes formas de representação. Estas novas formas de representação, por sua vez, também não apresentavam ao leitor de uma maneira explícita, os elementos que o ajudariam na sua compreensão (NL).

Explicando isto de outra maneira, o nucleotídeo como um todo ou os elementos que o constituíam passaram a ser representados de formas diferentes daquelas utilizadas inicialmente, fazendo-se uso de novos recursos visuais sem que legendas, palavras, setas e letras estivessem presentes, ou seja, havia uma ausência de chaves de leitura que dificultava a decodificação da imagem. Não se observou no caso acima descrito um movimento da representação de um grau de maior complexidade, ou maior presença de detalhes no início da apresentação do assunto, para uma simplificação posterior que buscasse concentrar a atenção do leitor para algum aspecto particular da molécula que estivesse sendo examinada com mais detalhes. O uso desse recurso já foi explicado quando tratamos da questão da codificação e tomamos como exemplo o trabalho de Wilson com as imagens da citologia. Ali temos um exemplo do uso de diagramas, consideradas imagens mais didáticas- com menos detalhes, no lugar das fotomicrografias.

Com relação à utilização da representação dos componentes do nucleotídeo baseada na linguagem Química (fórmulas) encontramos 18 livros na amostra que recorrem às fórmulas químicas.

Alguns desses livros (10 a 13, 17, 23 e 24) apresentaram as fórmulas químicas estruturais de cada um dos componentes do nucleotídeo.

Houve livros (12, 13 e 23) que apresentaram as fórmulas químicas de cada componente isoladamente e também um nucleotídeo resultante da associação dessas fórmulas.

Em outros casos (livros 2, 8, 20 e 22) foi apresentado somente o nucleotídeo resultante da associação das fórmulas químicas estruturais do ácido fosfórico, do açúcar e de uma base sem que a fórmula isolada de cada componente tenha sido mostrada.

Outros ainda (livros 15, 16, 18 e 21) apresentaram somente as fórmulas químicas estruturais das bases nitrogenadas.

O livro 9 apresentou as fórmulas do açúcar e das bases. O 19 apresentou somente as fórmulas dos açúcares. O restante dos livros (1, 3, 5, 6, 7, 14 e 23) não apresentaram fórmulas químicas relativas aos nucleotídeos e seus componentes.

Observe como as representações Químicas se fazem presentes nas imagens da maioria (69,2%) dos livros da amostra.

A diferenciação entre o fosfato e o açúcar não estava presente no nucleotídeo do livro 16. Nos livros 2, 8 e 23 o nucleotídeo estava identificado no desenho da molécula de DNA e não de forma isolada. Esta forma de apresentar o nucleotídeo na própria molécula pode ser observado na figura 20 (p.142), ali o nucleotídeo está realçado por um retângulo colorido.

Estas observações nos permitem afirmar que os níveis de detalhamento e as formas das imagens utilizadas para representar os nucleotídeos variaram muito entre os diferentes livros, reforçando a idéia já apresentada de que os livros mesmo parecendo muito semelhantes numa análise mais superficial, não são iguais no que diz respeito às imagens ali presentes.

Deve-se destacar que as diferenças encontradas não são apenas decorrentes da escolha de convenções variadas de representação, mas indicam uma heterogeneidade na forma de apresentar e na importância atribuída às fórmulas químicas e aos diferentes componentes do nucleotídeo nesses livros examinados.

Ainda sobre as fórmulas químicas estruturais dos componentes do nucleotídeo (fosfato, açúcar e bases nitrogenadas) é preciso registrar que o texto do qual faziam parte nem sempre apresentava comentários sobre elas, ou mesmo indicava a leitura destas imagens, ou seja, elas estavam lá como uma forma de representação contendo informações importantes para a compreensão da estrutura da molécula do DNA e seu funcionamento, no entanto, não eram exploradas de forma que sua presença estivesse justificada, a não ser pelo fato de se constituírem numa curiosidade para o leitor. Era como se estivesse escrito: "veja, as fórmulas destes componentes são assim", no entanto, elas não estavam decodificadas para o leitor, isto é, não havia informações suficientes nas figuras para a compreensão das representações empregadas, as legendas eram pouco informativas já que a leitura destas imagens requer conhecimentos de representação específicos da linguagem Química que deveriam ter sido apresentados e, portanto, a categoria legibilidade não estava contemplada.

Por outro lado, houve livros que partiram das fórmulas para representações mais esquemáticas e estas representações guardavam semelhanças com a forma das fórmulas químicas permitindo ao menos a percepção de uma correspondência no que diz respeito a coerência. Este foi o caso do livro 12. A utilização deste recurso visual permite ao leitor acompanhar o movimento de mudança na forma de representação da molécula e facilita a compreensão dos diferentes níveis de complexidade das imagens, ou seja, são apresentados os elementos comuns (cores, formas, etc.) entre uma imagem e outra ou na mesma imagem que permitem a compreensão das figuras pela adoção de um conjunto de convenções que se mantém ao longo do livro.

Dentre os 18 livros que apresentaram fórmulas apenas dois (15 e 18) apresentaram-nas após o desenho esquemático do nucleotídeo.

Outro caso observado diz respeito ao uso de formas gráficas, para representar o nucleotídeo, oriundas de esquemas simplificados de fórmulas químicas sem, no entanto, fazer um uso anterior das fórmulas o que não significa uma incoerência, mas sim uma perda para as convenções escolhidas já que nada significam de particular para o leitor além de diferentes formas geométricas. Um exemplo deste caso pode ser encontrado no livro 23 (1998) quando apresenta formas simbólicas de representação da pentose e das bases oriundas da esquematização simplificada das fórmulas químicas estruturais, sem entretanto apresentar estas fórmulas. Levando-se em conta esta presença significativa das representações Químicas dos diferentes elementos do nucleotídeo poderíamos questionar qual a justificativa para tal procedimento. Em outras palavras a questão é : qual o significado dessas fórmulas químicas na compreensão da estrutura da molécula do DNA pelo aluno do ensino médio?

Variações também foram observadas quanto às proporções nas quais foram representados os componentes do nucleotídeo.

A forma mais freqüente foi aquela onde o grupamento fosfato (P) foi representado menor que o açúcar desoxirribose (D) que por sua vez, foi representado menor que as bases nitrogenadas (B). Exemplos destas representações podem ser observados na figura 19-B.

Outro caso que pode ser observado na figura 19-C (p.141) é aquele no qual os três componentes foram representados em proporções iguais ($P=D=B$).

Em sete livros da amostra foram observadas alterações de proporção presentes no mesmo livro. Essa situação pode estar relacionada com o destaque que se pretenda dar a algum elemento da molécula. Um exemplo é a redução do tamanho do fosfato e do açúcar ao se mostrar um trecho maior do DNA e indicar processos que não dependem do reconhecimento de cada componente, como na duplicação que geralmente dá destaque ao pareamento das bases evidenciando-as graficamente. A

questão aqui é que nem sempre estes movimentos estavam devidamente indicados para o leitor que precisará transpor estas dificuldades sozinho ou poderá abandonar as imagens.

Na representação gráfica da molécula do DNA nos livros analisados, observamos que alguns elementos são tratados com mais ênfase que outros; por exemplo: foi freqüente os autores não darem muito destaque para o fosfato, e ao contrário enfatizarem ou focalizarem as bases. Isto em parte pode ser devido ao próprio comportamento dos diferentes elementos em grau de importância na molécula. Por exemplo, é na seqüência das bases que reside mais especificamente o código onde estão registradas as informações que codificam as proteínas que devem ser produzidas durante o tempo de vida de qualquer ser vivo. Isto em parte justifica a atenção dada a elas. Por outro lado, caso este fosse o único aspecto que os autores quisessem destacar, como explicar a variedade encontrada nas proporções entre os componentes do nucleotídeo?

Na tabela 16 é possível verificar as informações sobre os diferentes tamanhos dos elementos do nucleotídeo nas representações observadas na amostra.

Examinando o caso do livro 26 que apresentou três formas diferentes de representar o nucleotídeo observamos que em todos os casos houve o uso de letras e palavras para que o leitor pudesse identificar a molécula e seus componentes, ou seja, o aspecto legibilidade foi observado. Porém qual a razão para as diferentes representações?

Tabela 16: Diferentes relações de tamanhos em que foram representados os constituintes da molécula de DNA.

Livros	P < D < B	P = D < B	P < D = B	P = D = B	P < D > B
1	0	0	0	0	0
2	+	0	0	0	0
3	0	+	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	+	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	+	0	0	0	+
9	+	0	0	0	0
10	0	0	+	0	0
11	+	0	0	0	0
12	+	0	+	0	0
13	0	0	0	+	0
14	0	0	0	+	0
15	0	0	0	0	0
16	+	0	+	0	0
17	0	0	0	+	+
18	0	+	0	0	0
19	+	0	0	0	+
20	+	0	0	+	0
21	0	+	0	0	0
22	+	0	0	0	0
23	0	0	0	0	+
24	+	0	0	0	0
25	+	0	0	0	0
26	+	+	0	+	0

+ = presença; 0 = ausência; P= grupamento fosfato; D= desoxirribose (açúcar); B= base

A multiplicidade de formas de representação dos diferentes componentes da molécula de DNA observadas dentro e entre os diversos livros didáticos nos informa da **ausência de um padrão único** na representação destes elementos. Isto, no entanto, não significou ausência de legibilidade, porém algumas vezes comprometeu a coerência visual do livro.

Não estamos afirmando que os livros deveriam trazer um padrão único de representação da molécula do DNA. Ao apresentar o DNA, o modelo usado poderá ser mais detalhado e gradativamente chegar a uma forma simplificada, mais simbólica, por exemplo, as bases passam a ser representadas apenas por letras, não se desenhavam mais o fosfato e o açúcar que ficam subentendidos na linha torcida da molécula e assim o conjunto das representações do DNA preserva o essencial para explicar a duplicação ou a síntese de RNA. Isto também acontece com o texto, no qual a explicação do DNA é detalhada, usando o termo ácido desoxirribonucléico e depois passando a empregar apenas a sigla DNA. O ponto a ser destacado é que estas passagens para uma forma mais breve de representação nem sempre foram indicadas dificultando a compreensão das imagens.

b) A representação plana da dupla cadeia

Cada molécula de DNA é formada por duas seqüências de nucleotídeos. Essas se ligam pelas bases nitrogenadas, cujo pareamento acontece por meio de ligações Químicas chamadas pontes de hidrogênio que mantêm as duas cadeias unidas, mas possíveis de serem separadas pela ação de enzimas específicas que atuam na duplicação da molécula. As bases se ligam duas a duas: adenina com timina e citosina com guanina. Elas apresentam tamanhos diferentes que, como já foi mencionado anteriormente, as vezes são representados as vezes não.

No que diz respeito a essas ligações Químicas entre as bases foi possível identificar cinco diferentes situações:

1- A situação mais freqüente observada foi aquela na qual as pontes de hidrogênio estavam presentes na imagem e era possível identificar a diferença numérica de duas ligações entre as bases adenina e timina e três ligações entre citosina e guanina, mas esta informação da imagem não estava comentada nem pela legenda nem pelo texto onde

- as imagens estavam inseridas (livros: 2, 8, 12, 14, 16, 19, 23, 24, 25, e 26);
- 2- Aquela onde texto e imagem faziam referência a estas diferenças, isto é, a imagem mostrava as ligações e o texto ou a legenda comentava sobre o número das ligações em cada situação (livros 11, 17, 18, 20 e 22);
 - 3- Situação na qual a ligação estava representada mas não era possível identificar o número delas em cada caso. Isto foi observado nos livros: 6, 7, 13 e 15;
 - 4- Foi observada somente no livro 21, e foi aquela onde as ligações não foram representadas em imagens, mas o texto trazia explicações sobre elas;
 - 5- As ligações não foram tratadas nem no texto e nem na forma de imagens (livros 1 e 3).

Nos livros cujas ligações foram representadas observamos alguns casos de erro (E), por exemplo no livro 22 (p.106) há uma imagem na qual as bases adenina e timina estão ligadas por três pontes de hidrogênio em vez de duas como seria o correto. Nesse caso tem-se não apenas um erro associado à coerência e a legibilidade, mas também um erro conceitual (que não foi o foco do nosso trabalho).

Após estas observações é possível afirmarmos que os livros da amostra apresentaram diferenças no nível de detalhamento das ligações entre as bases e que as edições mais recentes da amostra, em sua quase totalidade, optaram por apresentar as ligações nas imagens, considerando a diferença segundo o par de bases, mas não trataram disto no texto nem na legenda.

Representações das ligações químicas entre as bases podem ser observadas nas figuras 18, 20 e 21, onde elas estão desenhadas na forma de linhas pontilhadas.

c) A representação da noção de tridimensionalidade da molécula

A tridimensionalidade⁴⁰ é um aspecto de grande importância para a compreensão da estrutura da molécula do DNA, pois aí estão as informações a respeito de como esta molécula se comporta bioquimicamente e, portanto, como se duplica e também como produz os RNAs (ácido ribonucléico); disto depende o funcionamento celular, seu potencial de transmitir as características hereditárias das espécies e também a lógica da reprodução.

Todos os livros analisados com exceção do livro 12 apresentaram alguma imagem da estrutura do DNA que pretendia dar a idéia da tridimensionalidade desta molécula. Em geral foram usadas imagens baseadas no desenho esquemático proposto por Watson e Crick. Os livros 7, 15, 18, 20, 21 e 24 resolveram a questão da representação do enrolamento das fitas utilizando cores ou associando regiões de claro e escuro para identificar o interior e o exterior da fita. Veja alguns exemplos destas representações na Figura 18.

Algumas imagens⁴¹, entretanto, podem levar erroneamente, o leitor, a uma idéia de cruzamento entre as fitas, pois não representaram o eixo imaginário sobre o qual as fitas se espiralizam (Figura 18-A e 18-B) e nem usaram o recurso da cor para auxiliar a compreensão. Para explicarmos melhor este aspecto é preciso ter em mente que a molécula do DNA é formada por duas cadeias de nucleotídeos que se ligam uma na outra pelas ligações do tipo ponte de hidrogênio e que se espiralizam sobre um eixo imaginário conferindo à molécula um aspecto helicoidal. No entanto

⁴⁰ Russell-Gebbett (1984) em suas análises sobre a dificuldade de alunos da escola secundária no estudo de estruturas tridimensionais em Biologia identificou quatro grupos distintos: um forte em abstração de secção de figuras, um forte na apreciação de relações internas entre diferentes partes de estruturas tridimensionais, um débil em abstração de secção de figuras e um débil na apreciação de relações internas entre diferentes partes de estruturas tridimensionais. No mesmo trabalho, observou também que os alunos pesquisados não compreendem automaticamente a estrutura tridimensional do material apresentado nas lições de Biologia e que necessitam ajuda específica para esta compreensão. No caso específico das imagens dos livros didáticos a questão da tridimensionalidade não nos parece menos problemática.

⁴¹ Livros 3, 6, 10, 16, 17, 22 e 26.

estas duas cadeias de nucleotídeos não se cruzam uma sobre a outra, não há no modelo pontos de intersecção como aqueles mostrados nas imagens de sete dos livros analisados.

Outros erros foram observados nas correspondências entre as bases complementares, isto é foram representados pareamentos errados ou a legenda não correspondendo corretamente a determinado pareamento como no livro 10 (1981, p.25) no qual o par: citosina - guanina deveria formar um par branco e está representado em preto.

Também foram observados erros na representação dos encaixes entre as bases, que deveriam ser de uma determinada forma e aparecem de outra, como no livro 14 (1990, p.35) que usa um encaixe de formas arredondadas entre uma adenina e uma timina, sendo que, esta forma de encaixe estava sendo usada na mesma imagem para o par citosina - guanina.

No que diz respeito ao tamanho padrão de representação das bases (adenina e guanina maiores que citosina e timina) observamos que nem sempre foi seguido pelos autores analisados. Muitos nem adotam um padrão por que mudam o desenho das bases ao longo do livro, como no caso do livro 22 (1998). Outros invertem este padrão de representação, o que pode ser considerado erro (E), como no caso do livro 24 (1998, p.76) cuja adenina está representada menor que a timina.

O que poderia justificar estas semelhanças, diversidades, ausências, presenças e erros constatados nos livros didáticos de Biologia do ensino médio no que se refere às imagens do DNA?

A partir das categorias já mencionadas e fazendo uma associação entre elas foi possível identificar quatro casos distintos: o caso no qual as imagens eram legíveis (L) e coerentes (C); o caso no qual as imagens eram não legíveis (NL), mas eram coerentes (C); o caso no qual eram legíveis (L) mas não coerentes (NC) e por fim o caso no qual eram não legíveis (NL) e não coerentes (NC).

Estes casos foram identificados após observações de cada um dos livros da amostra e fazendo-se comparações entre eles no que diz respeito aos diferentes níveis de detalhamento na apresentação das imagens do DNA.

Tabela 17: Classificação dos livros segundo as categorias de coerência e legibilidade para as imagens da molécula de DNA

Livros	Coerência	Legibilidade	Imagens
1	NC	NL	2
2	C	L	5
3	NC	NL	1
4	0	0	0
5	NC	NL	1
6	NC	L	3
7	NC	NL	10
8	C	L	5
9	C	NL	10
10	NC	NL	9
11	C	L	10
12	C	L	9
13	NC	NL	10
14	C	L	4
15	C	L	7
16	NC	NL	5
17	NC	L	8
18	C	L	7
19	NC	L	5
20	NC	L	7
21	C	L	10
22	NC	NL	8
23	NC	L	7
24	C	NL	12
25	NC	NL	4
26	C	L	5

(C)Coerente; (NC)Não Coerente; (L)Legível;
 (NL)Não Legível; (0)Não apresentou o assunto.
 (*)A tabela não apresenta caráter avaliativo.

Vale lembrar aqui, que mesmo quando as imagens são coerentes e legíveis não significa que elas estejam conceitualmente corretas nem que estejam sendo consideradas as mais adequadas para o ensino. Significa que elas mantêm convenções de representação próximas e devidamente identificadas nas legendas ou no interior das figuras.

Observemos que a tabela 17 nos informa que, nesta parte do conteúdo de citologia parece não haver uma relação progressiva entre ano, edição e número de

imagens. As edições mais recentes não são necessariamente aquelas que apresentaram maior número de imagens, sequer quando considerados os livros de mesma autoria, como os livros 7,19 e 23 que apresentaram respectivamente 10, 5 e 7 imagens. Ou os livros 2, 8, 12, e 26 com 5, 5, 9 e novamente 5 imagens no exemplar mais recente. Também não é possível afirmar que os livros mais recentes da amostra são mais coerentes e legíveis que os demais.

Ainda conforme os dados da tabela 17 é possível identificar 16 casos (61,5%) nos quais há problemas de coerência ou de legibilidade ou das duas categorias simultaneamente. Isso é no mínimo intrigante para um número tão pequeno de imagens e em livros cujos autores são na sua maioria, autores de didáticos já consagrados na área. O que então torna tão difícil atender a essas duas categorias? E em que nível ocorre essa ausência de coerência e de legibilidade tão acentuadas?

No caso do livro 1 temos em relação ao assunto DNA legendas muito reduzidas que não dão conta da possibilidade de leitura das imagens. No entanto, em outros assuntos esse mesmo livro já não apresenta esse problema. No aspecto coerência ocorre que as duas imagens ali presentes não dialogam entre si, isto é não guardam qualquer tipo de semelhança. Comparando-se os livros 1(1963) e 5(1977) de mesmos autores foi possível observar que o problema da não coerência (NC) e da não legibilidade (NL) não foi resolvido no período de tempo que separa as duas publicações. Aquilo que poderia ser uma dificuldade relativa a novidade representada pelo assunto e a recente publicação do modelo por Watson e Crick em 1953 no livro 1 e poderia explicar a insuficiência das legendas, não é mais justificável no livro 5, em que os autores usam uma imagem modificada de Durand e Favard cujo livro parece ser uma obra de referência para muitos autores dos didáticos. É importante salientar que no livro 5 talvez a não legibilidade da imagem se deva aos responsáveis pela parte gráfica que ao organizar a imagem, que se compõe de três figuras distribuídas em duas páginas contíguas, cortaram informações necessárias à leitura de uma das figuras. Na primeira figura dessa mesma imagem a interferência da equipe gráfica é mais clara porque podemos perceber a presença de letras nos desenhos que

permitiriam a identificação dos componentes do DNA que, no entanto, ficaram encobertas pela cor negra que foi adicionada posteriormente, em função do projeto gráfico fazer uso de duas cores (preto e caramelo). As letras só podem ser parcialmente visualizadas conforme a incidência da luz sobre a página vai sendo alterada.

No livro **3**, na página 192 teremos uma legenda, em que estão indicadas as representações do fosfato, da pentose das bases nitrogenadas e um nucleotídeo formado pela associação daqueles elementos. No entanto esta legenda está inserida numa imagem na qual as duas figuras da molécula de DNA não fazem uso dessa mesma legenda. Na mesma imagem há erro na representação das bases adenina e guanina, representadas cada uma delas de duas formas diferentes tanto na representação plana quanto naquela que pretende dar idéia do enrolamento da molécula. Esse mesmo erro é repetido quando os autores tratam do código genético e outra vez quando explicam o processo de síntese de proteína indicando uma clara falta de revisão técnica das imagens presentes no livro no que diz respeito a esse assunto. Ainda nesta mesma imagem as duas cadeias do DNA estão representadas cruzadas em forma de “x” o que se constitui em outro erro já que este enrolamento se dá ao redor de um eixo imaginário em que as duas cadeias não se cruzam. (veja a figura 22, p.144).

Dentro desse mesmo contexto de falta de uma revisão técnica, o livro **13** também apresenta as mesmas bases desenhadas com formatos diferentes em diferentes imagens, prejudicando a coerência e a própria legibilidade das imagens, apresenta ainda a letra S no lugar do açúcar indicando a ausência da tradução da palavra “*sugar*” que em inglês significa açúcar e também não indica as ligações entre os açúcares e as bases num dos degraus da cadeia.

No livro **14**, na página 97, está presente o modelo de Watson e Crick e no interior do modelo estão desenhados todos os elementos que o constituem de forma que parece que temos uma cadeia dentro da outra tornando a imagem final errada. Talvez a idéia pretendida com aquele desenho fosse indicar que o modelo, caso fosse

detalhado, seria como aquele representado no seu interior. Isso, no entanto não fica claro na imagem. No livro **16** (veja a figura 21) a desoxirribose está representada por uma hexose e não por uma pentose como seria o correto.

No livro **18** (1992), na página 45 é mostrado um segmento do DNA em que os nucleotídeos não estão ligados entre si, apenas estão colocados um embaixo do outro nas duas cadeias o que constitui um erro. Esse erro é corrigido no livro **21**(1995) quando as ligações se fazem presentes.

Nos livros **20** (1995) e **22** (1998) de mesmo autor há, conforme a tabela 17, uma perda da legibilidade do mais antigo em relação ao mais recente e também um uso equivocado da cor . A esse respeito, no livro **20** há uma imagem da representação simbólica do nucleotídeo onde os elementos estão discriminados pela cor e pela forma (circulo amarelo para o fosfato, pentágono rosa para o açúcar e uma base de cadeia dupla que no caso é a adenina, em verde) e ao lado, na mesma imagem, há uma representação das fórmulas dos elementos na qual as cores foram mantidas. No entanto, logo a seguir, numa figura da mesma página somente os fosfatos permanecem sendo representados da mesma cor, os açúcares passam a ser representados em azul e a base timina é que passa a ser representada em verde, não explorando a possibilidade de continuidade que a cor permitiria. (Veja a figura 23, p.145). No prefácio do livro **20** este autor faz algumas afirmações relativas a presença e tratamento das imagens em seu livro que merecem ser registradas. Diz ele:

“Certa vez, entrei numa galeria de obras de arte para admirar quadros a óleo. Naquele despreocupado passeio ao longo das fileiras de telas emolduradas, onde os estilos de época e escolas se misturavam, pude ver, como nunca havia feito antes, quanto é vasta a capacidade criativa da mente humana. Um mesmo tema – uma rosa, por exemplo – pode ser transposto para a tela com as mais diversas formas de expressão, e todas igualmente belas. Fiquei a comparar uma rosa, retratada pelas pinceladas suaves de um artista clássico, com uma outra, transfigurada

*sob as cores fortes e contrastantes de um modernista. E logo a seguir, vinha outra, lavrada pelo toque chocante da espátula de um surrealista. Naquele dia, compreendi que a graça está em não se ver alguma coisa sempre da mesma maneira. Foi aí que me surgiu a idéia de escrever uma nova coleção de Biologia, na qual o mesmo tema já abordado por mim em outra obra pudesse ser posto no papel com novo enfoque, nova abordagem, outra profundidade, com uma maneira mais original de distribuição e condução da matéria, dentro de um estilo mais leve, que pairasse entre o frio e a dureza da linguagem didática e o fascínio e encantamento da literatura de informação científica popular. E assim nasceu a **Biologia – 2º. Grau**.*

Esta obra não é melhor nem pior que as outras. Ela só tem a pretensão de ser como um quadro de uma rosa entre tantos outros quadros que representam rosas. É claro que, de minha parte, tive o máximo de zelo didático no planejamento das unidades e capítulos, na preparação dos resumos e na seleção dos exercícios propostos. Fui quase absurdamente exigente na escolha das ilustrações, na diagramação do texto, para o mais perfeito encaixe das explicações com as respectivas figuras, e, sobretudo, fui incansável na consecução de um visual atraente, como fator lúdico de motivação do aluno para o estudo da Biologia. Foi um longo e árduo trabalho, com uma equipe de produção formada por numerosos profissionais, que deram o melhor de sua competência para atender à minha exigente cobrança. (...).”

Nos parece contraditório que após toda essa preleção, ao menos no que diz respeito às imagens do DNA, o livro não apresente coerência visual, isto é, falte um encadeamento entre as imagens como ficou exemplificado na forma de uso da cor.

Na introdução do livro **15** (1991) os autores também fazem referência às imagens, eles afirmam: “*uma grande parte das ilustrações foi refeita, agora com o recurso da cor*”. Em relação ao livro **9** (1980) dos mesmos autores, o livro **15** apresenta a diferenciação dos nucleotídeos pela forma, pela cor e pelo tamanho, as pontes de hidrogênio não são mais representadas de forma isolada ou por linhas pontilhadas, somente pelo encaixe entre as bases. Na dupla fita há representação da inversão de uma das cadeias. O número de imagens foi reduzido (de dez passou para sete imagens) e o livro manteve a coerência já presente no livro **9**, no entanto ganhou em legibilidade.

As alterações encontradas no número de imagens e na seleção das mesmas nas séries de livros de mesma autoria apontam para a dificuldade na organização de um conjunto de figuras legíveis e coerentes, que fica evidenciado pelos livros mais recentes (22 a 26), dos quais apenas um atende aos dois quesitos, tanto quanto os seis primeiros livros da amostra. (mais antigos)

Outra questão, a nosso ver relevante e a qual já fizemos menção, diz respeito a representação da estrutura da molécula de DNA de uma forma mais simbólica ou de uma forma mais Química. Parece haver uma oscilação por parte dos autores no que diz respeito a esse aspecto. Isso fica muito evidente quando comparamos, por exemplo, os livros **7** (1978), **19** (1994) e **23** (1998) todos de mesma autora, e observamos primeiro uma opção clara por uma forma simbólica de representação, isto é, não há uso de fórmulas químicas no livro **7**. No entanto, a representação do açúcar (pentose) guarda semelhanças com a fórmula Química do mesmo já que é representado por um pentágono quando poderia ser representado de qualquer outra forma. No livro **19** ela apresenta, em outro capítulo, as fórmulas químicas dos açúcares, o que justificaria então o uso de formas simbólicas similares. Porém as fórmulas químicas dos outros elementos constituintes da molécula não são apresentadas. No livro mais recente dos três a autora novamente não faz uso de fórmulas, mas também não consegue abandonar a marca da Química nas representações que utiliza. Ainda neste livro ela afirma em sua apresentação:

“Nessa reformulação, procuramos tratar os diferentes assuntos de forma mais completa, porém com linguagem simples, acompanhada de esquemas e ilustrações mais didáticos, que contribuem para a compreensão da matéria.(...)”.

Vejamos como está presente a questão das imagens no discurso da autora como algo a ser considerado, e realmente se voltarmos à tabela 17 é possível observarmos que do livro **7**, em que não havia coerência e nem legibilidade nas imagens elas, mesmo mantendo a falta de coerência, ganharam em legibilidade.

No livro **23** (1998) ela reafirma a importância das imagens, como está expresso na citação abaixo:

“Esta coleção foi elaborada para oferecer a você um material completo, atualizado e ricamente ilustrado a respeito de um campo do conhecimento que vem assumindo importância cada vez maior nos dias de hoje: as ciências biológicas.

Para que você possa aproveitar melhor o presente material, sugerimos que faça uma leitura cuidadosa do texto, explorando bem as figuras, feitas com uma linguagem gráfica que muito contribui para a compreensão da matéria.(...)”.

No entanto, a situação observada na tabela em relação às duas categorias utilizadas não é diferente daquela apresentada já no livro **19**.

Outro caso interessante é o observado no caso dos livros **2** (1974), **8** (1978), **12** (1984) e **26** (1999) também de mesmos autores e que são livros largamente utilizados em escolas particulares como livro texto e por muitos professores do ensino médio como fonte de informações para suas aulas. Nos quatro exemplares examinados as categorias de coerência e legibilidade foram atendidas.

Primeiro os autores partem da fórmula do nucleotídeo e posteriormente apresentam um segmento da molécula do DNA em espiral e outro segmento de forma plana. Mais adiante no mesmo livro aquele segmento de forma plana que havia sido apresentado é repetido de maneira invertida indicando novamente o problema, já apontado anteriormente em outros livros, da falta de revisão técnica das imagens. No livro seguinte tudo é mantido da mesma forma, menos a imagem invertida. No livro 12 (1984) apresentam um novo projeto de livro e afirmam logo no início que:

“Após quase quatro anos de trabalho, está sendo lançada a série de livros que compõem A ciência da Biologia. Durante a fase em que escrevíamos, exercemos paralelamente o magistério, o que nos possibilitou testar diversas das idéias didáticas, textos e ilustrações que ora figuram nos volumes da série.

Tentamos apresentar uma nova opção aos professores e estudantes de Biologia no nível médio; textos e figuras claros foram as maiores preocupações durante toda a execução da obra. (...)”.

Na verdade, no que diz respeito ao DNA e sua representação foi possível observarmos um aumento do número de fórmulas químicas e uma preocupação em fazer uma passagem gradativa daquelas para uma representação convencional. Não foram apresentadas, nesse volume, imagens que possibilitassem compreender a idéia de tridimensionalidade da molécula.

Já no livro 26, esta preocupação com formas mais gradativas de passagens de uma imagem à outra não está mais presente, isto nos indica que, mesmo mantendo a coerência e a legibilidade, os autores não resolveram o problema da representação visual da molécula da mesma maneira nos diferentes livros. Isto é, parece que não está claro para eles qual seria a forma mais adequada de tratar este assunto no que diz respeito ao aspecto visual.

Parece também que os autores apresentam uma grande dificuldade em abandonar as representações Químicas quando se trata de explicar a estrutura do DNA. Será que realmente é preciso passar pela Química, neste nível de escolarização, para que o leitor compreenda esta estrutura? Ou seja, a dificuldade dos autores se deve a natureza deste assunto que não pode deixar de lado as fórmulas para ser explicado? Ou será que estamos diante de uma marca histórica no que diz respeito a forma de representar esse assunto?

Historicamente é inegável que foi na área da Química que Crick, Watson e Wilkins buscaram os dados para construir o atual modelo de DNA. Isso entretanto, justificaria aquela presença tão marcante (apenas 7 livros da amostra não utilizam nenhuma)⁴² das fórmulas químicas nos livros de Biologia? Como já observamos anteriormente, na quase totalidade dos casos, o potencial explicativo das fórmulas não foi totalmente explorado naquilo que poderia ajudar na compreensão do modelo.

Para aprofundar a compreensão dessa presença das fórmulas estruturais oriundas da linguagem Química na explicação da estrutura da molécula do DNA, associada a formas convencionais de representação, que usam elementos geométricos, cores e letras, consultamos as imagens originais daquelas mencionadas em alguns livros da amostra. Livros esses considerados clássicos da citologia como o caso do livro “A Célula” de Michael Durand e Pierre Favard⁴³ estavam creditados no livro **5** (1977) e no livro **26** (1999) - Os autores deste último já haviam usado a mesma imagem do livro de Durand e Favard em 1984 sem creditá-la. Outros autores não informaram a fonte, mas apresentaram figuras que guardavam semelhanças com àquelas já apresentadas pelos autores anteriormente citados, como as imagens dos livros **11** (1981), **17**(1992), **18** (1992) e **21**(1995) de mesmo autor e **19** (1994) e **23** (1998) também de mesmo autor.

⁴² Livros 1, 3, 5, 6, 7, 14 e 23.

⁴³ Tradução de Alfredo Yazbek Jr. São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda/Edusp,1972 , original francês de 1967.

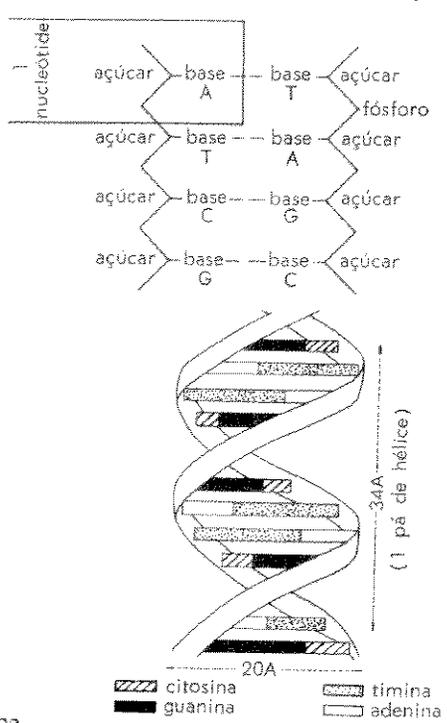
Nenhum autor, entretanto, conservou integralmente a forma de usar as imagens como na obra de Durand e Favard, que parece instaurar uma representação por meio de convenções com a finalidade didática de auxiliar a compreensão das funções do DNA, essencial para a Biologia. Assim, partindo da linguagem gráfica da Química, que ali é plenamente justificável, eles progressivamente se distanciam dela para centrarem-se naqueles aspectos da molécula que são mais significativos na compreensão das suas funções na herança como um molde para cópias (replicação, transcrição). Os autores se valem de um modelo arbitrário de encaixes geométricos, tornando menos importantes as pontes de hidrogênio. No entanto, todas as etapas estão devidamente indicadas para o leitor através de letras, números e legendas, ou seja, os autores parecem preocupados em deixar evidentes as passagens de uma forma de representação à outra e nas quais estão plenamente contempladas as categorias legibilidade (L) e coerência (C) construídas nas relações de cor, forma, disposição e legendas (veja as figuras 24 na página 146 e 25 na página 147).

Quando recorreram aos livros do ensino superior para buscar soluções quanto a forma de representação da molécula do DNA, a quase totalidade dos autores da amostra recorreram ao livro de Durand e Favard, o que significa que a consideram uma referência confiável. No entanto, as imagens que estavam presentes nos didáticos estavam modificadas, faltavam informações, a ordem em que foram apresentadas foi alterada e isso comprometeu a legibilidade das mesmas. A nosso ver, esse “desmonte” das imagens originais pode estar indicando a tentativa, ainda falha, de encontrar um caminho na produção das formas de representação mais adequadas para atender a finalidade do ensino de Biologia em nível médio. Isso, no entanto, precisa ser examinado em novas pesquisas com mais atenção.

Vejamos por fim que a partir desse estudo da representação da molécula de DNA nos livros didáticos de Biologia do ensino médio, ou seja, algo interno ao “ensino de ...” chegamos a questões substanciais do ponto de vista educacional e que estão relacionadas, por exemplo, com os diferentes níveis de detalhamento observados nas imagens e dizem respeito a uma discussão das pesquisas em currículo

sobre o que deve ser ensinado na escola. Em outras palavras, o que justifica que este ou aquele assunto faça parte integrante do currículo e em que níveis de aprofundamento? Ou ainda, qual o nível de conhecimento sobre a estrutura do DNA representada nas imagens é desejável para um aluno do ensino médio e o que justifica estas decisões?

Outra questão pertinente diz respeito à afirmação de que as imagens sempre auxiliam a compreensão. Podemos afirmar isso em relação às imagens que não apresentam coerência e nem legibilidade?



A

B

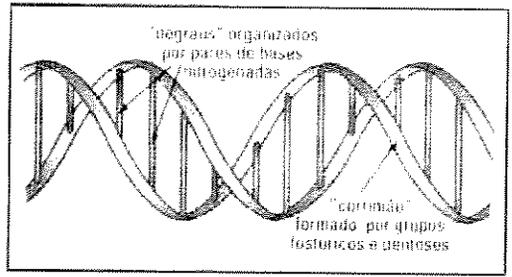
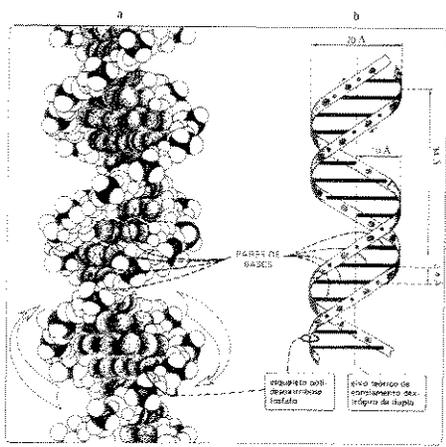


Fig. 5.4 - Modelo em hélice dupla proposto por Watson e Crick.

32

C

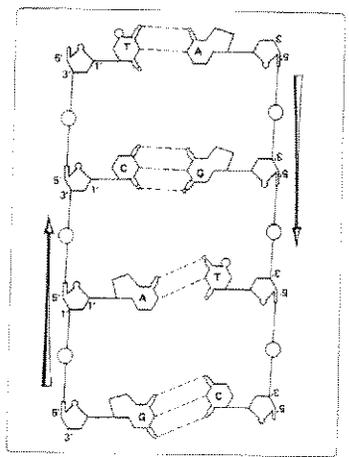


a) Modelo molecular em dupla hélice proposto por Watson, Crick e Wilkins.
b) Representação esquemática e simplificada do mesmo núcleo.

76

Aulas de Biologia

D



Representação esquemática do modelo distendido da molécula do DNA mostrando as pontes de hidrogénio entre A e T, e G e C e o antiparalelismo das cadeias de polinucleotídeos.

Cap. 4 - Composição química da célula

77

Figura 18: Imagens de DNA em livros didáticos de biologia. (A)Albino Fonseca, 1977 p. 32 [80% da imagem original] (B)Wilson Roberto Paulino, 1995 p.60 (C)Ayrton César Marcondes e Domingos Ângelo Lammoglia, 1981 p.76 (D) mesmo livro, p. 77.

A

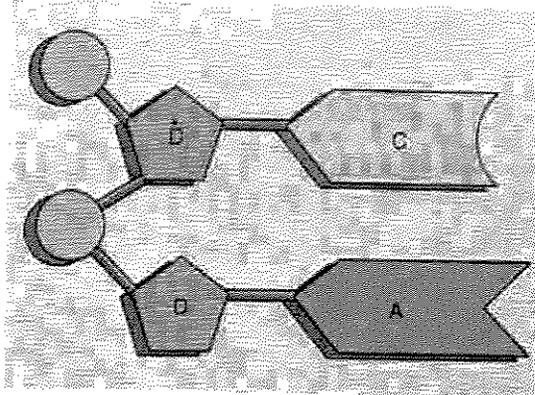
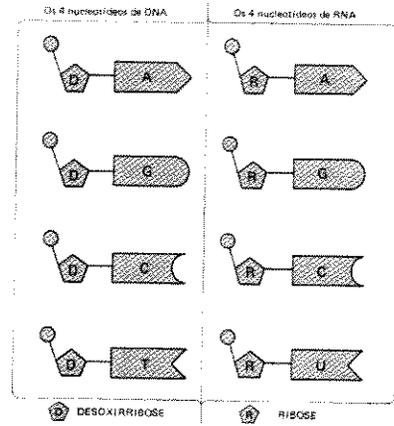


Fig. 66 — Representação da união entre dois nucleotídeos de DNA.

B

A figura abaixo mostra, de modo esquemático, os quatro possíveis nucleotídeos encontrados, respectivamente no DNA e no RNA.



C

166

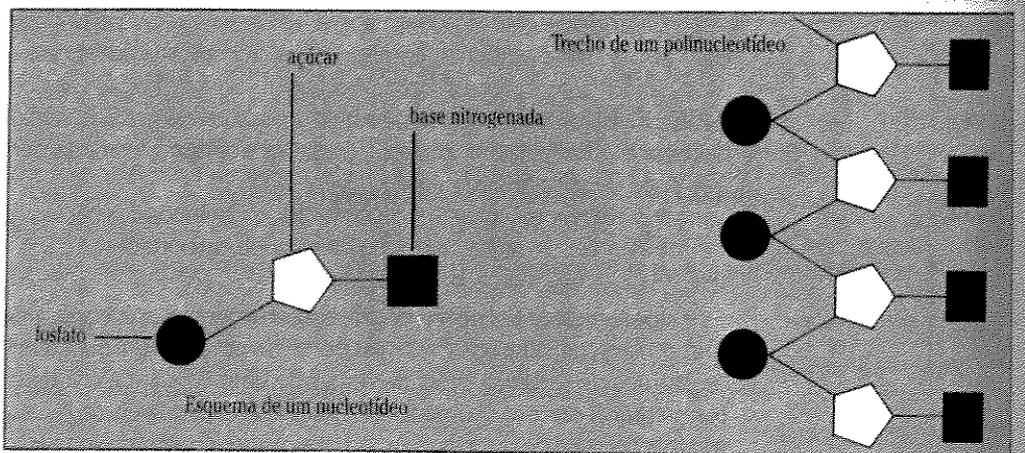


Fig. 11.4. Esquema de um nucleotídeo e de um trecho de polinucleotídeo.

Figura 19- Diferentes representações de nucleotídeos: (A)Carvalho, p.74, 1998. (B)Marcondes e Lammoglia, p.73, 1981. (C)Linhares e Gewandsznajder, p.166, 1992.

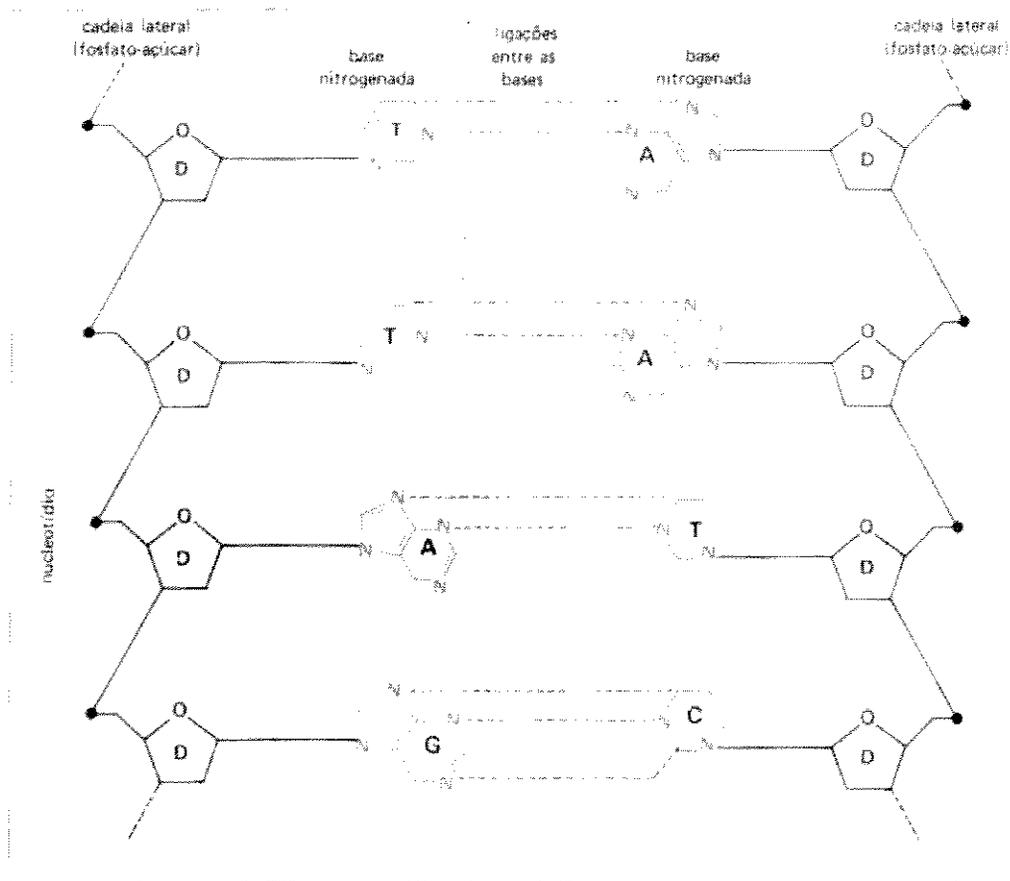
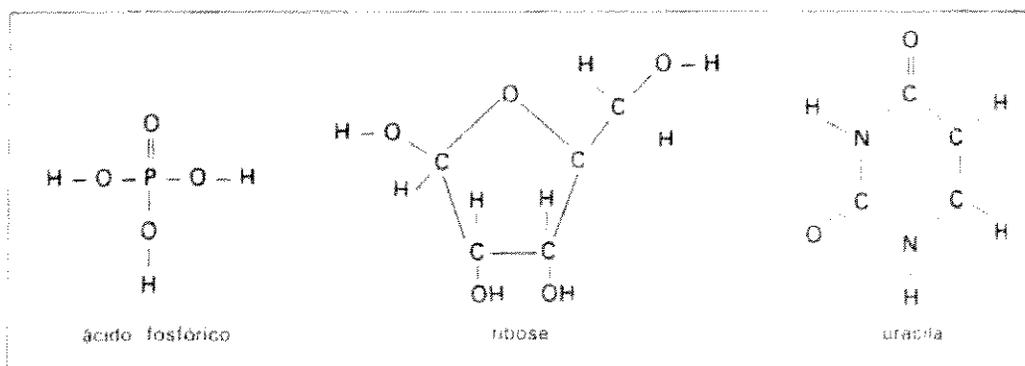


Fig. 3.6 – A molécula de DNA é um polinucleotídeo de cadeia dupla. As duas cadeias polinucleotídicas mantêm-se emparelhadas graças às ligações especiais entre as bases, chamadas **ligações por pontes de hidrogênio**. Note que os pares de bases são sempre A – T e C – G.

O outro tipo de ácido nucleico, o RNA, também apresenta em sua constituição três tipos de moléculas: o **ácido fosfórico**, idêntico ao presente no DNA, um açúcar chamado **ribose** e quatro tipos de bases nitrogenadas, três delas idênticas às do DNA (adenina, guanina e citosina) e uma exclusiva, só existente no RNA, a **uracila**.



48

Figura 20: Representação plana de um fragmento da molécula de DNA. Amabis e Martho, p.48, 1984.

Estrutura e síntese de DNA

Por processo cromatográfico, verificou-se que no DNA a quantidade de adenina é sempre igual à de timina e a quantidade de guanina é sempre igual a de citosina. Isto nos leva a concluir que na molécula de DNA a timina está sempre ligada à adenina e a citosina ligada à guanina. Tais ligações são feitas através de pontes de hidrogênio (fig. 23.3).

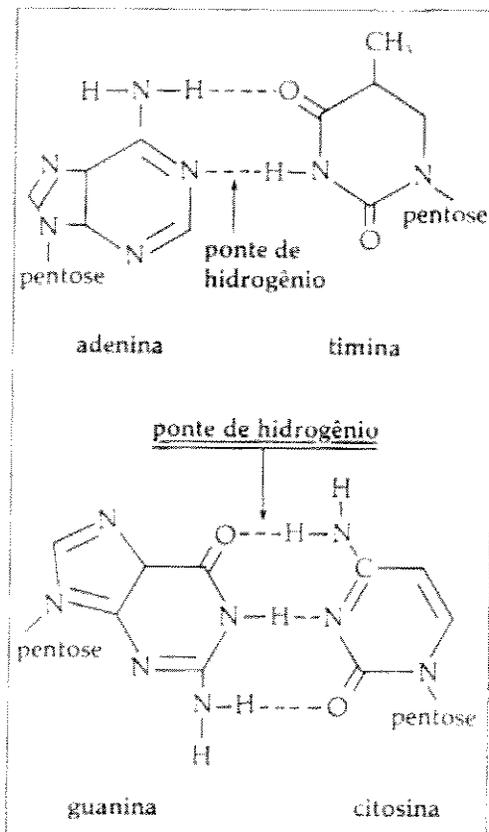


Fig. 23.3 Ligação de moléculas de adenina e timina e de guanina e citosina

138

- Numa das cadeias:
A T C G C T G T A C A T
- Na cadeia complementar:
T A G C G A C A T G T A

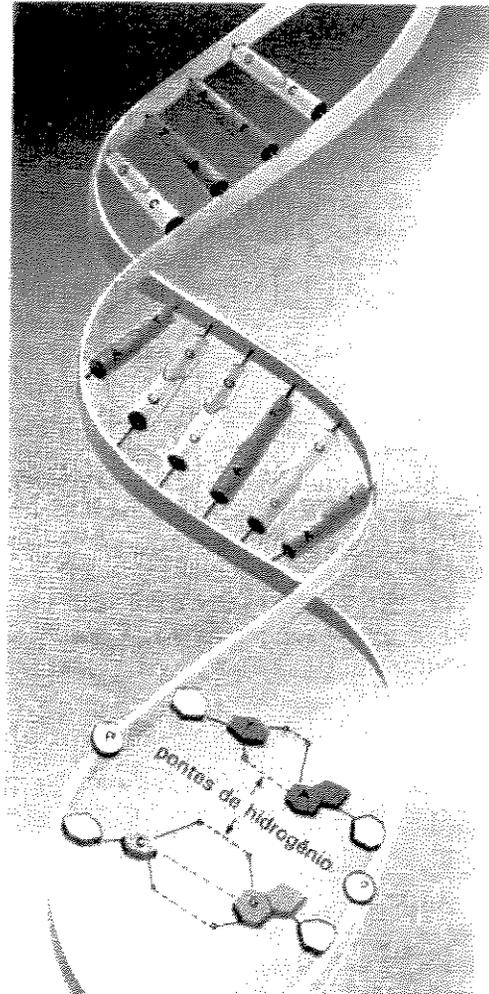


Fig. 23.4 Esquema de uma molécula de DNA

Figura 21: Fórmulas químicas das bases e ligações tipo ponte de hidrogênio que ligam as bases púricas de uma cadeia com as bases pirimídicas da outra cadeia. Na imagem colorida a pentose (em branco) apresenta 6 lados. Albino Fonseca, 1992 p.138

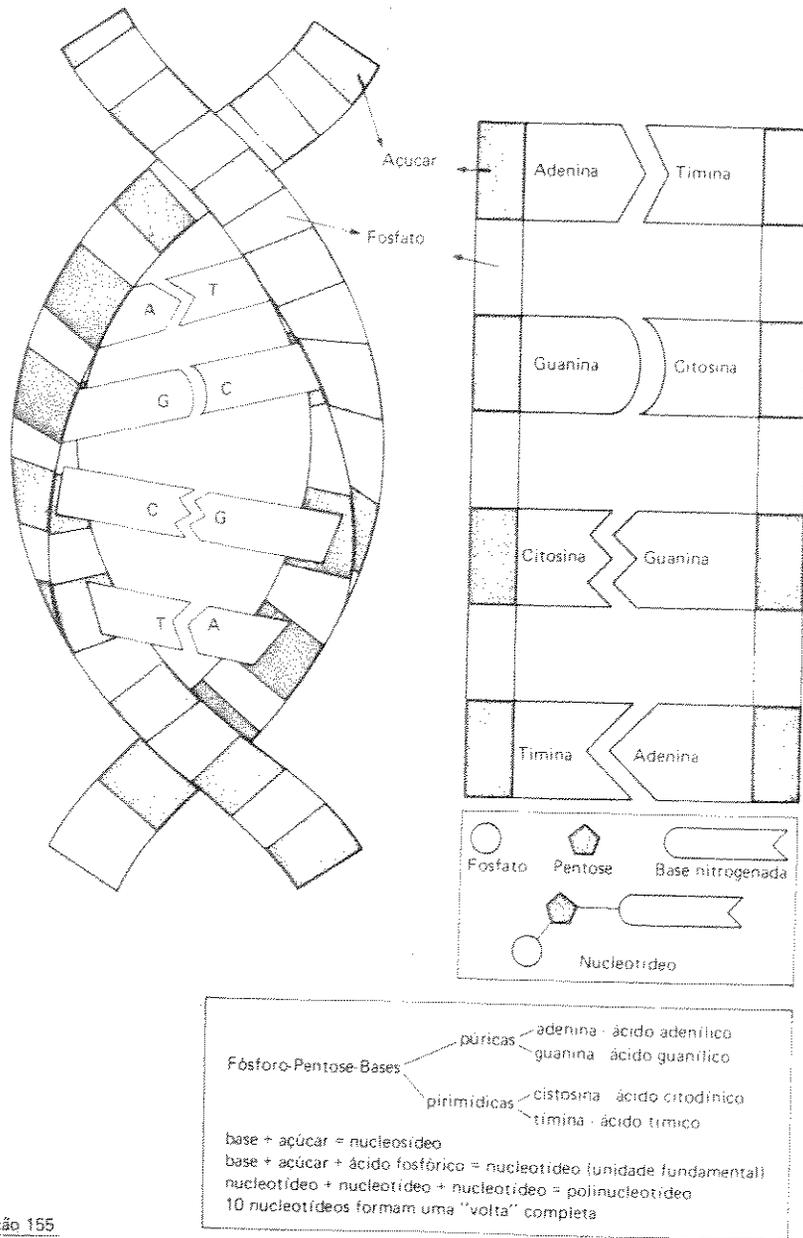


Ilustração 155

Figura 22- Imagens do livro de Hennig e Ferraz, na qual é possível se observar duas formas diferentes de representação para as mesmas bases, 1974, p.192.

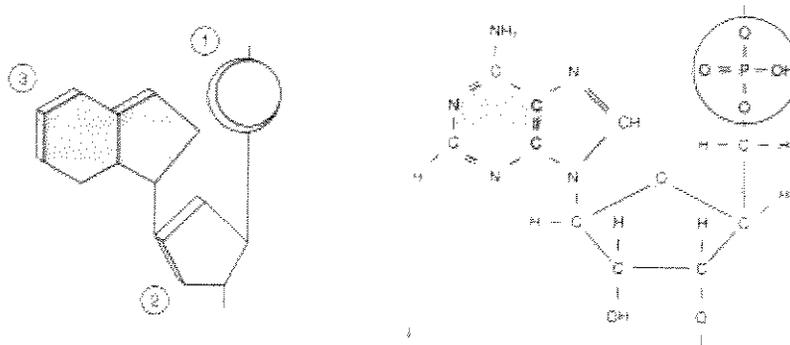


Fig. 2.18
 Representações de um nucleotídeo: à esquerda, um modelo figurativo; à direita, a fórmula estrutural.
 ① Radical fosfato (HPO_4); ② Ose; ③ Base nitrogenada.

Num DNA, encontramos sempre duas cadeias paralelas de nucleotídeos. Nos RNA, só há uma cadeia de nucleotídeos. (Excepcionalmente, já foram encontradas moléculas de DNA monocatenárias em organismos inferiores.)

OSE — Adenina
 Fosfato
 OSE — Uracila
 Fosfato
 OSE — Guanina
 Fosfato
 OSE — Uracila
 Fosfato
 OSE — Citosina
 Fosfato

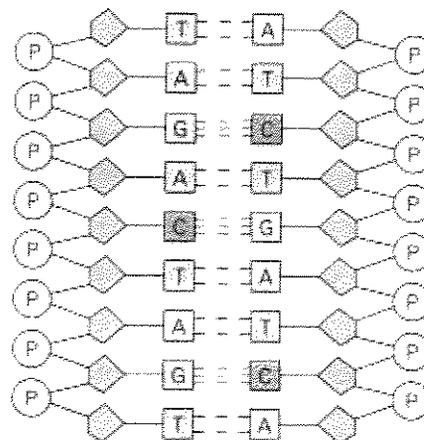


Fig. 2.19
 Pequeno segmento da cadeia única de nucleotídeos de um RNA. A ose encontrada nos RNA é sempre a RIBOSE.

Fig. 2.20
 Pequeno segmento da dupla cadeia de nucleotídeos de um DNA. A ose encontrada nos DNA é a DESOXIRRIBOSE. Portanto, os nucleotídeos de DNA são bem distintos dos nucleotídeos de RNA.

Figura 23: Uso de cores diferentes para representar os mesmos elementos do nucleotídeo em imagens da mesma página, Soares, 1995 p.39.

Figura 2.23 O ácido desoxirribonucleico (DNA): moléculas elementares e monômeros constituintes. Para cada molécula três tipos de figuração foram apresentados: a fórmula química, um esquema resumindo essa fórmula, e uma representação convencional cuja utilidade aparecerá ulteriores momentos.

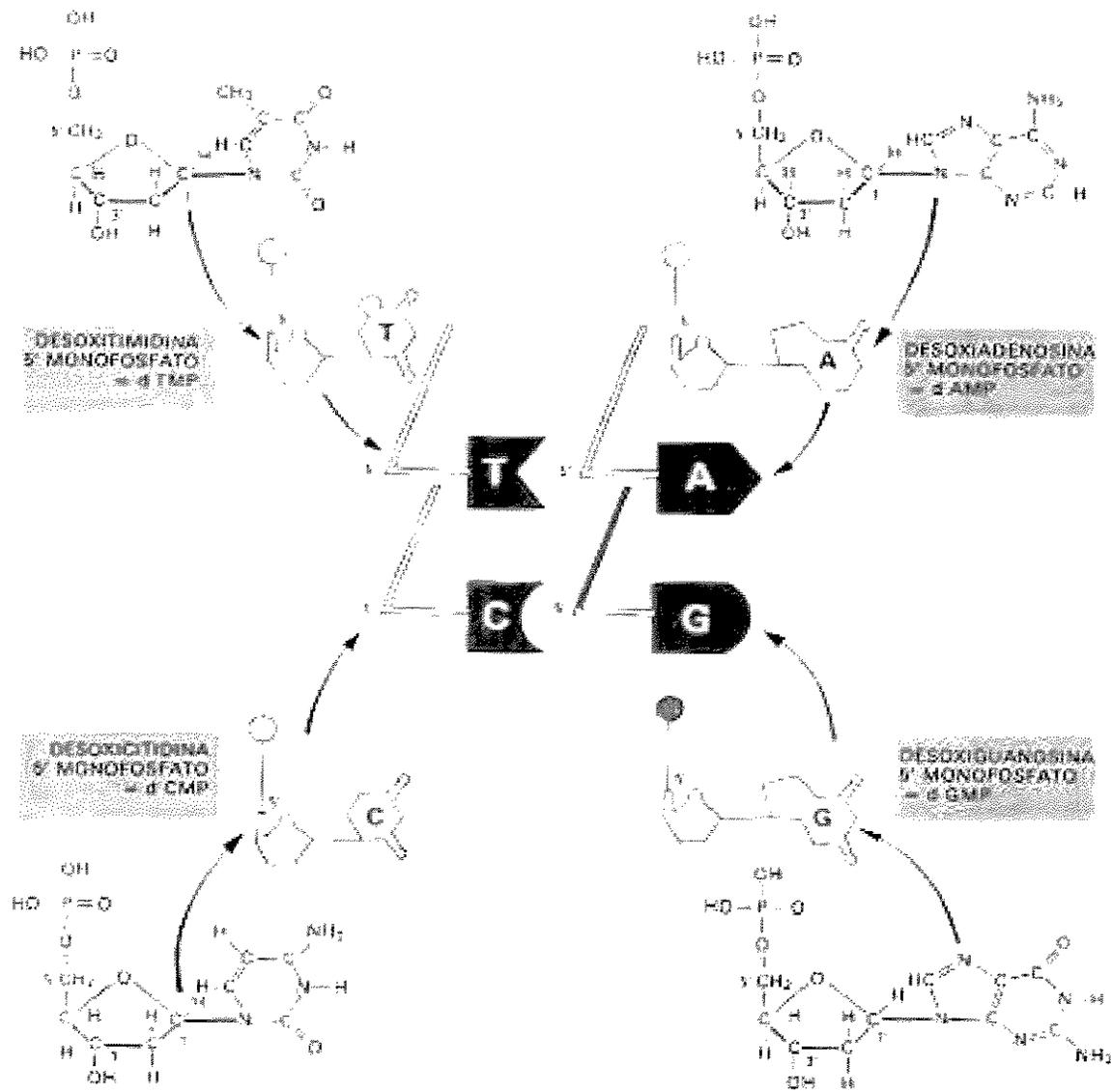


Figura 2.24 - Os quatro principais desoxirribonucleotídeos, sob a forma de nucleosídeos. (Completamente esquematizada, representação convencional)

Figura 24- Imagens do livro de Durand e Favard sobre a estrutura do DNA nas quais estão indicadas por setas as passagens de uma forma de representação para outra.

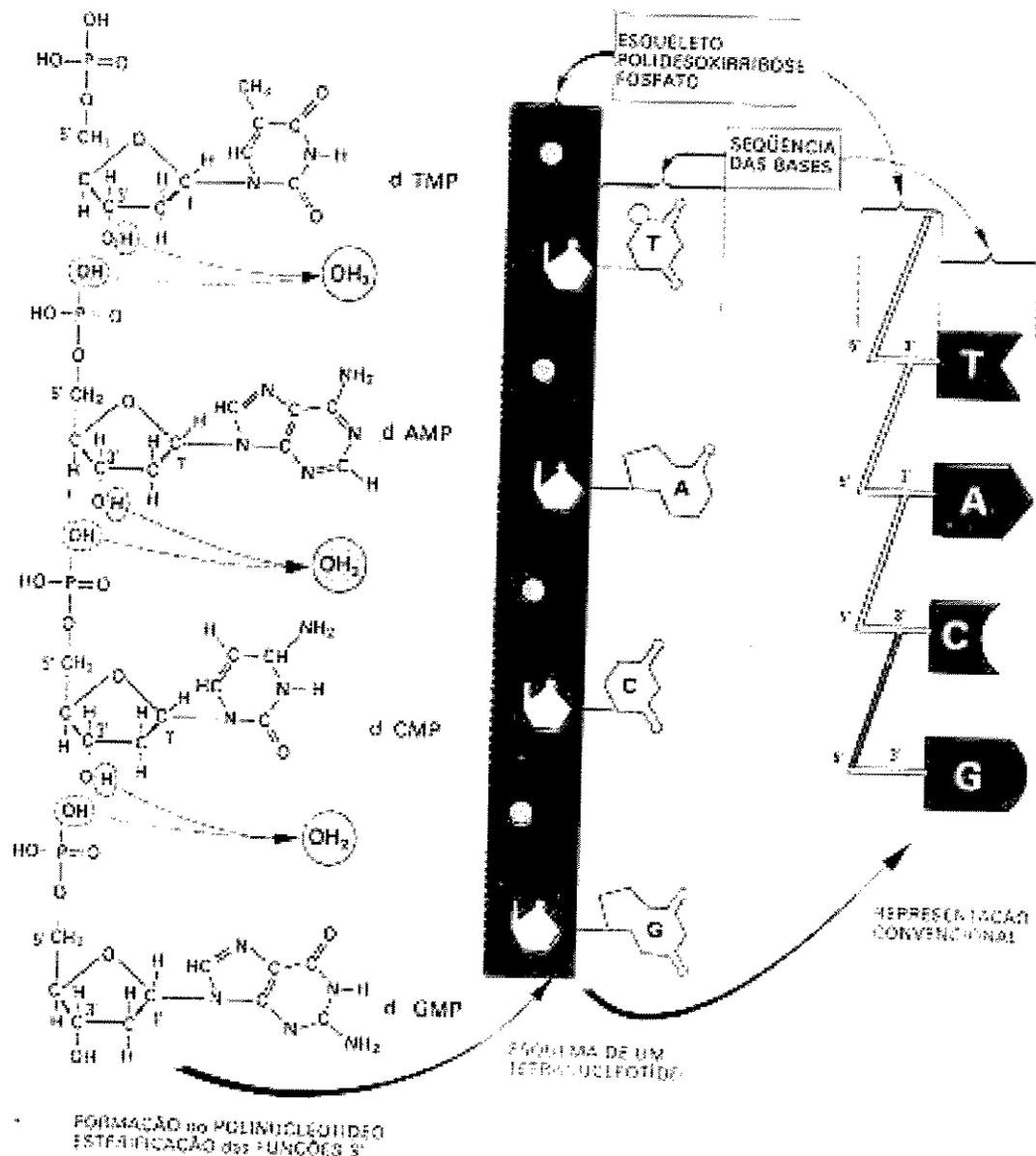


Figura 225 - A estrutura primária do DNA

O encadeamento das nucleotídeos se dá através de uma esterificação que interveio entre a função álcool situada na posição 3' da desoxirribose de um dado nucleotídeo, e a função ácido do ácido fosfórico de um outro nucleotídeo. Dois nucleotídeos consecutivos são assim, por intermédio do ácido fosfórico, ligados pelos carbonos 3' e 5' de seu açúcar. Um polinucleotídeo aparece então como sendo formado por um esqueleto polidesoxirribofosfato 3'-5', ao longo do qual as bases estão distribuídas segundo certa seqüência

Figura 25- Imagens do livro de Durand e Favard sobre a Estrutura do DNA (cadeia polinucleotídica). É possível observar três formas diferentes de representar a cadeia.

V- CONSIDERAÇÕES FINAIS

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho procuramos compreender a presença de imagens no livro didático de Biologia do ensino médio. Esta busca se deu por diferentes caminhos.

Um movimento que fizemos diz respeito especificamente à distribuição das imagens nos livros, pelo qual verificamos a ocorrência disseminada destas em todos os assuntos da Biologia. No entanto, a quantidade de imagens em cada assunto não era a mesma. Verificamos que foi maior quando os temas se referiam aos seres vivos, seguidos dos temas relativos à Citologia e Histologia e por fim naqueles relativos à Genética, Ecologia e Evolução.

Numa análise quantitativa observamos que a proporção de páginas com presença de imagens foi superior a 74% em todos os livros analisados inicialmente, nos indicando a significância deste recurso naquele material.

Passamos, então, a analisar os tipos de imagens presentes nestes livros e identificamos dez diferentes categorias, a saber: desenhos, fotografias, fotomicrografias, tabelas, gráficos, fórmulas, diagramas, representações artísticas e reproduções, mapas e imagens mistas (provenientes da associação dos diferentes tipos anteriores). Estas categorias nos permitiram constatar a grande variedade de imagens presentes nos livros. A partir disto, verificamos que a categoria desenho, tipo de imagem presente desde os primeiros livros, foi a de maior frequência em todos os livros analisados. Outra categoria que se destacou foi a de imagens mistas, em que a associação com desenhos foi a mais significativa. Nestas associações, o desenho, em

geral, dialogava com a imagem ao qual estava associado indicando o que deveria ser visto, como nos casos de associação com fotomicrografias; ou ainda fornecia informações adicionais, como em casos de associação com fotografias.

Com relação às imagens da citologia dentro da amostra analisada (“ex post”) verificamos uma associação altamente significativa para a média de figuras por página e o ano de publicação do livro; sendo que em termos estatísticos, 34% da variação na presença de imagens poderia ser explicada, pelo ano de publicação. Essa associação era positiva, ou seja, a média de figuras por páginas aumentou com os anos. Dito de outra forma, observamos que os livros mais recentes apresentaram um incremento na presença de imagens em suas páginas. Isso pode estar ligado ao desenvolvimento de novas tecnologias que permitiram a redução dos custos e viabilizaram uma maior disponibilidade na utilização das imagens em materiais impressos. As implicações didático-pedagógicas resultantes desse aumento da presença das imagens nos livros didáticos necessitam ser melhor elucidadas.

Nosso último recorte diz respeito às imagens referentes à representação da molécula do DNA feita, principalmente, por meio de desenhos, fórmulas e da associação desses dois tipos de imagens. Na análise dessas imagens consideramos duas categorias: a categoria coerência e a categoria legibilidade. É importante registrar que a nossa avaliação não tinha a finalidade de apontar a forma mais adequada de representação, isto é, mesmo quando as imagens eram coerentes e legíveis, isto não significou que elas fossem conceitualmente corretas nem que estivessem sendo consideradas as mais adequadas para o ensino.

Os livros analisados apresentaram uma grande diversidade no que diz respeito às imagens com representações da estrutura da molécula de DNA. Essa diversidade foi observada entre os diferentes livros e dentro de um mesmo livro. Em alguns casos, ela significou uma ausência de coerência visual do livro já que o emprego da repetição de convenções e a introdução de variações de uma forma que permitisse ao leitor acompanhar as mudanças de uma imagem à outra não foram observadas.

O outro aspecto analisado diz respeito à apresentação de chaves de leitura necessárias para compreensão das imagens do DNA e estava presente em alguns livros da amostra e ausente em outros. Esta ausência prejudicou a legibilidade daquelas imagens.

Associando as duas categorias de análise, legibilidade e coerência, foi possível observar quatro situações distintas: legibilidade e coerência nas imagens; não legibilidade e não coerência, legibilidade e não coerência e por fim não legibilidade e coerência. Os livros que não apresentaram coerência (5) ou legibilidade (2) ou nos quais as duas categorias (não coerência e não legibilidade) estavam associadas (9) totalizaram 16 livros da amostra, ou seja, 61,5% dos casos. Relativo a esses dados referentes ao DNA é importante informar que não houve aumento de coerência e/ou de legibilidade nos livros mais recentes com relação aos mais antigos. Entre os cinco livros mais recentes da amostra (1998 e 1999) apenas um apresentou imagens com coerência e legibilidade simultaneamente.

Estas observações nos permitem algumas considerações a respeito da dificuldade, na maioria dos livros da amostra, em atender esses dois aspectos. Seria isto consequência apenas da falta de uma revisão técnica das imagens como foi apontado em alguns casos? Estaria aí uma marca das exigências do mercado no sentido de aumentar o número de imagens sem um cuidado maior com sua qualidade?

Observamos também que, em relação às imagens específicas para representar a estrutura da molécula de DNA, parece não haver uma relação progressiva entre ano, edição e número de imagens que se mantêm mais ou menos constante. Isso se contrapõe ao que observamos anteriormente para a citologia quando tomada no seu conjunto mais amplo.

Outra constatação possível a partir da análise das imagens relativas ao DNA foi a diferença nos níveis de detalhamento dos componentes da molécula entre os diferentes livros, que pode estar expressando, entre outras coisas, as diferentes concepções dos autores e ou de projetos editoriais a respeito do assunto em questão ou ainda uma ausência de clareza quanto a forma mais adequada de tratar este assunto

no que diz respeito aos aspectos visuais. Isso está indicado principalmente pela oscilação na forma de utilização das fórmulas químicas (que ora são utilizadas, ora não são e que, quando o são, isto é feito das formas mais variadas mesmo em livros de mesma autoria).e pela utilização de imagens de livros de outros autores que possuem reconhecimento na área (como foi o caso de um clássico da citologia de autoria de Durand e Favard de 1967).

A utilização das fórmulas químicas foi muito significativa nas representações dos elementos do DNA estando presente em 69,2% dos livros da amostra. A nosso ver, isso estaria relacionado a uma certa tradição na área já que, historicamente, foi no campo da Química que houve o investimento maior para melhor compreensão da estrutura da molécula de DNA e posteriormente proposição do modelo até hoje aceito. Em outras palavras, nos arriscamos a afirmar que existem marcas históricas nas representações apresentadas como nos parece ser o caso das presenças e ausências das fórmulas químicas nos diferentes livros da amostra e as relações com livros clássicos da área.

Quanto ao movimento de buscar em outros lugares imagens, códigos ou informações a respeito da representação da molécula de DNA para reproduzi-las ou modificá-las ficou evidente que isso não transcorre tão tranqüilamente. Os percalços desse processo, relacionados com as outras pessoas envolvidas na produção e que caracterizam o livro como um objeto diferente daquele que o autor escreve ficaram muito evidentes na análise dos livros, especialmente no tipo de erros que foram observados.

Todas as questões abordadas e as observações feitas nos levam a pensar também sobre a afirmação muito freqüente de que a imagem sempre facilita a aprendizagem, ou mesmo de que ela é indispensável. Não nos parece ser tão tranqüilo sustentar esta afirmação em qualquer situação, como no caso das imagens não coerentes e não legíveis relativas a representação da estrutura da molécula do DNA.

Este elemento (a imagem) apresenta diferentes naturezas, níveis de complexidade e é inserido de diferentes maneiras nos livros didáticos de Biologia,

possibilitando através de seu estudo a compreensão de questões mais complexas que perpassam a educação como um todo e que não dizem respeito apenas ao ensino de Biologia.

O que no início do trabalho nos parecia um assunto simples, para o qual tínhamos poucos questionamentos, tomou corpo e ampliou enormemente o leque de questões concebidas. Muitas destas questões foram aqui tratadas tangencialmente, sem pretender esgotar o assunto, devendo ser objeto de futuras investigações. Este foi o caso do nível de detalhamento das imagens que diz respeito a uma discussão na área de currículo; a questão dos créditos e a reprodução de imagens; o nível de exigência dos testes de vestibular; as questões relativas à recepção. Por outro lado cercamos a questão da legibilidade e coerência sinalizando a necessidade de que a imagem passe a ser tratada com pelo menos igual atenção dada ao texto escrito na concepção, elaboração, análise e utilização do livro didático.

VI - BIBLIOGRAFIA

6 BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA JUNIOR, J. B. de. **Ter Olhos de Ver:** subsídios metodológicos e semióticos para a leitura da imagem. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas.

ALMEIDA, M. J. P.M.; SILVA, H. C. da (Org.). **Linguagens, leituras e ensino da Ciência.** Campinas: Associação de Leitura do Brasil; São Paulo: Mercado de Letras; 1998. (Coleção Leituras no Brasil)

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais:** pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira, 1998. 203p.

AMARAL, I. A. do; NETO, J. M. Qualidade do livro didático de ciências: o que define e quem define? **Ciência & Ensino**, Unicamp, n.2, Jun. 1997.

ARAÚJO, J. A. de. **Conversando com imagens:** tratamento de representações fixas de livros didáticos de ciências. 1995. Dissertação (Mestrado em Psicologia). Faculdade de Psicologia, Puccamp, Campinas, 1995.

ARNAUD, P. Forme et fonctions des éléments figuratifs dans la littérature didactique em chimie. **Bulletin de Psychologie**, n.. 386, p.577-582, 1987/88.

AUMONT, J. **A imagem**. 3.ed. Tradução de Estela dos Santos Abreu e Cláudio C. Santoro. Campinas: Papyrus, 1993. 317p. (Coleção Ofício de Arte e Forma)

AZEVEDO, A. B. **A compreensão do texto didático de ciências**: proposta para um esquema de melhoria. 1982. 197p. Dissertação (Mestrado) Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação, Unicamp, Campinas, 1982.

BARTHES, R. **A câmara clara**: nota sobre fotografia. Tradução de Julio Castanon Guimaraes. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1989. 185p.

BELMIRO, C. A. A imagem e o livro didático de Português: formas de convivência. In: COLE, 12, 1999, Campinas. **Caderno de Resumos...** Campinas, 1999.

BERNUY, A.; MARTINS, I. A compreensão dos estudantes e professores sobre as imagens nos livros didáticos de física para o ensino médio. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 7, 2000,. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2000.

BOSI, A. Fenomenologia do olhar. In: NOVAES, Aauto (Org.). **O olhar** São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

BOZZOLA, J. J.; RUSSELL, L. D. **Electron microscopy**: principles and techniques for biologists. 2.ed. Boston: Jones and Bartlett Publishers, 1998. 670p.

BRISCOE, M. H. **Preparing scientific illustrations**: a guide to better posters, presentations, and publications. New York:Springer-Verlag, 1996. 204p.

BRUZZO, C. **O cinema na escola: o professor, um expectador.** 1995. 190p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, 1995.

CADERNO CEDES. Campinas, SP: Gráf. FE/Unicamp, n.41, 1997.

CADERNO CEDES. São Paulo: Cortez,, n.18,1987.

CALADO, I.. **A utilização educativa das imagens.** Porto: Ed. LDA, 1994.

CALVINO, I. **Seis propostas para o próximo milênio.** Tradução de Ivo Barroso. São Paulo: Companhia das Letras, 1995. 141p.

CÂMARA BRASILEIRA DO LIVRO (CBL). Disponível em: 18 mar. 2001
<http://www.cbl.org.br/-3k> . Acesso em: 18 mai. 2000.

CAMARGO, O. O papel da ilustração nos livros para crianças. **Jornal da Alfabetizadora**, Rio de Janeiro, n.8, 1990.

CARNEIRO, M. H. da S. As imagens no livro didático. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1, 1997, Águas de Lindóia. **Atas...** Porto Alegre: Instituto de Física da Ufrgs, 1997. 662p.

CHARTIER, R. (Ed). **Práticas da leitura.** Tradução de Cristiane Nascimento. 2.ed. São Paulo: Estação Liberdade, 2001a. 266p

_____. **A aventura do livro: do leitor ao navegador.** Tradução de Reginaldo de Moraes. São Paulo: Editora UNESP; Imprensa Oficial do Estado, 1999. 158p.
(Prismas)

_____. **A ordem dos livros: leitores, autores e bibliotecas na Europa entre os séculos XIV e XVIII.** Tradução de Mary Del Priore. Brasília: Editora UNB, 1994. 111p. (coleção Tempos)

_____. **Cultura escrita, literatura e historia:** conversas de Roger Chartier com Carlos Aguirre Anaya, Jesus Anaya Rosique, Daniel Goldin e Antonio Saborit. Porto Alegre: ARTEMED, 2001b.189p.

CHAUÍ, M. Janela da alma, espelho do mundo. In: Novaes, Adauto (Org.). **O olhar.** São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

CICILLINI, G. A. **A evolução enquanto componente metodológico para o ensino de Biologia no 2º grau:** análise de uma concepção de evolução em livros didáticos. 1991. 180p. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, 1991.

_____. **A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do ensino médio:** a teoria da evolução como exemplo. 1997. 225p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, 1997.

CIÊNCIA & EDUCAÇÃO Bauru: UNESP, v.5, n.1, 1998.

COHEN, J. B. **Revolution in Science.** Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1985.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CNE). **Parecer 15/2000.** Disponível em : <http://www.mec.gov.br/cne/parecer.shtm>

DAVIES, N. A ilustração no livro didático de história. **Tecnologia Educacional,** Rio de Janeiro, v.19, n. 92/93, p.36-39, jan/abr. 1990.

DEBESSE, M.; MIALARET, G. (Orgs.). **Tratado das ciências pedagógicas**. Tradução de Luiz Damasco Penna e J. B. Damasco Penna. São Paulo: Ed. Nacional; Ed. Da Universidade de São Paulo, 1974. (Atualidades Pedagógicas; v. 113-117)

DUCHASTEL, P. Rôles cognitifs de l'image dans l'apprentissage scolaire. **Bulletin de Psychologie**, v. 41, n.386, p.668-671, 1990.

DURAND, M.; FAVARD, P. **A célula**. Tradução de Alfredo Yazbek Jr. São Paulo: Edgard Blücher :Edusp, 1972.

DURFORT, M. Consideraciones en torno a la enseñanza de la Biología Celular en el umbral del siglo XXI. **Alambique**, n.16, p.93-108, 1998.

ECO, U. **As formas do conteúdo**. São Paulo: Perspectiva, 2001.

EISENSTEIN, E. L. **A revolução da cultura impressa: os primórdios da Europa moderna**. Tradução de Osvaldo Biato. São Paulo: Ática, 1998. 320p.

EM ABERTO. Brasília: INEP, v.6, n.35, 1987.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975.

FERREIRA, C. de M. L. Leitura das representações Gráficas de Dados Estatísticos em Material de Imprensa. In: COLE, 12' 1999, Campinas. [**Trabalhos apresentados...**] Campinas, 1999. 1 CD-ROM

FRACALANZA, H. **O conceito de ciência veiculado por atuais livros didáticos de Biologia.** 1982. 203p. Dissertação (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação, Unicamp. Campinas, 1982.

_____. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil.** 1992. 241p. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Unicamp. Campinas, 1992.

FRANCASTEL, P. **Imagem, visão e imaginação.** Tradução de Fernando Caetano. Lisboa: Edições 70, 1983.226p.

FREITAG, B., COSTA, W., MOTTA, V. **O livro didático em questão.** 2.ed. São Paulo: Cortez, 1993.159p.

GARDNER, H. **A nova ciência da mente: uma história da revolução cognitiva.** Tradução de Cláudia Malbergier Caom. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995. (ponta 9)

GASPARELLO, A. M. História e livro didático: a produção de um saber escolar. In: FARIA FILHO, Luciano Mendes de (Org.). **Pesquisa em História da Educação: perspectivas de análise, objetos e fontes.** Belo Horizonte: HG Edições, 1999.

GERALDI, J. W. **Linguagem e ensino: exercício de militância e divulgação.** Campinas: ALB; São Paulo: Mercado de Letras; 1996.

GOMBRICH, E. H. **Art and illusion.** London: Phaidon, 1968.

GORDIN, D. N.; PEA, R. D. Prospects for scientific visualization as an educational technology. **Journal of Learning Sciences**, v.4, 3, 1995.

GOULD, S. J. Escadas e cones: coagindo a evolução por meio de ícones canônicos. In: SILVERS, Robert B. (Org.). **Histórias esquecidas da Ciência**. Tradução de Gilson César Cardoso de Souza. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

GUIMARÃES, E. Textualidade e enunciação. **Escritos: Ver e dizer**, Campinas, n.2, p. 3-12., 1998.

HÖFLING, E. M. Notas para discussão quanto à implementação de programas de governo: em foco o programa nacional do livro didático. **Educação & Sociedade**, v. 21, abr. 2000.

_____. **A FAE e a execução da política educacional**. 1993. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, 1993.

JOLY, M. **Introdução à análise da imagem**. Tradução de Marina Appenzeller. Campina: Papyrus, 1996. 152p. (Coleção Ofício de Arte e Forma)

KALVERKÄMPER, H. Die Symbiose von Text und Bild in den Wissenschaften. In: TITZMANN, M. (Org.). **Zeichen (theorie) und Praxis**. Passau: Rothe. 1993.,p. 199-226.

KAWAMURA, M. R. D. Linguagem e novas tecnologias. In: ALMEIDA, M. J. P.M.; SILVA, H. C. da (Org.). **Linguagens, leituras e ensino da Ciência**. Campinas: Associação de Leitura do Brasil; São Paulo: Mercado de Letras; 1998. (Coleção Leituras no Brasil)

KAY, E. L. **The molecular vision of life**: Caltech, The Rockefeller Foundation and rise of the new biology. New York: Oxford University Press, 1993.

KOCH, I. V. **O texto e a construção dos sentidos**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2000. 124p. (Caminhos da lingüística).

KRESS, G., VAN LEEUWEN, T. **Reading images**. Victoria: Deakin Univ. Press, 1990.

_____. **Reading images: the grammar of visual design**. London: Routledge and Kegan Paul, 1996.

LE GOFF, J. **História e memória**. Tradução de Suzana Ferreira Borges. Campinas: ed. da Universidade Estadual de Campinas, 1996.

LÈVY, P. **As tecnologias da inteligência**: O futuro do pensamento na era da informática. Tradução de Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993. 208p. (coleção TRANS)

LINS, O. **Do ideal e da glória**: problemas inculturais brasileiros. São Paulo: Summus, 1977.

LOPES, A. R.-C. **Conhecimento escolar**: ciência e cotidiano. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999.236p.

MACHADO, A. **A televisão levada a sério**. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2001.

_____. Fim do livro? **Estudos Avançados**. São Paulo, v.8, n.21, p.201-214, maio/ago. 1994.

MACHADO, N. J. Sobre livros didáticos: quatro pontos. **Em Aberto**, Brasília, ano 16, n.69, jan/mar.1996.

MACNAB, W.; JOHNSTONE, A. H. Spatial skills which contribute to competence in the biological sciences. **Journal of Biological Education**, v.24, n.1, p.37-41,1990.

MAIENSCHIN, J. From presentation to representation in E. B. Wilson's the cell. **Biology & Philosophy**, Ontario, Canadá, v..6, n. 2, April 1991.

MARTIN, H., FEBVRE, L. **O aparecimento do livro**. Tradução de Fúlvia Moretto e Guacira Machado. São Paulo: Hucitec, 1992.

MARTINS, I. et al. Explicações, representações visuais e retórica na sala de aula de ciências. In: ENCONTRO SOBRE TEORIA E PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS: linguagem, cultura e cognição; reflexões para o ensino de ciências, 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1997a.

_____. Explicações, Ciência e Sala de Aula. In: ENCONTRO LINGUAGENS, LEITURA E ENSINO DA CIÊNCIA., 2000, Campinas. **Textos de palestras e sessões temáticas**. Campinas: Gráf. Da FE/Unicamp, 2000a.

_____. Retórica, Ciências e Ensino de Ciências In: ENCONTRO LINGUAGENS, LEITURA E ENSINO DA CIÊNCIA, 2000, Campinas. **Textos de palestras e sessões temáticas**. Campinas: Graf. FE/Unicamp, 2000b.

_____. O papel das representações visuais no ensino-aprendizagem de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1997, Águas de Lindóia. **Anais...** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997b. 662p.

MARTINS, W. **A palavra escrita: história do livro, da imprensa e da biblioteca.** São Paulo: Ática, 1996.

MAYR, E. **The growth of Biological thought: diversity, evolution, and inheritance.** Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

.MANUAL de orientação para produção editorial: qualidade, produtividade, tecnologia e normas técnicas . Câmara setorial do livro e comunicação gráfica / Grupo de trabalho 2 Ministério da cultura; ministério da industria, do comércio, e do turismo. [19..] ABTG, ABIGRAF, Escolas SENAI, Gráfica Círculo, Editora Nova Cultural.

MORAES, R. C. C. de. **Atividade de pesquisa e produção de texto: anotações sobre métodos e técnicas no trabalho intelectual.** Campinas, 1998. (Textos didáticos, 33)

MORIN, E. **Para sair do século XX.** Tradução de Vera Azambuja Harvey. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. 361p.

MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de Química destinados ao ensino secundário. **Em Aberto**, Brasília, ano 7, n.40, out./dez. 1988.

MOYSÉS, M. L., AQUINO, L. M. G. T. de. As características do livro didático e os alunos. **Caderno Cedes**, São Paulo, n.18, 1987.

NEIVA JUNIOR, E. A **Imagem**. São Paulo: Ática, 1986. 93p. (Série Princípios)

NIKOLAJEVA, M., SCOTT, C. The dynamics of picturebook communication. **Children's Literature in Education**, v. 31, n.4, p. 225-239, 2000.

NOVAES, M. H. O papel da imagem, da imaginação e do imaginário na educação criadora. **Tecnologia Educacional**, n.63, p. 28-31, mar./abr.8.

NUNES, J. H. Janelas da cidade: outdoors e efeitos de sentido. **Escritos: Ver e Dizer**, n. 2, Unicamp, 1998.

O QUE sabemos sobre o livro didático: catálogo analítico. Campinas: Biblioteca Central Unicamp/ Seção de Informação Sobre o Livro Didático, 1989.

OLIVEIRA, J. B. A.; GUIMARÃES, S. D. P.; BOMÉNY, H. M. B. **A política do livro didático**. São Paulo: Summus; Campinas: Ed. da Universidade Estadual de Campinas, 1984.139p.

OLSON, D. R. **O mundo no papel**: as implicações conceituais e cognitivas da leitura e da escrita. São Paulo: Ática, 1994.328p.

OTERO, J. C. Assimilation problems in traditional representations of scientific knowledge. **European Journal of Science Education**, v. 7, n.4, p.361-369, 1985.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS. Disponível em:

<<http://www.mec.gov.br/semtec/ensmed/pcn.shtm>>

PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO. Anexo XI p.27. Disponível em: (http://www.fnde.gov.br/programas/legislacao/pnld/edital_pnld_pre_inscricao_2005.pdf.)

PÉREZ, L.; LLORENTE, E.; ANDRIEU, A. Las imágenes de digestión y excreción en los textos de Primaria. **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.2, p.165-178, 1999.

PRETTO, N. De L. **A Ciência nos livros didáticos**. Campinas: Editora da UNICAMP; Bahia: Universidade Federal da Bahia, 1985. 95 p.

REID, D. The role of pictures in learning biology: Part 1, perception and observation. **Journal of Biological Education**, v.24, n. 3, p. 161-172, 1990.

_____. The role of pictures in learning biology: Part 2, picture-test processing. **Journal of Biological Education**, 24 (4) p.251-258. 1990.

_____. The picture superiority effect and biological education. **Journal of Biological Education**, v.18, n.1, p.29-36, 1984.

REID, D. J., MILLER, G. J. A. Pupils' perception of biological pictures and its implications for readability studies of biology textbooks. **Journal of biological Education**, v.14, n.1, p.59-68, 1980.

RODRÍGUEZ, M. L. Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.4, n.2, 1997. Disponível em: 18 de julho de 2001 <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>>. Acesso em: dez de 2001

RUSSELL-GEBBETT, J. Pupils' perceptions of three-dimensional structures in biology lessons. **Journal of Biological Education**, 18 (3), p.220-226. 1984.

_____. Skills and strategies pupils' approaches to three-dimensional problems in biology. **Journal of Biological Education**, v.19, n 4, p.293-298. 1985.

SANTAELLA, L., NÖTH, W. **Imagem, cognição, semiótica, mídia**. São Paulo: Iluminuras, 1998. 222p.

SANTOS, G. C., PASSOS, R. (Coord.). **Manual de referências e citações bibliográficas para documentos impressos e eletrônicos**. Campinas, SP: Autores Associados; Editora da Unicamp, 2000. 92p.

SERRANO, T. Representaciones de los alumnos en Biología: estado de la cuestión y problemas para su investigación en aula. *Enseñanza de las Ciencias*, v.5, n. 3, p.181-188. 1987.

SILVA, E. T. da. Livro didático e qualidade do ensino. **Criticidade e leitura: ensaios**. Campinas: Mercado de Letras; Associação de Leitura do Brasil, 1998. (Coleção leituras no Brasil).

SILVA, F. K. M. da, COMPIANI, Maurício. Análise das imagens em livros didáticos de geografia. In: COLE, 12., 1999, Campinas, SP. **Caderno de resumos ...** Campinas, 1999. p.138.

SILVA, R., TRIVELATO, S. Livros de Biologia do século XX. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos, SP. **Atas ...**. Valinhos, SP: Ed.UFSC-1999. 1.CD ROOM

WALTY, I. L. C.; FONSECA, M. N. S.; CURY, M. Z. F. **Palavra e imagem: leituras cruzadas.** Belo Horizonte: Autêntica, 2000. 128p.

WANDERSEE, J. H. The graphic representation of biological knowledge: integrating words and images. In: FISHER, K. M.; KIBBY, M. R. (Ed.). **Knowledge acquisition, organization, and use in Biology.** Springer/NATO., 1996.p..25-35.

WHITE, A. R. Recepção: a abordagem dos estudos culturais. **Comunicação & Educação,** São Paulo, v.12, p. 58-76, maio / ago. 1998.

ZAMBONI, E. **Que história é essa ?** uma proposta analítica dos livros paradidáticos de história. 1991. 211p. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, 1991.

VII - ANEXO: LIVROS DIDÁTICOS
UTILIZADOS

7 ANEXO: LIVROS DIDÁTICOS UTILIZADOS

- Livro 1** - BEÇAK, Maria Luiza; BEÇAK, Willy. **Biologia geral e Citologia**. 5ª ed. São Paulo: Nobel., 1963. 143p.
- Livro 2** - AMABIS, José Mariano, MARTHO, Gilbert Rodrigues; MIZUGUCHI, Yoshito. **Biologia: origem da vida e Citologia**. 1ª ed. São Paulo: Moderna, 1974. 286p.
- Livro 3** - HENNIG, Georg Joachin; FERRAZ, Gilberto Carvalho. **Biologia: 2º grau**. Porto Alegre: EMMA, 1974. 299p.
- Livro 4** - LOPES, Plínio Carvalho. **Ensino dirigido de Biologia: Biologia geral**. 2ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1975. 189p.
- Livro 5** - BEÇAK, Maria Luiza; BEÇAK, Willy. **Elementos de Biologia**. São Paulo: FTD, 1977. 270p.
- Livro 6** - FONSECA, Albino. **Biologia: 2º grau e vestibulares**. 16ª ed. São Paulo: Ática, 1977. 280 p.
- Livro 7** - LOPES, Sônia. **Biologia Auto- instrutivo: Citologia**. 2º grau. 3ª ed. São Paulo: Saraiva, 1978. 173 p.

- Livro 8** - AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues; MIZUGUCHI, Yoshito. **Biologia 1: Origem da vida e Citologia**. 2 ed. São Paulo: Moderna, 1978. 301 p.
- Livro 9** - SILVA JUNIOR, Cesar da.; SASSON, Sezar. **Biologia 1: Citologia Histologia**. 3. ed São Paulo: Atual, 1980. 206 p.
- Livro 10** - FONSECA, Albino. **Biologia 1: segundo grau**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1981. 176 p. (série Compacta)
- Livro 11** - MARCONDES, Ayrton César; LAMMOGLIA, Domingos Ângelo. **Aulas de Biologia: Citologia e Embriologia**. São Paulo: Atual, 1981. 269 p.
- Livro 12** - MARTHO, Gilberto Rodrigues; AMABIS, José Mariano. **Da célula ao tecido: estrutura e fisiologia das unidades celulares**. São Paulo: Moderna, 1984. 220 p.
- Livro 13** - LAGO, Samuel Ramos; CARVALHO, Carlos Roberto. **Biologia 2: Citologia**. São Paulo: IBEP, s.d. 112 p.
- Livro 14** - GOWDAK, Demétrio; MATTOS, Neide Simões de. **Biologia: Citologia, Embriologia e Histologia**. São Paulo: FTD, 1990. 216 p.
- Livro 15** - SILVA JUNIOR, Cesar da.; SASSON, Sezar. **Biologia 1: Citologia e Histologia**. 7 ed. São Paulo: Atual: 1991. 291 p.
- Livro 16** - FONSECA, Albino. **Biologia**. 34 ed. São Paulo: Ática, 1992. 392 p.

Livro 17 - LINHARES, Sérgio [e] GEWANDSZNAJDER, Fernando. **Biologia Hoje: Citologia e Histologia**. 2ª ed. São Paulo: Ática, 1992. 312 p.

Livro 18 - PAULINO, Wilson Roberto. **Biologia Atual: Citologia e Histologia**. 8ª ed. São Paulo: Ática, 1992. 248 p.

Livro 19 - LOPES, Sônia. **Bio 1: introdução à Biologia e origem da vida, Citologia, Embriologia e Histologia**. 14ª ed. São Paulo: Saraiva, 1994. 269 p.

Livro 20 - SOARES, José Luís. **Biologia: a Célula, os Tecidos, Embriologia**. São Paulo: Scipione, 1995. 340 p.

Livro 21 - PAULINO, Wilson Roberto. **Biologia Atual: Citologia e Histologia**. 7ª ed. São Paulo: Ática, 1995. 327 p.

Livro 22 - SOARES, José Luís. **Biologia no terceiro milênio: Biologia molecular, Citologia e Histologia**. São Paulo: Scipione, 1998. 400p.

Livro 23 - LOPES, Sônia. **Bio :volume 1**. 4ª ed. São Paulo: Saraiva, 1998. 379 p.

Livro 24 - CARVALHO, Wanderley. **Biologia em foco**. São Paulo: FTD, 1998. 408 p.

Livro 25 - MARCZWSKI, Maurício; VÉLEZ, Eduardo. **Ciências Biológicas**. São Paulo: FTD, 1999. 320 p.

Livro 26 - AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia das Células**: origem da vida, Citologia, Histologia e Embriologia. São Paulo: Moderna, 1999. 440p.