As imagens de Ciências da Vida

em Revistas Científicas e Manuais Escolares do Ensino Secundário Português

Estudo do período da década de 60 ao fim do Século XX

Cândido Manuel Ramalho Pereira

UNIVERSIDADE DO PORTO
Faculdade de Letras

Mestrado em Cultura e Comunicação - Variante de Comunicação da Ciência

Porto
Julho de 2006

UNIVERSIDADE DO PORTO
Faculdade de Letras

As Imagens de Ciências da Vida em Revistas Científicas e Manuais Escolares do Ensino Secundário Português

Estudo do período da década de 60 ao fim do Século XX

Cândido Manuel Ramalho Pereira

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Cultura e Comunicação – Variante de Comunicação da Ciência

Dissertação realizada sob a supervisão do
Professor Doutor José da Silva Ribeiro
Universidade Aberta

Porto
Julho de 2006

À Cristina, minha companheira,
com quem aprendi a olhar
as imagens de um outro modo.

Agradecimentos

Ao Professor José Ribeiro, meu orientador, pela confiança serena que depositou no meu trabalho e pelas inestimáveis indicações que me permitiram manter um rumo.

Ao Professor José Azevedo, por todo o seu trabalho em prol do curso de mestrado em Cultura e Comunicação, que fez renascer em mim o gosto pela investigação.

À Professora Maria Manuel Araújo Jorge, pelas suas brilhantes lições, que me fizeram voltar a gostar de estar sentado numa sala de aula a ouvir.

À Céu Tostão, pela sua enorme e minuciosa ajuda na revisão desta dissertação.

Ao Júlio Costa, porque em momentos certos não faltou com o seu apoio.

Às bibliotecas da Faculdade de Letras e Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e Biblioteca Pública Municipal do Porto, pela disponibilidade dos seus funcionários para atender os meus pedidos.

Ao CETAC, pelo acolhimento e apoio logístico que prestou.

À Escola Secundária de Águas Santas, pelo investimento que fez no meu trabalho.

À minha família, que nunca cobrou o tempo que lhe roubei para me dedicar a este trabalho.

Resumo

Vivemos num mundo onde as imagens estão sempre presentes. A Ciência não foge a esta regra e posiciona-se como grande produtora e consumidora de imagens. A linguagem visual é hoje fundamental para compreender as ciências.

Este trabalho é um estudo sobre as imagens das ciências da vida, que podem ser encontradas em revistas científicas e em manuais escolares de ciências da vida, do ensino secundário em Portugal, nos últimos 40 anos do século XX.

Pretende-se contribuir para dar respostas a questões como, por exemplo: quais são os tipos de imagens predominantes nos manuais e nas revistas no período a que se refere o estudo; quais são as funções desempenhadas pelas imagens nestas publicações; que concepções de ciência se escondem atrás das imagens destes média.

Encontrou-se, na imagética das revistas e manuais, sinais de mudanças no interior da comunidade científica, na relação da ciência com a sociedade e no sistema educativo. Surgiram novas técnicas que levaram à produção de imagens de ciência e aperfeiçoaram-se outras já usadas anteriormente. Os cientistas passaram a usar imagens, onde antes o texto e os números eram mais comuns. Os manuais escolares cresceram e o espaço ganho abriu-se a novas formas de utilização das imagens.

À medida que se tornaram mais semelhantes a outros bens de consumo, os manuais escolares e as revistas científicas, aproximaram-se mais das pessoas por via das imagens, mas estarão as pessoas mais próximas da Ciência? Poderão as imagens aproximar-nos da verdade, autenticidade e beleza, ou pelo contrário são entorpecedoras e falaciosas?

Palavras-chave

Ciência; ciências naturais; ciências da vida; imagens científicas; imagens da ciência; fotografia científica; ilustração científica; imagem; imagética; manuais escolares; revistas científicas.

Abstract

Images are always present in our world. Science is not an exception and scientists are great producers of images and consumers, at the same time. Visual language is, nowadays, a basic skill to understand Science.

This work is a study on the life sciences imagery that can be found in last 40 years of the 20th century, in scientific magazines and school textbooks of life sciences, in the secondary school at Portugal.

We intended to contribute, by answering questions such as: what are predominant types of images, in manuals and scientific magazines, at that period? What are the functions of images on those publications? And what conceptions of science are behind those images?

We found signs of changes on the imagery of the magazines and textbooks. There are deep changes about this in the scientific community, as in relationship between science and society; and therefore in the educative system. New techniques appeared and led to more production of science images, some others, previously used, had been perfected. Where text and numbers were more common, scientists started to use images. Textbooks grew, and the acquired space made possible a new use of images.

As they become more like other goods, school manuals and scientific magazines, got nearer of ordinary people, but are we closer to Science? Can images approach us to truth, to authenticity and beauty, or do they make us as if asleep and far apart from knowledge?

Keywords

Science; natural sciences; life sciences; scientific images; images of science; scientific photography; scientific illustration; images; imagery; textbooks; scientific magazines.

Sumário

Agradecimentos ii

Resumo iii

Abstract iv

1- Introdução 1

2- Como vemos o que vemos 6
2.1. A História do olhar 6
2.2. Inteligência visual 9
2.3. Imagens e palavras 12

3- As imagens no universo da comunicação 14
3.1. Informação visual 15
3.2. Pensamento visual 18

4- As imagens nas Ciências Naturais ao longo do tempo 22
4.1. Dos tempos da pré-ciência até à reprodução mecânica de imagens 22
4.2. Os gloriosos tempos da ilustração na Zoologia e Botânica 25
4.3. A era da fotografia 29
4.4. A era digital 32

5- As imagens no processo de construção do conhecimento científico 36

6- As imagens das Ciências da Vida nas revistas científicas 48
6.1. Dez casos para dez pequenas reflexões 49
6.2. A publicidade 59
6.3. Constituição da base para o estudo quantitativo 67
6.4. O quadro de análise 68
6.4.1. A função da imagem 68
6.4.2. Tipos de imagem 70
6.4.3. Técnicas das Ciências da Vida geradoras de dados visuais 72
6.4.4. Autonomia das imagens relativamente ao contexto 76
6.5. Resultados da análise quantitativa 78
6.6. Síntese dos resultados 89

7- As imagens das Ciências da Vida em manuais escolares do ensino secundário 90
7.1. Dez casos para dez ideias 91
7.2. Resultados da análise 105
7.3. Síntese dos resultados 115

8- Conclusões 116
8.1. Mudanças epistemológicas – reflexos nas revistas 116
8.2. Mudanças epistemológicas – reflexos nos manuais escolares 118
8.3. Mudanças sócio-económicas e tecnológicas – reflexos nas imagens das revistas e manuais 119
8.4. Das revistas para os manuais 120
8.5. Considerações finais 121

Bibliografia 122
Obras citadas 122
Outras obras consultadas 125

Créditos das imagens 127

Anexos 132

1- Introdução

– As imagens sempre presentes

É comum aos muitos textos que se escrevem sobre o tema, Imagens–Ciência, começarem por recordar a enorme presença das imagens na sociedade contemporânea. É uma justificação de pertinência para o que se vai escrever em seguida. Se é verdade que vivemos mergulhados em imagens, também o é o facto de, por isso mesmo, estarmos mais insensíveis aos seus efeitos, tal como não sentimos o cheiro do oxigénio ou o sabor da água.

Nesta dissertação pretendemos deslocar o foco da atenção do texto para as imagens que, em ciência, aparecem muitas vezes como um subproduto, dada a prevalência do cálculo e da linguagem verbal. Vamos centrar-nos em imagens publicadas em revistas científicas e em manuais escolares de ciências da natureza. Nestes meios também, as imagens estão sempre presentes. Ficam excluídas as imagens cinematográficas, videográficas e aquelas que nasceram e proliferam nos meios electrónicos.

– O campo para o estudo

As revistas científicas foram (e ainda são) o meio preferencial escolhido pelos cientistas para a integração dos seus "saberes" no *corpus* da Ciência. Até ser publicado numa revista da especialidade uma qualquer investigação não tem a chancela de "conhecimento científico". As revistas científicas são, por excelência, o meio onde podemos encontrar as linhas epistemológicas e metodológicas que dominam as diferentes áreas científicas em diferentes épocas.

Os manuais escolares de ciências, sempre presentes nas salas de aula, constituem frequentemente o primeiro e, por vezes, o único elo de ligação entre os alunos e as suas famílias com a Ciência. Em contextos educativos existem contradições na utilização que se faz das imagens das ciências e a importância que estas têm na conceptualização de assuntos científicos. Os professores reconhecem o poder da imagem enquanto instrumento importante no processo de ensino-aprendizagem, mas têm dificuldade em avaliar o efeito destas na construção dos conceitos. É aos "textos" que os professores atribuem o papel preponderante e, é sobre este elemento, que se redobram os cuidados para conseguir os efeitos pretendidos. Às imagens é dado normalmente um papel acessório e assim os seus efeitos passam muitas vezes despercebidos.

– Delimitação do objecto de estudo

Escolhemos o período dos últimos 40 anos do século XX como a janela temporal da investigação. Trata-se de um período marcado por mudanças no interior das ciências e na sua relação com a sociedade. Também no campo da pedagogia surgem alterações significativas no sistema educativo e, particularmente, nos modelos adoptados para o ensino das ciências. Todas estas mudanças ocorrem ao mesmo tempo que se dão refinamentos tecnológicos e aparecimento de novas técnicas que levam à produção e reprodução de imagens de modo mais fácil e intensivo.

Feita a delimitação temporal, houve ainda que proceder a uma circunscrição temática no sentido de obter um objecto mais homogéneo e por isso mais tratável. Escolhemos as ciências da vida. Apresentamos duas razões para esta escolha: por um lado é no campo das ciências da vida que, historicamente, a imagem ocupa um lugar de maior relevância e, por outro, a diversidade de áreas dentro deste campo propicia uma multiplicidade de formas que garante um objecto suficientemente rico para análise.

– O ponto de vista

O que vamos procurar nas imagens destes dois meios?

Em vez de perguntar “o que vamos procurar” talvez devêssemos dizer como vamos olhar essas imagens. Drouin apresenta três pontos de vista (três dimensões), sob os quais podemos analisar as imagens de ciência (DROUIN, 1987): O ponto de vista da semiologia, que olha para o valor simbólico da imagem; a dimensão pedagógica, em que se avaliam as imagens pela ajuda ou obstáculo que podem constituir na aquisição de conhecimentos; e a dimensão epistemológica, que se debruça sobre a relação entre os conceitos e a sua materialização nas imagens. É a perspectiva epistemológica que seleccionamos para desenvolver este trabalho, sem que isso signifique o ignorar das outras dimensões. Cremos que a análise das funções das imagens, no seio das publicações onde estão inseridas, poderá fornecer dados úteis acerca das questões que vamos investigar.

– As perguntas de partida

As grandes questões que nos vão ocupar são – “Como se reflectem as mudanças ocorridas durante o período de estudo no universo das imagens?” –

e a outra face da moeda – “Como é que as imagens contribuíram para as mudanças que ocorreram neste período?”.

Estas questões desdobram-se noutras que colocamos relativamente ao que acontece nas revistas científicas, ao que acontece nos manuais escolares e como se relacionam estes dois meios.

Compreender mudanças implica conhecer os pontos de partida, passagem e chegada e portanto, a recolha de dados permitir-nos-á caracterizar a imagética destes média em momentos específicos. Esperamos, então, que este estudo possa contribuir para responder a questões como:

- Que tipos de imagens predominam nos manuais e nas revistas em cada década?
- Quais as funções dominantes desempenhadas pelas imagens nos manuais e nas revistas em cada década?
- Que concepções de ciência se escondem atrás das imagens contidas nestas publicações?
- Existe fluxo de imagens, das revistas científicas, para os manuais?

– Questões metodológicas

A opção metodológica para este estudo é a análise documental. A possibilidade de constituir uma base de dados imagens com uma razoável dimensão, 100 a 200 imagens de cada década, possibilita fazer um estudo qualitativo estribado numa quantidade de dados capaz de garantir a sua credibilidade.

Foram ponderadas estratégias de recolha de informação a montante da publicação (isto para os manuais), e também a jusante, isto é, recolher dados acerca da produção, por um lado, e por outro, saber como é feita a “leitura” das imagens pelos seus destinatários. A opção foi, então, de apenas usar as imagens como objecto do estudo. No entanto, temos consciência que a análise do “nascimento” da imagem e o seu “consumo” podem ser óptimas vias para o aprofundamento da problemática aqui investigada.

Definida a abordagem foi necessário criar os instrumentos de observação e classificação das imagens. Estes instrumentos estão descritos nos capítulos referentes a essas tarefas.

– A estrutura da dissertação

Os pilares teóricos em que assenta esta investigação vêm de várias áreas e serão tratados nos próximos capítulos. Esta dissertação não segue um modelo rígido de duas partes, a primeira de revisão bibliográfica e a segunda de trabalho empírico. Também não existe um capítulo dedicado exclusivamente a tratar a questão da metodologia escolhida. Esse assunto está tratado nos capítulos que apresentam as análises efectuadas.

Começamos por apresentar diferentes vertentes que confluem, e dão coerência à investigação; seguidamente expomos o trabalho de campo efectuado e os respectivos resultados; na conclusão destacamos os dados obtidos mais relevantes e ensaiamos respostas ou, pelo menos pistas, que possam ajudar outros estudos sobre estes assuntos.

De seguida fazemos uma apresentação de cada um dos capítulos que compõem esta dissertação no sentido de aclarar a estrutura do trabalho:

– Capítulo 1 – Introdução

Apresentam-se as intenções, o caminho e a estrutura de desenvolvimento do trabalho.

– Capítulo 2 – Como vemos o que vemos

A evolução do conhecimento sobre a visão. O que sabemos hoje acerca de como o nosso cérebro trata informação visual.

– Capítulo 3 – As imagens no universo da comunicação

Que lugar ocupam as imagens no universo da comunicação. Como pensamos e comunicamos com imagens.

– Capítulo 4 – As Imagens nas Ciências Naturais ao longo do tempo

Perspectiva histórica sobre a produção e utilização da imagem nas Ciências Naturais. O período antes da reprodução mecânica; da reprodução mecânica até à fotografia; a fotografia e a era do digital.

– Capítulo 5 – As imagens no processo de construção do conhecimento científico

Como e para quê os cientistas usam as imagens. As imagens nos diferentes passos do método científico.

– Capítulo 6 – As imagens das Ciências da Vida nas revistas científicas

Apresenta-se o trabalho de constituição de uma base de dados de imagens para análise e o quadro de análise que foi aplicado. Seguem-se casos que foram objecto de uma análise mais detalhada e que por isso trouxeram informação importante para o estudo. Por fim são apresentados os resultados quantitativos resultantes da aplicação do quadro de análise e é feita uma síntese destes dados.

– Capítulo 7 – As imagens das Ciências da Vida em manuais escolares do ensino secundário

Este capítulo segue a mesma linha do anterior mas agora o objecto de análise são imagens de manuais escolares. O quadro de análise é o mesmo que serviu o estudo exposto no capítulo anterior, feitas as necessárias adaptações.

– Capítulo 8 – Conclusões

Tal como foi já anteriormente referido, neste capítulo a preocupação foi estabelecer ligação entre os problemas levantados no início e os dados empíricos recolhidos e expostos nos dois capítulos anteriores.

– Anexos – CD-ROM com a base de dados das imagens recolhidas

Em formato digital, apresentam-se todas as imagens recolhidas organizadas numa base de dados que pode ser inquirida de acordo com o quadro de análise utilizado.

2- Como vemos o que vemos

Neste capítulo abordamos os aspectos da maquinaria humana que lida com as imagens. Partimos do princípio que, para conhecer o mundo, precisamos de nos conhecer. Um dos factores que interfere na posição que têm as imagens no conhecimento humano é a concepção acerca do que é a visão e como podemos aprender através dela. Também a relação, que se estabelece entre visão e linguagem verbal, é uma problemática sobre a qual importa reflectir. Não pretendemos fazer aqui uma abordagem sistemática sobre estes assuntos, mas apenas apresentar breves traços que compõem o cenário onde se movem as imagens, sejam elas representações criadas, ou as formas directamente percepcionadas.

2.1. A História do olhar

Temos testemunhos de uma "indústria" óptica muito, muito antiga. Espelhos, lentes convergentes, escritos sobre oftalmologia, luz, sombra e reflexão (LINDBERG, 1976), são mais antigos do que a civilização grega, onde estão as raízes das nossas concepções da óptica e do que é visão. Os gregos desenvolveram várias linhas de pensamento acerca destes assuntos.

As várias ideias dos atomistas convergiam no princípio segundo o qual, qualquer sensação resultava do contacto directo da "coisa" com o órgão do sentido. Assim, para a visão, algum efluente material sairia do objecto visível para o olho. A ideia segundo a qual os objectos emanavam a sua forma, tal como uma pedra lançada a um lago induz as ondas (GREGORY, 1998), não deixa de ser curiosa na medida em que lembra a questão acerca da ambivalência (corpúsculo, onda) da luz, que haveria de ser profusamente discutida mais tarde. Para Demócrito, um dos atomistas, a realidade era constituída por átomos e vazio; assim as cores, o amargo e o doce eram convenções, tal como são as palavras (PARK, 1997).

A ideia de que os olhos funcionavam, não como receptores mas como emissores de raios que facultariam a visão, foi desenvolvida por vários pensadores e ainda hoje prevalece, por exemplo, nas expressões como "lançar o mau-olhado", ou "o faiscar dos olhos". Esta teoria é comummente associada à escola Pitagórica e teria o seu apogeu com Platão, que se refere ao "fogo dos

olhos" que coalesce com a luz do dia formando um corpo homogéneo que medeia o objecto visível e o olho. A visão resultaria assim do encontro entre uma emanação do objecto e o corpo formado por coalescência da luz do dia e os raios visuais saídos dos olhos. A cor resulta, segundo Platão, da relação do tamanho das partículas emanadas pelo objecto e das partículas dos raios visuais. Se as partículas que saem do objecto forem do mesmo tamanho das dos raios visuais, então o objecto é transparente; partículas maiores do que as dos raios visuais vão contrair o raio e, o inverso, provoca uma dilatação. Seriam estes diferentes movimentos que gerariam a sensação das diferentes cores (LINDBERG, 1976).

Estas primeiras ideias sobre o que é a visão chegam-nos muito fragmentadas, pouco sistematizadas e em trabalhos dedicados a outros temas. É com Aristóteles que surgem os primeiros trabalhos que colocam a problemática da luz e da visão em primeiro plano (LINDBERG, 1976). A Geometria é invocada para a explicação destes assuntos e é assim que Aristóteles dá uma primeira explicação não mitológica sobre, por exemplo, o arco-íris (PARK, 1997). Aristóteles rejeita quer a ideia da emanação dos objectos para os olhos, quer o inverso, e centra, então, a explicação sobre a visão no meio que intermedeia o observador e o objecto observado. A luz é entendida como um estado de transparência e não como algo que se propaga de um lugar para outro. A cor resultaria da modificação que a superfície dos objectos provocaria na transparência do meio. O interior dos olhos como seria de água e portanto transparente, criaria um contínuo com o meio, entre o objecto e o olho, logo as modificações provocadas pelos objectos na transparência do meio, também se verificavam no interior dos olhos, que então tomariam as qualidades do objecto (LINDBERG, 1976).

Em muitos aspectos estas teorias não podem coexistir e, por isso, teria de haver maneira de decidir o que estaria certo. Mas acontece também, que é difícil, senão impossível, experimentá-las. Assim, destas ideias resultam mais perguntas, do que respostas e apesar de terem atravessado muitos séculos acabaram por dar lugar a explicações mais satisfatórias da nossa curiosidade.

Galeno (século II) descreveu com bastante rigor a anatomia do olho e aplicou esses conhecimentos na teoria, já antiga, da emissão de raios dos olhos, que se encaixava muito bem na sua ideia de *pneuma.* A consciência

formaria um princípio activo, o *pneuma,* que chegaria ao olho através do nervo óptico, depois sairia, combinava-se com o ar, tornando visível tudo o que fosse "tocado" (FINDLEN, 2000). As ideias de Galeno foram seguidas por vários estudiosos árabes, al-Kindi e Hunain ibn Ishaq, que, no século IX, aprofundaram a relação entre os conhecimentos da anatomia do olho e a teoria da extramissão. No século X, o médico al-Razi, e no século XI, al-Haythan notaram respectivamente, o fenómeno de contracção e dilatação pupilar, e as lesões que uma luz intensa podia causar aos olhos; estas não eram obviamente "boas notícias" para a teoria da extramissão.

Estas teorias da visão eram "desprovidas", quase completamente, de matemática, mas outros estudiosos como Euclides, Hero e Ptolomeu fizeram uma abordagem dos fenómenos visuais através da Matemática. Os raios visuais eram, para Euclides, linhas rectas que formavam feixes cónicos. Se esses raios se dirigiam do olho para fora, ou de fora para o olho, isto é, a natureza desses raios, era algo que pouco importava ao matemático. Euclides postulou 7 teoremas e 58 proposições sobre a visão que, centrados na Geometria, avançavam explicações sobre, por exemplo, como é que vemos os objectos que estão mais distantes, de um tamanho menor e quando é que vemos, com mais clareza, um objecto. A maior parte das proposições de Euclides tratavam das questões de perspectiva, isto é, a aparência do objecto em função da sua relação espacial com o observador (LINDBERG, 1976).

Desde Galeno, na Antiguidade, até ao Renascimento, foram vários os conhecimentos que se foram acumulando sobre fenómenos luminosos, mas sobre a visão, o salto só seria dado após o conhecimento mais preciso sobre a fisiologia do olho. Em 1604 Kepler propôs com a ideia de que a visão se baseava na imagem formada na superfície côncava da retina, a exemplo do que se passava com a câmara escura. Assim, poder-se-ia estudar a visão aplicando os mesmos princípios já usados para os telescópios, por exemplo. O problema passa a estar centrado não só na anatomia do olho mas também na geometria que permitia compreender o mecanismo de formação das imagens através de lentes (FINDLEN, 2000). Levantaram-se então outras questões como por exemplo: como é que estando a imagem na retina invertida, se dava nova inversão; ou como é que se formava uma única imagem, a partir das duas que, aparecem nos olhos? O estudo destes problemas viria a deslocar o estudo da

visão, dos olhos, para o cérebro. As coisas complicar-se-iam ainda mais quando se constatou que a visão não podia ser reduzida ao acto mecânico de registo de uma imagem. Podemos garantir que: se duas câmaras fotográficas, sensivelmente iguais fotografarem o mesmo objecto, nas mesmas condições, as imagens obtidas também serão sensivelmente iguais, mas se forem colocados dois observadores, em vez das câmaras fotográficas, podem ter experiências visuais muito diferentes. Isto constitui uma das fraquezas do empirismo.

2.2. Inteligência visual

Qualquer manual, que aborde o tema da percepção, refere-se com certeza às regras enunciadas pela escola de Gestalt sobre o assunto. Estas regras derivam de um princípio inovador (no início do século XX), segundo o qual, numa composição visual, o todo é mais do que a soma das partes e, a sua leitura, é efectuada do global para o particular e, assim, o sentido de cada elemento é determinado pelo todo. Como aspecto fundamental desta teoria, está também a chamada “lei da pregnância” que mais não é do que a extensão ao funcionamento do cérebro, do princípio físico da tendência dos sistemas para o estado de energia mínima.

São inúmeros os estudos que se acumularam acerca deste assunto. Muitas das imagens experimentadas circulam pelas nossas caixas de correio electrónico não deixam de nos espantar, pelos paradoxos que nos fazem sentir e de nos trazerem à consciência a nossa impotência para ver objectivamente aquilo que um instrumento mecânico “vê”. Sobre a figura seguinte, o nosso cérebro diz-nos que o quadrado A é mais escuro do que o B e, no entanto, qualquer fotómetro nos indica que eles têm rigorosamente o mesmo tom.

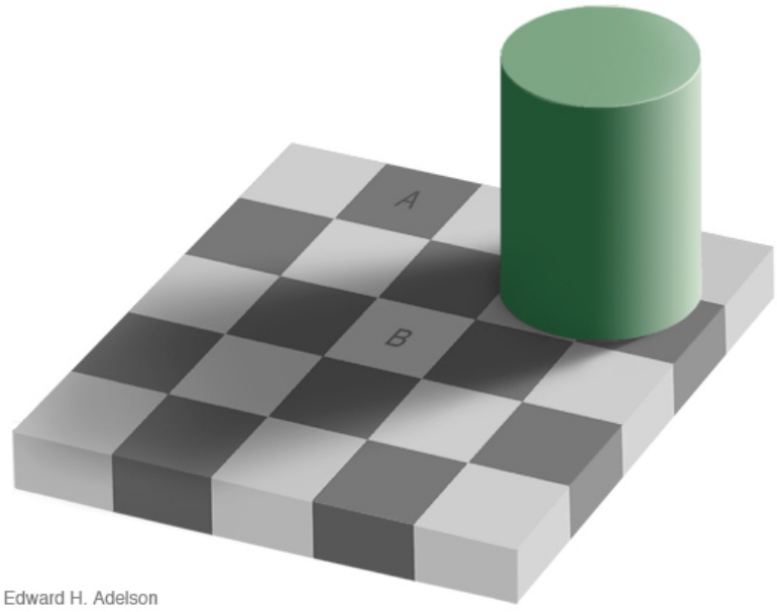


Figura 2.2.1: Os quadrados A e B têm o mesmo tom de cinzento.

Se precisamos de estar alerta sobre estas peculiaridades do nosso funcionamento podemos “descansar” porque todos reagimos do mesmo modo. O assunto torna-se mais complexo quando aplicamos o princípio, segundo o qual, a leitura que fazemos de uma imagem, depende da experiência passada. Isto significa que, na linguagem visual, existem muitos dialectos determinados por diferenças culturais e, até vivências individuais. Portanto, para nos entendermos visualmente, temos de conhecer os códigos de cada um. O desenho na figura 2.2.2 pode ser interpretado por nós, ocidentais, como sendo uma representação de uma escada, mas para alguém que vive num mundo onde as escadas não existem, o desenho não faz qualquer sentido. Para um ocidental, habituado a ler da esquerda para a direita, a escada tal como está, indicia uma subida, já para um árabe, indiciará primeiramente uma descida (CHANDLER, 1997).

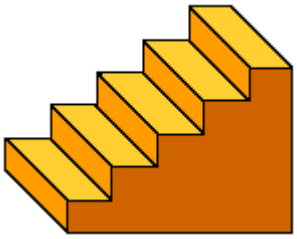


Figura 2.2.2: Esta escada indicia uma subida ou uma descida?

A interpretação do que vemos é um processo altamente complexo em que intervêm várias regiões cerebrais. As imagens formadas na retina são enviadas para o córtex visual do cérebro onde uma imagem 3D é reconstruída[1]: primeiro as linhas, depois a cor são adicionadas; o movimento e a distância são registados e, tudo isto, por conjuntos de neurónios diferentes. Se algum destes conjuntos de células falhar, surgem as perturbações na visão correspondentes. Assim, são conhecidos casos de indivíduos incapazes de percepcionar a cor (por vezes só em metade do campo visual), o movimento dos objectos, etc. Mas o processo não acaba com a construção visual das formas, segue-se a sua identificação. Nesta tarefa a especialização cerebral também é notória, por exemplo, a identificação de um rosto humano é feita em regiões distintas da identificação de um objecto. E a história não acaba aqui. Ver não implica apenas a inteligência visual. Atenda-se ao seguinte caso, descrito por Donald Hoffman (HOFFMAN, 1998, p. 201), de um indivíduo que, após um ligeiro acidente passou a achar que o seu pai, a sua mãe e outras pessoas que conhecia, eram impostores. Interrogado sobre o que o levava a pensar assim acerca do seu pai, referiu que o "impostor" era tal e qual o pai, mas que simplesmente não era o pai. Interrogado então sobre quais seriam as motivações de alguém para se fazer passar pelo seu pai, apenas respondia que achava surpreendente que alguém fizesse isso, mas estava seguro que era o que estava a acontecer. Surpreendentemente, este desafortunado, só tratava os seus pais como impostores, se os estivesse a ver. Falando com eles ao telefone tratava-os como verdadeiros. Este é um caso da síndrome de Capgras. Não se trata de um problema de não reconhecimento de rostos. Os pacientes desta síndrome têm acuidade visual normal e capacidade de reconhecimento dos outros também normal. Hirstein e Ramachandran sugerem que o problema se situa num corte entre visão e emoção. Neste caso a inteligência visual constrói a imagem do rosto da pessoa e identifica-a. Numa situação normal essa informação é comparada com os dados da inteligência emocional e a resposta surge. Num paciente da síndrome de Capgras esta comunicação entre a inteligência visual e a inteligência emocional possivelmente não ocorre.

[1] Melhor será dizer construída porque a imagem retiniana é uma imagem feita de pontos (discreta), isto é, uma imagem digital, e a imagem criada pelo córtex visual é uma imagem contínua definida por superfícies e os seus respectivos limites (HOFFMAN, 1998).

Como conclusão, usaríamos uma frase de Hoffman: “A imagem criada pelo cérebro a partir de uma imagem retiniana é então apenas uma interpretação construída, de entre as muitas possíveis.” (HOFFMAN, 1998) e ainda uma outra do filósofo Nelson Goodman citado por Chandler: "As imagens têm de ser lidas; e a capacidade de as ler tem de ser adquirida.” (CHANDLER, 1997).

2.3. Imagens e palavras

Sem nos afastarmos do nosso tema central, que são as imagens, toquemos numa área onde a imagem e a palavra se aproximam. A figura seguinte pode ser usada no chamado teste de Stroop. A inconsistência dos dados relativos à percepção da cor e a semântica das palavras, dificulta a interpretação da figura. Experimentemos dizer a cor de cada palavra como se estivéssemos a ler o texto.

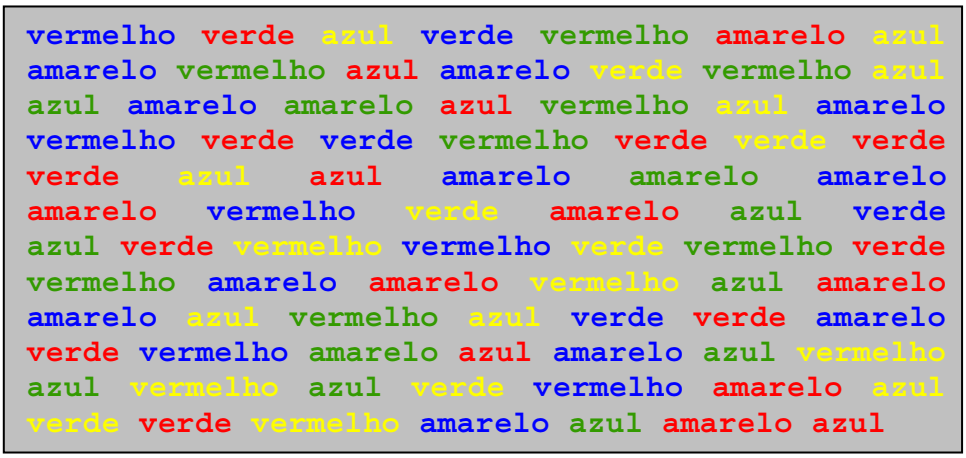


Figura 2.3.1: Teste de Stroop

Vários estudos apontam no sentido de que, a “colagem” de palavras a imagens, tem um efeito considerável na sua leitura. As palavras podem fazer-nos ver o que lá não está, ou por outro lado, ocultam sentidos presentes (CHANDLER, 1997).

A relação entre o que vemos e a linguagem, é um campo complexo que foi marcado pela chamada hipótese Sapir–Whorf, que dominou no período dos anos 50 e 60 e evoluiu até a actualidade em vária direcções. Segundo esta hipótese, a linguagem verbal condiciona todo o nosso estar no mundo e, portanto, a nossa maneira de ver o mundo. Nesta perspectiva, a língua de cada indivíduo é como uma lente, pela qual ele olha a realidade. Em oposição a esta concepção, vários pensadores como Chomsky, avançam com a ideia de que a

linguagem é algo de inato e universal. Estas duas posições têm matizes que as aproximam e hoje admite-se que a linguagem tem algo de inato, mas também tem influência no modo como olhamos o mundo (ALLOTT, 1981).

Apesar da relação da linguagem verbal e não verbal não ser o objecto desta dissertação, ainda voltaremos a este assunto no próximo capítulo, a propósito da posição das imagens no conhecimento científico.

3- As imagens no universo da comunicação

Desde a antiguidade que as imagens constituem um tema polarizador em discussões filosóficas e religiosas. Tal como a escrita, as imagens são consideradas, pela escola socrática, como enganosas e não conduzindo ao conhecimento. Já para Aristóteles, as imagens, para além do prazer que podem proporcionar, são um caminho para o conhecimento (JOLY, 1994). A problemática das imagens nas religiões judaico-cristãs gerou e gera ainda dinâmicas sociais de uma enorme intensidade. A recente destruição dos Budas de Bamiyan (Março de 2001) pode ser considerada "uma brincadeira de crianças", quando comparada com as guerras, entre iconoclastas e iconófilos, que ocorreram entre os séculos IV e VII. Esta mesma energia viria a manifestar-se mais tarde no movimento da Reforma opondo os católicos, mais tolerantes com as imagens, aos protestantes. Mesmo dentro destes, os luteranos mostravam-se mais abertos ao uso de imagens do que os calvinistas, que eram radicalmente contra essa utilização. As imagens têm ou não uma natureza divina? — É a resposta a esta questão que separou e separa tantos homens. Mas o simples facto desta pergunta se colocar revela quão intensa é a influência das imagens na nossa espécie.

Bruno Latour introduz nesta problemática, iconoclastas *versus* iconófilos, um outro ponto de vista criando mesmo o neologismo — *iconoclash* — para sintetizar o seu pensamento. *Iconoclash* supõe uma situação em que é difícil decidir se estamos perante a destruição, ou a construção de uma imagem (LATOUR, 2002). Esta ambiguidade é ilustrada com uma imagem retirada de um vídeo (figura 3.1), que mostra bombeiros a quebrar os vidros de protecção do Santo Sudário para o poder salvar das chamas que consumiam a catedral de Turim. Para além do paradoxo do acto de violenta destruição do vidro, para a protecção de uma imagem, esta situação evoca ainda outras contradições: o vidro destinava-se a proteger o sudário, não só de vândalos destruidores de imagens, mas sobretudo dos seus adoradores, que não hesitariam em rasgar o pano em pedaços para poder ficar com uma relíquia. Latour identifica estas acções de construção/destruição nas imagens religiosas, na arte e também nas imagens científicas.

Estas três áreas vivem uma situação dilemática: se por um lado não existissem imagens, poderíamos conhecer mais, ser mais santos e estar mais próximos da verdade, autenticidade e beleza; mas por outro lado, que seria de nós sem imagens? Como poderíamos conhecer, ser piedosos e ser objectivos? É este dilema que, segundo Latour, está na base da raiva a favor e contra as imagens (LATOUR 2002).

Figura 3.1: Bombeiros ou vândalos?

3.1. Informação visual

Em épocas históricas em que a palavra escrita não conseguia chegar às massas, as elites serviram-se das imagens para difundir mensagens. Hoje, apesar do analfabetismo ser residual, a imagem continua a ser o pilar central do conceito multimédia que varre a sociedade. Para além das ciências, outras áreas usam as imagens como suporte de informação e não apenas para fruição do observador. O ambiente urbano exige que os cidadãos utilizem grandes quantidades de informação, alguma de razoável complexidade. Reduzir todo o dinamismo e multidimensionalidade a um meio raso, como é uma folha de papel (TUFTE, 1990), é uma tarefa conseguida graças à capacidade humana de criar e compreender imagens. Horários, mapas, sinalética, identificadores, anúncios representam aquilo que Philip Morrison (1915-2005) classificou como "arte cognitiva" (TUFTE, 1990) e constituem talvez a maior fatia das imagens produzidas actualmente[1].

[1] Latour defende que actualmente os maiores produtores de imagens são os cientistas (LATOUR, 2002) mas apenas estava a comparar os clássicos produtores de imagens: os religiosos, os artistas e os cientistas.

O mapa do metro de Londres constitui uma das imagens de “arte cognitiva” mais célebres do século XX. O desenho original deste mapa, que se tornou um ícone, foi feito por Harry Beck (1903–1974) e publicado em 1933. O mapa de Harry Beck rompeu com um princípio na construção de mapas que era o rigor na representação das distâncias e posições geográficas. A comparação das figuras 3.1.1a e 3.1.1b ilustra o que aconteceu.

Enquanto a preocupação dos cartógrafos é conseguir representações que permitam ao leitor fazer avaliações correctas da distância entre pontos, neste caso a preocupação de Beck foi ajudar o utilizador a tomar decisões sobre qual o percurso que deveria tomar, sem se preocupar com a distância percorrida. No mapa de Beck, as linhas foram simplificadas retirando-se-lhes as curvas e a zona central foi distorcida e expandida, para ganhar espaço onde o sistema é mais complexo. Deste modo, parte do trabalho do sistema de visão é aligeirado na medida em que a imagem já aparece despida de muita informação irrelevante para a tomada de decisões. Esta maneira de fazer mapas dos percursos dos transportes públicos é, hoje, o padrão usado na maior parte das cidades.

Este caso ajuda-nos a compreender como conseguimos retirar informação útil a partir de imagens, e como poderemos torná-las mais eficazes, como suporte de dados tirando partido da nossa maneira de ver.

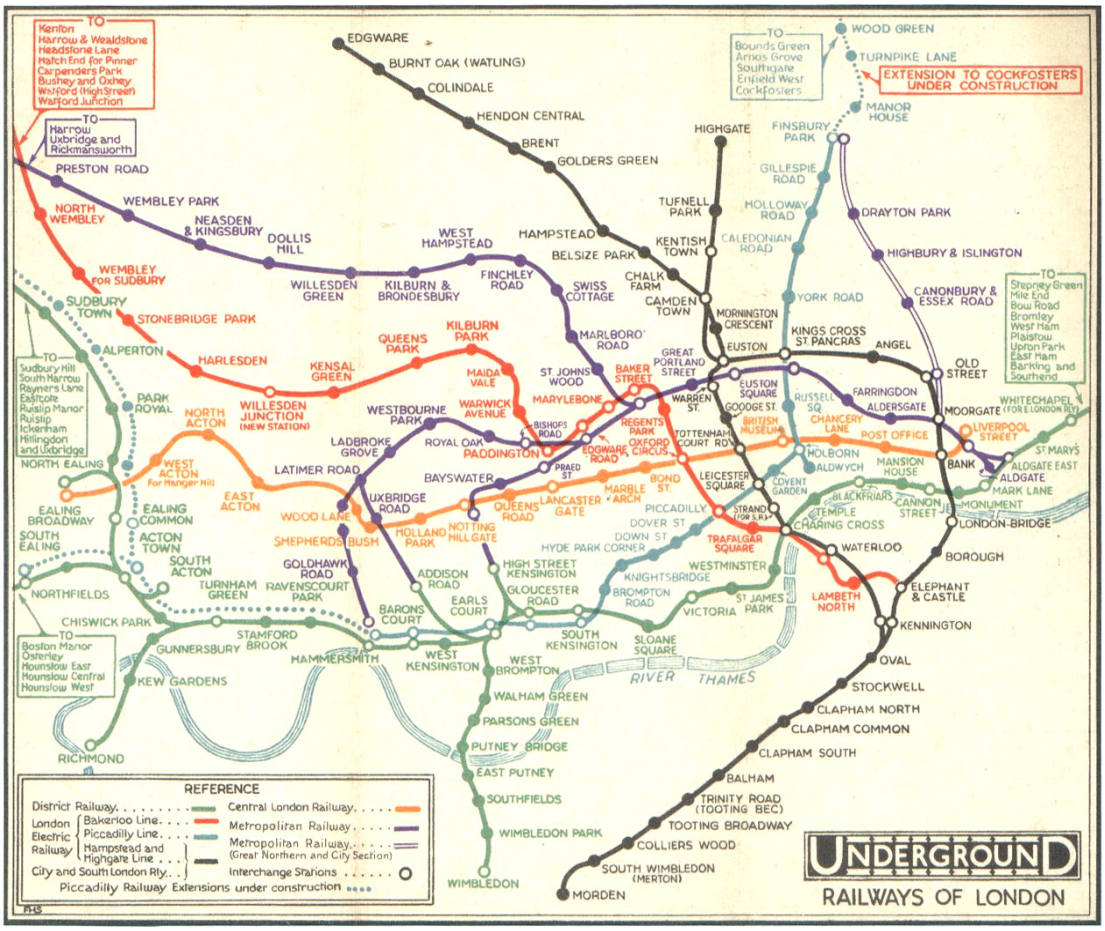
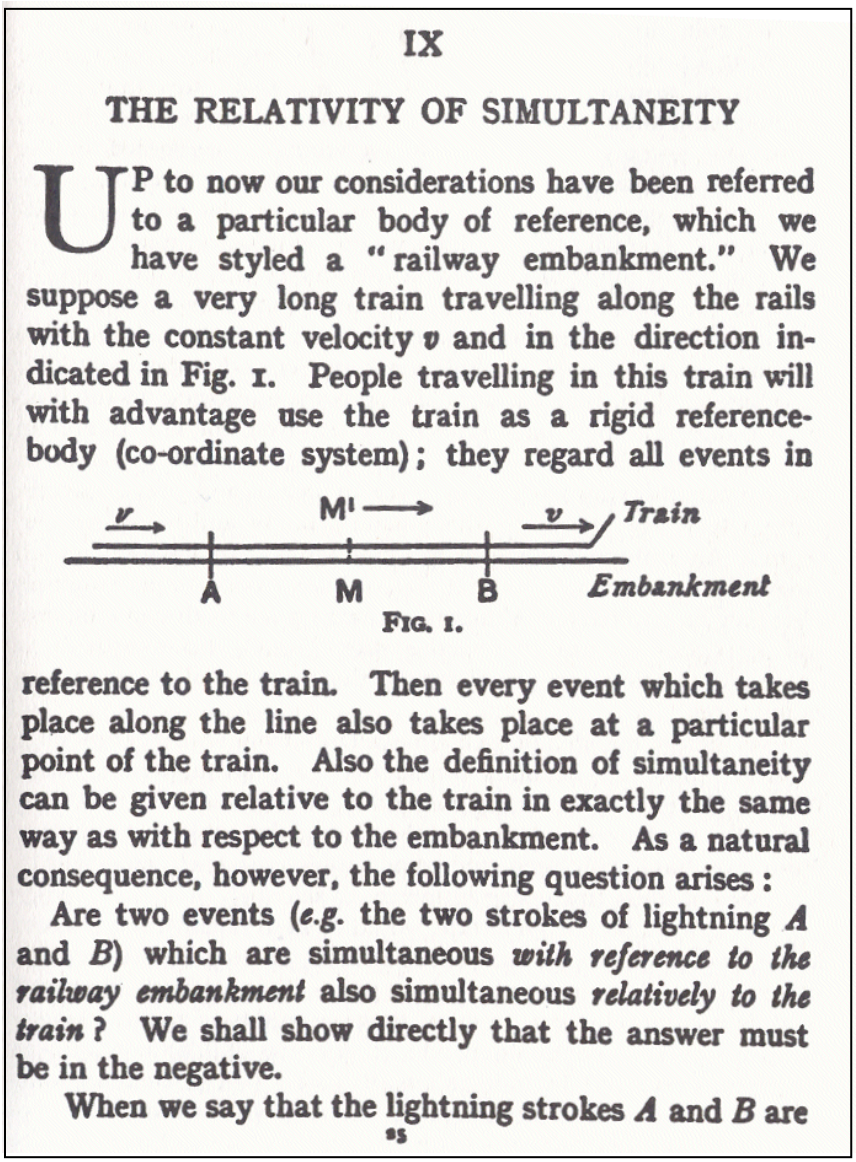


Figura 3.1.1a: Mapa do metropolitano de Londres de 1932

Figura 3.1.1b: 1º mapa desenhado por Harry Beck, publicado em 1933

3.2. Pensamento visual

É comum nas escolas depararmo-nos com estudantes que perante uma pergunta de um professor respondem "*Eu sei mas não sei explicar*."; menos comum será o mestre retorquir: "Experimenta fazer um desenho". De facto para a nossa escola, saber e não verbalizar, é o mesmo que ignorar. Na base desta situação está uma ideia profundamente enraizada na nossa civilização, segundo a qual, o "pensamento visual" tem menos valor, do que a destreza verbal e matemática (TOPPER, 1996). Assim, as imagens, na produção e comunicação científica, servem apenas de complemento do texto (e das expressões matemáticas) e, muitas vezes, desempenham somente um efeito decorativo, portanto não são transportadoras de informação científica relevante. Ainda nesta linha, as imagens não teriam interesse epistemológico e, quando muito, exerceriam uma função pedagógica, num modelo que considera o "público" apenas capaz de "entender" a ciência, depois de se ensopar o conhecimento, condimentá-lo com imagens e, assim, adequá-lo, por exemplo, à sua difusão pela televisão (TOPPER, 1996).Topper serve-se do exemplo de uma ilustração contida no trabalho de Enstein (1879-1955), *Relativity* (figura 3.2.1), para reflectir sobre se o esquema tem um papel que vai para além de tornar mais prosaica a ideia da relatividade do movimento, isto é, se a imagem acrescenta algo ao conceito. Vista assim, a conclusão é que a ilustração é supérflua: o comboio e a estação podem ser substituídos por dois sistemas de coordenadas e tudo é integrado nas transformações de Lorentz.



IX

THE RELATIVITY OF SIMULTANEITY

UP to now our considerations have been referred to a particular body of reference, which we have styled a "railway embankment." We suppose a very long train travelling along the rails with the constant velocity v and in the direction indicated in Fig. 1. People travelling in this train will with advantage use the train as a rigid reference-body (co-ordinate system); they regard all events in

FIG. 1.

reference to the train. Then every event which takes place along the line also takes place at a particular point of the train. Also the definition of simultaneity can be given relative to the train in exactly the same way as with respect to the embankment. As a natural consequence, however, the following question arises:

Are two events (*e.g.* the two strokes of lightning *A* and *B*) which are simultaneous *with reference to the railway embankment* also simultaneous *relatively to the train*? We shall show directly that the answer must be in the negative.

When we say that the lightning strokes *A* and *B* are

25

Figura 3.2.1: Página do livro de Einstein, Relativity

Se no caso anterior é fácil concordar que a ilustração tem apenas uma função pedagógica, o que dizer, por exemplo, dos diagramas da autoria de Watson (figura 3.2.2) que aparecem numa carta que este enviou a Max Delbrück (1906-1981), físico nuclear e geneticista do California Institute of Technology? Mais tarde Watson referir-se-ia a Delbrück como sendo um crítico brilhante, um mentor e apoiante (ROBIN & KEVLES, 1992). O esquema visualiza o que Watson e Crick "imaginaram" acerca da formação dos pares Adenina-Timina e Citosina-Guanina, que constituiriam os "degraus" da "escada em caracol" proposta para a estrutura da molécula de DNA.

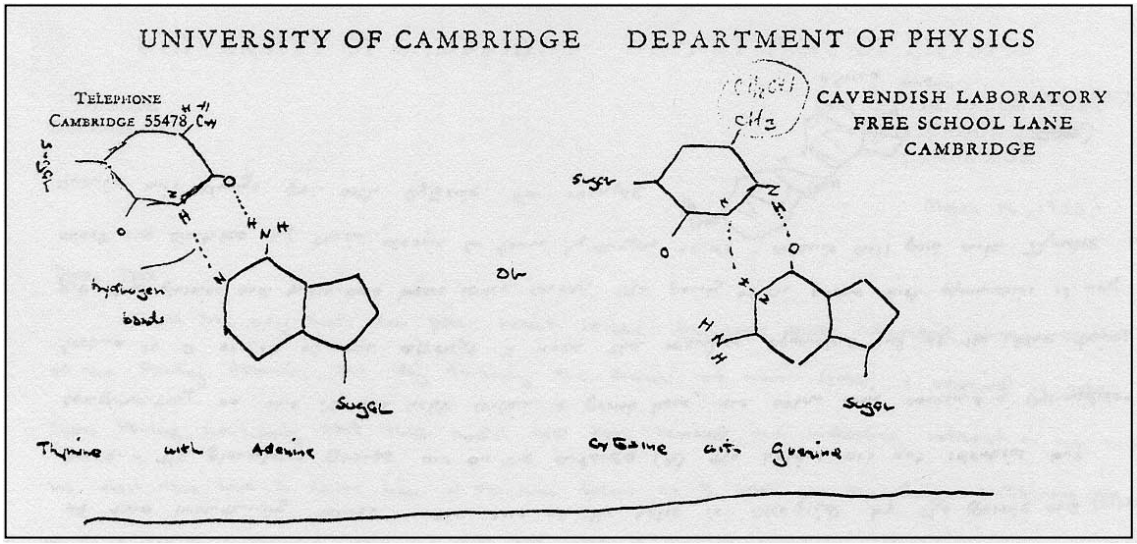


Figura 3.2.2: Excerto de página de uma carta de Watson a Delbrück

Os químicos desenvolveram toda uma simbologia visual e técnicas de modelagem tridimensional, que se tornaram fundamentais para a descoberta e conhecimento da estrutura molecular dos compostos orgânicos. O "pensamento visual", tem, aqui, um papel de relevo e, assim, a imagética produzida merece uma atenção semelhante àquela que se dá ao texto. Voltaremos a esta perspectiva mais à frente neste trabalho.

Segundo Topper, o primeiro exemplo representa a situação dominante e é explicado pela crença generalizada, que na consciência humana, existe uma hierarquia cognitiva, desde a percepção visual, na base, até à linguagem no topo. Na linguagem incluir-se-ia não só o texto mas também a matemática e a "linguagem" computacional (TOPPER 1996). Esta hierarquização é também a dos adeptos do determinismo linguístico, que vão até mais longe, ao defender que o pensamento humano ocorre por palavras, e só por palavras, e consequentemente, sem linguagem não pode haver pensamento. Portanto, levada ao extremo, esta ideia pressupõe que: só podemos percepcionar aquilo para o que temos palavras. A afirmação "*pictures cannot assert*." (As imagens não podem afirmar nada) é desenvolvida pelo seu autor, Ernst Gombrich (1909-2001), que enfatiza o princípio de que, para que uma imagem possa dizer alguma coisa, terá de ter um título, um código e um contexto. Na ausência destes elementos as imagens tornam-se ambíguas. Esta ambiguidade não é certamente problemática na arte, mas colide com o rigor do mundo científico. O autor defende que as imagens não têm uma linguagem suficientemente clara para falar por

elas próprias (GOMBRICH, 1982), mas por outro lado, as imagens, tal como a linguagem, utilizam o simbolismo que permite a existência de um sentido. Mesmo assim, Gombrich afirma que, o real valor de uma imagem está na sua capacidade de conter uma informação, que não poderia ser codificada de outro modo (GOMBRICH, 1982). Esta posição é consonante com a ideia de que as imagens são um meio de comunicação de valor inferior à linguagem, posição defendida pela hipótese do determinismo linguístico.

Alertando também para a subalternidade das imagens na ciência, David Gooding coloca o problema sob outro ponto de vista: *"A falta de atenção para com a visualização é em parte devida a uma visão herdada da ciência, que coloca a ênfase mais nas quantidades (medição) do que nas qualidades (observação)."* (GOODING, 1999, p. 187). Também aqui se põe em evidência a desvalorização da percepção em detrimento da medição, da análise e do cálculo.

Quer Topper, quer Gooding reconhecem uma importância maior das imagens, no processo de produção e comunicação científica. Aponta-se então para a necessidade de aplicar, às imagens, análises de carácter epistemológico e pedagógico tal como se faz aos textos. Se tomarmos esta posição, como por exemplo Stephen Jay Gold: "*A ilustração científica não são imagens excitantes ou sumários; são sim instrumentos para modos de pensar*" ou Edgerton: *"A ilustração científica compreende uma forma única de linguagem pictórica que, utilizando símbolos e convenções transporta informação."*, então importa estudar a ilustração científica, não só tendo em conta o seu conteúdo empírico, os factores pessoais, ideológicos e circunstanciais que a condicionam, mas também o seu posicionamento no conjunto de toda a imagética, seja na área da ciência, pseudo-ciência, ou arte.

4- As imagens nas Ciências Naturais ao longo do tempo

Muitas vezes, os trabalhos sobre as imagens científicas fazem-no seguindo uma abordagem cronológica. Sem pretender fazer a História das imagens nas ciências da natureza, vamos utilizar essa estratégia para, em torno de alguns casos concretos, apresentar aspectos que foram, e alguns ainda são, importantes para a compreensão das imagens e do seu lugar no seio dos conhecimentos produzidos pelas Ciências Naturais.

4.1. Dos tempos da pré-ciência até à reprodução mecânica de imagens

Quer tenham tido uma função ritualista, ou didáctica, as primeiras pinturas paleolíticas constituem imagens que contêm informação significativa. A expressividade destas pinturas conseguida com recursos tão escassos é sinal do grande talento destes primeiros ilustradores (FORD, 1993). É esta genialidade que ficou na história da ilustração científica no período anterior ao aparecimento de técnicas de reprodução mecânica. Leonardo da Vinci, expoente máximo dessa genialidade, descobriu, sem o saber, a natureza fractal na estrutura das árvores (figura 4.1.1); esta visão da Natureza em formas perfeitas, influenciada pela concepção platónica do mundo, vai continuar patente na ilustração científica de animais e plantas até à actualidade. O que se desenha, não é um animal ou uma planta em concreto, mas sim um tipo ideal onde cabem todos os exemplares que não são mais do que cópias imperfeitas desse ideal (figuras 4.1.2a e 4.1.2b). A gravura da figura 4.1.2a foi produzida com base em observações rigorosas de modelos naturais (FORD, 1993) e tenta representar uma síntese do que pode ser observa-

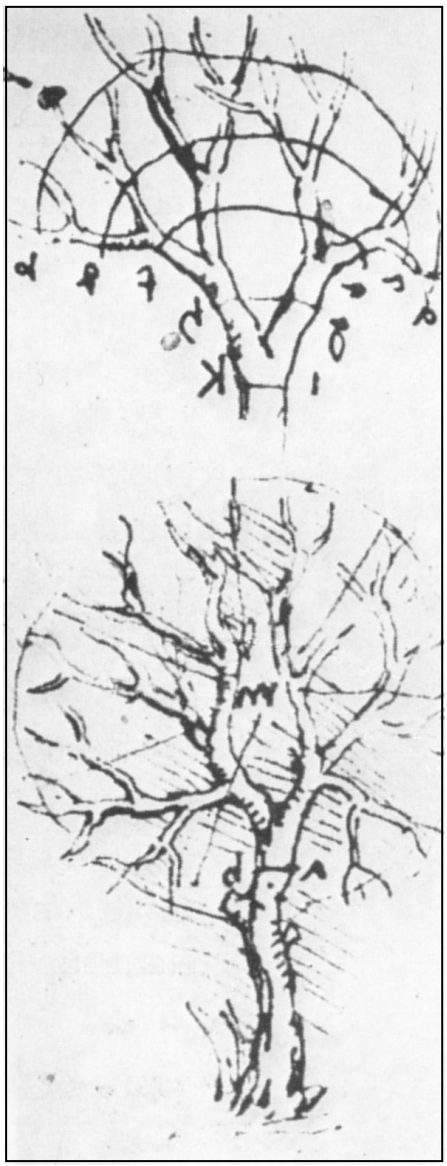


Figura 4.1.1: Desenhos de Leonardo da Vinci sobre o crescimento das árvores.

do em exemplares daquela espécie. Já a imagem da figura 4.1.2b, independentemente do menor rigor que apresenta, é claramente a representação de um espécime concreto. É, nesta perspectiva, uma imagem mais próxima da fotografia do que a anterior.

Os ilustradores da Natureza de hoje continuam a cultivar esta distinção dos fotógrafos. Enquanto o objectivo do ilustrador é captar a “alma” o do fotógrafo é registar um momento.

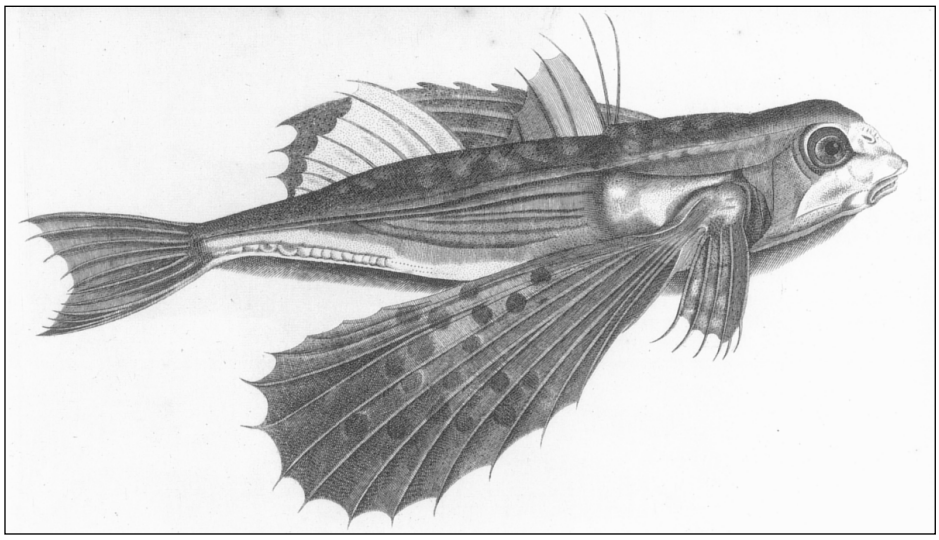


Figura 4.1.2a: Gravura de *Dactylopterus volitans* da autoria de Francis Willughby (1635-1672) publicada no livro *Historia Piscium* (1686).

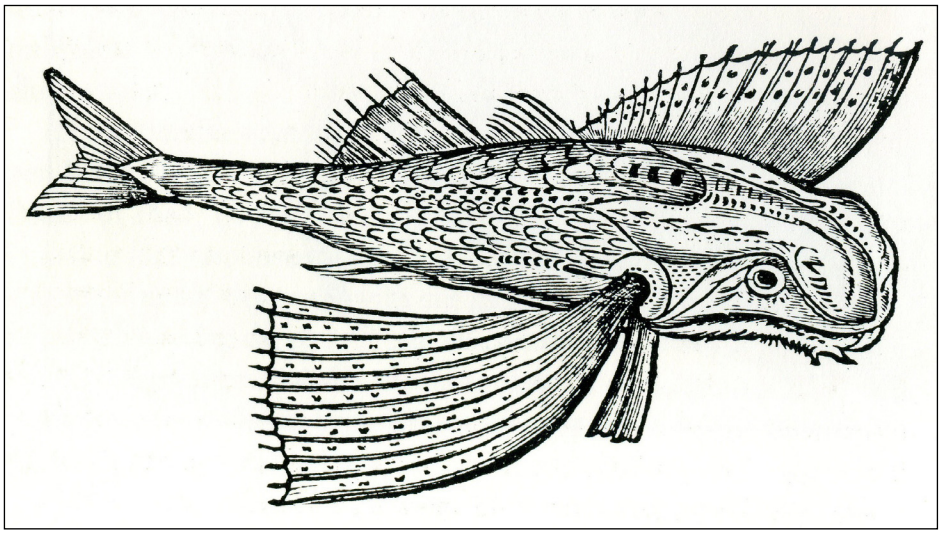


Figura 4.1.2b: Desenho de *Dactylopterus volitans* da autoria de Marcus Bloch (1723-1799). Original do museu *Museum Wormianum*

A representação de uma dimensão mágica é também uma característica desta época. A figuração de plantas e animais aproxima-os a entidades mitológicas como a fénix e o dragão, ou antropomorfiza-os como no caso da man-

drágora. Muitos destes casos atravessaram o tempo ora balanceados pela ciência ora pela metafísica e chegam aos nossos dias com um estatuto semelhante a representações baseadas em observações rigorosas. As imagens mais difundidas da planta *Atropa mandragora* mantêm a antropomorfização da raiz (comparar figura 4.1.3a e 4.1.3b).

Figura 4.1.3a: Desenhos de mandrágora que constam num manual mediaval italiano. Aqui não é dada ênfase às formas humanas (FORD, 1993)

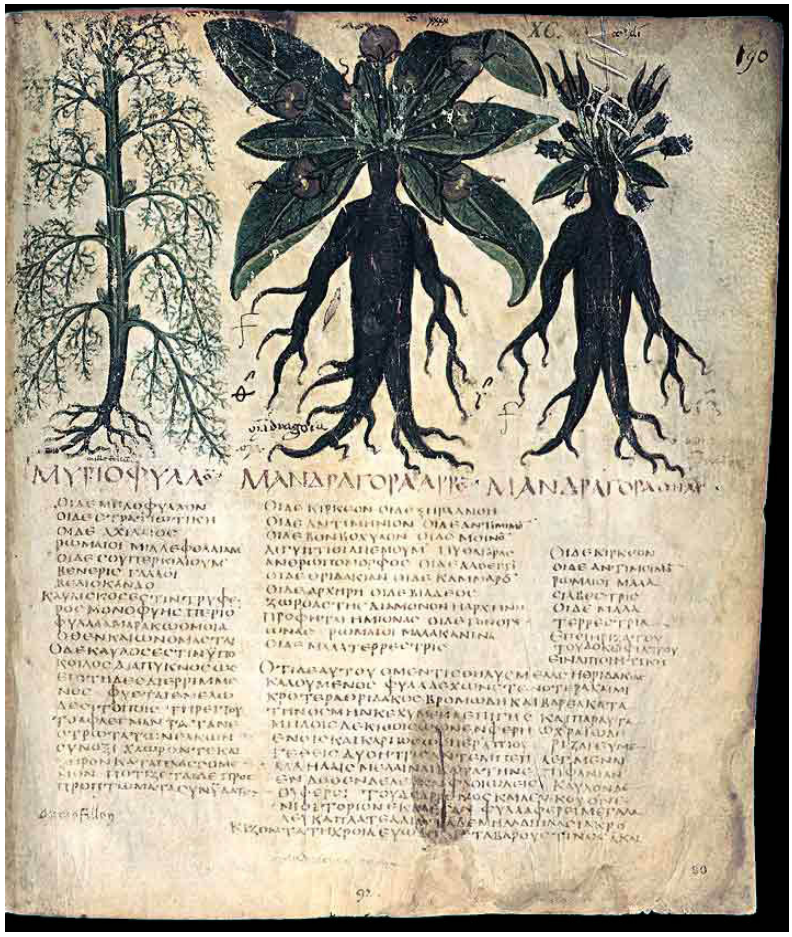


Figura 4.1.3b: Fac-simile de página do códice Dioscurides Neapolitanus da autoria de Pedanio Dioscoride médico grego do século 1:
Nestas representações é bem evidente a antropomorfização das raízes das mandrágoras.

4.2. Os gloriosos tempos da ilustração na Zoologia e Botânica

No século XVI surgem os primeiros livros de ciências acompanhados por gravuras impressas. É aqui que se pode considerar o começo da história moderna da ilustração científica (TOPPER, 1996). Os processos de impressão vieram proporcionar uma divulgação da ciência, mas as limitações técnicas e económicas da gravura impediam a sua utilização em larga escala.

A representação de rinocerontes pelos europeus constitui um curioso exemplo acerca da ilustração científica neste período. A figura 4.2.1 é uma reprodução de uma gravura, da autoria de Dürer. Dürer nunca viu um rinoceronte e produziu a gravura com base em esboços feitos sobre o rinoceronte oferecido ao papa Leão X pelo rei português, D. Manuel I. Um tal Valentin Ferdinand teria feito chegar a informação de Lisboa, onde viu o rinoceronte, até Nuremberga, onde Dürer a colheu, e com isso produziu a imagem (ALDRICH, 1984).

Figura 4.2.1: Reprodução do desenho de Dürer, 1515, British Museum

Durante mais de um século esta imagem foi copiada para os mais diversos suportes. As variações introduzidas fazem lembrar o processo de evolução

natural das espécies. As figuras 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4 e 4.2.5, são exemplos dessa evolução.

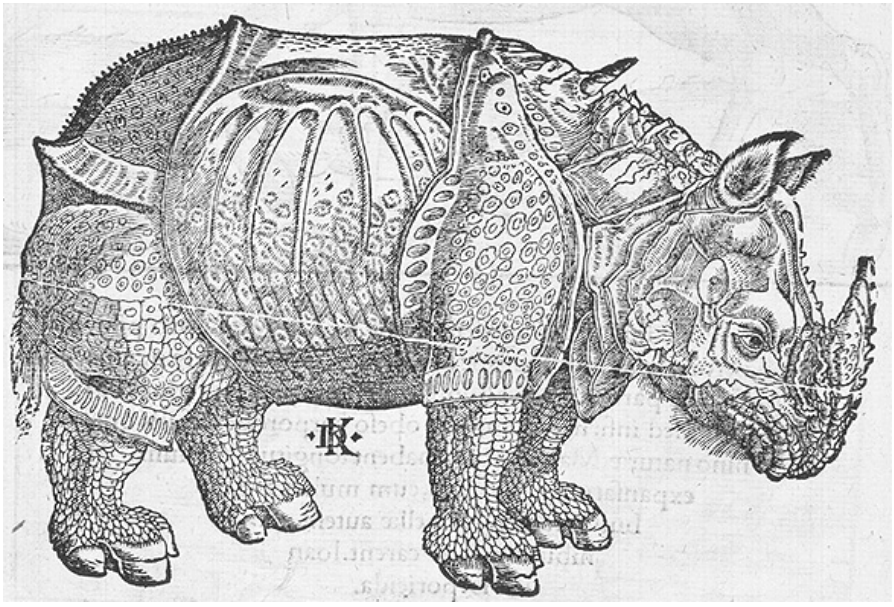


Figura 4.2.2: Reprodução de gravura de Lycosthenes, Conrad. Prodigiorum ac ostentorum chronicon... Basel: Heinrich Petri, 1557

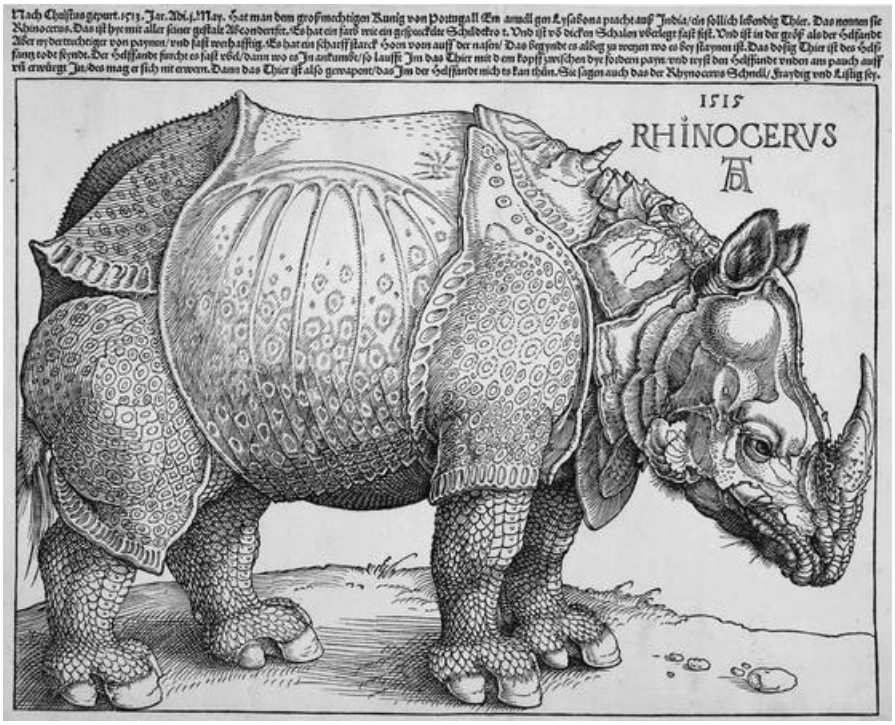


Figura 4.2.3: Reprodução de xilogravura de W. Jannsen, 1620, British Museum

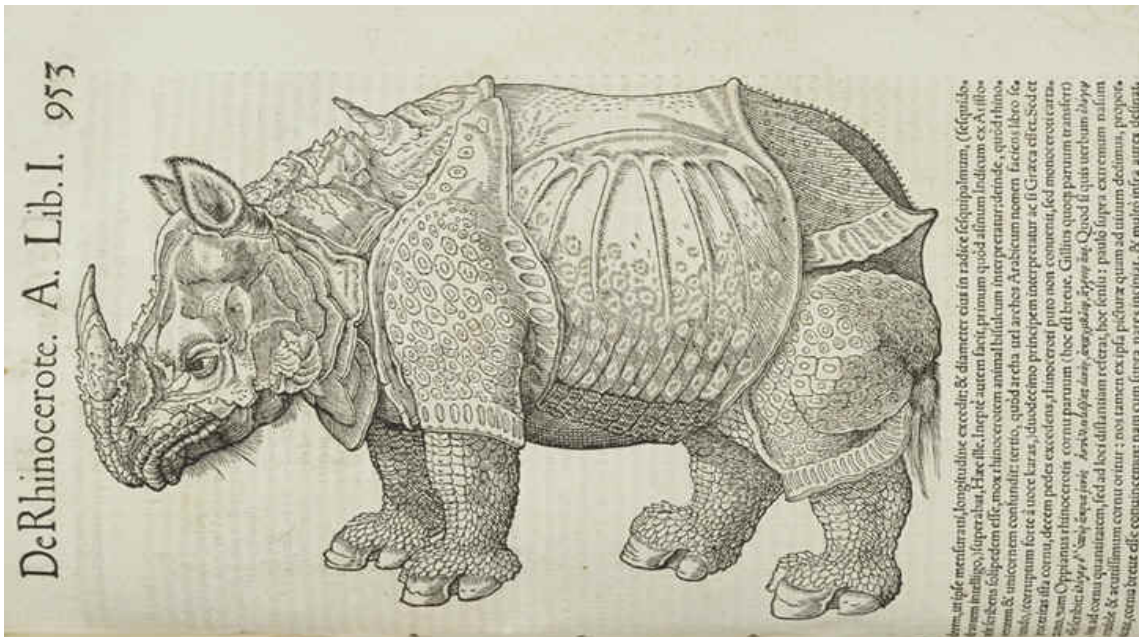


Figura 4.2.4: Reprodução de gravura de Gesner, Conrad. Conradi Gesneri medici Tigurini historiae animalium liber IV. qui est de piscium & aquatilium animantium natura. Frankfurt am Main: Andreae Cambrier, 1604.

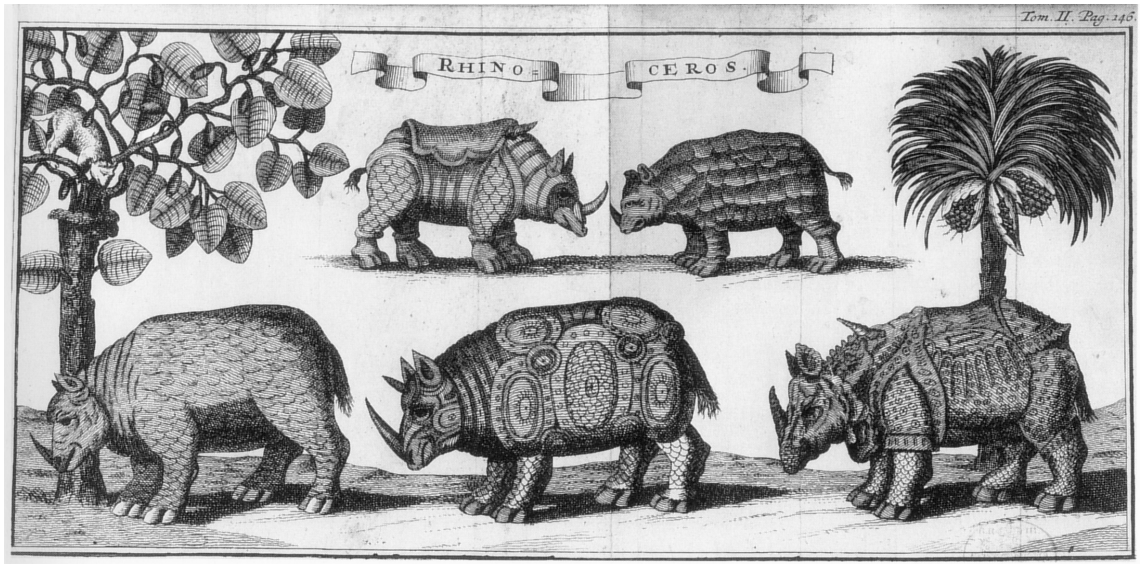


Figura 4.2.5: Reprodução de gravura de François Leguat, no livro Voyage et aventure, 1708.

No caso aqui apresentado não foi único, mas isto não significa que esta seja a maneira corrente dos ilustradores trabalharem. Como já anteriormente foi referido, a ilustração científica de seres vivos tenta dar forma aos protótipos das diferentes espécies e, para isso, os ilustradores têm de recolher os dados dispersos por muitos exemplares que são portadores apenas de um subconjunto das características do modelo ideal. As figuras 4.2.6a e 4.2.6b são exemplos

de típicas ilustrações que tentam reunir muito do conhecimento sobre as espécies retratadas.

Figura 4.2.6a: Ilustração da autoria de Maria Sibylla Merian (1647-1717). Tal com na pintura narrativa da idade média, no mesmo quadro está representado ciclo de vida da borboleta (ROBIN & KEVLES, 1992).

Figura 4.2.6b: Ilustração da autoria de Ferdinand Bauer (1760-1826). Os diferentes constituintes da planta *Íris germânica* estão representados em diferentes escalas de modo a pôr em evidência o máximo de informação.

As ilustrações condensam características separadas nos indivíduos, e no tempo, misturam escalas, apagam o ambiente e revelam os órgãos internos sem qualquer "impureza". A função destas obras não é reproduzir a realidade visível, mas registar conhecimento científico.

4.3. A era da fotografia

A invenção da fotografia foi acolhida pelos cientistas com entusiasmo. A necessidade de representar a realidade com objectividade era já sentida e, assim, o surgir de um instrumento neutro, capaz de o fazer, abriu novos campos de investigação e trouxe também soluções para velhos problemas. Mas será que a fotografia é de facto a panaceia da objectividade? Lorraine Daston lembra: “Adoptar a objectividade incorporada nos instrumentos científicos pode significar sacrificar a objectividade incorporada nos métodos estatísticos de análise, isto é, sacrificar a impessoalidade da observação ao rigor da observação.” (DASTON, 1999, p. 83); mais à frente escreve: “...os cientistas dos finais do século XIX, mesmo que muitas vezes dolorosamente conscientes das limitações da fotografia como *mimésis*, fixaram-se nela como um emblema, senão de rigor pelo menos de autenticidade.” (DASTON, 1999, p. 90). Daston desenvolve estas ideias no trabalho citado servindo-se de variados exemplos, particularmente da história da construção do chamado Mapa do Céu.

Um caso curioso da utilização da fotografia nos seus primórdios é o trabalho de Darwin (1809-1882) *The Expression of Emotion in Man and Animals* de 1872. Neste trabalho, o primeiro livro científico publicado em Inglaterra que faz uso da fotografia como elemento importante, Darwin utiliza a imagem para mostrar emoções expressas pela postura corporal e particularmente pela expressão facial. Não por acaso, as imagens que se referem a animais são desenhos e apenas os casos da nossa espécie são tratados pela fotografia. Na época, fotografar significava manter a cena imóvel durante alguns segundos e isso tornava a tarefa impossível quando aquilo que se pretendia era registar situações de um grande dinamismo como é o caso da expressão das emoções. Se para os animais esta tarefa se revelou impossível, para os humanos só foi atingida recorrendo a uma teatralização que devemos ter em conta, se quisermos avaliar a objectividade e autenticidade das fotografias que nos apresentam.

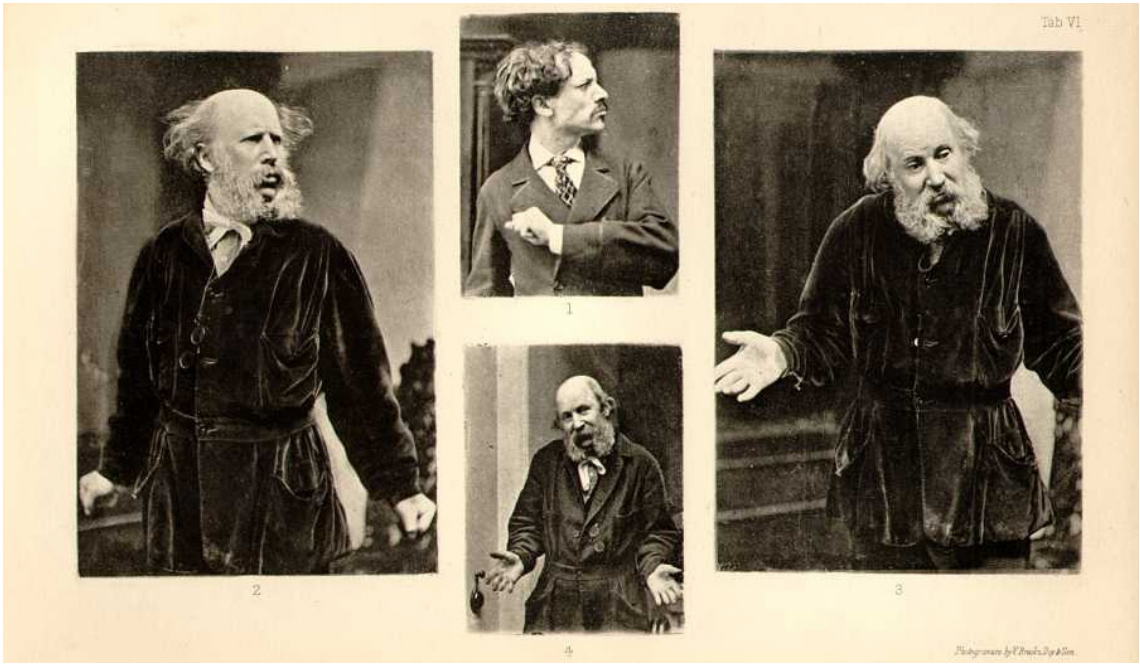


Figura 4.3.1: Reprodução de uma página do livro de Darwin *The Expression of the Emotions in Man and Animals* , New York
D. Appleton And Company,1898

Sobre as imagens reproduzidas na figura 4.3.1 Darwin escreveu:
"(…) we may imagine one of the figures on the left side to have just said, "What do you mean by insulting me?" and one of the figures on the right side to answer, "I really could not help it." The helpless man unconsciously contracts the muscles of his forehead which are antagonistic to those that cause a frown, and thus raises his eyebrows; at the same time he relaxes the muscles about the mouth, so that the lower jaw drops. The antithesis is complete in every detail, not only in the movements of the features, but in the position of the limbs and in the attitude of the whole body, as may be seen in the accompanying plate. As the helpless or apologetic man often wishes to show his state of mind, he then acts in a conspicuous or demonstrative manner." (DARWIN, 1872)

A fixação de um momento, que a fotografia faz, contrasta com a captação da dinâmica da vida que a ilustração consegue. Assim, estas duas formas não podem ser tidas como alternativas, mas como soluções complementares. Rapidamente os cientistas procuraram "curar a paralisia" em que a fotografia mergulhava o mundo vivo, servindo-se, para isso, da cinematografia. Tal como Darwin antecipara na obra aqui referida, estes meios tornaram-se decisivos no estudo de aspectos do comportamento animal, como por exemplo a locomo-

ção. O caso mais célebre acerca deste assunto é a descoberta feita por Eadweard Muybridge (1830-1904), sobre o galope do cavalo. A anatomia do cavalo foi, ao longo de séculos objecto de um estudo detalhado e produziram-se ilustrações fabulosas sobre estes animais mas, no entanto, nenhuma destas imagens dava resposta à pergunta se, em galope, por algum momento, o cavalo mantinha, ou não, contacto com o chão. Para conseguir responder a esta questão Muybridge teve de desenvolver materiais fotossensíveis mais rápidos e dispositivos mecânicos de precisão. Esta história é um bom exemplo de como diferentes áreas científicas e tecnológicas se reforçam, de um modo cruzado, no seu desenvolvimento. No centro de tudo esteve a obtenção de imagens. Na figura seguinte estão algumas das imagens obtidas por Muybridge sobre este problema.

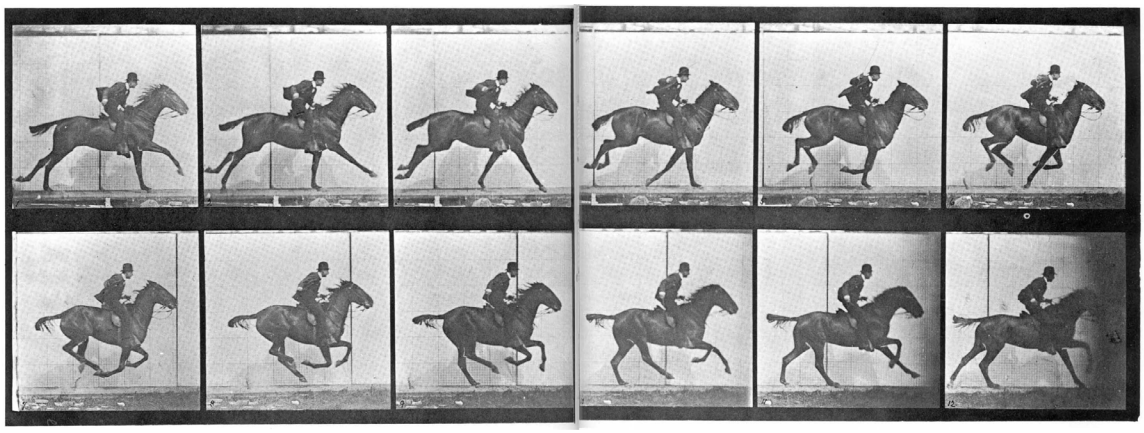


Figura 4.3.2: Sequência de galope de cavalo. Fotografias obtidas por Muybridge em 1878

Não se pense que esta investigação foi simples e linear. Muybridge tirou as primeiras fotos de um cavalo em galope em 1872, mas os resultados não foram satisfatórios. Em 1874 Muybridge assassinou um homem por suspeita de ser amante de sua mulher e pai biológico do seu filho; julgado, saiu em liberdade, dado que o homicídio foi considerado como tendo justificação admissível. Depois de uma pausa, em 1877 publicou fotografias nítidas de um cavalo a trote, no entanto, veio a verificar-se que estas fotos tinham sido retocadas. Em Setembro de 1877, o jornal San Francisco Evening Post demonstrou que a fotografias foram trucadas: “As roupas do condutor não apresentam pregas e, sobretudo, as patas do cavalo não têm o tamanho correcto” (SICARD, 1998, p. 139). Só em 1878 após ter conseguido aumentar a velocidade de obturação para 1/2000 do segundo e, utilizando uma bateria de doze câmaras, que disparavam sucessivamente accionadas pela passagem do cavalo, obteve resulta-

dos satisfatórios. Apesar de nessa época as imagens darem já uma resposta inequívoca, a suspeição continuou assente no historial do autor (SICARD, 1998). Com o aparecimento posterior de técnicas de fotomontagem e outras trucagens, a fotografia, *per si*, perde todo o valor de "observação neutra" na medida em que a sua autenticidade tem de ser conferida por um "humano".

4.4. A era digital

A fotografia e os seus sucedâneos, cinema e vídeo, não trouxeram a objectividade almejada pelos cientistas. A revolução digital enterrou de vez essa pretensão. Se a fotografia é parceira do mundo moderno, as imagens digitais combinam lindamente com o movimento pós-moderno. Assim, Mitchell, no seu livro The Reconfigured Eye, propõe a expressão "era pós-fotográfica" para designar os tempos em que vivemos no que diz respeito ao mundo das imagens (MITCHELL, 1994).

O microscópio trouxe para o universo do visível um mundo vivo até aí oculto, e por isso, ignorado. Com as técnicas de registo fotográfico consegue-se não só manipular as escalas relativas ao tamanho, mas também do tempo. Manipulando o tempo, conseguimos visualizar acontecimentos muito lentos e muito rápidos, alargando mais ainda o mundo visível. As tecnologias digitais abriram portas semelhantes àquelas que o microscópio óptico abriu quatrocentos anos atrás. O registo digital não se limita ao mundo material, permite uma recriação da realidade obtendo um sistema manipulável. Com a fotografia descrevemos a realidade, com as imagens digitais podemos profetizá-la.

Outra vertente das imagens digitais é trazer para o universo do visível um mundo invisível, como por exemplo, o mundo quântico. Numa dimensão onde o senso comum não nos ajuda, talvez a tradução para linguagem visual nos abra as portas para o mundo paradoxal do infinitamente pequeno.

Se já era válido afirmar que a credibilidade de uma imagem fotográfica não dependia apenas dos instrumentos, mas tinha também de ser atestada pelos seus criadores, agora, na era pós-fotográfica, esta ideia torna-se ainda mais premente. Não temos maneira de autenticar uma imagem para o futuro. Como poderemos distinguir uma imagem obtida através de um registo fotográfico de outra que resulta dos cálculos matemáticos efectuados por um qualquer

software 3D? Fazer História, com documentos que não têm marcas da sua própria estória, é uma tarefa complexa, mas fundamental.

A tensão entre a representação e a construção do real é, hoje, uma constante dentro da comunidade científica. Felice Frankel é fotógrafa na School of Science do Massachusetts Institute of Technology (MIT). Mais rigorosamente dever-se-ia dizer: é investigadora no MIT, porque esse é o estatuto que a instituição lhe confere apesar de Frankel não ter formação nas áreas das ciências em cujos projectos de investigação participa. Considera-se assim o processo de comunicação da ciência como parte integrante da sua própria produção. Em vários momentos, na sua obra *Envisioning Science*, F. Frankel coloca a questão: — "É lícito fazer o que estou fazer?" — Isto a propósito do processamento de imagem subsequente à sua captura. A sua resposta é: — "É, desde que digamos o que fizemos." — Mas deixa antever que esta postura não é pacífica e necessita de ser reafirmada a cada acção (FRANKEL, 2002). As imagens das figuras 4.4.1a e 4.4.1b mostram um caso em que esta questão se coloca.

Figura 4.4.1a: Reprodução de fotografia de uma cultura de *Proteus mirabilis*

Figura 4.4.1b: A mesma fotografia da figura 4.4.1a mas depois de ser retocada digitalmente.

A comunidade científica sente o perigo que o fascínio pela imagem digital pode trazer. Julio Ottino, por exemplo, no seu artigo *"Is a picture worth 1,000 words?"*, serve-se de imagens científicas que tiveram ampla divulgação, algumas fizeram capa da revista Science, para defender um maior rigor, por parte de cientistas e artistas, na criação de imagens que possam ter o estatuto de imagens científicas e não sejam fantasias promocionais (OTTINO 2003).

A imagem reproduzida na figura 4.4.2 pretende representar um nanocircuito. Sobre esta imagem, Ottino faz a seguinte observação: "*Se são visíveis os átomos de carbono então os de ouro, existentes na estrutura, também o deveriam ser até porque são átomos maiores do que os de carbono"* (OTTINO, 2003).

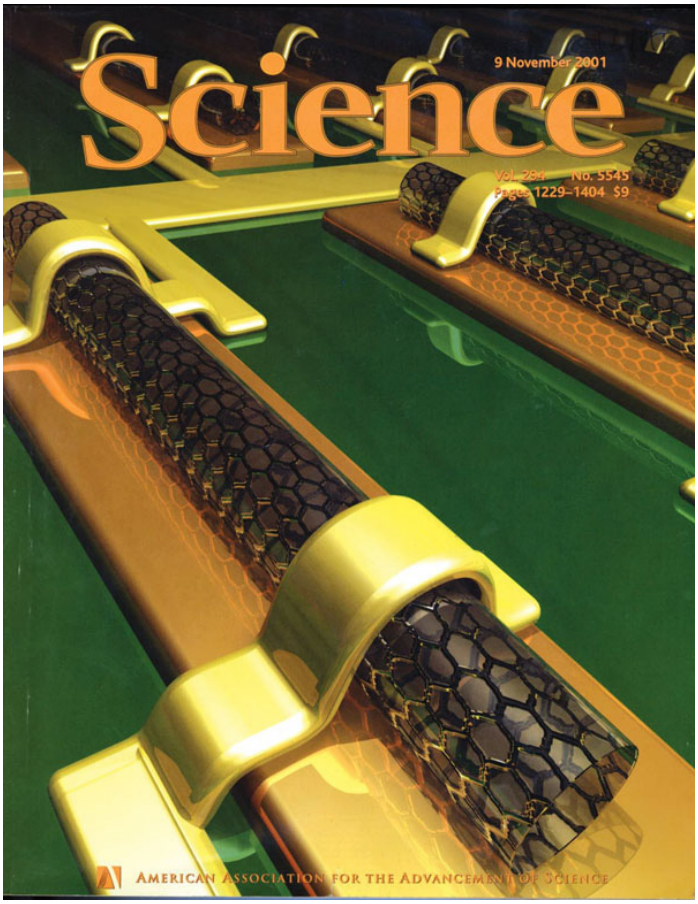


Figura 4.4.2: Reprodução da capa da revista Science de 9 de Novembro de 2001.

Atrevemo-nos a dizer que esta imagem segue os princípios da ilustração científica clássica. Aqui não se pretendeu representar o aspecto do circuito tal como ele seria visto se tivéssemos instrumentos capazes, mas antes mostrar como se poderiam ligar nanotubos numa estrutura funcional.

Encontramo-nos ainda na infância da era das imagens digitais. Temos tendência para aplicar às imagens digitais a mesma lógica de análise que apurámos durante a era fotográfica, mas vamos ter de reaprender a ver, para compreender um mundo onde original e cópia, objecto e imagem, são uma única entidade.

5- As imagens no processo de construção do conhecimento científico

Neste capítulo apresentaremos vários casos que, não pretendendo ser paradigmáticos, chamam a atenção para a importância da visualização em ciência e também para os seus próprios limites e armadilhas.

As imagens científicas[1] surgem como produtos de diferentes actos mentais e técnicos e são criadas para servir diversos propósitos. Utilizando estes critérios e, com base na classificação seguida na obra de Harry Robin, *The Scientific Image: From Cave to Computer* (ROBIN & KEVLES, 1992), constituímos seis categorias:

– imagens que correspondem a registos de observações;

– imagens de fenómenos que são captadas por instrumentos destinadas ao estudo analítico.

– imagens que são produto de interpretações de observações efectuadas.

– imagens que mostram a acção do investigador, a manipulação da Natureza para chegar ao conhecimento do seu funcionamento.

– imagens que destacam características e organizam os dados de um modo sistemático. Desempenham uma função classificativa.

– imagens que correspondem à conceptualização de modelos. Dão uma face visível a fenómenos ou realidades abstractos como por exemplo fenómenos quânticos, buracos negros ou a dinâmica interna do planeta.

Nem sempre é fácil incluir uma imagem numa destas categorias. Para além das fronteiras entre estas classes poderem ser difusas, também numa mesma imagem encontramos, muitas vezes, várias intencionalidades.

Seguidamente apresentamos exemplos de diferentes áreas científicas, para cada uma das categorias e, desse modo, reflectiremos sobre os diferentes

[1] Consideramos "imagem científica" qualquer imagem produzida ou utilizada em qualquer fase do trabalho do cientista.

papéis desempenhados pelas imagens no processo de produção de conhecimento científico.

Grupo 1: Imagens que correspondem a registos de observações. O cientista diz: — “Olhei e foi isto que vi.”

Este registo (figura 5.1), feito por Galileu em 1610, não tem o papel de ilustração de um texto. A imagem, ela própria, contém informação científica relevante (OTTINO, 2003).

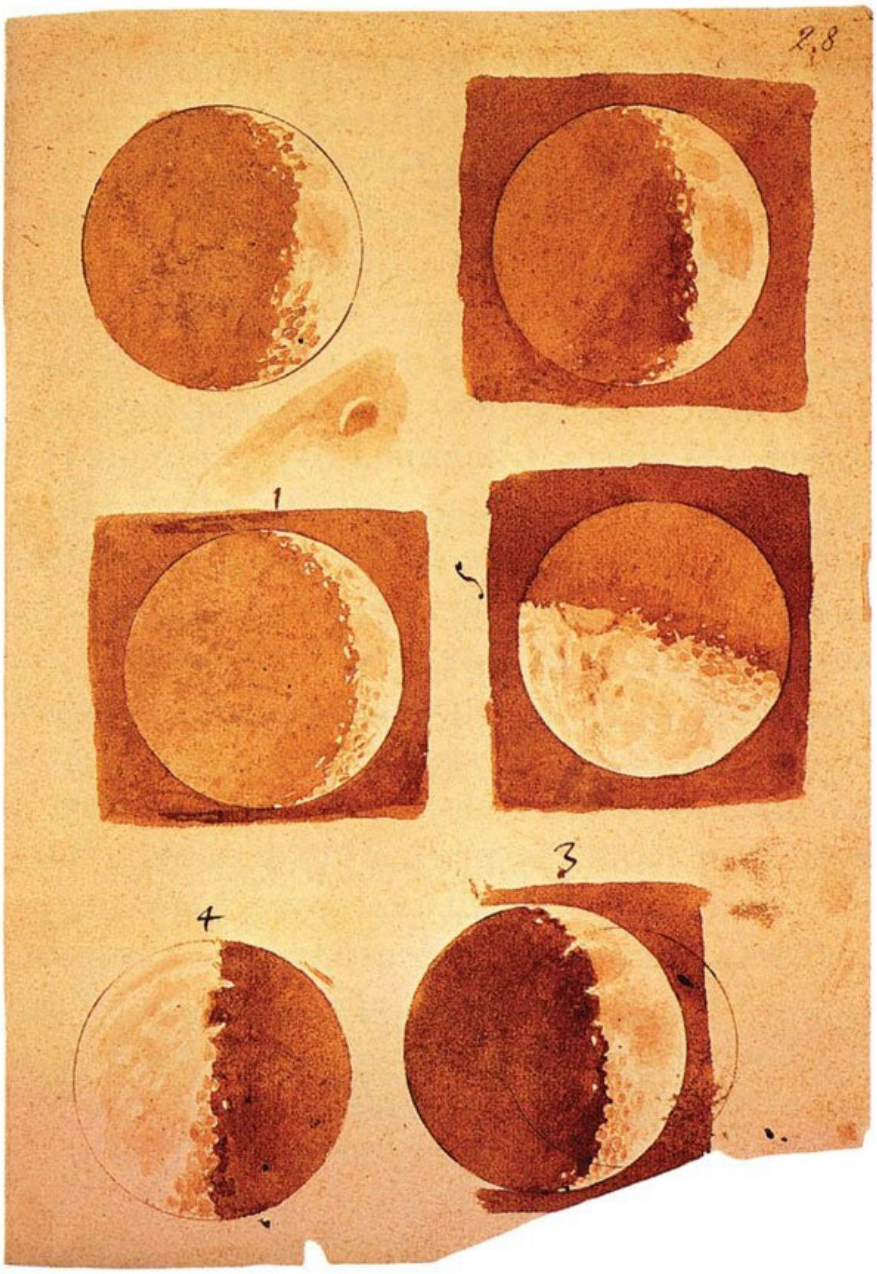


Figura 5.1: Registos de observações da Lua produzidos por Galileu em 1610

O registo de Kepler (figura 5.2) foi publicado um ano depois, em 1611 (FORD, 1993). Para além das diferenças devidas às distintas técnicas usadas pelos seus autores, o maior pormenor da gravura de Kepler deve-se, provavelmente, à qualidade superior do telescópio que Kepler apresenta na obra onde aparece a gravura aqui reproduzida. Tratava-se de um telescópio com uma ocular com lentes convexas, ao contrário do microscópio de Galileu que usava lentes côncavas.

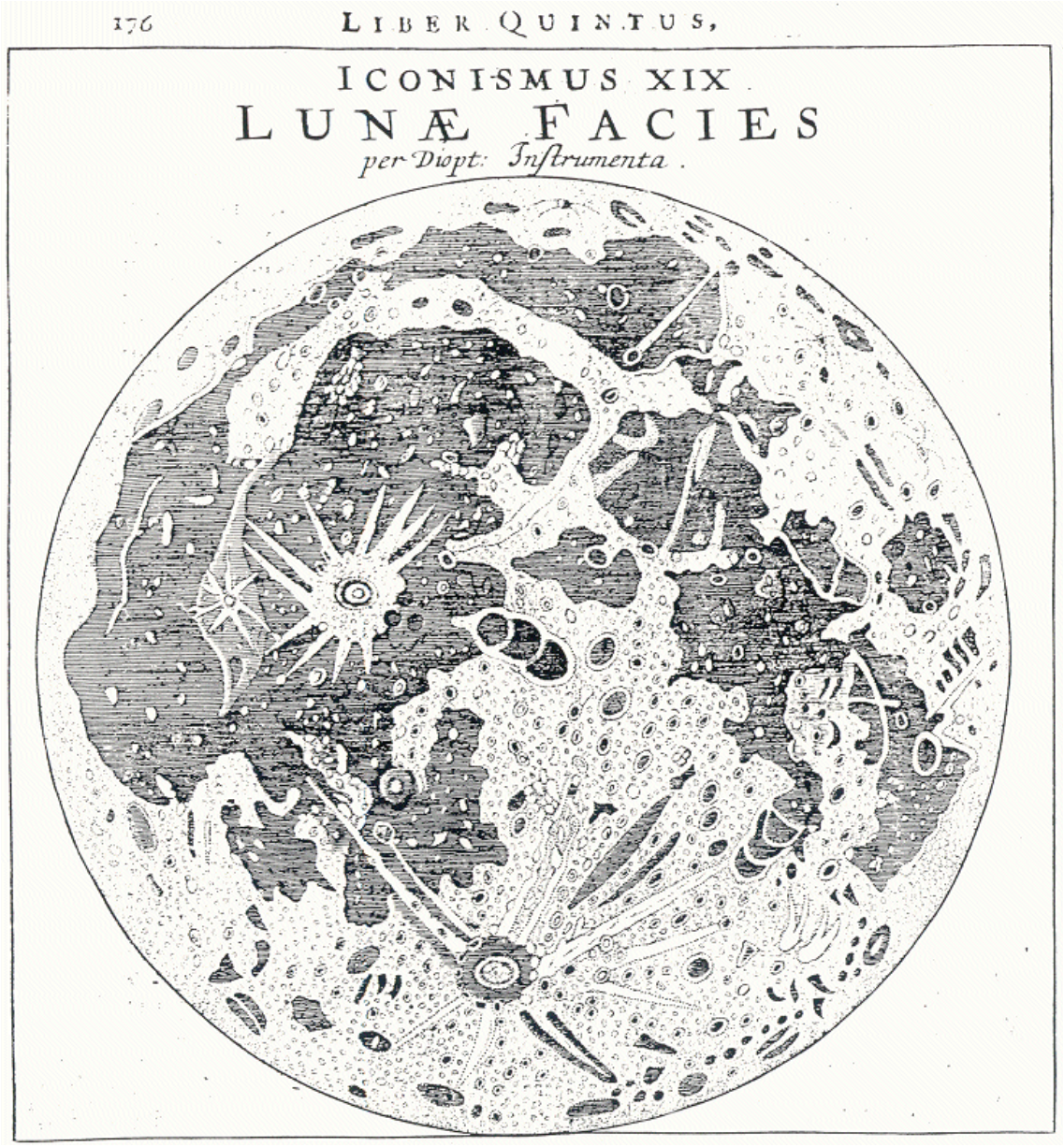


Figura 5.2: A Lua desenhada por Kepler. Gravura publicada em 1611 no seu livro Dioptrice

Grupo 2: Imagens de fenómenos que são captadas por instrumentos destinadas ao estudo analítico. O cientista diz por exemplo: — “Apontei o telescópio, escolhi o filme e o tempo de exposição e este é o resultado.”

A imagem da figura 5.3, como tantas outras, foi obtida pela sonda Viking I em 1976 quando escrutinava a superfície de Marte, para obter dados que ajudassem a decidir onde aterraria a Viking II (SPACE.COM, 2003).

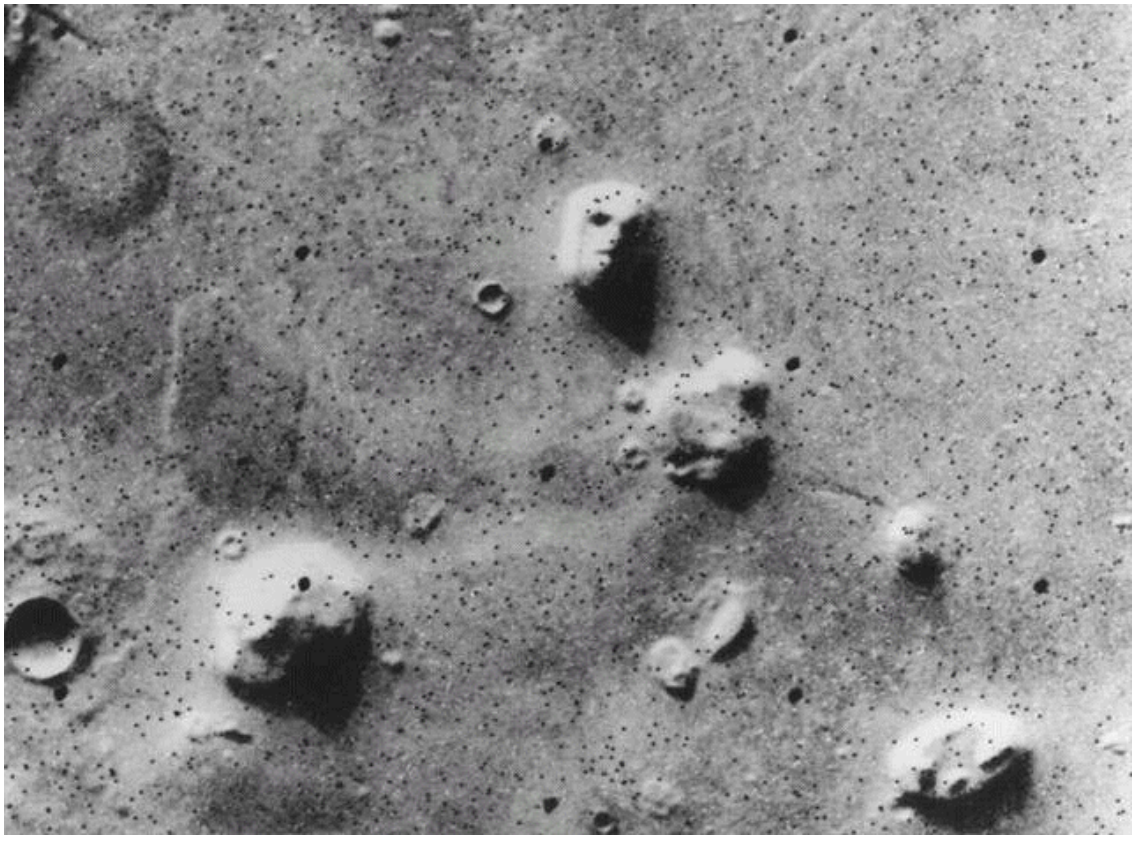


Figura 5.3: Imagem de uma porção da superfície de Marte obtida em 1976 pela sonda Viking I

Apesar de racionalmente os cientistas que viram esta imagem pela primeira vez não lhe atribuírem uma importância superior às outras, o que aconteceu é que esta imagem se tornou uma das mais divulgadas e deu origem a linhas de investigação que não estavam previstas anteriormente. É conhecida a apetência do nosso cérebro para identificar rostos humanos e encontrar neles sinais de amizade e confiança, ou ameaça. Ainda noutra perspectiva, este caso apoia a ideia defendida pela escola de Gestalt e enfatizada por filósofos como Wittgenstein e Kuhn, segundo a qual, o sentido que encontramos para as imagens, resulta de uma análise holística, que depende dos nossos conhecimentos e das nossa experiência prévia (GOODING, 1999).

A missão Mars Global Surveyor, entre 1998 e 2001, fez numerosos registos fotográficos da superfície de Marte. Uma das regiões revisitada foi aquela onde tinha sido fotografado o chamado “rosto de Marte”. A figura 5.4 mostra registos produzidos, a partir de outros pontos de vista e com diferentes condições de luz. A atenção dada àquela porção da superfície de Marte só se justifica pela nossa auto-fascinação. Ninguém na comunidade científica envolvida colocava a hipótese de estarmos perante uma escultura produzida por seres extraterrestres inteligentes.

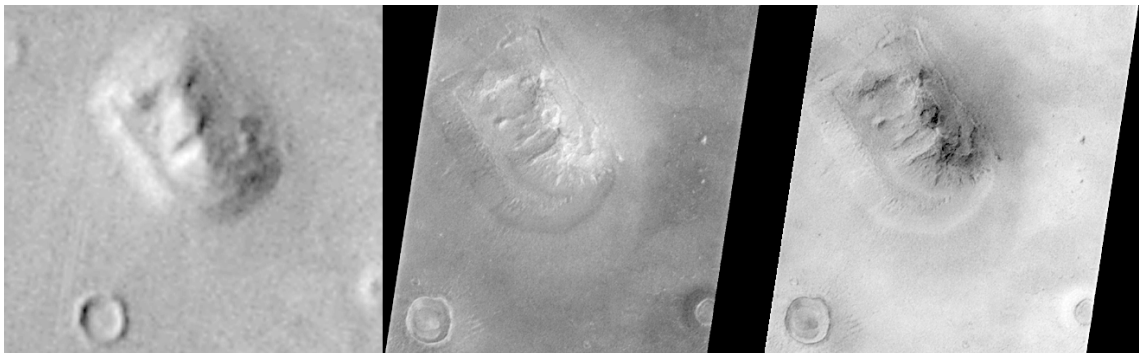


Figura 5.4: Três imagens da mesma porção da superfície de Marte obtida pela missão Mars Global Surveyor em 1998

Grupo 3: Imagens que são produto de interpretações de observações. O cientista diz: — “Observei, e isto foi o que pensei.”

No século XVII, o microscópio abriu um enorme campo para observações. Assim surgiu a possibilidade de novas interpretações do mundo. Clara Pinto-Correia cita Albert Huges que, na sua obra *A History of Citology,* se refere a Leeuwenhoek, como podendo ser uma pessoa com uma acuidade visual acima do normal; isto porque, até hoje, ninguém conseguiu entender como é que Leeuwenhoek, servindo-se do seu microscópio de uma só lente, conseguiu produzir imagens tão precisas (PINTO-CORREIA, 2002). Neste caso a fronteira entre, aquilo que o microscópio permite ver, e aquilo que ele permite pensar, é muito difusa.

Na figura 5.5 está reproduzido um desenho feito por Leeuwenhoek sobre as suas observações de espermatozóides de diferentes animais. Acerca deste trabalho, Ruestow refere-se a Leeuwenhoek, como alguém que, à medida que travou conhecimento com pessoas cultas, desenvolveu uma tendência para a

especulação, que o pensamento não era coisa de gente comum e que, por isso, só alguns poderiam entender os seus trabalhos (RUESTOW, 1997).

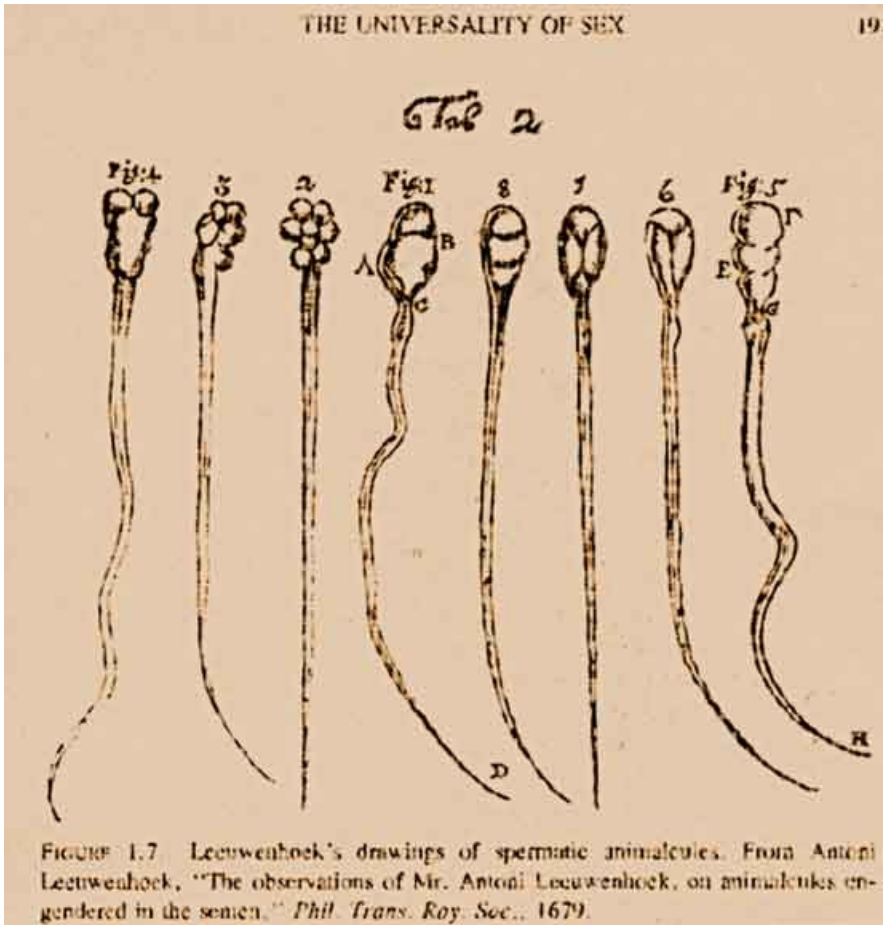


FIGURE 1.7 Leeuwenhoek's drawings of spermatic animalcules. From Antoni Leeuwenhoek, "The observations of Mr. Antoni Leeuwenhoek, on animalcules engendered in the semen." *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 1679.

Figura 5.5: Espermatozóides desenhados por Leeuwenhoek. Imagem reproduzida no livro Philosophical Transactions of the Royal Society, 1679

A ideia de que o mundo é como as bonecas russas foi defendida por muitos dos primeiros microscopistas. Nicholas Malebranche (1638-1715) na sua obra *À la recherche de la vérité,* de 1674, citado por Clara Pinto-Correia, escreve: "... para os pequenos animais dos quais acabamos de falar [refere-se a animais microscópicos], há talvez outros animais que se alimentam deles e que, devido à sua espantosa pequenez, são para eles tão imperceptíveis quanto eles mesmo são para nós... temos demonstrações matemáticas claras da divisibilidade da matéria e, embora a nossa imaginação seja chocada pela ideia, isto leva-nos a pensar que talvez haja, até à infinidade, animais mais e mais pequenos... A experimentação já rectificou parcialmente os nossos erros ao dotar-nos da capacidade de ver animais mil vezes mais pequenos do que um ácaro — por que haveríamos de os ter como os últimos e mais pequenos de todos? [...] há sempre pequenos animais a serem descobertos com micros-

cópios, mas nem sempre microscópios com que os descobrir" (PINTO-CORREIA, 2002, p. 20).

Esta ideia foi "transportada" para dar uma explicação ao problema da reprodução humana. Os espermistas defendiam que, dentro de cada espermatozóide, existia um ser humano completamente formado e que, portanto, na gravidez apenas acontecia o crescimento desse ser. Nicolaas Hartsoeker (1656-1725) observou espermatozóides ficou muito impressionado com o que viu. Dos registos que fez, ficou célebre o que está reproduzido na figura 5.6, mas segundo Clara Pinto-Correia (PINTO-CORREIA, 1999) que teve como fonte o livro *Essay de Dioptrique*, do próprio Hartsoeker, este nunca escreveu que o desenho que fez correspondia àquilo que tinha visto ao microscópio, mas corresponderia antes àquilo que seria possível observar, quando conseguisse produzir um microscópio com maior poder de resolução.

Figura 5.6: Reprodução do desenho original de Hartsoeker que, segundo este, representa um espermatozóide, tal como supostamente poderia ser visto se o microscópio tivesse resolução suficiente

Grupo 4: Imagens que mostram a acção do investigador, a manipulação da Natureza para chegar ao conhecimento do seu funcionamento. O cientista diz: — "Fazendo assim, podemos ver como isto funciona."

Willian Harvey (1578-1657), para dar a conhecer as suas descobertas acerca da circulação sanguínea produziu as imagens representadas na figura 5.7. Com estas imagens e pequenos textos descritivos dos gestos, Harvey mostra como podemos concluir que o sangue circula nas veias apenas no sentido da mão ao coração.

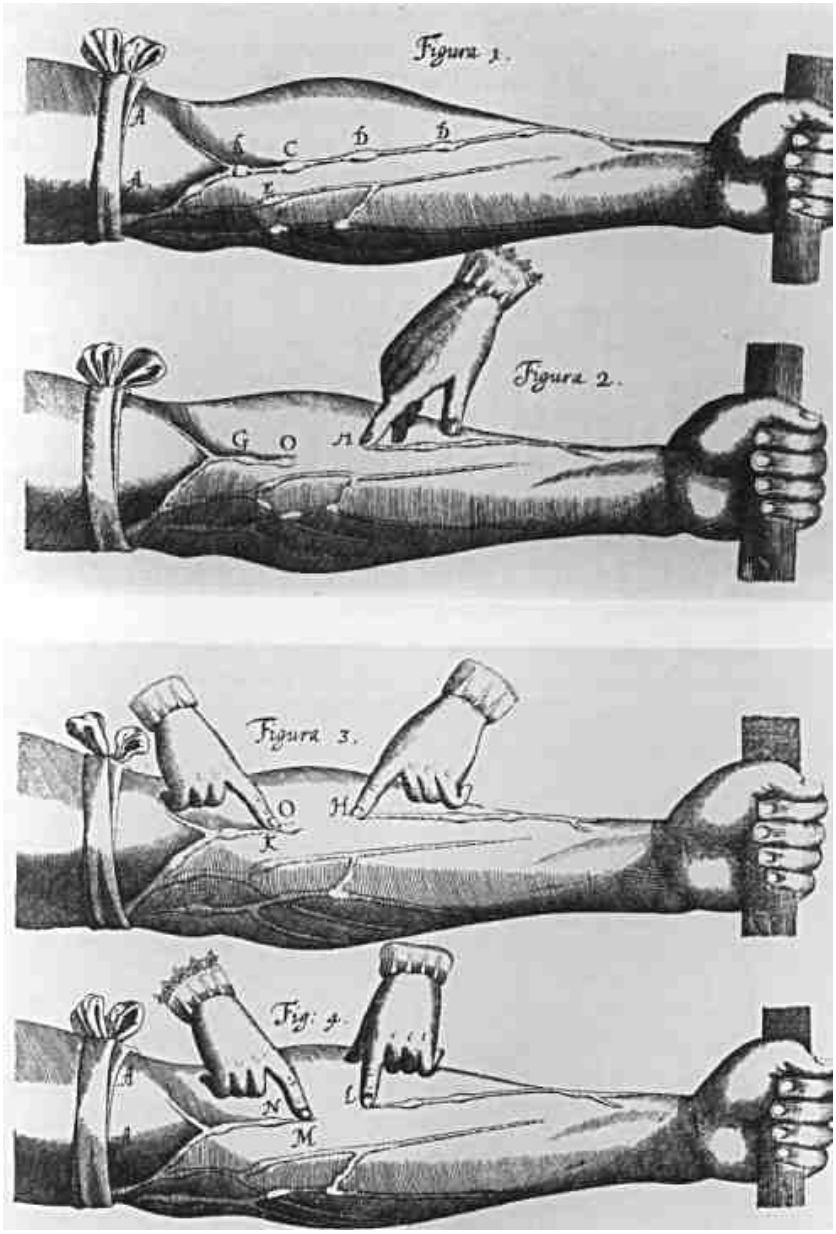


Figura 5.7: Conjunto de imagens publicado na obra de Willian Harvey, De Motu Cordis et Sanguinis in Animalilbus (Sobre o funcionamento do coração e o movimento do sangue nos animais), 1628.

Harvey foi responsável por uma importante ruptura na maneira de compreender o funcionamento do coração e a circulação do sangue nos animais, inclusive no Homem. Tratou-se de algo semelhante à substituição do sistema geocêntrico pelo sistema heliocêntrico que Copérnico, Giordano Bruno e Galileu provocaram. Neste caso, a doutrina oficial para a circulação do sangue era a de Galeno (130-200), que defendia que o sangue fluía num movimento de vai-vém, nos vasos sanguíneos, impulsionado pelo coração.

Durante vários anos, Harvey procedeu a numerosas dissecções de cães, cobras, galinhas e outros animais. Estes trabalhos convenceram-no da não validade da doutrina oficial, relativamente ao funcionamento do coração e circulação do sangue nos animais, mas foram precisos mais de dez anos para Harvey amadurecer as suas ideias e construir uma argumentação capaz de derrubar a teoria estabelecida há mais de catorze séculos. Quanto mais simples e entendíveis forem as experiências que apoiam a nova teoria, maior é a probabilidade de ela se impor. Neste caso, o poder da visualização deixou poucos argumentos aos oponentes.

Grupo 5: Imagens que destacam características de modo a permitir uma classificação que torne cómodo o estudo. O cientista diz: — “Pensemos nisto desta maneira.”

Durante séculos, os naturalistas pouco mais fizeram do que classificar. Perante um mundo vivo, que apresenta uma tão grande diversidade de formas, urgia organizar o objecto de estudo, uma vez que, de outro modo, qualquer generalização e, portanto, produção de conhecimento científico seria impossível. Grande parte das ilustrações clássicas são, pois, deste grupo, mas as imagens com função classificativa não ficam por aí. Com o estabelecimento de uma visão evolucionista do mundo vivo, continuou a ser necessária a classificação dos seres vivos, só que, agora, classificar deixou de ser agrupar segundo as semelhanças, para passar a ser posicionar de acordo com o parentesco.

A página representada na figura 5.8 faz parte do manuscrito da obra revolucionária *A Origem das Espécies*, de Darwin. Em termos gráficos, a imagem que está presente não apresenta nenhuma novidade, mas aquilo que representa é um convite a olhar o mundo vivo de um modo completamente diferente do que era feito até aí. A proposta é: olhe-se a desconcertante unidade e diversi-

dade do mundo vivo de um modo idêntico ao que usamos para mostrar uma família através das gerações.

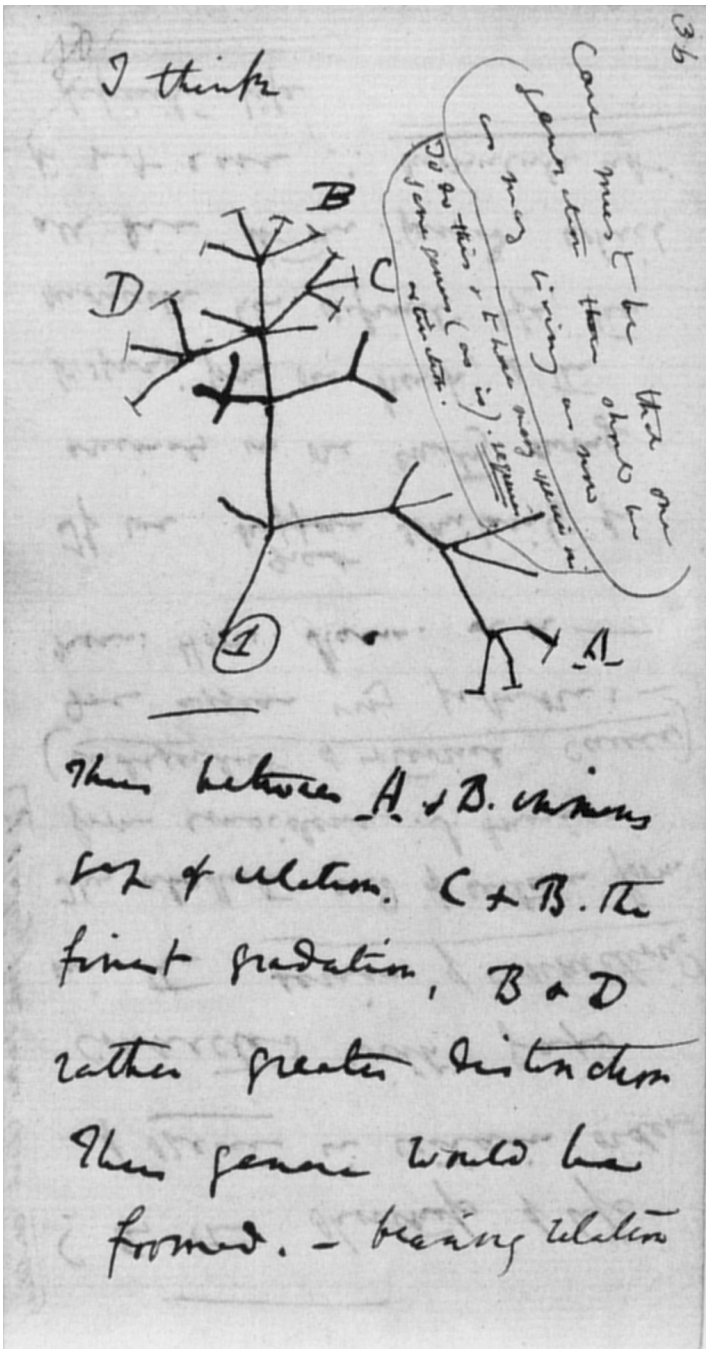


Figura 5.8: página de livro de notas de Darwin, 1837. Contém possivelmente o primeiro diagrama de uma árvore filogenética

Uma leitura horizontal da árvore dá-nos ideia acerca da proximidade ou afastamento das espécies, isto é, grosso modo, acerca do grau de semelhança entre elas. Se lermos a árvore na vertical, conheceremos a história das espécies e consequentemente os seus graus de parentesco.

Grupo 6: Imagens que correspondem à conceptualização de modelos. Dão uma face visível a fenómenos, ou realidades abstractos, como por exemplo, fenómenos quânticos, buracos negros, ou a dinâmica interna do planeta. O cientista diz: — “Se dermos um “rosto” a isto, fica mais fácil de entender.”

A comparação dos contornos da costa oriental da América do Sul e ocidental de África foram o ponto de partida para a reflexão de Wegener (1880-1930) acerca da origem dos continentes e oceanos. A ideia só pôde avançar porque foram sendo recolhidos dados paleontológicos e geológicos, que apontavam para uma continuidade lateral entre a África e a América do Sul, isto é estes continentes teriam estado juntos, há mais de 300 milhões de anos. No entanto, só a visualização do encaixe das peças do puzzle, permitiu que a teoria da deriva dos continentes conseguisse ganhar corpo. Na figura 5.9 está representado o modelo postulado por Wegener na sua teoria de deriva continental. Estes argumentos visuais são poderosíssimos e, por isso, perduraram no tempo mais do que os outros dados, que apontavam para a validade da teoria. Apesar disto a comunidade científica não se deixou “encantar” pelo fascínio das imagens apresentadas por Wegener.

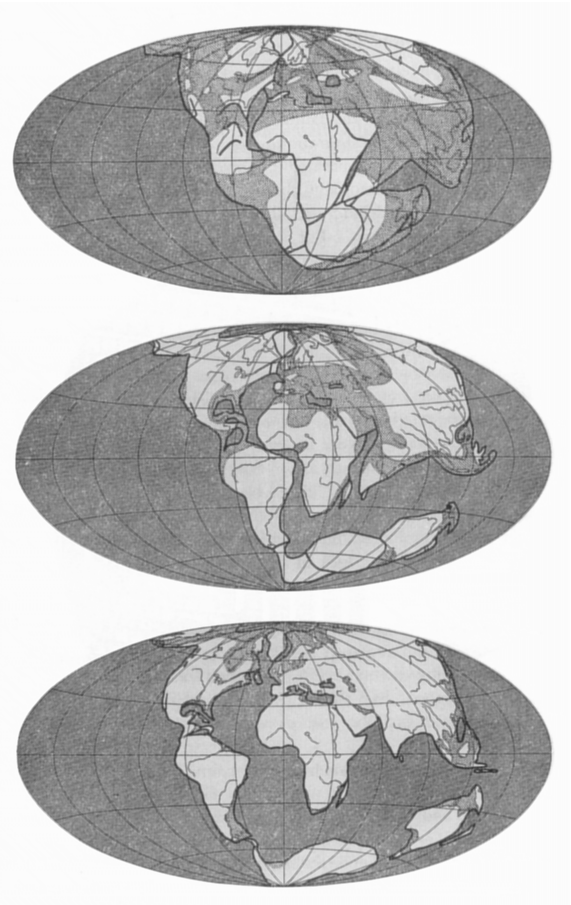


Figura 5.9: Mapas, publicados no livro *Die Entstehung der Kontinent und Ozeane* (A Origem dos Continentes e Oceanos) da autoria de Alfred Wegener, 1915

A impossibilidade de se compreender os mecanismos capazes de movimentar massas colossais da crusta terrestre, adiou, até aos anos 50, a aceitação das ideias de Wegener, que tinha publicado a sua teoria em 1915.

Foi novamente a visualização de dados, desta vez das anomalias magnéticas dos fundos oceânicos, que veio dar consistência às ideias apresentadas por Wegener, quatro décadas antes. A figura 5.10 não é um registo fotográfico. É uma visualização da orientação do campo magnético terrestre, registado nas rochas do fundo do oceano. Trata-se então de tradução para o visual de uma grandeza invisível.

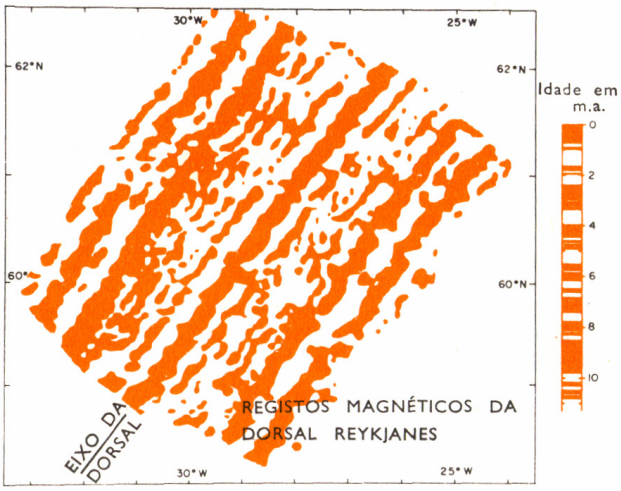


Figura 5.10: Registo que mostra as anomalias magnéticas num fundo oceânico na região de Reykjanes, ao largo da Islândia.

A simetria encontrada nos registos gráficos do magnetismo das rochas de fundos oceânicos, catapultou os cientistas para interpretações que acabaram por desenterrar as ideias de Wegener e estabeleceram as bases para a tectónica de placas, que é, hoje, a teoria unificadora da Geologia, tal como a evolução o é para a Biologia.

6- As imagens das Ciências da Vida nas revistas científicas

Neste capítulo apresentamos um estudo qualitativo e quantitativo efectuado sobre imagens incluídas nas revistas Nature e Science da década de 60 até o fim do século XX. Pretendemos recolher dados que pudessem ser úteis para a compreensão de vários aspectos como:

- tendências evolutivas na produção e utilização das imagens que se verificaram ao longo destas quatro décadas;
- as funções que as imagens desempenham nestas publicações;
- a relação entre as diferentes áreas das ciências da vida e as imagens que cada uma produz;
- os reflexos de mudanças nas tecnologias de produção/reprodução das imagens na utilização destas pelos investigadores;
- a relação entre a produção e utilização das imagens e o sistema organizacional da comunidade científica;
- os reflexos de diferentes concepções de ciência no modo como os cientistas usam as imagens nos seus trabalhos.

Começamos por apresentar uma selecção de casos que foram objecto de uma análise qualitativa. Pensamos que será ainda útil para o estudo, a inclusão de uma reflexão feita em torno de imagens publicitárias publicadas nestas revistas. Finalmente expomos a metodologia que levou à constituição de uma base de imagens e à criação de um quadro de análise, cuja aplicação resultou num conjunto de dados quantitativos que também se encontram neste capítulo.

6.1. Dez casos para dez pequenas reflexões

Tendo em conta os objectivos deste estudo, seleccionamos dez imagens que nos vão servir de âncoras de reflexão sobre aspectos referenciados à partida e também outros que se afiguraram interessantes à medida que o estudo avançou.

- O espaço é demasiado precioso para desperdiçar com imagens

A imagem da figura 6.1.1 foi publicada na Nature em 1966. Nesta altura eram raros os artigos que integravam imagens com uma função meramente ilustrativa. Neste caso, que diz respeito a um artigo sobre o veneno do lagarto representado, a imagem não acrescenta conteúdo significativo ao texto, nem sequer é um bom instrumento para ajudar à identificação do animal. Não é fornecida mais nenhuma informação sobre a fotografia para além da que está contida na legenda e, ainda assim, esta imagem tem uma força tal, que levou os autores do artigo a escolhe-la e os editores da revista a assentir na sua publicação.

A figura aqui reproduzida tem sensivelmente o mesmo tamanho da publicação original.

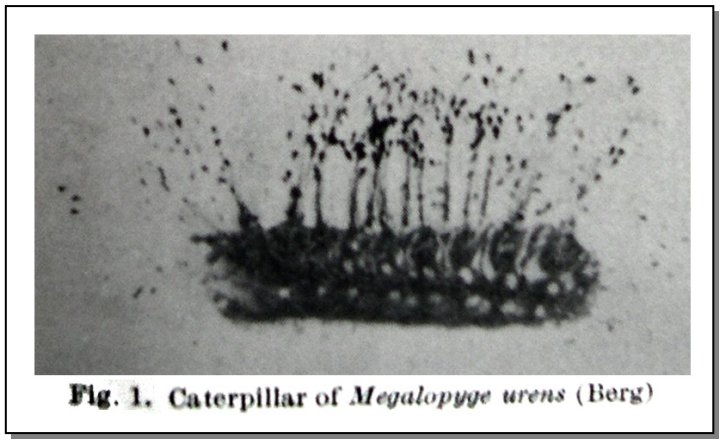


Fig. 1. Caterpillar of *Megalopyge urens* (Berg)

Figura 6.1.1: Nature vol. 209, 1966

- Artesanato versus tecnologia digital no mundo das biomoléculas

A figura 6.1.2 contém a imagem digital mais antiga registada neste estudo. Estamos no início dos anos setenta e também no começo do uso dos computadores para a criação de modelos 3D de moléculas orgânicas. Na figura 6.1.3, que é um pouco mais recente do que a anterior, podemos ver modelos moleculares feitos em madeira de um modo "artesanal". O "aspecto" das moléculas vai claramente depender dos instrumentos utilizados para as retratar.

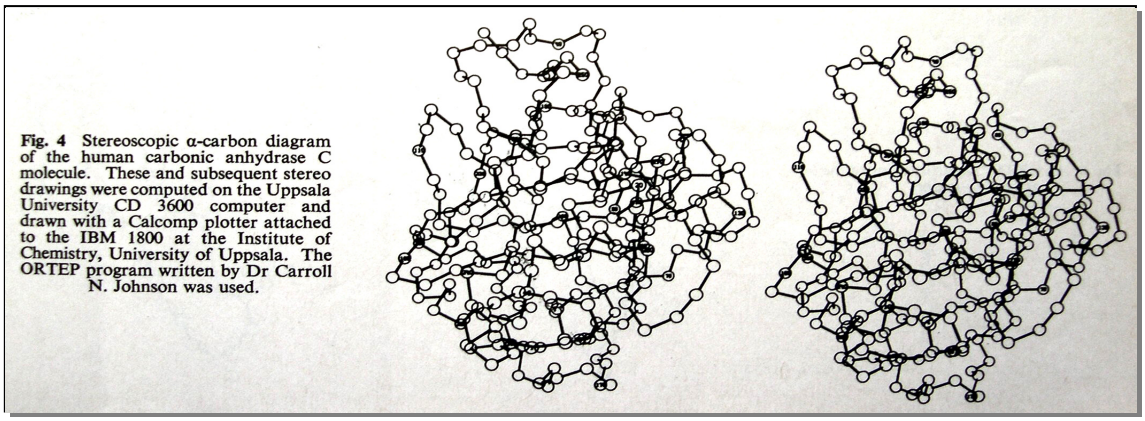


Fig. 4 Stereoscopic α-carbon diagram of the human carbonic anhydrase C molecule. These and subsequent stereo drawings were computed on the Uppsala University CD 3600 computer and drawn with a Calcomp plotter attached to the IBM 1800 at the Institute of Chemistry, University of Uppsala. The ORTEP program written by Dr Carroll N. Johnson was used.

Figura 6.1.2: Nature New Biology vol. 235, 1972

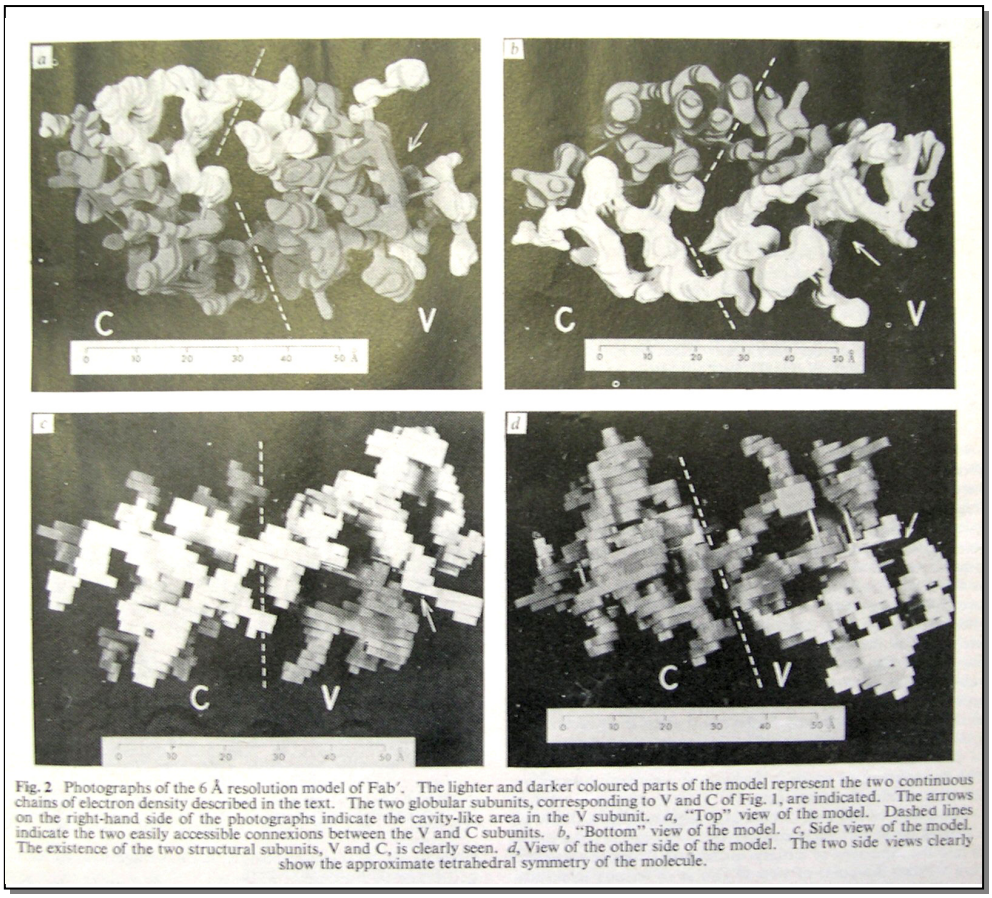


Fig. 2 Photographs of the 6 Å resolution model of Fab′. The lighter and darker coloured parts of the model represent the two continuous chains of electron density described in the text. The two globular subunits, corresponding to V and C of Fig. 1, are indicated. The arrows on the right-hand side of the photographs indicate the cavity-like area in the V subunit. *a*, "Top" view of the model. Dashed lines indicate the two easily accessible connexions between the V and C subunits. *b*, "Bottom" view of the model. *c*, Side view of the model. The existence of the two structural subunits, V and C, is clearly seen. *d*, View of the other side of the model. The two side views clearly show the approximate tetrahedral symmetry of the molecule.

Figura 6.1.3: Nature New Biology vol. 235, 1972

- O que há de comum entre o método de datação radioactiva e o estilo de Plabo Picasso?

A capa da Science reproduzida na figura 6.1.4 não dá qualquer pista acerca do assunto científico com que está relacionada. Abrindo a revista encontramos junto ao sumário a seguinte informação: COVER Pen drawing (in style of Pablo Picasso) symbolizing the domestication of animals. See page 235. [R. Protsch and R Berger, University of California, Los Angeles]. Nesta altura continuamos sem resposta e a curiosidade aumentou. Vamos então ver a página 235 e encontramos um artigo sem uma única imagem mas com um título finalmente esclarecedor: "Earliest Radiocarbon Dates For Domesticated Animals".

A imagem da capa cumpriu rigorosamente o seu papel.

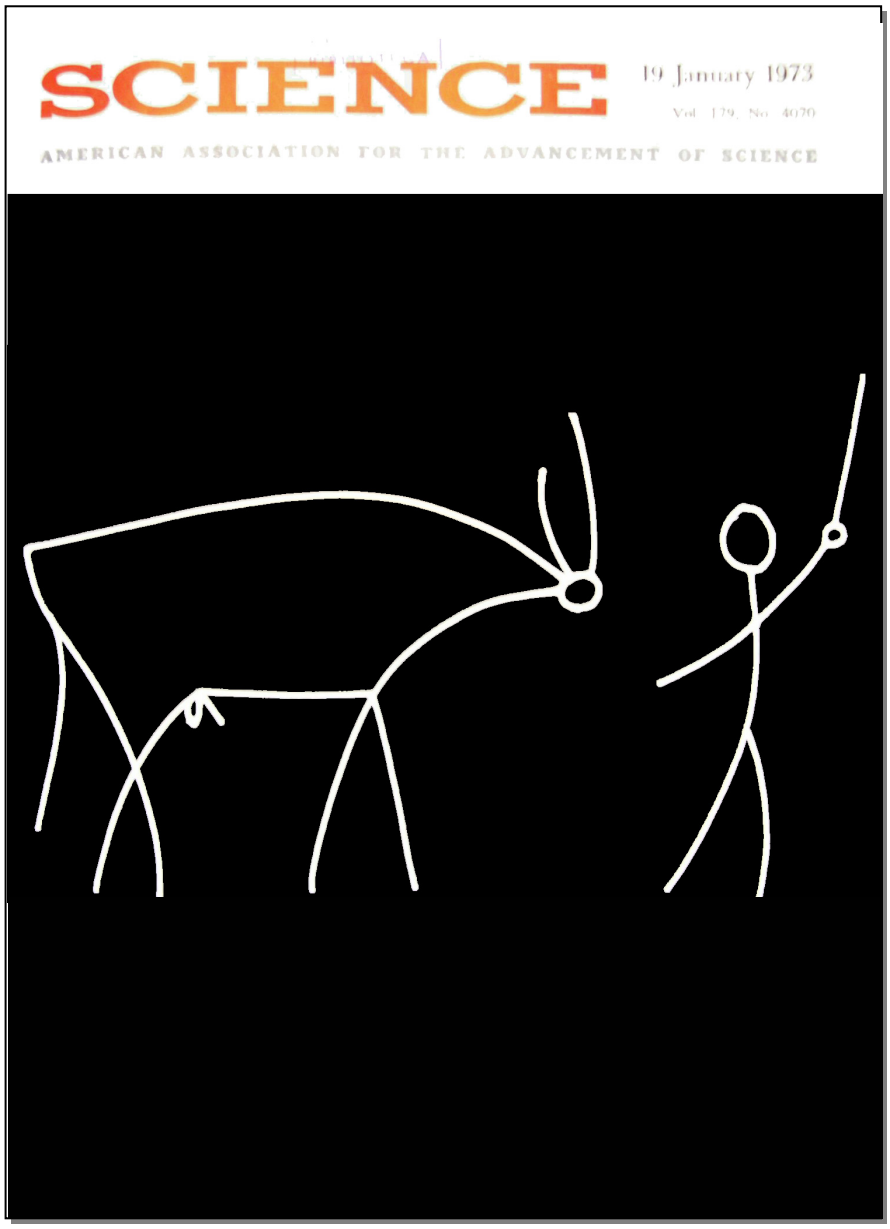


Figura 6.1.4: Science vol. 179, 1973

- Olhar de perto só pelo prazer de ver

O artigo onde aparecem as imagens da figura 6.1.5 não é sobre qualquer aspecto da biologia das moscas, nem sequer acerca de morcegos como a leitura da legenda poderia induzir. O artigo versa sobre uma técnica para a utilização do microscópio electrónico de varrimento na obtenção de imagens com baixa ampliação de peças não recobertas.

Estas imagens não “transportam” uma quantidade significativa de informação científica, pelo menos no sentido restrito da expressão. O seu poder encantatório é, contudo, inegável. Mas não é esta fascinação também um componente importante da ciência?

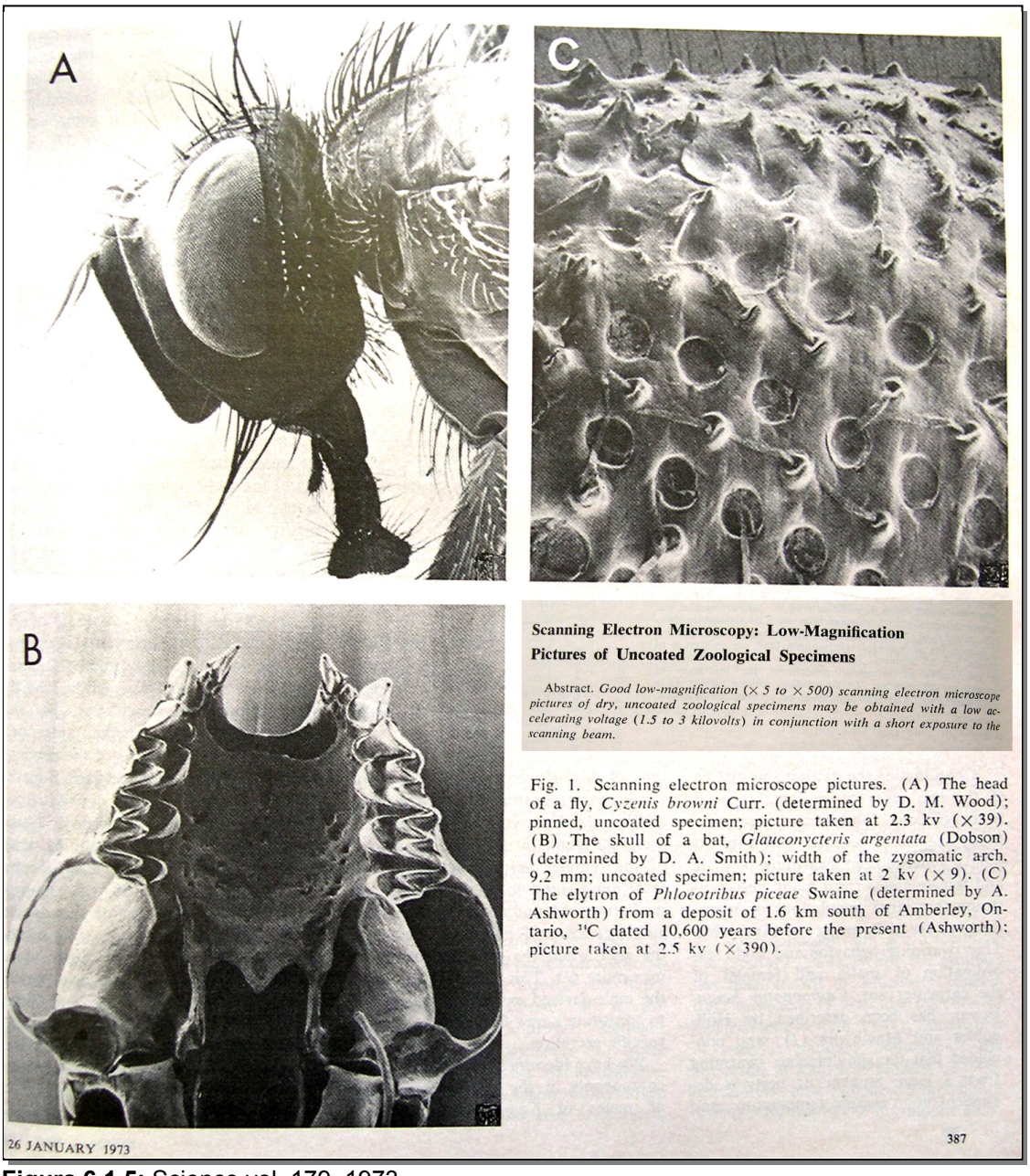


Figura 6.1.5: Science vol. 179, 1973

- Ciência, militares, política, imparcialidade e macacos

O artigo que continha a imagem da figura 6.1.6 relata a quebra de um acordo entre a Índia e os EUA. Este acordo impedia os americanos de usar os macacos importados em experiências militares. Segundo esta notícia, houve macacos irradiados com 10 mil rads em experiências militares.

A imagem escolhida para acompanhar o texto não deixa dúvidas acerca da posição defendida pelos responsáveis pelo artigo e para isso, até a legenda era dispensável.

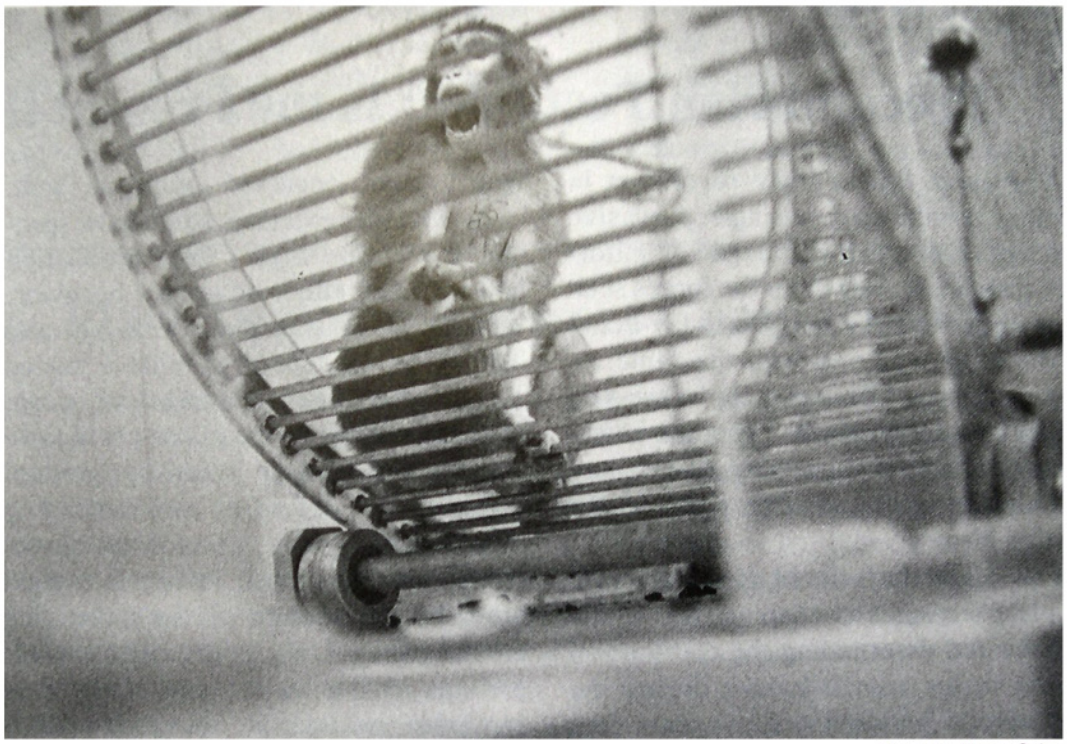


Photo by Henry Spira

Experimental monkey at Armed Forces Radiobiology Research Institute.

Figura 6.1.6: Science vol. 199, 1978

- Um modelo com assinatura

Estamos em 1988, 35 anos depois da publicação do artigo de Watson e Crick que continha um primeiro retrato conceptual da molécula de ADN. Na figura 6.1.7 está mais uma foto do mesmo protagonista. Agora não é apenas o retratado que tem importância, mas sim o próprio retrato que, por isso, se apresenta claramente assinado: *Illustration copyright by Irving Geis.*

O ilustrador e o fotógrafo deixam de estar à margem da comunidade científica para passarem a ser co-responsabilizados pelos artigos publicados.

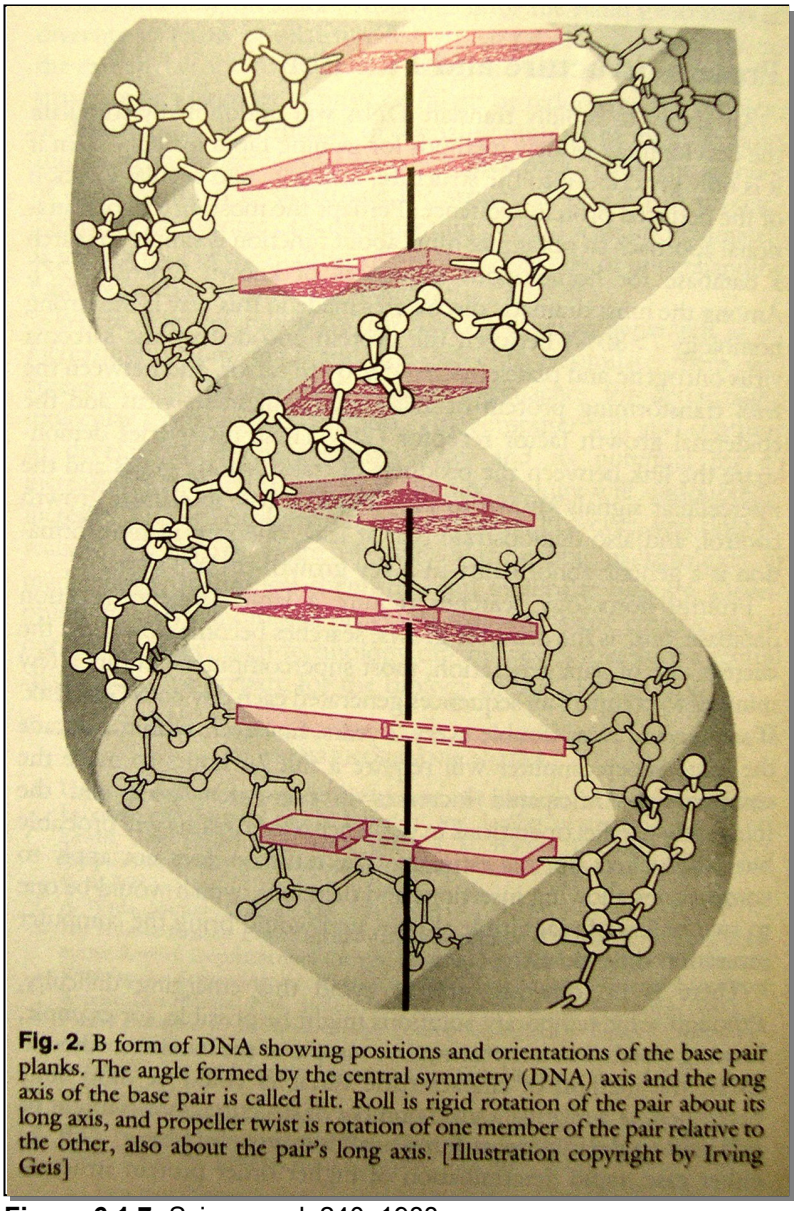


Fig. 2. B form of DNA showing positions and orientations of the base pair planks. The angle formed by the central symmetry (DNA) axis and the long axis of the base pair is called tilt. Roll is rigid rotation of the pair about its long axis, and propeller twist is rotation of one member of the pair relative to the other, also about the pair's long axis. [Illustration copyright by Irving Geis]

Figura 6.1.7: Science vol. 240, 1988

- A novidade está na cor

As imagens da figura 6.1.8 poderiam ser da primeira metade do século XX. As técnicas de preparação de material biológico, que estão na base destas microfotografias, são muito anteriores à data da publicação; e este tipo de imagens era já muito comum nas páginas das revistas científicas. O que há de novo agora é a reprodução da cor nas páginas da revista.

Só nos anos oitenta a utilização da quadricromia, já presente nas capas e na publicidade, se vai estender gradual e lentamente aos artigos científicos. Pensamos que a velocidade desta mudança não foi pautada por limitações técnicas, mas antes pelo facto da comunidade científica não encontrar vantagens justificativas na utilização da cor nos seus artigos. Para alguns cientistas, o uso da cor, poderia mesmo ser interpretado como uma diminuição da qualidade, por aproximar o aspecto dos artigos científicos sérios, aos conteúdos de divulgação, generalistas e até publicitários.

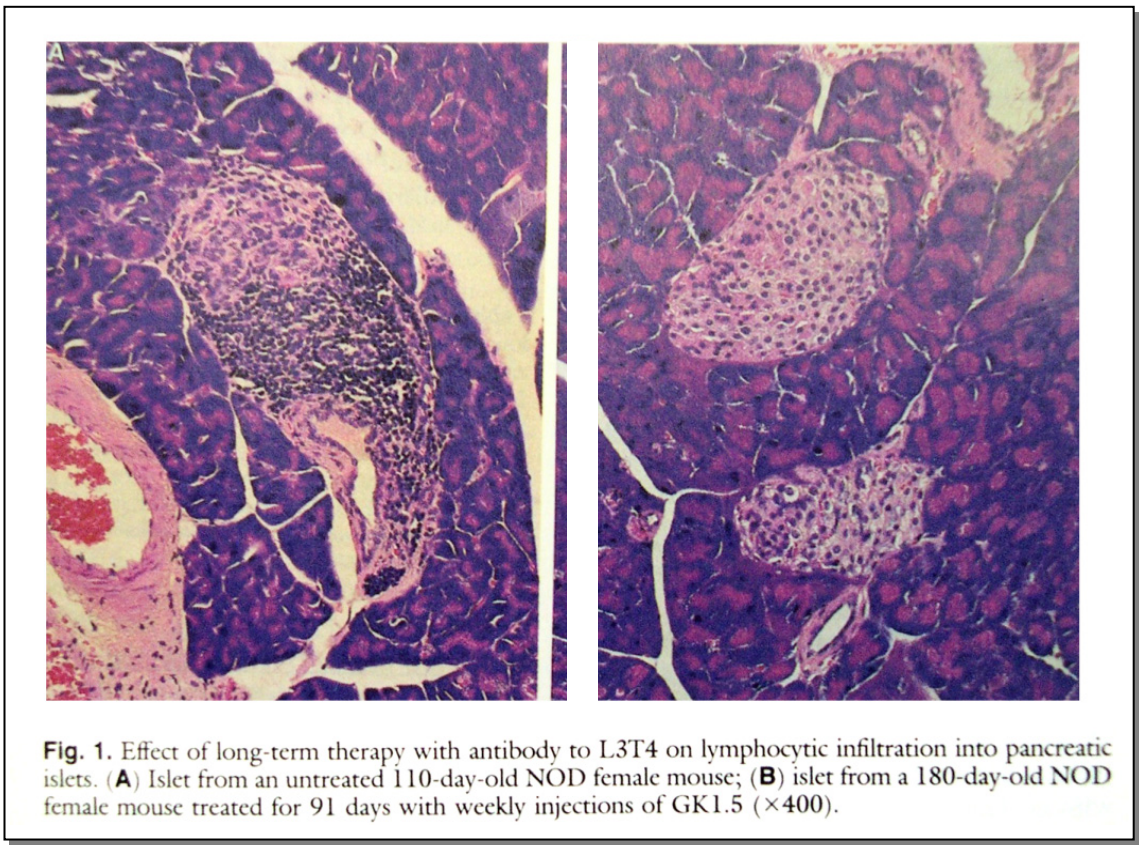


Fig. 1. Effect of long-term therapy with antibody to L3T4 on lymphocytic infiltration into pancreatic islets. (**A**) Islet from an untreated 110-day-old NOD female mouse; (**B**) islet from a 180-day-old NOD female mouse treated for 91 days with weekly injections of GK1.5 (×400).

Figura 6.1.8: Science vol. 240, 1988

- Enfim as metáforas

As imagens das figuras 6.1.9 e 6.1.10 têm em comum o uso de uma "linguagem metafórica" para expressar a sua mensagem. Na figura 6.4.9 as torneiras simbolizam um fluxo controlado e, no outro caso, as tesouras representam as enzimas que cortam as moléculas de ARN.

Os resultados deste estudo apontam para a raridade da utilização de metáforas no interior da comunidade científica. Isto apesar desta técnica ser muito comum no discurso feito sobre ciência pelos não cientistas. É claro que apenas nos podemos pronunciar acerca do discurso visual.

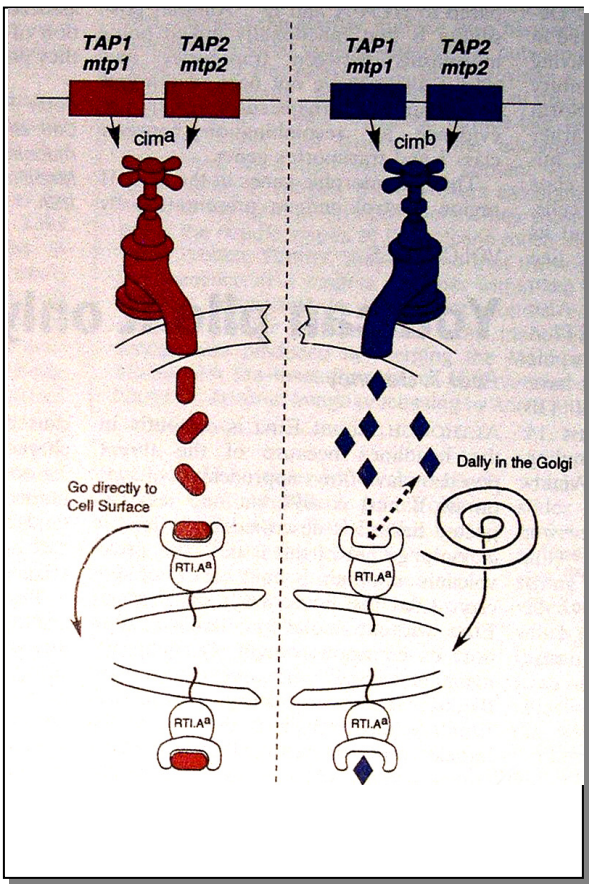


Figura 6.1.9: Nature vol. 357, 1992

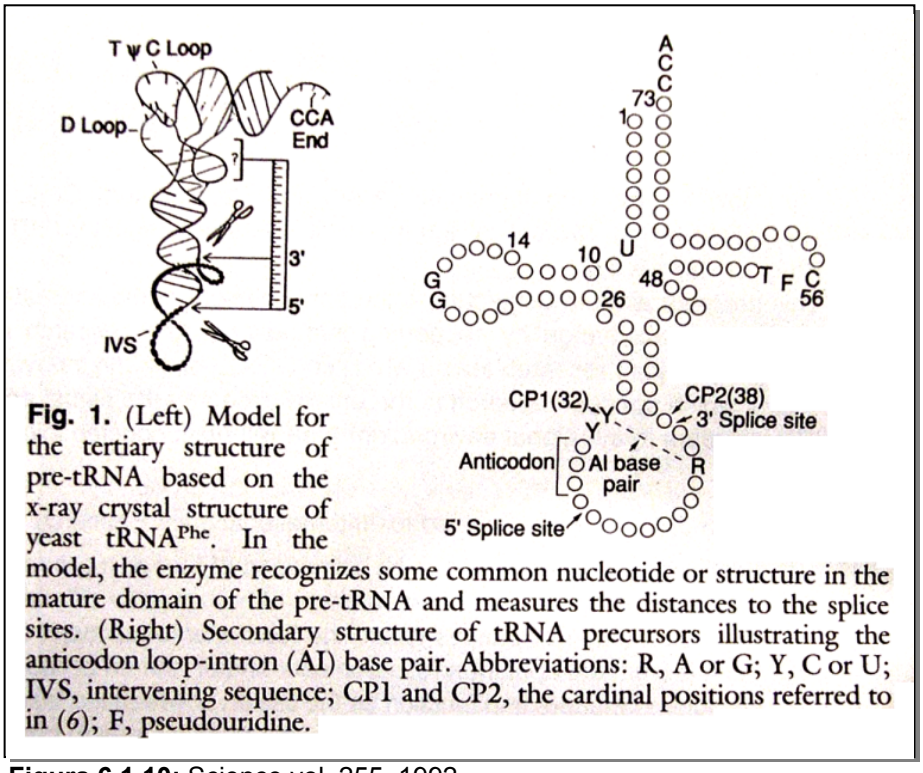


Fig. 1. (Left) Model for the tertiary structure of pre-tRNA based on the x-ray crystal structure of yeast $tRNA^{Phe}$. In the model, the enzyme recognizes some common nucleotide or structure in the mature domain of the pre-tRNA and measures the distances to the splice sites. (Right) Secondary structure of tRNA precursors illustrating the anticodon loop-intron (AI) base pair. Abbreviations: R, A or G; Y, C or U; IVS, intervening sequence; CP1 and CP2, the cardinal positions referred to in (*6*); F, pseudouridine.

Figura 6.1.10: Science vol. 255, 1992

- Fazer imagens, desfazer dogmas

Durante muito tempo foi aceite pacificamente, na comunidade científica, que, nos mamíferos, era impossível a formação de novos neurónios na idade adulta. A microfotografia da figura 6.1.11 mostra neurónios formados há três semanas no cérebro de um macaco adulto. O poder da visualização começou a abalar um dogma de raízes muito firmes na Biologia.

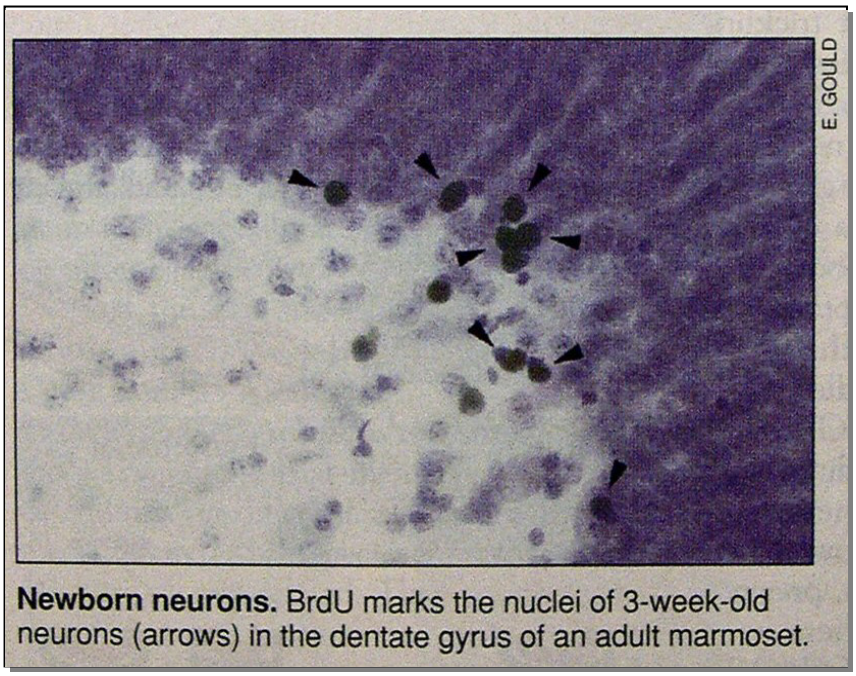


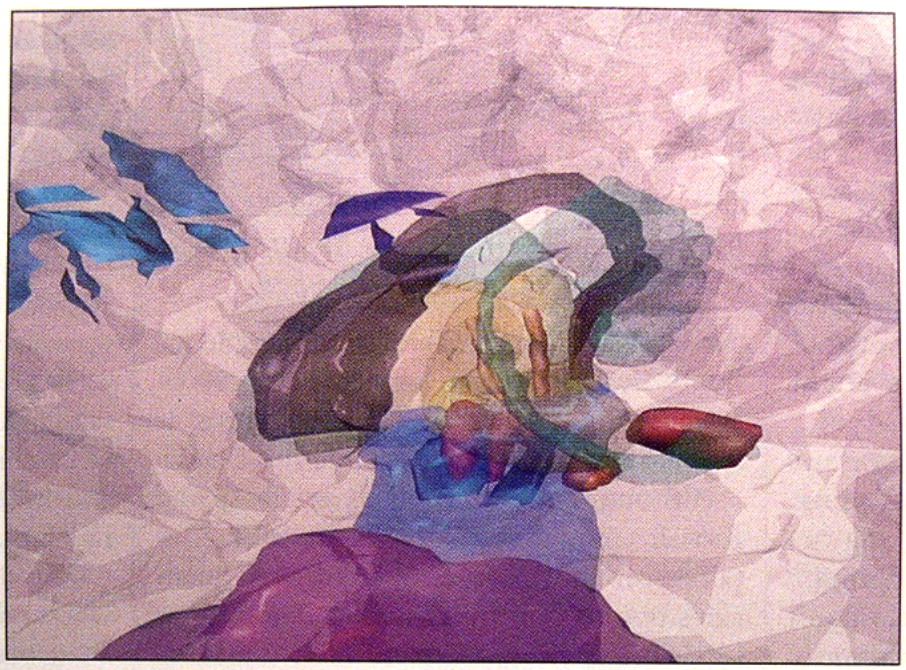
Figura 6.1.11: Science vol. 279, 1998

- Pintar o pensamento

Os artistas, criadores de imagens, perceberam há muito que a ciência poderia ser um campo de inspiração infindável. Só muito mais tarde os cientistas encontraram caminhos para uma parceria simbiótica com a arte. Esta relação ciência–arte toma hoje muitas formas, algumas das quais corrompem as duas áreas, mas outras inauguram novas rotas para o enriquecimento da cultura humana.

A imagem reproduzida na figura 6.1.12 é um bom exemplo de uma cooperação sem confusão entre arte e ciência.

Painting the Brain



This colorful three-dimensional view of the human brain was produced by Phil Mercurio of the San Diego Supercomputer Center using a software animation package called Wavefront that processed data from a normal brain. The data were collected by neuroscientist Robert B. Livingston of the University of California, San Diego, who filmed slices of a brain that had been encased in a parafin block and then shaved off in thin layers. The images were digitized and different colors were assigned to different brain features. The result shows the thalamus (yellow); the hypothalamus (dark green); the amygdala (pink); the cortex (gray); the cerebellum (magenta); the brainstem (transparent blue); the corpus callosum (brown); the caudate (green); Broca's area (dark blue); Wernicke's area (cyan); the red nucleus (red); mammalary bodies (dark orange); the pituitary gland (bright orange); the substantia nigra (black); and the subthalamic nucleus (yellow-green).

Figura 6.1.12: Science vol. 255, 1992

6.2. A publicidade

As imagens publicitárias não se enquadram no universo das imagens que este estudo elegeu, mas uma observação prévia das revistas revelou que a análise destas imagens poderia trazer dados interessantes e úteis para atingir os objectivos delineados inicialmente. Assim, foi feita uma recolha de algumas destas imagens. Apresentamos agora as reflexões suscitadas pela sua análise.

A publicidade vai, muitas vezes, buscar a credibilidade à ciência. É comum a expressão “cientificamente comprovado” para elevar as qualidades de um qualquer produto. Esta estratégia, no entanto, tem menos possibilidades de resultar num público habituado a usar a lógica científica nos seus processos de decisão. Os publicitários recorrem então a estratégias que possam actuar em “portas” menos defendidas.

A publicidade surge na Nature e na Science nos anos setenta. Numa altura em que estas revistas não usam cor, excepto na capa, a publicidade começa por aparecer servindo-se imediatamente deste elemento. Primeiro, apenas com uma mancha colorida que cumpre a sua função simplesmente porque as outras páginas se apresentam totalmente desprovidas de cor. Seguidamente usando a quadricromia, tal como já era comum nas revistas generalistas da época (figura 6.2.1).

Figura 6.2.1: à esquerda exemplo de utilização de mancha de cor e à direita um dos primeiros casos de utilização de quadricromia. Os dois casos são da revista Science em 1973

Se, inicialmente, são os instrumentos científicos os principais produtos publicitados, actualmente e, já na década de noventa, surgem conjuntos – *kits* – que associam instrumentos de manipulação, reagentes e protocolos experi-

mentais que permitem basear um processo investigativo completo. É a *kitização* da ciência.

São muitos os exemplos que mostram que as estratégias publicitárias, usadas nos anúncios destas revistas, são idênticas às utilizadas em meios generalistas, apesar do público e os produtos terem um âmbito muito específico. Encontramos indícios de que a publicidade não só antecipa formas de utilização e tipos de imagens nas ciências mas também pode funcionar como indicador relativamente aos temas e métodos que estão a ser usados pelos investigadores em determinado momento. Seguidamente apresentamos vários casos que corroboram as asserções anteriores.

- <u>Aproximar a ciência ao senso comum</u>

Neste caso o apelo para o pequeno tamanho do microscópio e a postura descontraída da "cientista" convergem para a banalização do objecto que é publicitado. Substituindo o microscópio por um qualquer electrodoméstico e vestindo a figura feminina com um traje informal não quebraria a coerência do anúncio.

Nas últimas décadas, a representação do cientista excêntrico e distante tem vindo a ser substituída, à medida que a posição da ciência na sociedade também se vai alterando.

Figura 6.2.2: anúncio na Science, Janeiro de 1973

- A atractividade da ciência

Este anúncio, destinado ao mercado do ensino da ciência, usa a velha fórmula do erotismo para vender instrumentos de ciência. O trabalho em ciência é apresentado como sendo atractivo e diversificado. Tal como no caso anterior, o utilizador é uma figura feminina. A sensualidade que resulta dos braços nus, o decote pronunciado e a maquilhagem dos olhos é ainda reforçada pelo texto, “hottest teaching machine…”. Por outro lado, são evidentes os toques de uma feminilidade muito tradicional – o rosa do vestido, o anel de comprometimento e as flores do campo observadas embevecidamente. Na época da revolução sexual e do feminismo emergente, agarra-se o público masculino pela sensualidade e fantasia, e o feminino pela possibilidade de poder executar tarefas que anteriormente estavam reservadas aos homens, sem que isso implique uma perda de feminilidade.

Figura 6.2.3: anúncio na Science, Janeiro de 1973

- O design nos instrumentos científicos

Nesta altura os publicitários olham a comunidade científica como um público sensível aos mesmos factores que um consumidor comum. Promover um microscópio não é diferente de produzir, por exemplo, um automóvel.

O extenso texto deste anúncio não faz nenhuma referência às qualidades funcionais dos microscópios. Apenas é desenvolvida a ideia de que uma forma "quadrada" está mais de acordo com a modernidade.

Nos anos setenta o design de mobiliário privilegia formas orgânicas, mas ao mesmo tempo as formas dos electrodomésticos e dos automóveis tendem a ser angulosas uma vez que estas linhas levantam menos problemas à automatização do fabrico.

Why all microscopes will soon be square.

Right now you have your choice of two different types of microscope: round or square.

And in the last year or so, your choice of "squares" has been increasing.

For some very good reasons.

Microscopes are no longer just microscopes. They've become sophisticated systems. Today, our Orthoplan for example, consists of over 1,000 components and accessories.

As the demand for specialized options has increased, it has become increasingly difficult to fit the flat surfaces of the various components to the curved microscope stand. A solution has been the "adapter." But this has only been a short-range solution. And it complicates both fitting and maintenance.

In 1964, we took our first big step towards a long-range solution to the problem. It involved the introduction of a completely new design. A design that used straight lines instead of curves. A design that substituted a systematic building-block approach for the jury-rig engineering of the past.

Since that time we have used the same approach in redesigning our entire line of microscope stands, components and accessories. Today, every multi-component Leitz microscope system looks like a single homogeneous instrument. Interchanging components and accessories is easier. And correct alignment is assured.

The advantages of this new design are at long last beginning to attract some followers. And we predict that soon, you will only have one type of microscope to choose from. Square.

If you're considering a new microscope perhaps you should start with the shape of the future. Not the past.

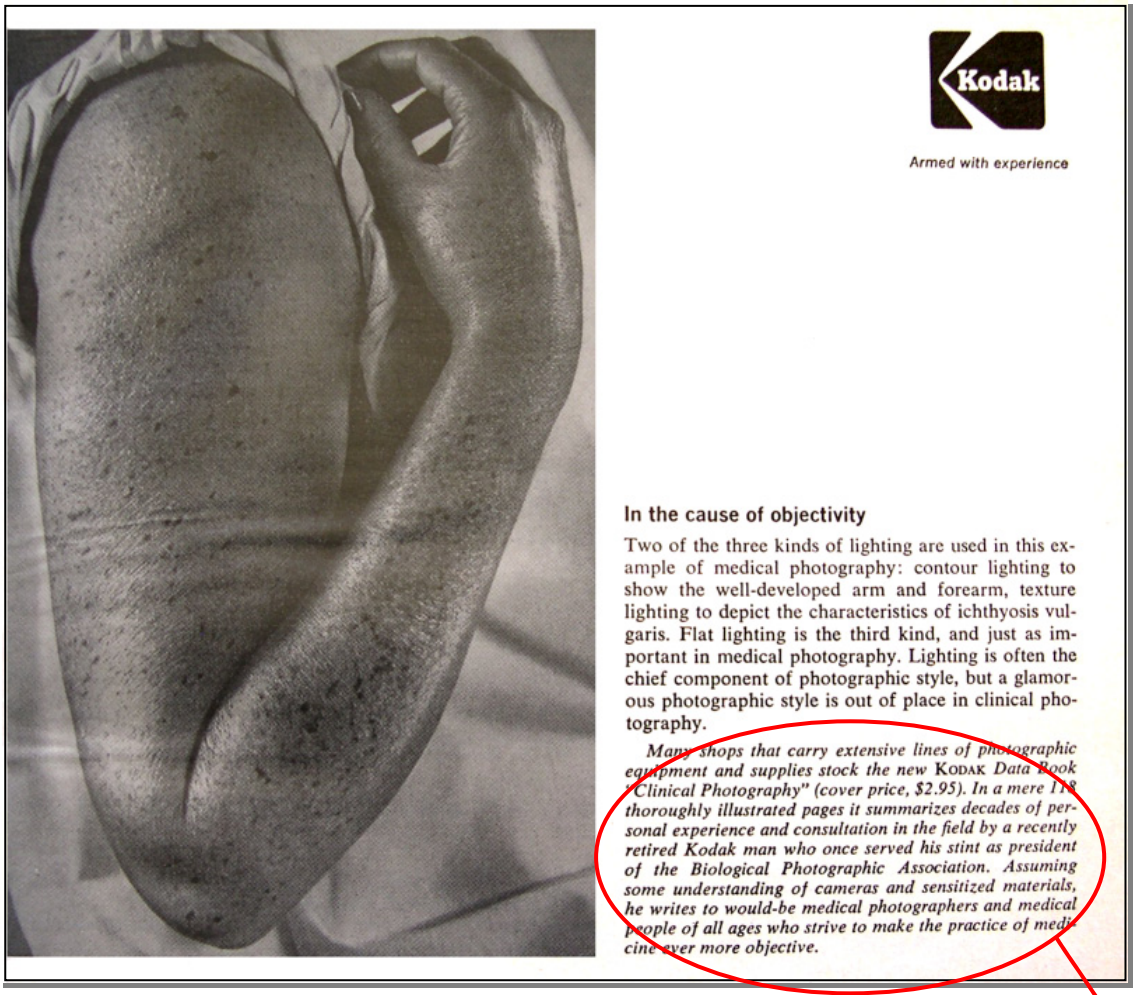
Write for a brochure. E. Leitz, Inc. Rockleigh Industrial Park, Rockleigh, New Jersey 07647.

Leitz.
Where most new developments start.

Figura 6.2.4: anúncio na Science, Janeiro de 1973

- O problema da objectividade

A objectividade é, ou pelo menos foi o Santo Graal dos cientistas; a fotografia, a Excalibur, capaz de levar à sua conquista. Este anúncio promete essa quimera servindo-se de alguém que foi "iniciado" na comunidade científica (ver texto destacado da figura). Juntam-se então vários cordéis que mexem no íntimo da consciência dos cientistas procurando, por esse meio, atingir os fins.



Kodak

Armed with experience

In the cause of objectivity

Two of the three kinds of lighting are used in this example of medical photography: contour lighting to show the well-developed arm and forearm, texture lighting to depict the characteristics of ichthyosis vulgaris. Flat lighting is the third kind, and just as important in medical photography. Lighting is often the chief component of photographic style, but a glamorous photographic style is out of place in clinical photography.

Many shops that carry extensive lines of photographic equipment and supplies stock the new KODAK *Data Book "Clinical Photography" (cover price, $2.95). In a mere 118 thoroughly illustrated pages it summarizes decades of personal experience and consultation in the field by a recently retired Kodak man who once served his stint as president of the Biological Photographic Association. Assuming some understanding of cameras and sensitized materials, he writes to would-be medical photographers and medical people of all ages who strive to make the practice of medicine ever more objective.*

Figura 6.2.5: anúncio na Science, Janeiro de 1973

Many shops that carry extensive lines of photographic equipment and supplies stock the new KODAK *Data Book "Clinical Photography" (cover price, $2.95). In a mere 118 thoroughly illustrated pages it summarizes decades of personal experience and consultation in the field by a recently retired Kodak man who once served his stint as president of the Biological Photographic Association. Assuming some understanding of cameras and sensitized materials, he writes to would-be medical photographers and medical people of all ages who strive to make the practice of medicine ever more objective.*

- Os computadores na Escola

Esta imagem (figura 6.2.6) aparece num dos primeiros anúncios de computadores para usar na sala de aula. De notar que o professor, apesar da sua idade, apresenta uma postura descontraída e segura num ambiente cheio de computadores. Trata-se de uma previsão de um ambiente de aprendizagem, onde o computador toma lugar sem destronar o professor. Alguns alunos centram-se no ecrã, sozinhos, outros acompanhados, enquanto outros ainda interagem com o professor, não por não haver “computadores para todos”, mas simplesmente porque se quer passar a ideia de que falar com o professor e usar papel e lápis continuam a ser processos válidos neste ambiente “futurista”.

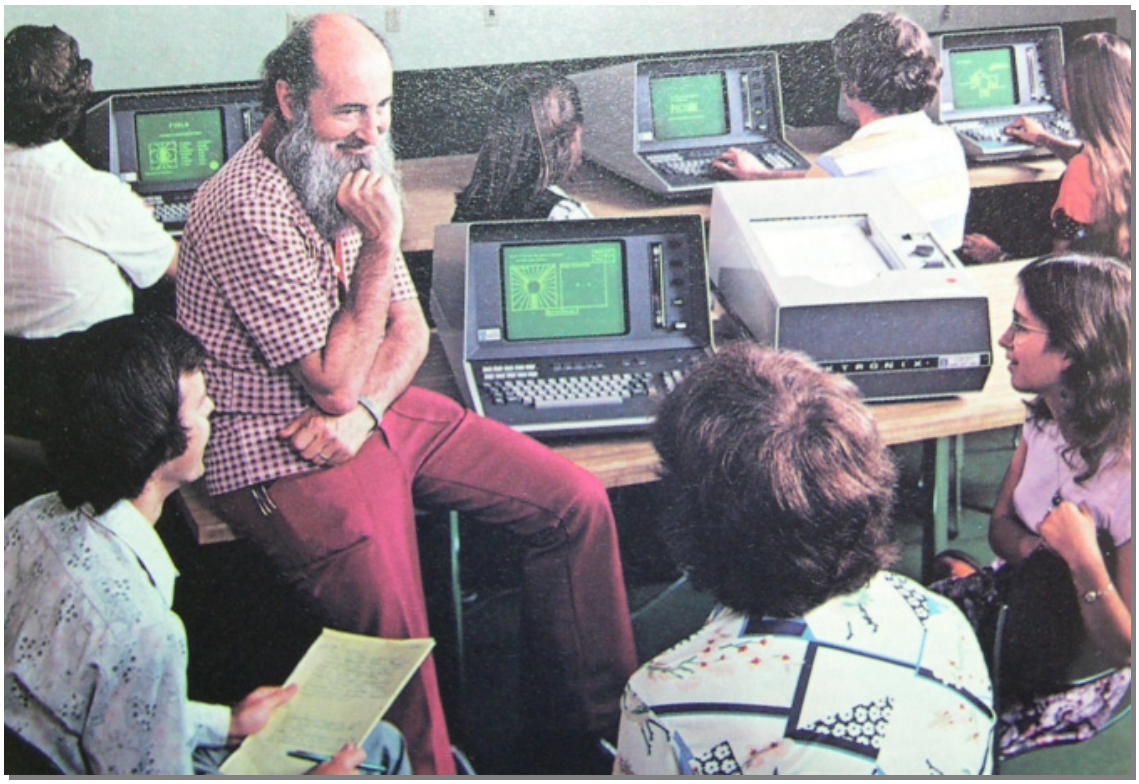


Figura 6.2.6: anúncio na Science, Janeiro de 1978

- Fragmentação, fusão e *zapping*

A publicidade da última década usa imagens que resultam da junção de múltiplos fragmentos que se combinam graficamente sobrepondo-se, fundindo-se ou apenas partilhando o espaço, mas mantém, no entanto, uma razoável independência no que diz respeito ao seus conteúdos. Ao contrário dos exemplos que vimos até aqui, agora não existe apenas a enfatização de uma ideia mas sim a condensação de várias. Esta complexificação aparece também nas imagens que acompanham os artigos científicos e, hoje talvez seja uma tendência dominante.

No exemplo apresentado na figura 6.2.7 juntam-se vários ícones da ciência contemporânea: a molécula de ADN, o ecrã e teclado de computador, o espaço sideral e uma vista do planeta Terra fundem-se num todo, graças ao produto publicitado.

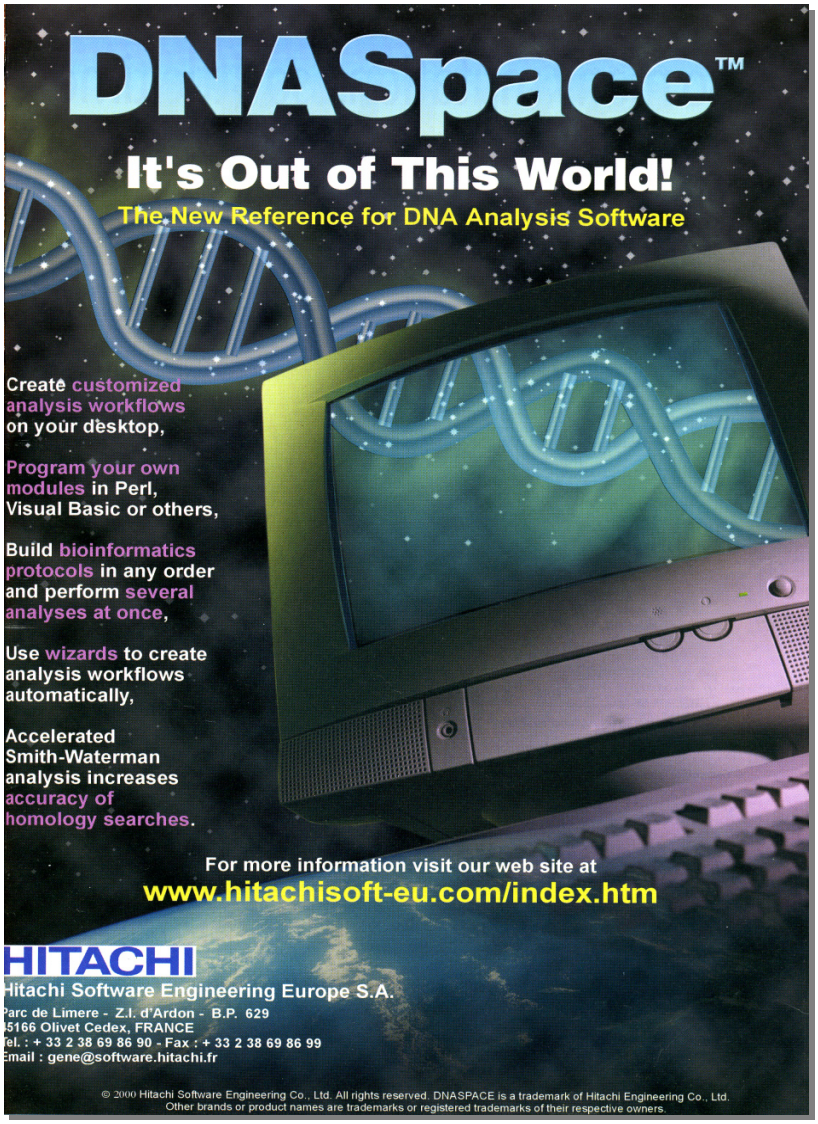


Figura 6.2.7: anúncio na Science, Agosto de 2001

No caso apresentado na figura 6.2.8 os fragmentos mantêm independência, não se fundem nem sobrepõem, mas unem-se num bloco que representa as capacidades da empresa. A imagem da parte superior capta atenção para as ciências da vida e o bloco inferior identifica as técnicas relacionadas com os produtos disponibilizados. Estas técnicas são identificadas por imagens que produzem e, são estas imagens, que constituem meios ou fins de uma actividade científica, que podem ser rapidamente reconhecidas pelos leitores.

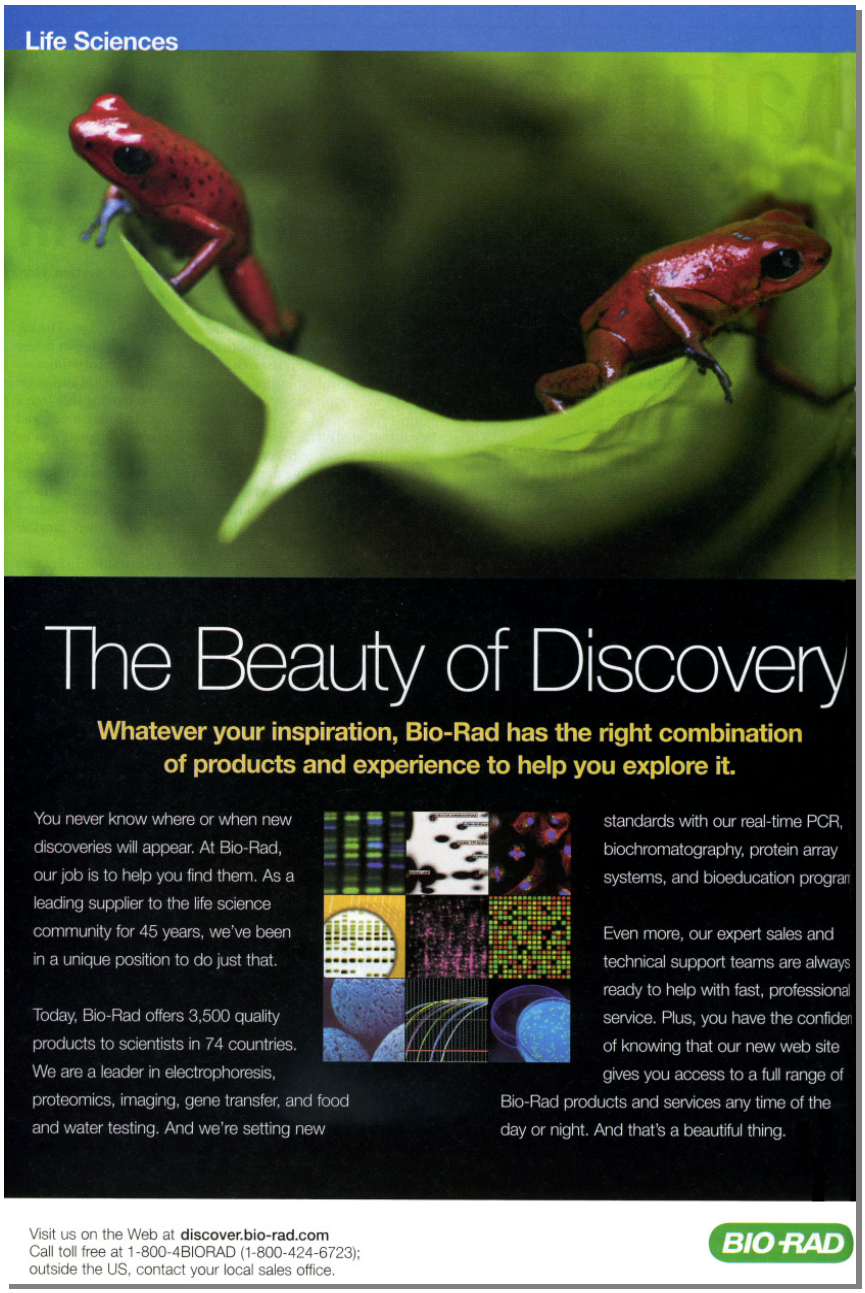


Figura 6.2.8: anúncio na Science, Agosto de 2002

6.3. Constituição da base para o estudo quantitativo

Para realizar este estudo começámos por constituir uma base de dados com 354 imagens. A constituição desta amostra foi feita tendo em conta que o que se pretendia era uma amostragem razoavelmente representativa das imagens publicadas na Nature e na Science desde a década de sessenta até ao fim dos anos noventa (do século XX). Note-se que o universo da recolha não foi o das revistas no seu todo mas apenas as imagens que se relacionavam com os temas deste estudo, isto é, as ciências da vida.

Estas revistas estão organizadas em volumes que contêm, cada um, cerca de dez números de periodicidade semanal. Seleccionámos dois volumes de cada uma das décadas em estudo, um volume da primeira metade e o outro do segundo lustro. Dentro de cada volume escolhemos um número da revista para ser escrutinado exaustivamente; dos outros números foram seleccionadas imagens que, pela análise prévia, tivessem interesse para a análise qualitativa, ou representassem áreas de estudo menos comuns. Neste processo foram rejeitadas as figuras que continham apenas gráficos cartesianos, partindo do critério que a linguagem primeira para a leitura destes gráficos é a linguagem matemática e não a linguagem visual. De notar que os gráficos cartesianos constituem uma parcela significativa dos elementos não verbais que acompanham os artigos científicos. Na década de sessenta constituíam a maioria das figuras. Actualmente continuam muito presentes, se bem que muitas vezes apareçam associados com outros elementos gráficos.

Não foi portanto criada uma amostra que obedeça a critérios estatísticos rigorosos, mas tal também não foi o pretendido. A quantificação a que se procedeu teve como objectivo não a obtenção de “provas”, mas antes fornecer pistas para a análise qualitativa que é o fulcro deste trabalho.

6.4. O quadro de análise

As perguntas que balizaram este estudo – “Como é que os cientistas usam as imagens no processo de publicação dos seus trabalhos?”; “Que modificações ocorreram dos anos sessenta até ao fim do século neste processo?” – apontavam para que a análise das imagens fosse centrada na função que estas desempenham no processo de produção da ciência. Para isto foram utilizados os critérios já expostos no capítulo anterior. Também se considerou importante referenciar o tipo de imagem, a técnica científica na base da sua criação, a área de estudo em causa e o grau de autonomia da imagem face ao contexto onde ela aparece.

Saliente-se que este quadro, no que diz respeito à função, é em grande parte uma aplicação no “terreno” dos princípios enunciados no capítulo 5 desta dissertação.

Seguidamente apresentam-se as classes e os critérios de inclusão, de cada um destes itens.

6.4.1. A função da imagem

No que se refere à análise das funções da imagem, as categorias utilizadas foram:

- A ilustração

A palavra ilustração é aqui usada num sentido restrito. Apenas são consideradas ilustrações imagens que não acrescentam informação científica significativa ao texto onde estão inseridas. Podem ter uma função retórica importante, ou apenas ajudar à focalização do leitor no texto que é o elemento que contém a mensagem.

- Função de mostrar dados

Os dados que aparecem representados nestas imagens podem ter duas proveniências: ou são provenientes de observações directas ou intermediadas por instrumentos de captação de imagens, ou então resultam de acções experimentais que tiveram outras finalidades que não a obtenção da imagem propriamente dita. Para clarificar esta distinção veja-se os seguintes exemplos: A imagem da esquerda da figura 6.4.1 foi obtida a partir de uma gota de água de um charco preparada para ser observada num microscópio óptico. Trata-se,

portanto, de um registo de dados de uma observação. Já a imagem da direita da mesma figura foi obtida depois de se terem sujeitado as células a um ambiente osmótico adverso, no sentido de verificar que modificações ocorreriam na sua morfologia. Neste caso, a imagem corresponde então ao registo de dados experimentais.

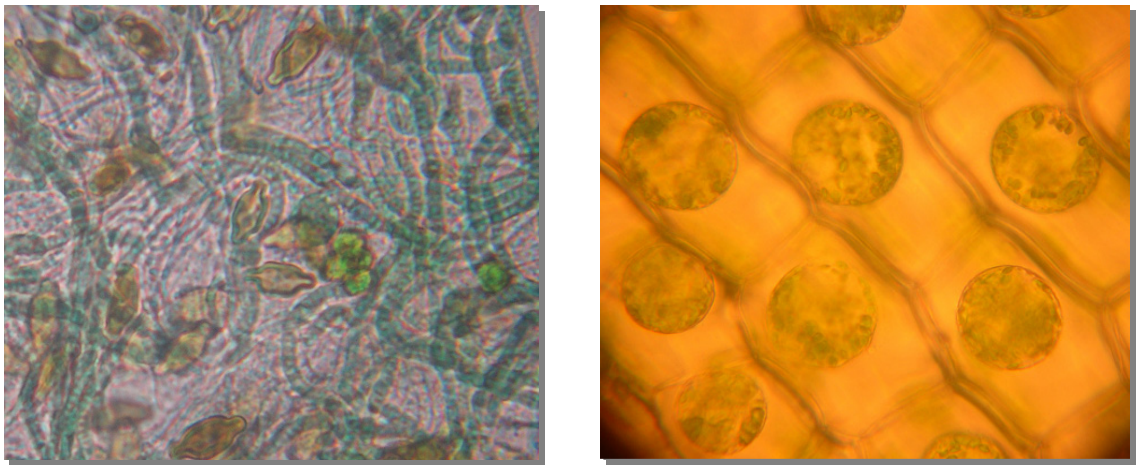


Figura 6.4.1: Imagens obtidas por câmara digital acoplada a um microscópio óptico com uma objectiva 40X

A escolha dos meios técnicos, dos enquadramentos e a selecção das imagens no universo das que estão disponíveis, são actos que só ingenuamente poderíamos considerar neutros, isto é, desprovidos de uma avaliação prévia do conteúdo das imagens. Deste modo, estas imagens são também fruto de uma acção reflexiva e não apenas uma acção de colheita mecânica "cega". No entanto, os critérios que estão na base da existência destas imagens não são revelados e, muitas vezes, nem sequer são conscientes.

- Interpretação de dados

As imagens classificadas neste grupo distinguem-se do grupo anterior na medida em que o criador tem uma acção deliberada e partilhada com os espectadores relativamente ao que compõe a imagem e ao que é omitido.

- Função organizativa/classificativa

São imagens em que os investigadores compilaram dados e os dispuseram de modo a induzir uma leitura. São muitas vezes constituídas por agregações de imagens de registos de dados.

- Função de apresentação de técnicas e instrumentos

Neste caso incluem-se as imagens que os investigadores constroem para clarificar as suas acções de manipulação (passadas ou futuras) e apresentam os instrumentos na base das suas acções.

- Conceptualização

Estas imagens são produto de uma tradução para linguagem visual daquilo que não é visível, nem sequer com a ajuda dos instrumentos amplificadores da visão. Constituem modelos que podem, ou não, estar assentes em dados visuais.

6.4.2. Tipos de imagem

Para fazer esta classificação foi utilizado primariamente o critério relativo ao processo que esteve na génese da imagem. Foram definidos três tipos básicos: desenhos, imagens fotográficas e imagens digitais.

- Desenhos

Imagens que têm em comum serem produzidas pela mão humana, mas que podem variar muito no que diz respeito aos conteúdos presentes. Esta "mão humana" continua a sê-lo, mesmo se em vez de usar um lápis, guiar um rato de um qualquer computador. Neste estudo criámos uma escala de apenas três níveis tendo em conta o grau de iconicidade da imagem. Chegámos a esta escala por simplificação da que RIBEIRO (RIBEIRO, 2004) apresenta. Assim o primeiro nível incluiria os desenhos propriamente ditos, isto é, imagens em que o referente físico é reconhecível e à volta do qual se constrói a imagem. No segundo nível encontramos imagens genericamente designadas por esquemas que utilizam uma simbologia não específica, por exemplo "setas" e formas geométricas para definir objectos ou espaços. O terceiro grupo é composto por imagens que utilizam uma simbologia muito específica criada para a representação de casos com fins específicos; é o caso por exemplo de representações de estruturas moleculares.

- Registo gráficos

Alguns instrumentos, como por exemplo aqueles que têm na sua base um osciloscópio[1], traçam automaticamente gráficos que os investigadores integram directamente nos seus artigos. Ao contrário de uma imagem fotográfica, que regista um momento, estas imagens dão a "ver" uma sucessão de instantes. Neste grupo incluímos ainda registos que são o resultado directo de algumas técnicas como por exemplo a electroforese e a cromatografia.

- Imagens fotográficas

Estas imagens formam-se pela acção de uma radiação electromagnética, luz visível, raios X ou outros, sobre materiais fotossensíveis ou dispositivos analógicos de projecção de imagens. Nas ciências da vida usam-se um sem número de técnicas cujo culminar é a obtenção de imagens por processos fotográficos. Este modo vai muito para além da simples fixação da imagem retiniana uma vez que envolve instrumentos que nem sequer produzem uma imagem passível de ser visível aos nossos olhos quer pelo comprimento de onda das radiações envolvidas quer pela quantidade de fotões em causa. Imagens obtidas através de sensores CCD, como é o caso das fotografias digitais, são consideradas dentro deste grupo porque se considera que o princípio de criação/obtenção destas imagens está mais próximo do processo fotográfico clássico do que do processo de síntese digital.

- Imagens de síntese digital

Imagens que foram criadas por dispositivos informáticos a partir de dados que não correspondem a captação directa de raios electromagnéticos mas sim são fruto de softwares diversos.

Um desenho criado com auxílio de um PC também não entra nesta categoria uma vez que o que determinou essa imagem foi em primeiro lugar, a "técnica da mão" e não o cálculo do software. Já a imagem criada por um programa que, por exemplo, peça um qualquer número dentro de um determinado intervalo como *input*, e que devolva uma imagem com um padrão fractal no ecrã, essa sim, trata-se de uma imagem de síntese digital.

[1] É o caso dos aparelhos que traçam os electrocardiogramas ou electroencefalogramas.

6.4.3. Técnicas das Ciências da Vida geradoras de dados visuais

As Ciências da Vida são, talvez, de entre as ciências ditas experimentais, aquelas que mais dependem de dados visuais. Desde as tarefas iniciais de descrição dos seres vivos até hoje, em que queremos entender a vida ao nível molecular, a visualização teve um papel superior ao da quantificação. Enquanto os físicos e matemáticos inventavam instrumentos de medida, os naturalistas usavam amplificadores da visão como os microscópios.

Aqui não vamos fazer uma inventariação exaustiva destas técnicas. Agrupamo-las em três classes – microscopia, técnicas de marcação e técnicas de separação – e centramo-nos sobre as mais significativas de cada grupo.

- Microscopia óptica

O microscópio óptico é o ícone que se cola à ideia de biólogo. Desde a "lente de aumento" até ao recente microscópio confocal os microscópios ópticos proporcionam o estudo da vida ao nível da sua unidade básica, a célula. Hoje, uma parte significativa do estudo da vida faz-se ao nível molecular e aí o microscópio óptico dá lugar a outros instrumentos.

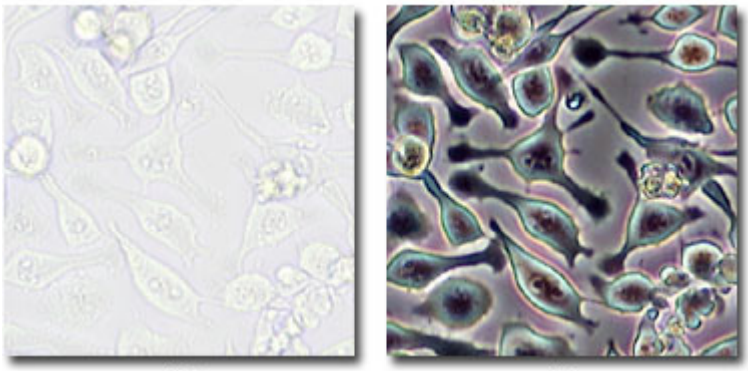


Figura 6.4.3.1: células vivas ao microscópio óptico. À esquerda foi usada uma iluminação simples e à direita utilizou-se contraste de fase

- Microscopia electrónica

A microscopia electrónica abriu caminho para o estudo da ultra-estrura celular, mas a sua utilização na Biologia celular só foi possível após o desenvolvimento de técnicas de preparação da peça a observar. As células só se deixam ver ao microscópio electrónico depois de terem uma "maquilhagem carregada" e assim os investigadores têm de aprender a ver o que se encontra atrás dessa máscara. A descodificação destas imagens implica o conhecimento

do conjunto de técnicas complexas que relaciona o objecto micrografado e a sua imagem.

Os dois tipos básicos de microscópios electrónicos, microscópio electrónico de transmissão (met) e microscópio electrónico de varrimento (mev), têm de comum o uso de feixes de electrões para produzir imagens, mas tudo o resto os separa: os met produzem imagens de fatias finíssimas de material biológico permitindo, por exemplo, conhecer a estrutura da maquinaria celular; já os mev produzem imagens da superfície dos objectos, por exemplo células, possibilitando um conhecimento da morfologia externa dos espécimes. Os met proporcionam um maior número de dados do que os mev, mas as imagens produzidas por estes têm um forte impacto visual e os cientistas usam-nas, muitas vezes apenas com essa intenção.

Figura 6.4.3.2: imagem à esquerda é uma microfotografia de célula bacteriana em divisão vista ao microscópio electrónico de transmissão. À direita, imagem de grãos de pólen variados obtida por um microscópio electrónico de varrimento

- Cristalografia de raios X

Esta técnica é usada para recolher informações acerca da estrutura de moléculas. Foi a partir de imagens de fibras de ADN, obtidas por este processo, que se chegou ao modelo de dupla hélice que é, hoje, universalmente reconhecido. No entanto, como a história da descoberta da estrutura de ADN mostra, não bastam estes dados para se inferir uma estrutura incontestável.

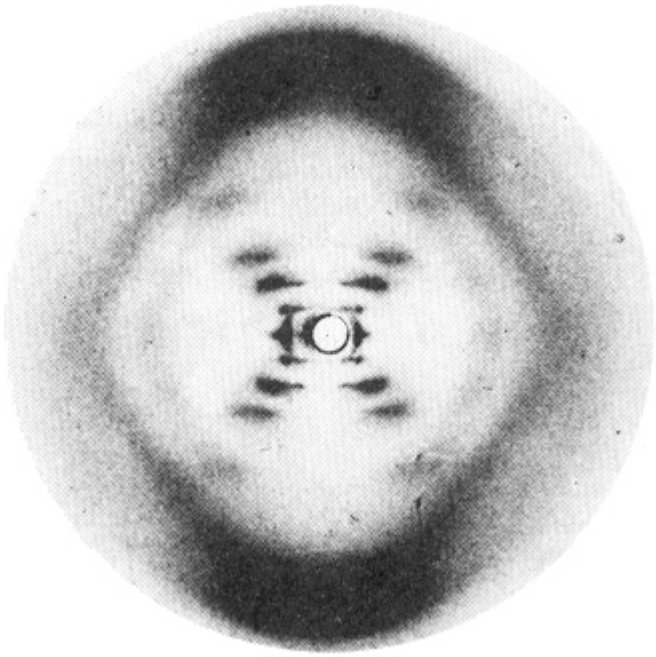


Figura 6.4.3.3: uma das imagens de difracção de raios X de fibras de ADN, produto do trabalho de Rosalind Franklin

- Marcação radioactiva e por fluorescência

Os sistemas vivos são intricados conjuntos de moléculas que interactuam e se deslocam continuamente. Seguir as pegadas de uma substância pode ser conseguido, se pintarmos as suas moléculas com uma "tinta", invisível para o sistema, mas que possamos detectar depois, de maneira inequívoca. É este o princípio subjacente a estas técnicas.

A utilização de isótopos radioactivos como marcadores é muito comum, uma vez que as moléculas que contêm estes isótopos (de fraca radioactividade) se comportam quimicamente do mesmo modo que as moléculas "naturais" e a detecção da sua presença é fácil, pois a radiação por eles emitida pode, por exemplo, impressionar uma película de material fotossensível, deixando aí uma marca da sua presença.

Os marcadores fluorescentes são moléculas que emitem luz de determinado comprimento de onda (cor), quando excitadas por uma luz incidente de determinada qualidade. A detecção dessa luz de resposta (fluorescência) pode ser feita directamente pelos nossos olhos, ou fixada por meios fotográficos ou digitais. A "maior dificuldade" está em associar o marcador à molécula, ou à estrutura que se pretende seguir. Para tratar este problema surgiu uma indústria que cria moléculas específicas com marcadores, para serem usadas num número enorme de situações[1]. Esta técnica surge associada a outras como, por exemplo, a microscopia confocal, de fluorescência e de *microarrays* de ADN.

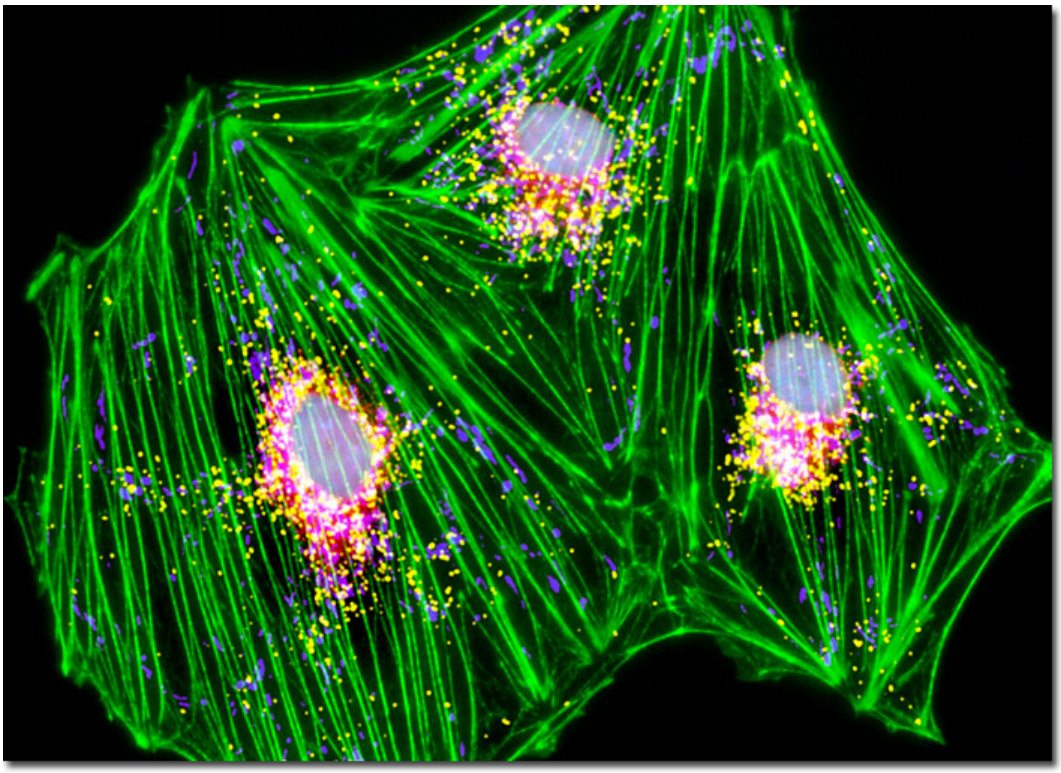


Figura 6.4.3.4: fotomicrografia obtida por microscópio de fluorescência. Células previamente tratadas com vários agentes fluorescentes que se ligam a diferentes estruturas celulares

- <u>Cromatografia e electroforese</u>

Os resultados destas técnicas de separação de moléculas constituem manchas que são directamente visíveis no meio de separação, ou transpostas para película fotográfica, se forem usados, previamente, marcadores radioactivos, ou de fluorescência. As biotecnologias actuais fizeram saltar para o grande

[1]Estas moléculas, a que se dá o nome de *fluorescent tags*, funcionam como etiquetas que se "colam" ao elemento que se quer seguir.

público imagens resultantes destas técnicas como por exemplo, a técnica de *DNA fingerprinting* que apresenta imagens (ver figura 6.4.3.5), a que se dá um uso semelhante às impressões digitais nos processos de identificação de indivíduos.

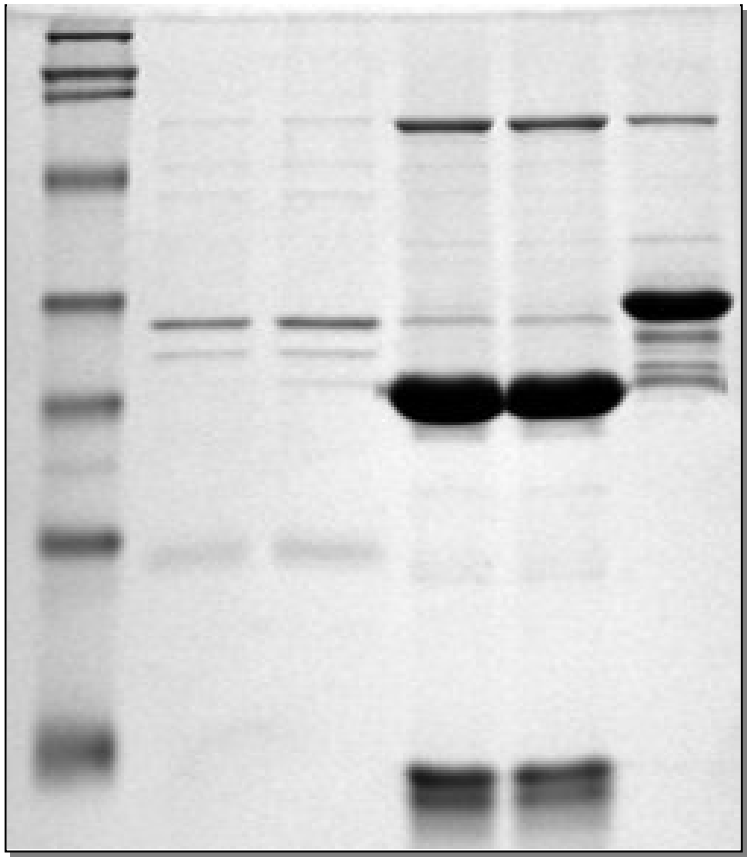


Figura 6.4.3.5: imagem resultante de electroforese em gel para DNA fingerprint

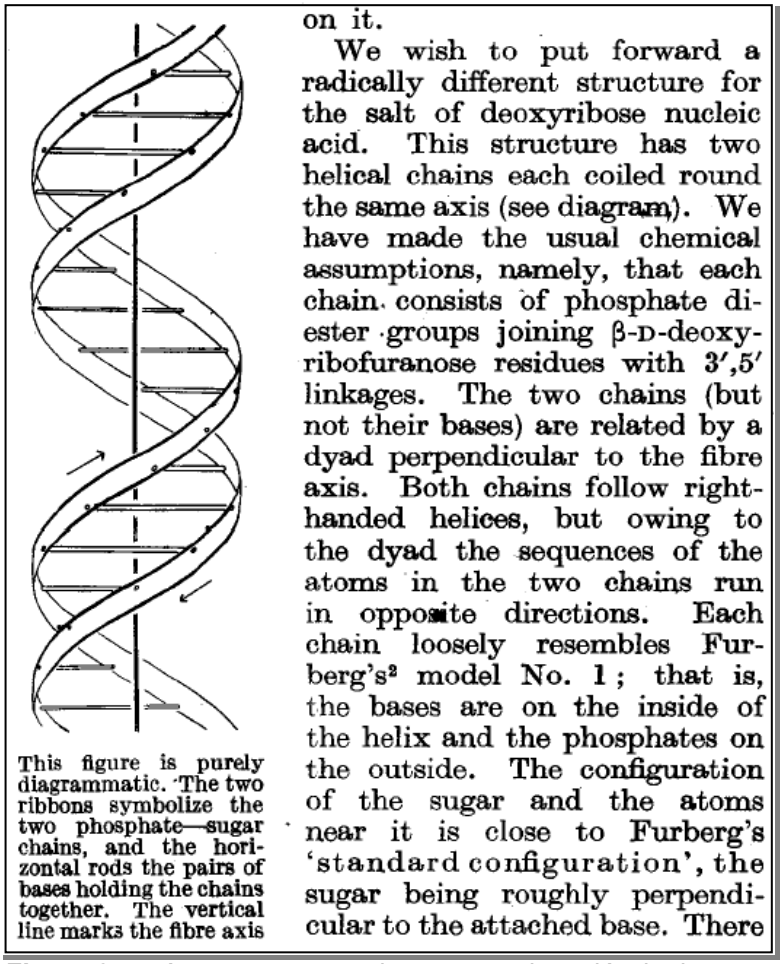
6.4.4. Autonomia das imagens relativamente ao contexto

Com este critério de análise pretendemos avaliar qual seria o potencial da imagem para poder vir a ser usada – citada – num outro artigo científico e mesmo noutro tipo de publicação. Esta característica está com certeza ligada não só à sua riqueza semântica mas também ao seu valor expressivo. Isabel Calado (CALADO, 1994, p. 107) refere-se a esta dualidade servindo-se também de outros qualificadores como cognitivo e denotativo por um lado, e afectivo, sedutor, mágico por outro.

Criámos uma escala de três graus. No “grau zero” foram classificadas as imagens que se apresentam tão especificamente ligadas ao conteúdo do artigo que integram, que perdem sentido se retiradas desse contexto; o valor expressivo destas imagens é baixo e assim torna-se difícil “vê-las” funcionar num

outro contexto. No outro extremo da escala situar-se-ão as imagens que valem por si, podem mesmo dispensar o elemento verbal para se afirmarem, mas neste grupo também se incluem as imagens com um carácter polissémico elevado e grande expressividade. No grau médio situam-se as imagens que podem facilmente integrar outros contextos, mas que arrastam consigo algo do contexto original para sobreviverem. Num processo de disseminação, as imagens que mais se multiplicam serão certamente aquelas que apresentam maior grau de autonomia.

Em Abril de 1953 a revista Nature publicou o célebre artigo de Watson e Crick. Este artigo, de pouco mais de uma página, continha a imagem reproduzida na figura 6.4.4.1. Esta representação propagou-se e transformou-se num ícone da sociedade moderna. Para além do desenvolvimento extraordinário das biotecnologias, também certos aspectos relacionados com o grafismo deste modelo contribuíram para este facto. Esta forma apresenta uma geometria simples e elegante, consegue dar resposta a questões complexas, é susceptível de dar mote para muitas metáforas e não desperta estranheza, uma vez que a dupla hélice é um motivo já usada na arte.



This figure is purely diagrammatic. The two ribbons symbolize the two phosphate—sugar chains, and the horizontal rods the pairs of bases holding the chains together. The vertical line marks the fibre axis

on it.

We wish to put forward a radically different structure for the salt of deoxyribose nucleic acid. This structure has two helical chains each coiled round the same axis (see diagram). We have made the usual chemical assumptions, namely, that each chain consists of phosphate diester groups joining β-D-deoxyribofuranose residues with 3′,5′ linkages. The two chains (but not their bases) are related by a dyad perpendicular to the fibre axis. Both chains follow right-handed helices, but owing to the dyad the sequences of the atoms in the two chains run in opposite directions. Each chain loosely resembles Furberg's[2] model No. 1; that is, the bases are on the inside of the helix and the phosphates on the outside. The configuration of the sugar and the atoms near it is close to Furberg's 'standard configuration', the sugar being roughly perpendicular to the attached base. There

Figura 6.4.4.1: representação da estrutura da molécula de ADN proposta por Watson e Crick.

6.5. Resultados da análise quantitativa

- Sobre as funções das imagens

O quadro seguinte e o respectivo gráfico sintetizam os dados obtidos pela aplicação do quadro de análise relativamente às funções das imagens. Os números apresentados na coluna da esquerda correspondem ao número absoluto de ocorrências e na coluna da direita estão as respectivas percentagens relativas ao universo de 354 imagens classificadas (consultar cdrom anexo).

	anos 60		anos 70		anos 80		anos 90		global	
ilustração	2	3,4	12	11,1	10	13,5	22	19,3	46	12,7
mostrar dados	37	63,8	39	36,1	34	45,9	31	27,2	141	40,2
interpretação de observações	10	17,2	3	2,8	1	1,4	2	1,8	16	4,5
mostrar técnicas	1	1,7	6	5,6	3	4,1	0	0,0	10	2,5
classificação	1	1,7	12	11,0	7	9,5	13	11,4	33	9,3
conceptualização	4	6,9	23	21,3	13	17,6	28	24,6	68	19,3
mais do que uma função	2	3,4	6	5,6	2	2,7	16	14,0	26	7,4
outras	1	1,7	7	6,5	4	5,5	2	1,8	14	4,0

Quadro 6.5.1: Distribuição das imagens analisadas segundo as suas funções

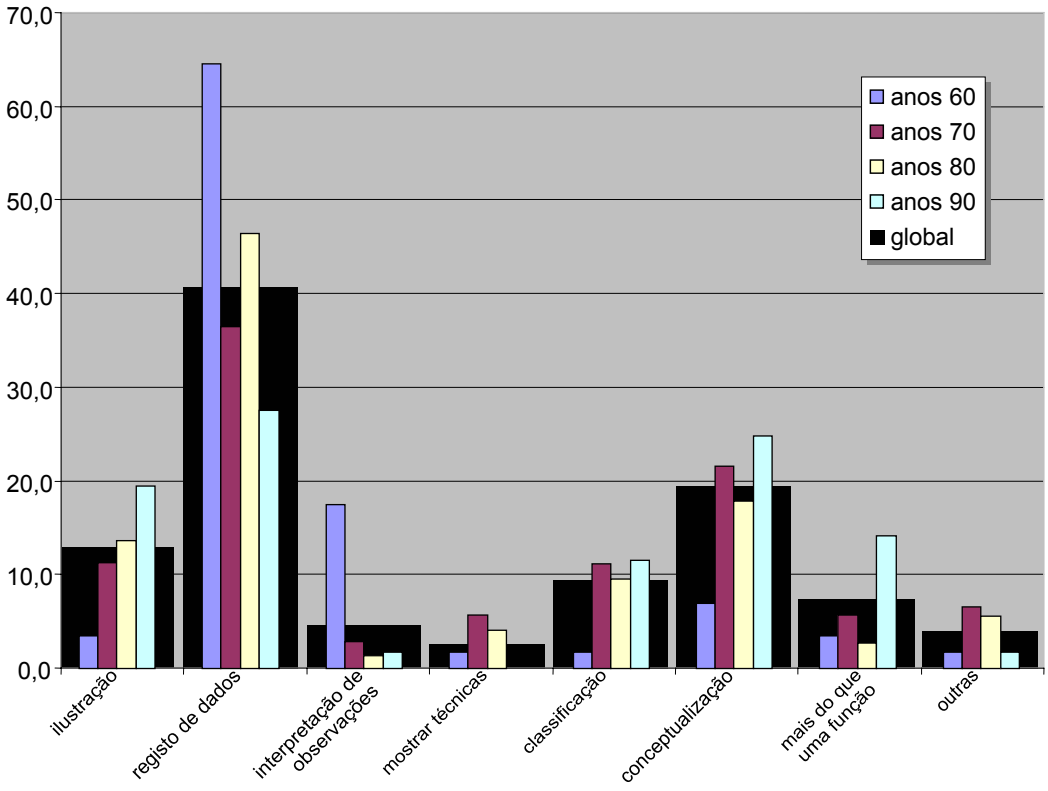


Gráfico 6.5.1: Distribuição das imagens analisadas segundo as suas funções

Seguidamente destacamos alguns aspectos resultantes da leitura destes dados.

- Existe uma prevalência clara da função de “registos de dados”. Muitos dados recolhidos no trabalho científico, quer sejam resultados da observação ou produtos de experimentação, são imagens. Assim, as imagens apresentadas resultam de um processo de selecção que o investigador efectua. Não conhecendo o universo para essa escolha não é possível tirar ilações acerca dos critérios que os cientistas usam, para seleccionar as imagens que integram os seus artigos.
- As imagens que correspondem a conceptualizações, ocupam o segundo lugar nesta lista. Neste caso, o cientista não se limita a fazer uma selecção, mas é ele próprio responsável pela construção destas imagens, daí que estas constituam um melhor indicador acerca da sua importância no processo de construção do conhecimento científico.
- Regista-se um aumento consistente das imagens que correspondem a ilustrações. Os principais responsáveis por este aumento das ilustrações não são os cientistas. De facto os artigos científicos de fundo continuam a ser “pobres” neste tipo de imagens, mas os editores passam a incluir temáticas que ligam ciência e sociedade e nestes assuntos este tipo de imagem aparece com maior frequência. Também a utilização da cor, uma maior resolução na impressão e um aumento do espaço impresso com imagens, contribuíram para que as ilustrações tenham ganho um maior protagonismo.
- Uma tendência que também resulta clara, neste estudo, é um grande incremento nos anos noventa, das imagens que comportam mais de uma função. Parte significativa das figuras deixou de ser composta por uma única imagem, para passar a ser uma composição de imagens, que podem ser de diferentes tipos. Estas figuras podem conter registos instrumentais e, ao mesmo tempo, modelos interpretativos desses dados. Esta mudança poderá corresponder a uma efectiva alteração qualitativa e significativa na utilização das imagens por parte dos cientistas uma vez que foge ao modo de exposição clássico que é seguido nos artigos científicos típicos.
- Na categoria “outras” reuniram-se imagens como *cartoons* humorísticos e fotografias de cientistas ou outros agentes da ciência. O número pequeno destas imagens não permite que se possam tirar ilações relativamente a estas “funções”.

- sobre os tipos de imagem

Atenda-se ao quadro seguinte e respectivo gráfico. O universo analisado foi distribuído pelas categorias apresentadas e aqui apresentam-se os valores percentuais obtidos.

Entenda-se por “imagens mistas” aquelas são compostas por elementos de tipos diferentes, por exemplo, incluem fotografia e simultaneamente desenho.

	anos 60		anos 70		anos 80		anos 90		global	
desenhos	15	25,9	36	33,3	24	32,4	37	32,5	112	31,6
imagens fotográficas	35	60,3	63	58,3	37	50,0	48	42,1	183	51,7
imagens mistas	2	3,4	3	2,8	4	5,4	18	15,8	27	7,6
registos gráficos	6	10,3	5	4,6	4	5,4	5	4,4	20	5,6
imagens digitais	0	0,0	1	0,9	5	6,8	6	5,3	12	3,4

Quadro 6.5.2: Distribuição das imagens analisadas segundo o seu tipo

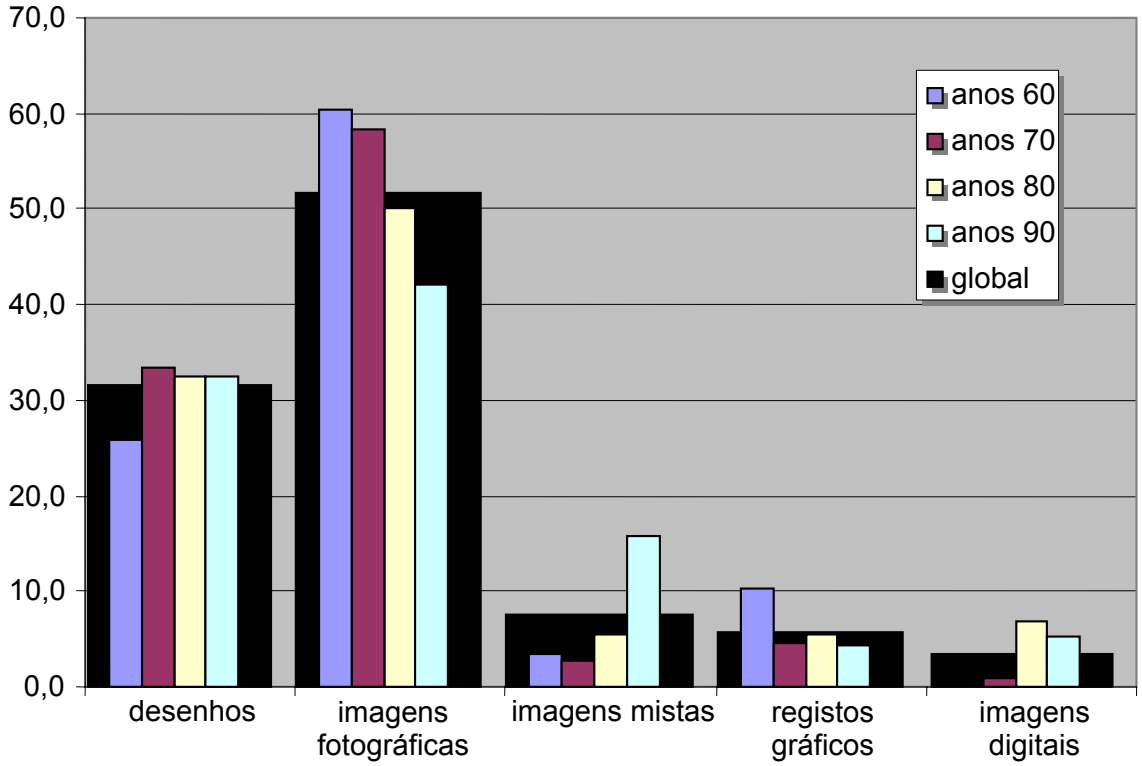


Gráfico 6.5.2: Distribuição das imagens analisadas segundo o seu tipo

Relativamente a estes dados queremos destacar os seguintes aspectos:
- Existe uma preponderância clara das imagens fotográficas. Este predomínio deve-se com certeza ao encontro de vários factores, uns de natureza técnica outros epistemológicos. Relativamente aos aspectos técnicos, salientamos: a maturidade das tecnologias fotográfica e de reprodução em massa; a versatilidade da fotografia, que permite a sua associação a um grande número de outras técnicas. Sobre os aspectos epistemológicos, já anteriormente abordados, lembramos agora a autenticidade, a verificabilidade e objectividade do registo fotográfico, que são características muito apreciadas pelos cientistas.
- O aumento das "imagens mistas" nos anos noventa está claramente ligado à criação de imagens que reúnem vários elementos de proveniências e funções distintas. Esta alteração, já verificada na distribuição das funções, pode explicar a diminuição aparente das "imagens fotográficas", já que os outros tipos têm variações menos evidentes. Classificamos a diminuição das "imagens fotográficas" de "aparente" na medida em que grande parte das "imagens mistas" têm elementos fotográficos na sua composição.
- Não se regista um aumento de utilização das "imagens digitais", ao contrário do que seria de esperar, dada a extraordinária importância dos meios informáticos também nas ciências da vida. Para compreender este caso atenda-se ao facto de que algumas "imagens mistas" apresentarem elementos digitais e sobretudo pondere-se que as imagens digitais não são substitutas das imagens fotográficas, mas antes vêm trazer à "visão" conceitos, ou fenómenos "invisíveis" e esta capacidade é já explorada sem no entanto roubar espaço às imagens fotográficas.

Ainda sobre os tipos de imagem fizemos uma classificação dos desenhos e das imagens fotográficas em subgrupos, de acordo com critérios já apresentados neste capítulo.

O quadro 6.5.3 e respectivo gráfico mostram a distribuição das imagens tipo "desenho" em três categorias. Classificaram-se como "desenhos miméticos", os desenhos em que o referente "natural" é evidente. "Esquemas genéricos" são os desenhos construídos sobre formas geométricas, sinalética ele-

mentos simbólicos não específicos. “Esquemas específicos” usam uma simbologia própria da área científica em que se inserem.

	anos 60		anos 70		anos 80		anos 90		global	
desenhos miméticos	6	40,0	7	19,4	7	29,2	5	13,5	25	22,3
esquemas genéricos	6	40,0	15	41,7	14	58,3	25	67,6	60	53,6
esquemas específicos	3	20,0	14	38,9	3	12,5	7	18,9	27	24,1

Quadro 6.5.3: Distribuição dos desenhos analisados segundo três tipos

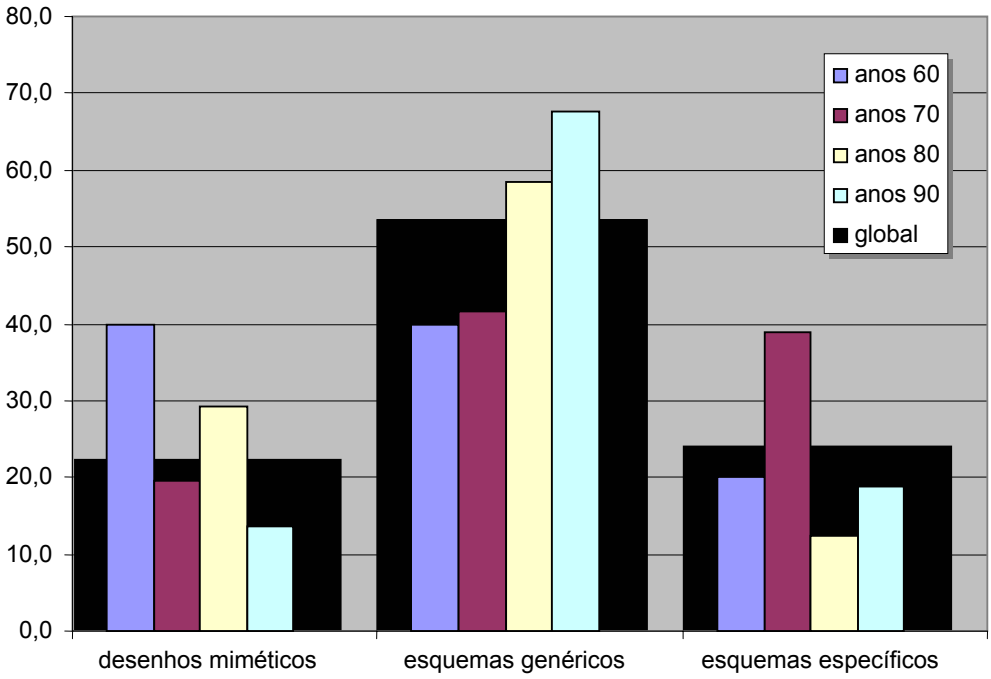


Gráfico 6.5.3: Distribuição dos desenhos analisados segundo três tipos

Sobre estes dados apenas se salienta a progressiva importância dos esquemas genéricos. Provavelmente esta alteração está associada ao decréscimo dos desenhos miméticos, que eram típicos das épocas em que as ciências da vida se resumiam à História Natural, mas têm menos importância na era das biotecnologias.

O quadro 6.5.4 e respectivo gráfico mostram a distribuição das imagens tipo “imagens fotográficas” em várias categorias mediante técnicas associadas.

	anos 60		anos 70		anos 80		anos 90		global	
fotografia simples	16	45,7	29	46,0	17	45,9	23	47,9	85	46,4
microscopia óptica	10	28,6	11	17,5	15	40,5	18	37,5	54	29,5
microscopia electrónica de transmissão	8	22,9	16	25,4	2	5,4	3	6,3	29	15,8
microscopia electrónica de varrimento	0	0,0	5	7,9	2	5,4	3	6,3	10	5,5
outras	1	2,9	2	3,2	1	2,7	1	2,1	5	2,7

Quadro 6.5.4: Distribuição das imagens fotográficas analisadas

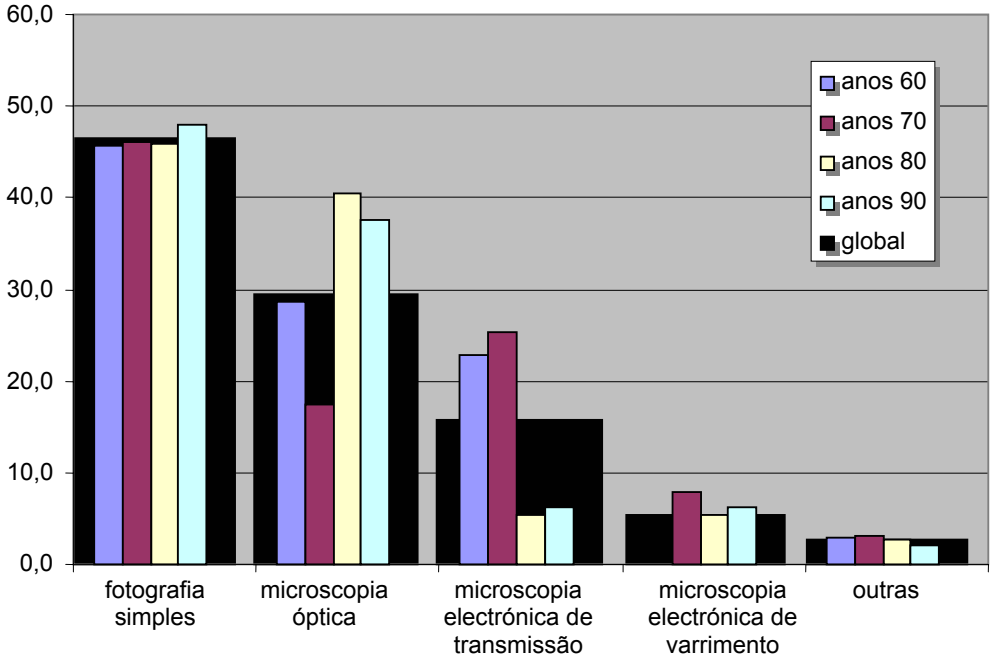


Gráfico 6.5.4: Distribuição das imagens fotográficas analisadas

A percentagem de fotografias que não envolvem outra instrumentação criadora de imagens permaneceu como o tipo de imagem fotográfica mais usado. Esta estabilidade deve estar relacionada com o facto da fotografia ser uma técnica bastante estável e que não teve alterações significativas durante o período de estudo. Já o aumento das imagens de microfotografia óptica pode explicar-se pelas novas técnicas de microscopia como a microscopia confocal que alargam o campo de utilização do microscópio óptico levando assim ao aparecimento de maior quantidade de imagens. O mesmo, mas em sentido inverso, ter-se-á passado com a microscopia electrónica de transmissão, isto é,

neste caso não apareceram “novidades” significativas na utilização do microscópio electrónico de transmissão nas décadas de oitenta e noventa e, daí, a “queda” no número de imagens resultantes destas técnicas.

- Sobre técnicas das Ciências da Vida geradoras de dados visuais

O quadro 6.5.5, e respectivo gráfico, apresentam uma contagem relativa do número de ocorrências de um conjunto de técnicas responsáveis por grande parte das imagens recolhidas. Esta distribuição foi feita num universo de 152 ocorrências identificadas.

	anos 60		anos 70		anos 80		anos 90		global	
microscopia óptica	11	37,9	14	32,6	17	48,6	23	51,1	65	42,8
microscopia electrónica de transmissão	8	27,6	17	39,5	6	17,1	3	6,7	34	22,4
microscopia electrónica de varrimento	0	0,0	7	16,3	2	5,7	3	6,7	12	7,9
técnicas de marcação por fluorescência ou isótopos radioactivos	1	3,4	2	4,7	3	8,6	4	8,9	10	6,6
técnicas de separação: cromatografia e electro-forese	9	31,0	3	7,0	7	20,0	12	26,7	31	20,4

Quadro 6.5.5: Distribuição das ocorrências de imagens segundo as técnicas assinaladas

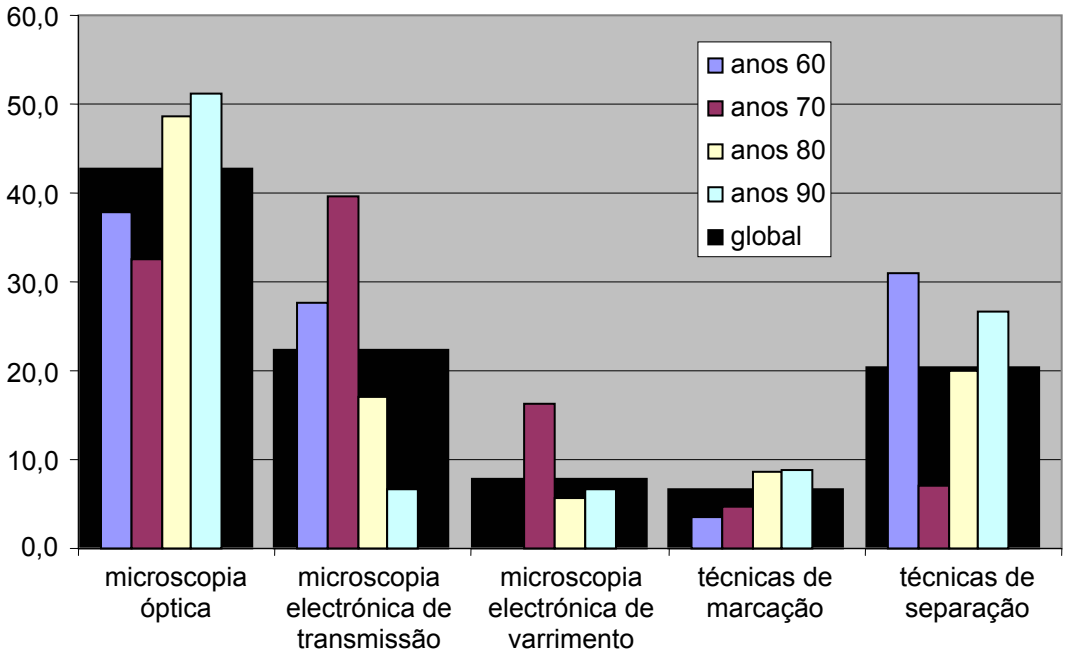


Gráfico 6.5.5: Distribuição das ocorrências de imagens segundo as técnicas assinaladas

Esta contagem veio reforçar os dados analisados anteriormente que apontavam para uma grande importância das imagens produzidas pela microscopia óptica. Estas técnicas, que têm em comum produzir dados visuais, podem situar-se a dois níveis: por um lado, as diferentes microscopias que "trabalham" a nível celular; por outro, as técnicas de marcação e separação que vão ao nível molecular. Pensando nestes termos, é clara a preponderância do "nível celular" sobre o "nível molecular", no que diz respeito a dados visuais.

O quadro 6.5.6 e respectivo gráfico mostram a distribuição das imagens analisadas de acordo com a área das ciências da vida em que se inserem.

	anos 60		anos 70		anos 80		anos 90		global	
biologia celular	10	17,2	14	13,0	9	12,2	14	12,3	47	13,3
biologia molecular	8	13,8	19	17,6	8	10,8	17	14,9	52	14,7
genética	2	3,4	3	2,8	18	24,3	10	8,8	33	9,3
biologia do desenvolvimento	4	6,9	5	4,6	1	1,4	11	9,6	21	5,9
ecologia/ambiente	0	0,0	6	5,6	1	1,4	6	5,3	13	3,7
histologia	4	6,9	2	1,9	4	5,4	4	3,5	14	4,0
fisiologia animal e vegetal	10	17,2	19	17,6	10	13,5	22	19,3	61	17,2
microbiologia	5	8,6	6	5,6	0	0,0	3	2,6	14	4,0
evolução	1	1,7	7	6,5	2	2,7	7	6,1	17	4,8
vida animal	3	5,2	1	0,9	5	6,8	7	6,1	16	4,5
técnicas de investigação	3	5,2	6	5,6	6	8,1	1	0,9	16	4,5
outras	8	13,8	20	18,5	10	13,5	12	10,5	50	14,1

Quadro 6.5.6: Distribuição das imagens de acordo a área das ciências da vida em que se inserem

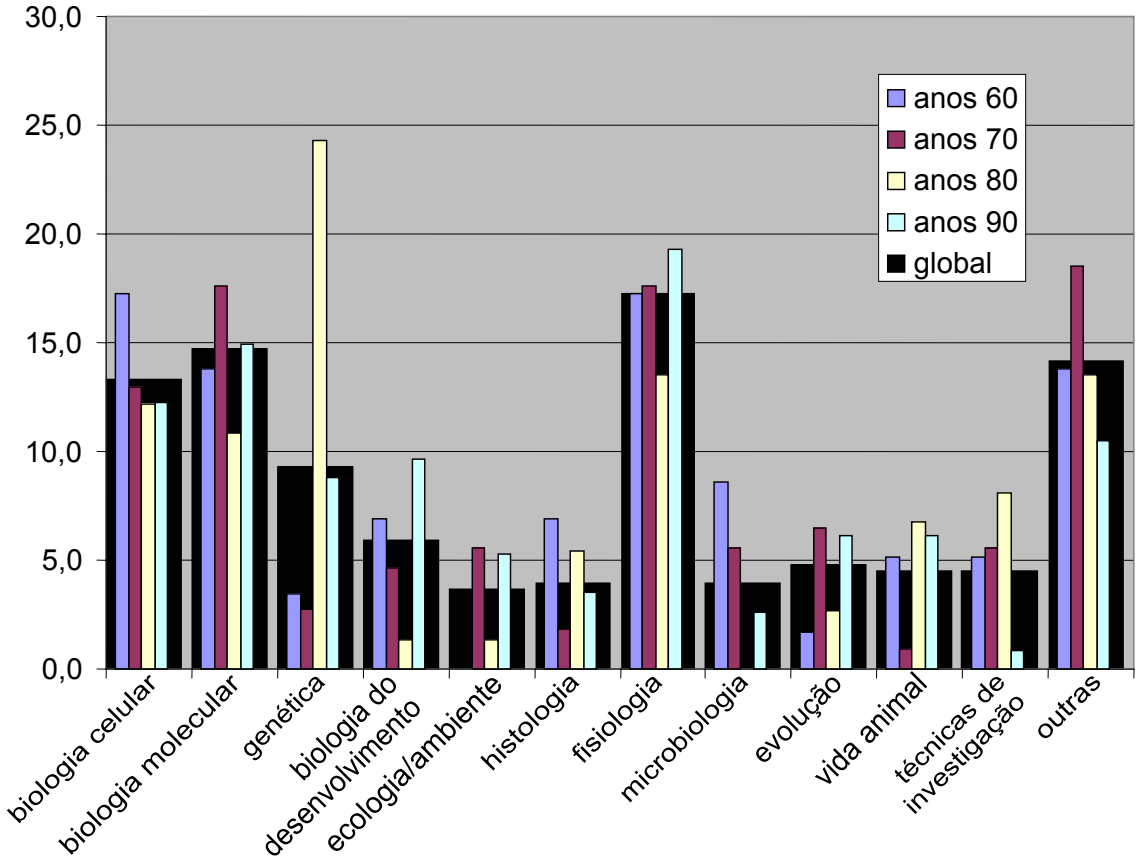


Gráfico 6.5.6: Distribuição das imagens de acordo a área das ciências da vida em que se inserem

No conjunto "outras" estão reunidas temáticas que por si sós não atingiam um número significativo de ocorrências.

Destacam-se os temas da "biologia celular", "biologia molecular" e "fisiologia", o que não representa uma surpresa pois trata-se de temáticas muito abrangentes.

Aparentemente existe uma contradição com os dados expressos no quadro anterior (6.5.5), que leva a concluir sobre uma prevalência do "nível celular" sobre o "nível molecular". Realmente esta contradição é apenas aparente, porque as imagens da "histologia" são fundamentalmente imagens de microscopia óptica e, portanto, no caso anterior estas situações apareciam, e bem, somadas.

Das variações ocorridas ao longo dos anos destaca-se, nos anos oitenta, o pico dos casos classificados na categoria "genética". É nos anos oitenta que estão as raízes das biotecnologias, que dominam o panorama das ciências da vida actualmente. Nesses anos há de facto um *boom* de trabalhos de gené-

tica que estão na base de muitas investigações recentes enquadradas em áreas muito diversas.

- Sobre a autonomia das imagens relativamente ao contexto

O quadro 6.5.7 e respectivo gráfico, apresentam, em termos percentuais, uma distribuição de um universo de 340 imagens avaliadas segundo o seu grau de autonomia face ao contexto de onde foram recolhidas.

	anos 60		anos 70		anos 80		anos 90		global	
sem autonomia	19	32,8	25	25,0	19	26,0	18	16,5	81	23,8
alguma autonomia	26	44,8	18	18,0	21	28,8	35	32,1	100	29,4
muita autonomia	13	22,4	57	57,0	33	45,2	56	51,4	159	46,8

Quadro 6.5.7: Distribuição das imagens de acordo o seu grau de autonomia

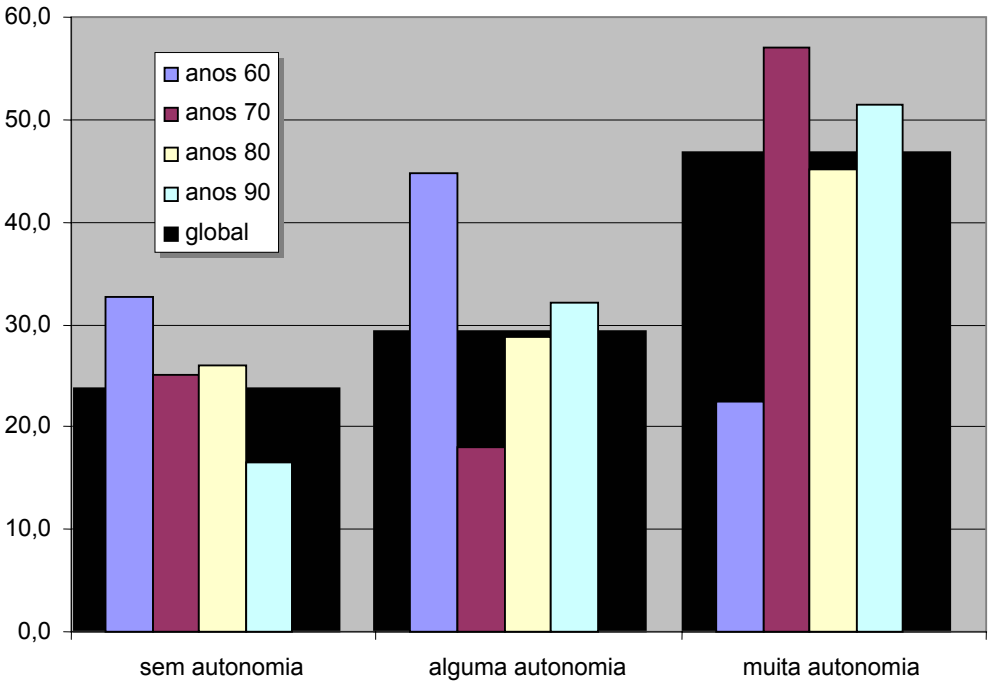


Gráfico 6.5.7: Distribuição das imagens de acordo o seu grau de autonomia

Globalmente é possível afirmar que a “autonomia” prevalece sobre a “não autonomia” e que esta característica se acentuou com o tempo. Estes dados estão em concordância com os dados relativos à análise funcional das imagens, já apresentados. Era de esperar que as imagens que apresentavam menor grau de autonomia estivessem ligadas à função de “mostrar dados”, e que as de maior autonomia fossem as que tinham funções de “ilustração” e “conceptualização”. Esta correlação foi verificada.

Se distribuirmos, em partes iguais, as imagens que foram classificadas como tendo alguma autonomia, ficamos com uma relação 3 para 2, favorável às imagens com elevado grau de autonomia. Ainda assim também é válido afirmar que uma parte muito significativa das imagens que integram os artigos científicos não tem vida para além destes.

6.6. Síntese dos resultados

Seguidamente apresentamos um conjunto de itens que sintetizam os resultados expostos neste capítulo:

- Os cientistas usam as imagens preferencialmente para partilhar as suas observações e mostrar os seus resultados experimentais.

- A fotografia ainda ocupa o lugar mais importante como técnica na base das imagens das ciências da vida.

- As microscopias, as técnicas de marcação por fluorescência e por isótopos radioactivos e a técnicas de separação como a cromatografia e electroforese são responsáveis pela produção da maior parte das imagens das ciências da vida.

- As imagens de síntese digital não têm a relevância que seria de esperar dada a importância dos meios informáticos na investigação das ciências da vida.

- Uma grande parte das imagens produzidas pela comunidade científica não tem vida fora desta comunidade.

- As funções expressivas da imagem têm ganho espaço mesmo nos artigos científicos mais “racionalistas”.

- Na década de noventa nota-se uma tendência para usar as imagens não de forma isolada mas criando composições que expressam toda uma ideia tal como se constrói uma frase com palavras. Em alguns artigos a maior parte do texto é o que aparece nas legendas das figuras.

- Actualmente são já significativos os casos de cooperação entre cientistas e artistas no campo da produção de imagens.

- Muitas das imagens publicitárias nestas revistas são elas próprias imagens científicas usadas seguindo os mesmos princípios que a publicidade utiliza nos outros meios.

- A utilização das imagens ao longo destas décadas reflecte a aproximação da ciência à sociedade mas se tivermos em conta apenas estes resultados diríamos que essa aproximação é muito tímida.

7- As imagens das Ciências da Vida em manuais escolares do ensino secundário

Neste estudo sobre a imagética nos manuais escolares do ensino secundário português, desde os anos sessenta até ao fim do século XX, pretendeu-se conhecer:

- as funções que as imagens desempenham nestas publicações;
- as tendências evolutivas que se verificaram ao longo destas quatro décadas;
- as concepções de dominantes ciência, e como estas mudaram durante este espaço de tempo;

Para este estudo procedemos a uma recolha exaustiva das imagens de oito manuais da área das ciências da vida. Escolhemos dois livros de cada uma das décadas sobre as quais o estudo recaiu. Os destinatários desses manuais eram estudantes dos 14 aos 17 anos de idade. A selecção foi feita de um modo aleatório de entre o espólio de uma biblioteca escolar e outra de um professor de ciências. Desta recolha resultou uma base com 849 imagens. Uma vez que o número de imagens dos anos oitenta e noventa era muito superior ao das décadas de 60 e 70, procedemos a uma escolha aleatória de 50% das imagens dessas décadas e, desse modo, obtivemos um total de 578 imagens que foram então classificadas.

O estudo das imagens dos manuais foi feito posteriormente ao das revistas. Utilizámos o mesmo quadro de análise usado na classificação das imagens das revistas e, assim, avançamos já, neste capítulo, com uma análise comparativa entre estes dois universos.

Neste caso não efectuamos uma distribuição das imagens pela área das ciências da vida em que se inserem na medida em que essa classificação iria reflectir mais as áreas curriculares, que constam nos programas das disciplinas, do que as opções dos autores. Também não foi avaliada quantitativamente a autonomia das imagens relativamente ao contexto. É natural que as imagens dos manuais tenham na sua maioria autonomia face ao contexto na medida em que estas imagens já existiam antes do manual, isto é, elas vieram de outros contextos para os manuais, não foram produzidas especificamente para aquele contexto.

7.1. Dez casos para dez ideias

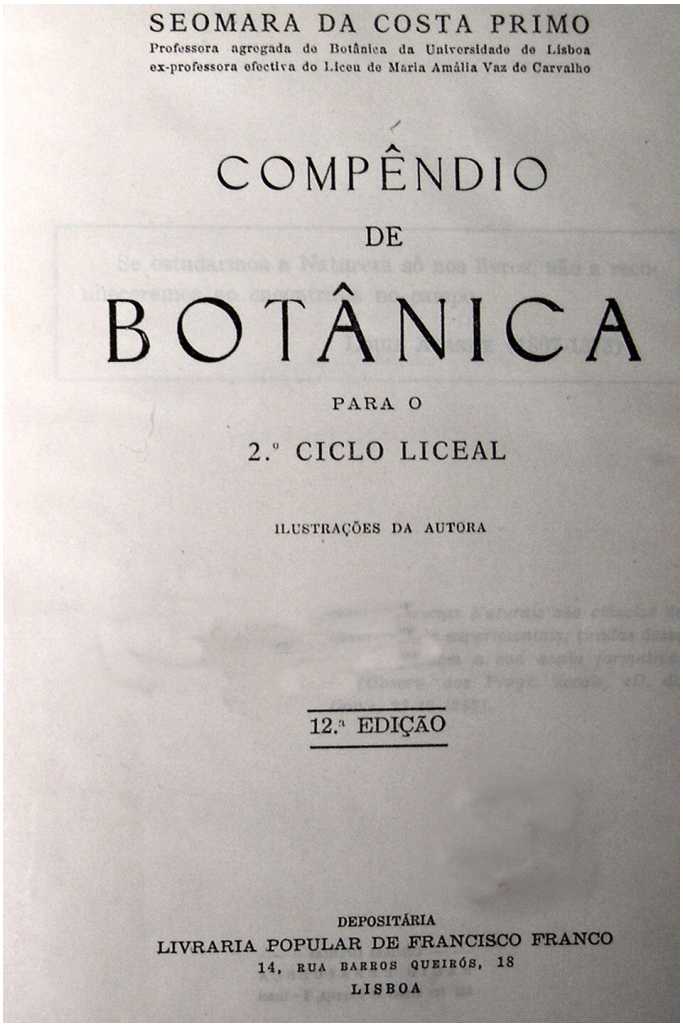
Apresentam-se aqui algumas situações escolhidas para exprimir ideias chave que emanaram deste estudo.

- Estudar é representar

Durante séculos a tarefa primária dos naturalistas foi inventariar o mundo vivo. Os textos, as ilustrações e a conservação de espécimes concorriam e complementavam-se nessa tarefa imensa. Reflectindo esta ciência, ainda nos anos sessenta, nas escolas, os "laboratórios" de Ciências Naturais estavam cheios de colecções de espécimes conservados e quadros onde a anatomia dos seres era dissecada. A organização dos espaços seguia rigorosamente a taxomomia que vinha desde Lineu; animais para um lado, plantas para outro e a cada um o seu lugar, de acordo com as suas bem visíveis, características.

Nos manuais escolares desta época é evidente esta concepção das Ciências Naturais. Como tarefas para o estudante os manuais propunham a organização de herbários, colecções de borboletas, etc. Os trabalhos eram assim hierarquizados: – primeiro recolher e organizar espécimes; depois representar e por fim escrever sobre. Estas eram as funções dos aprendizes de ciências e tinham sido também as dos naturalistas. Nesta perspectiva a ilustração é uma tarefa da responsabilidade do cientista e não do artista. Assim, as imagens destes manuais constituem colecções de dados que são objecto de estudo.

O caso que trazemos aqui é o de um manual de Botânica, “COMPÊNDIO DE BOTÂNICA PARA O 2º CILCO LICEAL” da autoria de Seomara da Costa Primo (o exemplar consultado era de 1963). As ilustrações deste manual foram realizadas pela própria autora e esse facto está indicado claramente na página de rosto do livro (ver figura 7.1.1). Como iremos ver, esta relevância dada às ilustrações é algo que se vai perder.


SEOMARA DA COSTA PRIMO
Professora agregada de Botânica da Universidade de Lisboa
ex-professora efectiva do Liceu de Maria Amália Vaz de Carvalho

COMPÊNDIO
DE
BOTÂNICA
PARA O
2.º CICLO LICEAL

ILUSTRAÇÕES DA AUTORA

12.ª EDIÇÃO

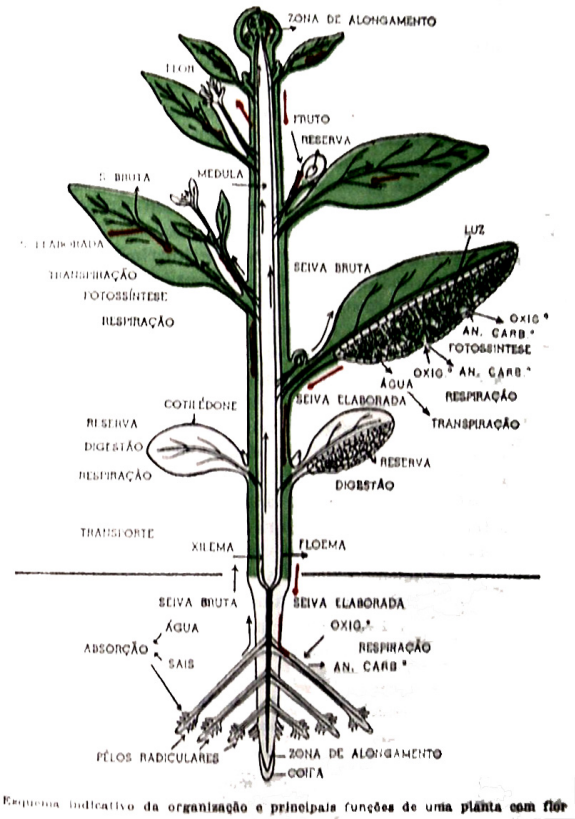
DEPOSITÁRIA
LIVRARIA POPULAR DE FRANCISCO FRANCO
14, RUA BARROS QUEIRÓS, 18
LISBOA

figura 7.1.1: Página de rosto de manual

- Plantas verdes e sangue azul

Até meados da década de setenta, o uso da cor nos manuais limitou-se à capa e a algumas páginas especiais até no papel usado, que continham ilustrações coloridas de plantas, ou animais. Aparecem contudo alguns casos excepcionais em que a cor é usada e assim se consegue sublinhar uma ideia de um modo bastante eficaz. Nestes casos, a cor é obtida por uma impressão sobreposta de uma tinta chapada, verde ou vermelho. Deste modo parece que estas figuras foram "anotadas" manualmente tal como as imagens de um livro para colorir.

A imagem reproduzida na figura 7.1.2 aparece num livro onde a cor é apenas usada em certas figuras. Pintando as folhas de verde consegue-se vincar a associação entre a cor verde destes órgãos, e a função por eles desempenhada. Esta associação da cor verde com o papel das plantas surge com a descoberta da clorofila e fotossíntese e estendeu-se depois, por variadíssimas áreas, como por exemplo à política.



Esquema indicativo da organização e principais funções de uma planta com flor

figura 7.1.2: Imagem do manual COMPÊNDIO DE BOTÂNICA PARA O 2º CILCO LICEAL", Seomara da Costa Primo.

Uma outra situação, em que a cor é usada excepcionalmente, é o caso de figuras que representam sistemas circulatórios de animais. Nestes esquemas, a distinção entre sangue venoso e sangue arterial era feita, e continua a ser representando o sangue arterial pela cor vermelha e o sangue venoso pela cor azul. Esta simbologia tem raízes muito profundas na cultura e em observações usuais como por exemplo a cor das veias ou da pele de indivíduos em carência de oxigénio. No entanto é um facto que a cor do sangue, venoso ou arterial, é vermelha. Esta "contradição" se por um lado pode dificultar a interiorização do assunto também pode suscitar uma reflexão que permita uma melhor compreensão.

O livro do qual foi retirada a imagem da figura 7.1.3 é de 1971. Das vinte e nove imagens, recolhidas deste livro, apenas cinco têm alguma cor (apenas o vermelho e/ou o azul). Destas cinco, três apresentam cor para distinguir sangue venoso de sangue arterial.

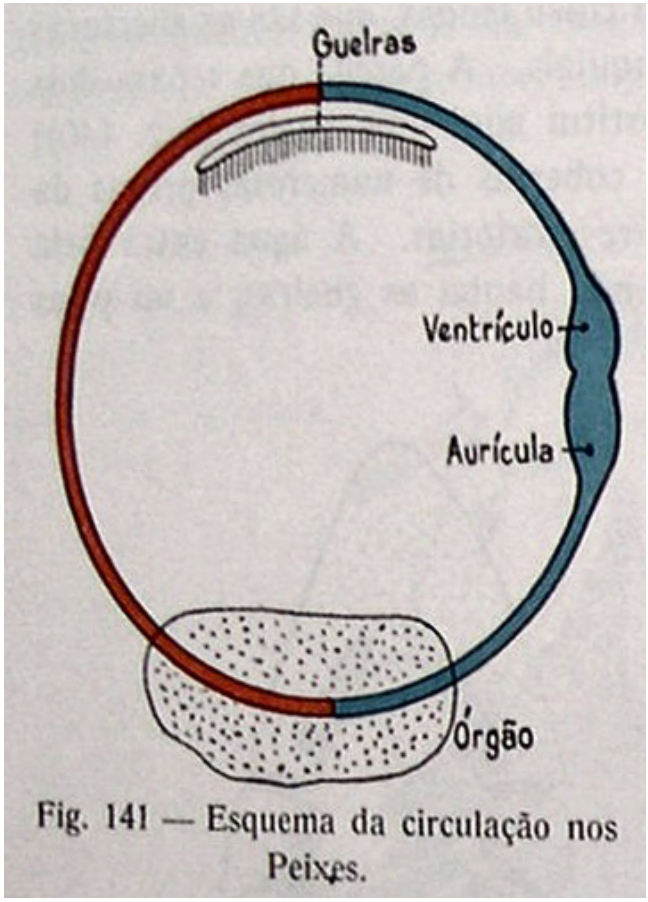


figura 7.1.3: Imagem do manual "Compêndio de Biologia para o 7º ano Liceal" de Américo Pires de Lima e Augusto Soeiro, 1971

- Fotografia para quê?

Para além da cor, outro recurso raramente utilizado nos manuais anteriores a meados da década de setenta, é a fotografia. A resolução de impressão usada nos livros em estudo das décadas de sessenta e setenta, abaixo das 40 linhas por cm (<175dpi), é insuficiente para garantir uma reprodução das imagens fotográficas que permita uma leitura satisfatória da imagem, particularmente se esta contiver uma razoável riqueza de elementos. Ainda assim, aparecem nos manuais desta época algumas imagens fotográficas. Analisando estas imagens depressa concluímos que as razões para a sua inclusão nos manuais não está no seu conteúdo, nem sequer na sua expressividade. Muito possivelmente, o móbil para a inclusão das ditas imagens é a necessidade de acompanhar os tempos. Nesta época as imagens fotográficas têm um papel relevante nos meios de produção de ciência e, em muitas publicações, são usadas profusamente. Neste contexto um livro de ciências que não inclua fotografias pode ser considerado obsoleto. Compreende-se assim que autores e/ou editores forcem a utilização destas imagens ignorando as limitações técnicas a que estão sujeitos. Consideramos que algo idêntico sucedeu e ainda sucede relativamente às imagens digitais. Também, neste caso, é comum forçar a utilização de meios digitais com condições técnicas e de *know-how* que comprometem a qualidade dos produtos.

A figura 7.1.4 mostra uma imagem e respectiva legenda publicada num manual de 1971. O tamanho da reprodução aqui é sensivelmente o mesmo do da publicação original. Esta imagem vale pelo facto de ser um "caso raro" no manual; raro apenas por ser uma das três fotografias de entre as vinte e nove imagens, que foram recolhidas nesse manual. Por isso, talvez, possa funcionar como uma mnemónica para a informação textual da página onde se encontra. Num tempo em que a ciência é encarada como um edifício bem estruturado de dados e teorias, tal hipótese não é de descartar.

Fig. 57 — Pinheiro bravo.

figura 7.1.4: Imagem do manual "Compêndio de Biologia para o 7º ano Liceal" de Américo Pires de Lima e Augusto Soeiro, 1971

- Chaves e Fechaduras

Para explicar o modo de acção enzimática Emil Fisher utilizou pela primeira vez, por volta de 1890, a célebre analogia com o mecanismo da chave-fechadura. Nesta metáfora, a enzima correspondia à fechadura, e a chave ao seu substrato. Vincava-se a ideia de que só a chave apropriada se podia ligar com a respectiva fechadura e que isso se explicava pela conformação dos elementos. Qualquer manual que trate este assunto expõe esta ideia, apesar de hoje os conhecimentos que existem sobre acção enzimática apontarem para modelos menos simplistas. Verifica-se que na passagem desta ideia para a linguagem visual dá-se uma abstractização dos elementos e assim substrato e enzima são normalmente representados por formas bidimensionais que encaixam como peças de um puzzle (ver figura 7.1.5).

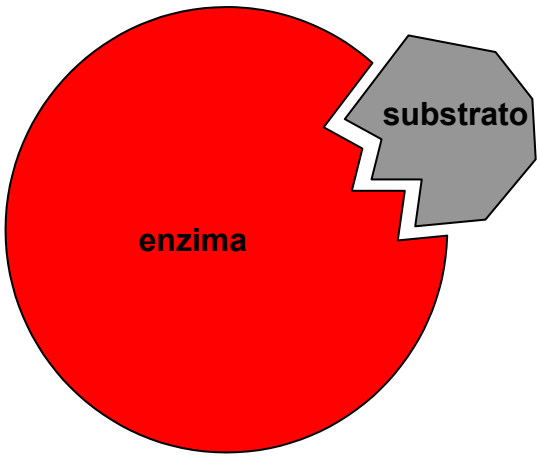


figura 7.1.5: representação do complexo enzima-substrato segundo o modelo chave-fechadura

Raramente a analogia da chave-fechadura é transposta para a linguagem visual levando à letra o texto. No entanto, tal não é o caso apresentado na figura 7.1.6. Nesta imagem a chave é representada por uma chave e a fechadura por um aloquete, mas os "papéis" atribuídos a cada elemento foram trocados; a chave representa a molécula de enzima e a fechadura o substrato. Esta inversão dá uma ideia menos rigorosa relativamente à relação estrutural entre enzima e substrato mas, ao mesmo tempo, traduz a ideia da enzima ser o agente modificador do substrato, o que é um aspecto positivo.

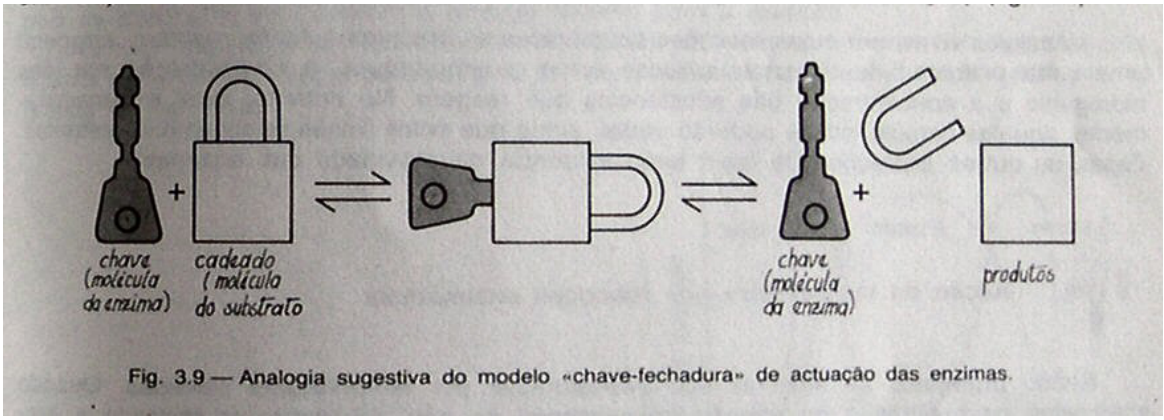


Fig. 3.9 — Analogia sugestiva do modelo «chave-fechadura» de actuação das enzimas.

figura 7.1.6: Imagem incluída no manual "Biologia – Espreitar a Vida" de Conceição Soeiro e outros, 1981

- Ver o que as palavras mandam

A microscopia electrónica abriu portas ao estudo da vida a nível da ultra-estrutura celular. A obtenção de imagens através destes microscópios pressupõe uma preparação do material biológico muito intensa. No caso dos microscópios de varrimento o que vai receber os feixes de electrões já nem sequer é o material biológico, mas apenas uma cópia metálica da superfície. É importante compreender, então, que o que é visto é baseado num facto mas que se trata de um artefacto. "Ler" uma imagem de microscopia electrónica é, pois, não só um processo de construção baseado nas concepções relativas às estruturas mas também nos conhecimentos sobre as técnicas usadas para a obtenção da imagem.

Na figura 7.1.7 está uma imagem de um cromossoma humano obtida por microscopia electrónica. A legenda manda notar o enrolamento complexo da cromatina. Por mais que um não iniciado se esforce, não consegue ver enrolamento nenhum. A ideia do enrolamento da cromatina é uma concepção explicativa para a variação no tamanho e espessura dos cromossomas durante os processos de divisão celular. Esta concepção é amplamente aceite, mas os dados das imagens de microscopia electrónica não ajudam nem contrariam a hipótese.

Em várias imagens recolhidas neste estudo verifica-se este "empurrar" das palavras da legenda para uma leitura da imagem que, não convida a olhar, mas sim a aceitar.

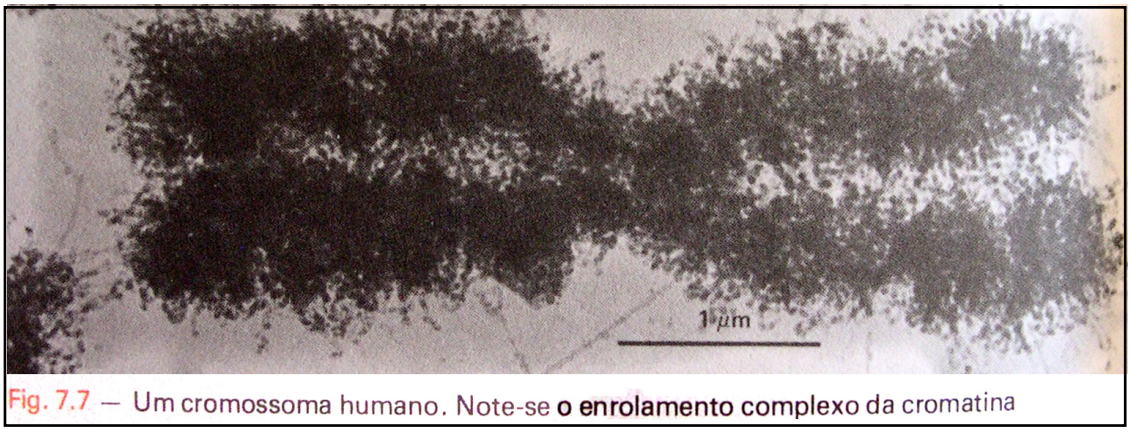
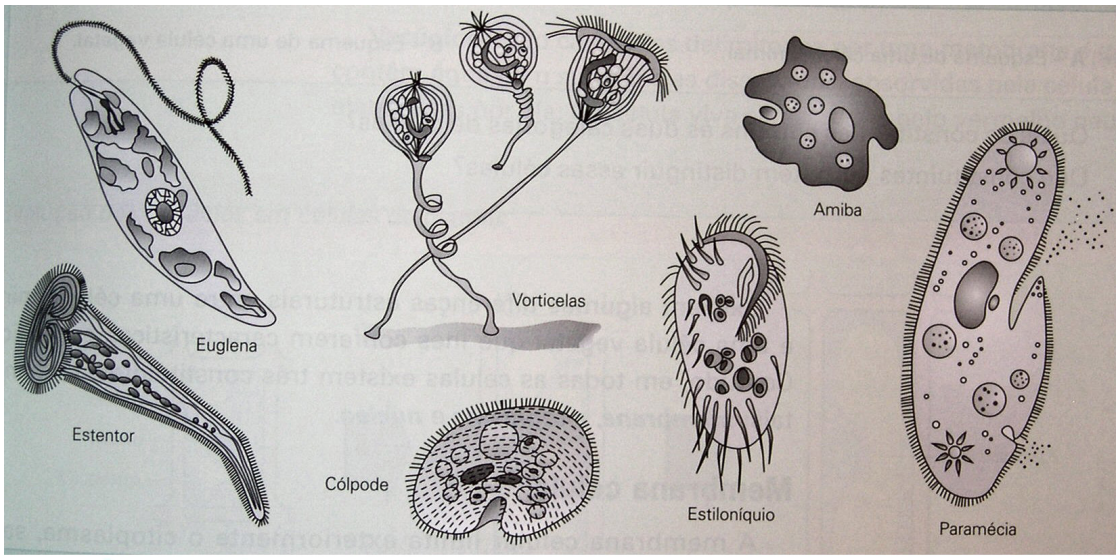


figura 7.1.7: Imagem incluída no manual "Biologia – 10º Ano" de Dragnomir Knapic, 1984

- O que muitos olhos podem ver

A síntese, numa mesma imagem bidimensional, de todos os pormenores de formas e movimento, que os nossos olhos podem captar quando perscrutam um ser vivo com detalhe, é um desiderato muitas vezes perseguido na ilustração científica clássica. Na imagem da figura 7.1.8 estão representados microrganismos que um observador não pode esperar ver, quando se debruça sobre o microscópio. Ainda assim, estas representações podem ser muito úteis na interpretação daquilo que é visto. Este caso apoia a ideia da fotografia não retirar o lugar à ilustração como instrumento importante na interpretação de observações visuais. Ao mesmo tempo, é necessário uma aprendizagem da leitura das ilustrações. O não conhecimento dos códigos que estão na base da construção destas imagens, pode levar a que elas sejam interpretadas como se fossem fotografias, e, desse modo, afastam o leitor do objecto em vez do dar a conhecer.



[25] Seres vivos de uma infusão.

figura 7.1.8: Imagem incluída no manual “Terra, Universo de Vida” de Amparo Dias da Silva e outros, 1999

- Os andaimes fazem parte do edifício

A sobreposição de ideias no quadro negro da sala de aula é uma prática comum no trabalho de muitos professores. As imagens assim produzidas são passíveis de ser interpretadas, uma vez que os espectadores assistem à sua construção, mas perdem todo o sentido se desligadas do seu processo de feitura. No caso apresentado na figura 7.1.9 acumulam-se representações miméticas, setas que indicam movimentos e transformações e ainda acrónimos de moléculas familiares na biologia molecular. O texto da legenda, que acompanha a figura afirma que se trata de um exemplo de transporte activo na rã. Esta legenda ao invés de constituir um elemento complementar à imagem, ou condutor para a sua leitura, aumenta o paradoxo pelo realce da ausência de elementos espectáveis face à indicação. Nesta perspectiva, a esta figura parece faltar o discurso do orador que a foi construindo à medida que o assunto era por si exposto.

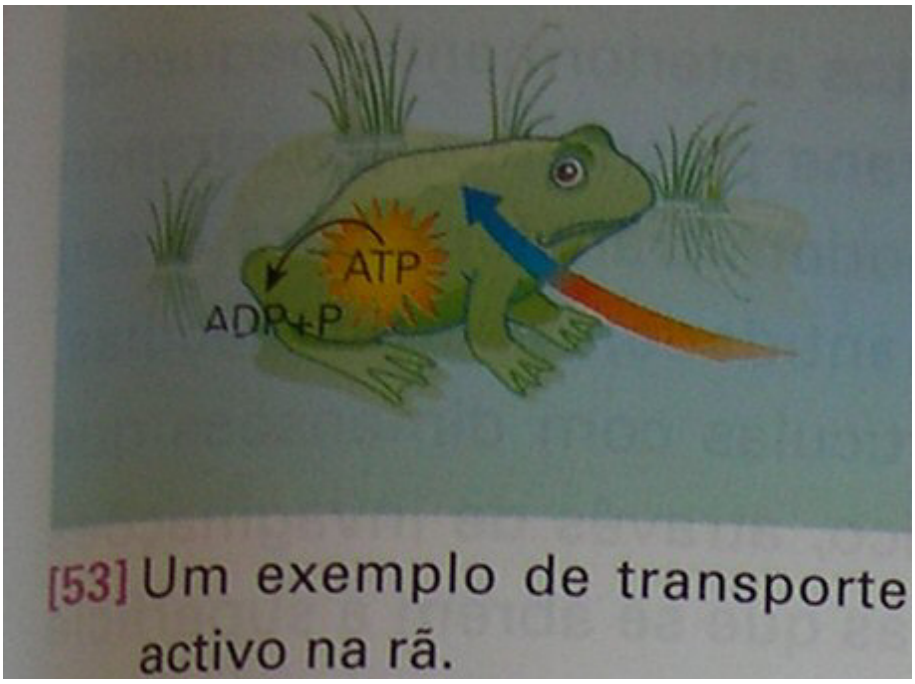


figura 7.1.9: Imagem incluída no manual “Terra, Universo de Vida” de Amparo Dias da Silva e outros, 1999

- <u>Manter a linearidade numa estrutura ramificada</u>

A linearidade da narração cronológica é aqui balanceada com uma ocupação arbórea do espaço. Coexistem elementos imagéticos de vários tipos e que reflectem diferentes escalas. Encontramos, desde registos manuais de observações, até representações de modelos teóricos e, ocupando espaços de tamanho semelhante, estão desde estruturas ultramicroscópicas até às fotografias de investigadores. Toda esta variedade é disciplinada pela seta do tempo que estabelece a coerência simplificadora da leitura.

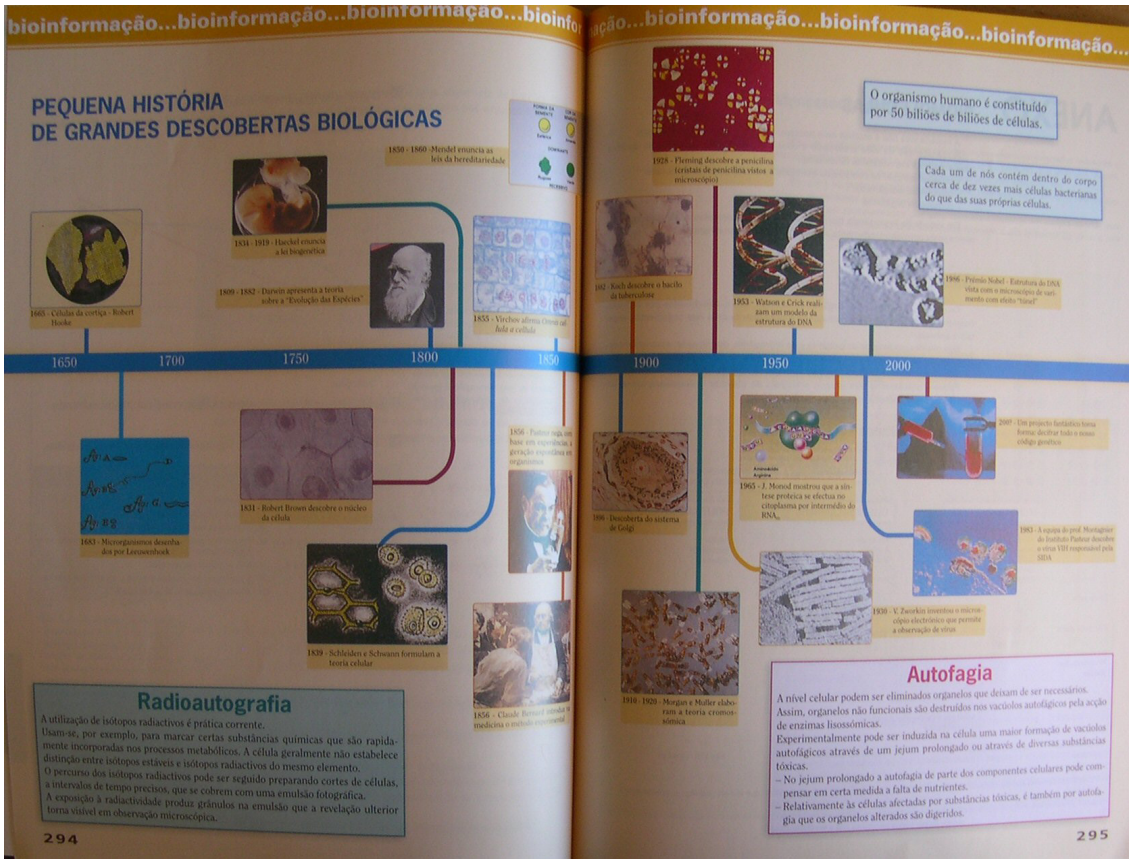


figura 7.1.10: Imagem incluída no manual “Terra, Universo de Vida” de Amparo Dias da Silva e outros, 1999

- A imagem impõe-se pelo conteúdo cognitivo e expressivo

O poder de convencimento da imagem advém da sua riqueza semântica e também da sua expressividade (CALADO, 1994). A imagem reproduzida na figura 7.1.11 apresenta um valor semântico elevado na medida em que evidencia, claramente, as diferenças existentes na textura do muco cervical em diferentes alturas do ciclo menstrual. A expressividade desta figura é também bastante forte. As imagens resultantes da técnica de microscopia de varrimento exercem um poder encantatório por revelarem texturas surpreendentes em corpos que, vistos a outra escala, se revelam monótonos como é um líquido, no caso, o muco cervical.

A imagem reproduzida na figura 7.1.11 não deixa dúvidas acerca das mudanças que ocorrem na textura do muco cervical ao longo do ciclo menstrual, mas no contexto onde se insere, não estão em causa as razões moleculares destas diferenças, e sim a constatação de alterações no muco que podem obstruir, ou propiciar a progressão dos espermatozóides. A imagem é tão forte, que pode, por isso, induzir a ideia de que as diferenças que se querem fazer notar são maiores do que na realidade acontece.

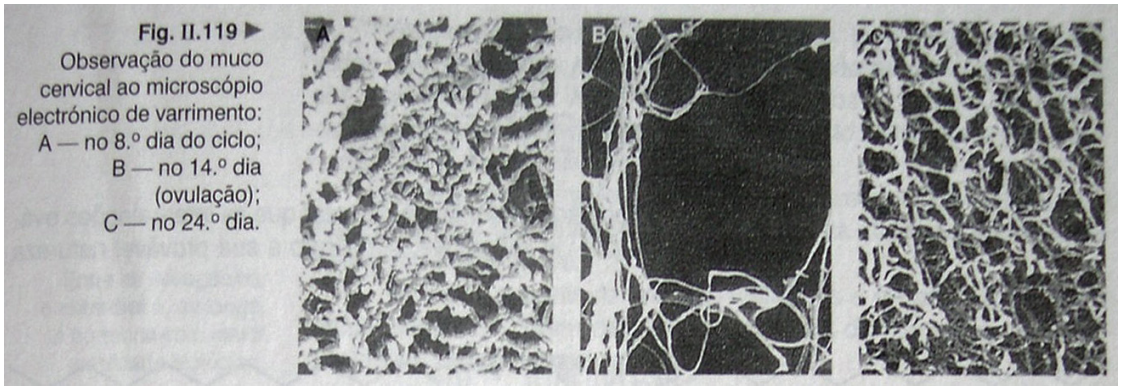


figura 7.1.11: Imagem incluída no manual “da Célula ao Universo” de Elsa Oliveira e outros, 1994

- Nu frontal

Apesar do aparelho reprodutor humano ser um assunto presente em muitos dos livros que foram objecto de análise neste estudo, a representação de órgãos sexuais externos e características sexuais secundárias é rara. Mesmo aqui a representação que é feita remete para bonecos e não para um homem e uma mulher – atenda-se à posição dos pés. A raridade destas imagens traz ao desenho primário como o da figura 7.1.12, uma atenção que noutro contexto não lhe seria concedida. Bastante comuns são as imagens detalhadas da anatomia interna, mas que omitem a morfologia externa. Apesar dos autores dos manuais reivindicarem que as suas obras apontam para uma perspectiva de estudo do ser humano, no seu todo, as imagens que aparecem nestes capítulos apontam no outro sentido. Apresentam-se os órgãos sexuais despidos de tudo o que possa "contaminar" uma visão "científica". Ainda assim, a escolha destas imagens é feita, tendo mais em conta os julgamentos morais, do que critérios científicos ou pedagógicos.

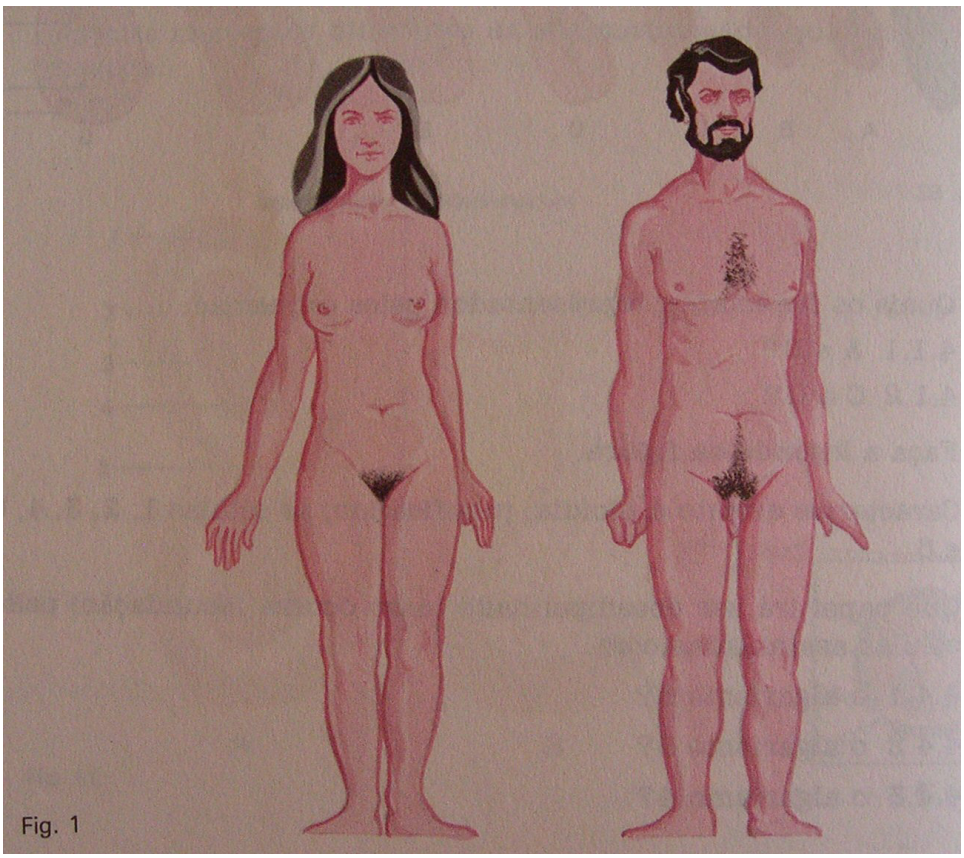


figura 7.1.12: Imagem incluída no manual "da Célula ao Universo" de Elsa Oliveira e outros, 1994

- Grandes imagens pequenas metáforas

A área destinada a impressão, era nos anos sessenta e setenta, um recurso escasso, mas progressivamente este factor deixou de condicionar pela carência para passar a fazer-se notar pela abundância. Esta fartura fez-se notar no número e tamanho das imagens presentes nos manuais e também nos modelos de paginação desenvolvidos. Amplos espaços brancos e páginas separadoras tornaram-se comuns, mas não é notório o aumento e diversificação nas formas de utilização das imagens.

Na figura 7.1.13 a representação de uma célula é sobreposta a uma vista nocturna de uma cidade. O observador olha de fora para estes dois sistemas. Ao contrário do que se possa pensar face ao espaço ocupado por esta imagem (duas páginas), as metáforas não são um recurso que tenha relevância nos manuais objecto deste estudo; encontram-se remetidas para separadores, ou introduções a capítulos, e reflectem mais questões de arranjo gráfico, do que preocupações pedagógicas ou científicas.

figura 7.1.13: Imagem incluída no manual “Terra, Universo de Vida” de Amparo Dias da Silva e outros, 1999

7.2. Resultados da análise

Apresentam-se seguidamente os resultados quantitativos da classificação feita sobre a base de 578 imagens seleccionadas.

Nos quadros, para cada década, a coluna da esquerda contém o número de ocorrências e a da direita a percentagem relativa.

- Sobre as funções das imagens

O quadro seguinte e o respectivo gráfico, sintetizam os dados obtidos pela aplicação do quadro de análise também usado na classificação das imagens das revistas científicas.

	anos 60		anos 70		anos 80		anos 90		global	
ilustração	16	26,7	21	16,2	33	18,8	29	13,7	99	17,1
mostrar dados	8	13,3	24	18,5	35	19,9	42	19,8	109	18,9
interpretação	6	10,0	17	13,1	16	9,1	31	14,6	70	12,1
mostrar técnicas	8	13,3	13	10,0	4	2,3	15	7,1	40	6,9
classificação	16	26,7	35	26,9	36	20,5	32	15,1	119	20,6
conceptualização	6	10,0	20	15,4	52	29,5	63	29,7	141	24,4

Quadro 7.2.1: Distribuição das imagens analisadas segundo as suas funções

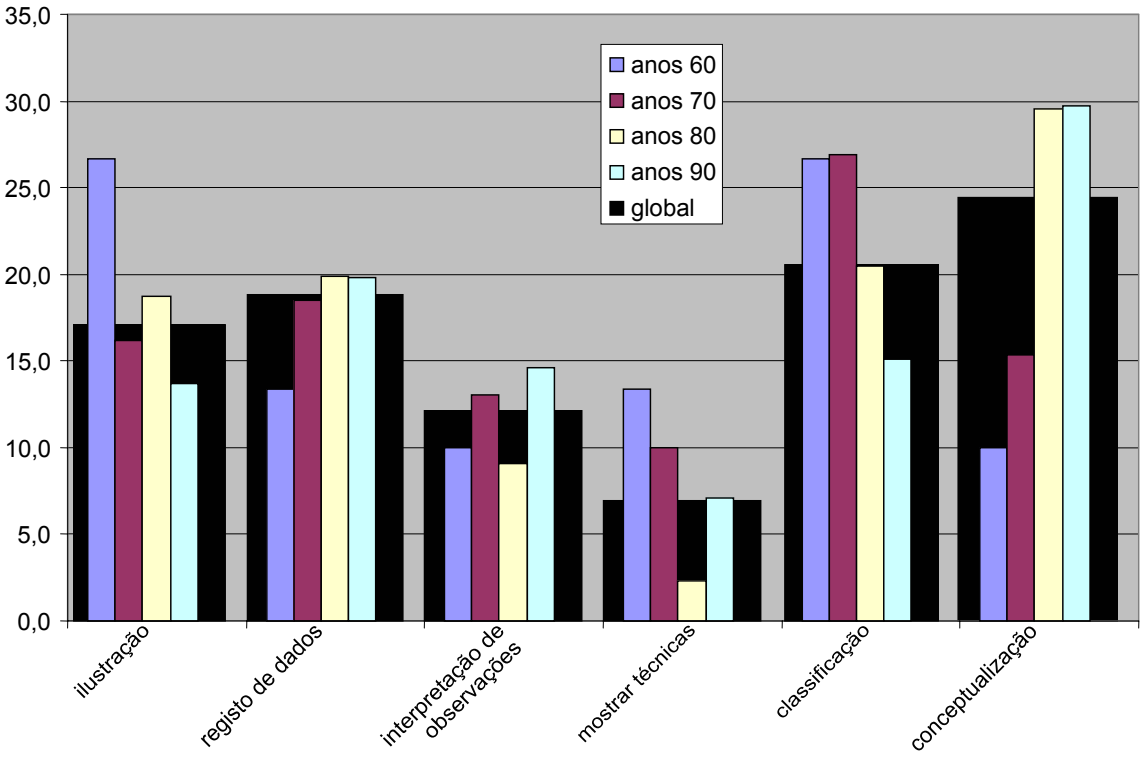


Gráfico 7.2.1: Distribuição das imagens analisadas segundo as suas funções

Importa referir que a aplicação dos critérios de classificação definidos (ver capítulo 6) a este universo, trouxe dificuldades que não foram encontradas no conjunto de imagens das revistas científicas. Supomos que estes obstáculos resultam da natureza pedagógica das obras, isto é: subjacente às diferentes funções desempenhadas pelas imagens, existe um papel didáctico que as aproxima, e isso esbate as fronteiras traçadas entre algumas classes. Assim, para concluir se, determinada imagem tem apenas uma função de ilustração, ou se, por ventura se trata de uma imagem que contém informação relativa a uma observação (função de mostrar dados), temos, por vezes, de verificar a relação da imagem com o texto. Foi considerado um caso de ilustração se a imagem é apenas uma visualização de um conceito explícito no texto. No caso de uma imagem classificada como "mostrar dados" o leitor recolhe informação da imagem que não está patente no texto. Por exemplo, um texto fala num pinheiro e na mesma página aparece uma fotografia de um pinheiro – a imagem seria classificada como sendo uma ilustração. Numa situação em que o texto refere que "se observarmos uma pinha podemos ver o que está representado na figura x", aqui a ausência da imagem ("mostrar dados"), impede a descodificação.

Ao contrário do que aconteceu com o estudo feito sobre as imagens das revistas científicas, aqui não foram classificadas imagens como tendo mais do que uma função. Nos casos em que essa situação se colocou, optamos por determinar uma função "principal" e a imagem foi integrada na categoria respectiva. Também não houve necessidade de considerar uma categoria "outras" tal como aconteceu com as revistas científicas.

Seguidamente destacamos aspectos resultantes da leitura destes dados. - Em termos globais verifica-se uma preponderância das categorias "conceptualização" e "classificação", mas ao analisarmos as variações destas categorias, nas décadas a que diz respeito o estudo, vemos que as "classificações" regrediam e ao mesmo tempo as "conceptualizações" aumentavam de forma consistente. A prevalência destas imagens ("conceptualizações") deve corresponder a uma efectiva mudança da utilização das imagens nos manuais. Enquanto que nos anos sessenta e setenta apenas os textos tinham uma função de síntese dos assuntos tratados, a partir daí encontramos muitas imagens com este papel. A variação destas duas categorias ("classificação", conceptua-

lização"), reflecte também uma alteração da concepção de ciência que se quis levar aos alunos. A ciência como um conjunto organizado de dados que os cientistas criaram e fazem crescer, foi substituída por uma visão em que a ciência aparece como um conjunto de modelos concebidos pelos cientistas que os vão complexificando à medida que estudam os assuntos.

- O aumento consistente da categoria "mostrar dados" também deve estar relacionado com a alteração no modo como é apresentada a ciência aos estudantes. Passamos de uma situação em que a ciência era apresentada como construída e inquestionável, para uma concepção em que são expostos os bastidores da ciência, isto é, mostram-se os dados com que os cientistas trabalham, ou trabalharam, e não apenas os resultados do seu trabalho.

- Nos anos sessenta dominavam as ilustrações conjuntamente com as imagens com função classificativa. Este domínio estava assente no modelo tradicional do ensino das ciências e na concepção de manual escolar da época. As mudanças no ensino das ciências bem como as alterações tecnológicas e económicas, que permitiram que nos manuais, a área impressa, a cor e a resolução aumentassem significativamente, abriram espaço para uma utilização mais diversificada da imagem.

- As imagens com a função de mostrar técnicas estão mais presentes nos manuais dos anos sessenta e setenta, do que nos mais recentes. O número deste tipo de imagens é muito variável em diferentes manuais e este resultado pode estar a ser influenciado pelo facto de terem aparecido manuais dedicados a trabalhos práticos estando então este tipo de imagens concentradas nestes manuais.

- Sobre os tipos de imagens

Seguidamente apresentam-se os resultados obtidos pela distribuição do conjunto de imagens em estudo de acordo com o seu tipo.

	ano 60		anos 70		anos 80		anos 90		global	
desenhos	57	95,0	90	69,2	110	62,5	128	60,4	385	66,6
imagens fotográficas	3	5,0	34	26,2	57	32,4	50	23,6	144	24,9
imagens mistas	0	0,0	6	4,6	9	5,1	32	15,1	47	8,1
imagens digitais	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,9	2	0,3

Quadro 7.2.2: Distribuição das imagens analisadas segundo o seu tipo

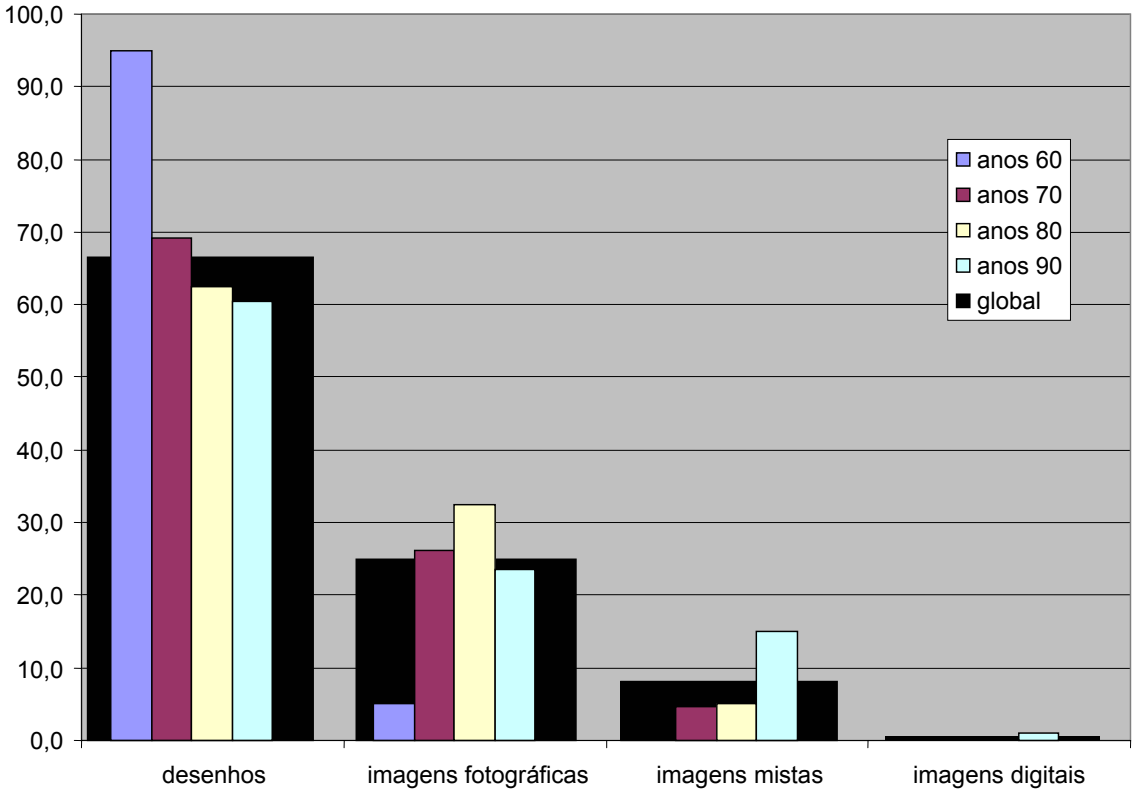


Gráfico 7.2.2: Distribuição das imagens analisadas segundo o seu tipo

Quando comparamos estes resultados, com os obtidos na mesma análise das imagens das revistas científicas, verificamos que aqui predominam os desenhos, enquanto nas revistas científicas a maioria são as imagens fotográficas. Outra diferença está no facto de nos manuais não aparecerem imagens classificadas como “registos gráficos”. Este caso não constitui estranheza uma

vez que estas imagens correspondem a informação “em bruto” e o que chega aos manuais é já fortemente filtrado.

Sobre estes dados importa ainda destacar:

- A diminuição relativa dos desenhos, pela progressiva utilização das imagens fotográficas ou que contêm elementos fotográficos, é bem evidente. Esta tendência ocorreu pelas razões tecnológicas e económicas já apontadas anteriormente. O tamanho dos manuais, nos anos sessenta, era bastante menor do que actualmente. Isto não significa que a relação entre o espaço disponível para imagens e para texto fosse muito diferente daquela que existe em manuais maiores. Os orçamentos para os manuais escolares aumentaram nitidamente e isso reflectiu-se não só no aumento do número de páginas, mas também na qualidade da impressão. Assim, passou a ser possível a inclusão de imagens com maior detalhe tal como já acontecia em muitos outros tipos de publicações. A relação desenhos/imagens fotográficas parece mais condicionada por factores orçamentais, do que por uma escolha baseada em critérios pedagógicos ou epistemológicos.
- As imagens digitais estão praticamente ausentes dos manuais analisados. O papel, e por consequência os livros, não são o suporte onde as imagens digitais podem ser plenamente exploradas e, por isso, não é de esperar que o seu número aumente. Isto não significa que os processos digitais estejam ausentes dos manuais. A revolução digital veio facilitar a obtenção de todo o tipo de imagens e esta facilidade reflecte-se no conteúdo e composição dos livros.

Tal como foi feito com as imagens das revistas científicas, procedemos a uma distribuição dos desenhos e imagens fotográficas pelos subgrupos definidos (ver capítulo anterior). O quadro seguinte e o respectivo gráfico sintetizam os dados obtidos.

	anos 60		anos 70		anos 80		anos 90		global	
desenhos miméticos	50	87,7	49	54,4	55	50,0	70	54,7	224	58,2
esquemas genéricos	7	12,3	29	32,2	24	21,8	32	25,0	92	23,9
esquemas específicos	0	0,0	12	13,3	31	28,2	26	20,3	69	17,9

Quadro 7.2.3: Distribuição desenhos analisados segundo três tipos

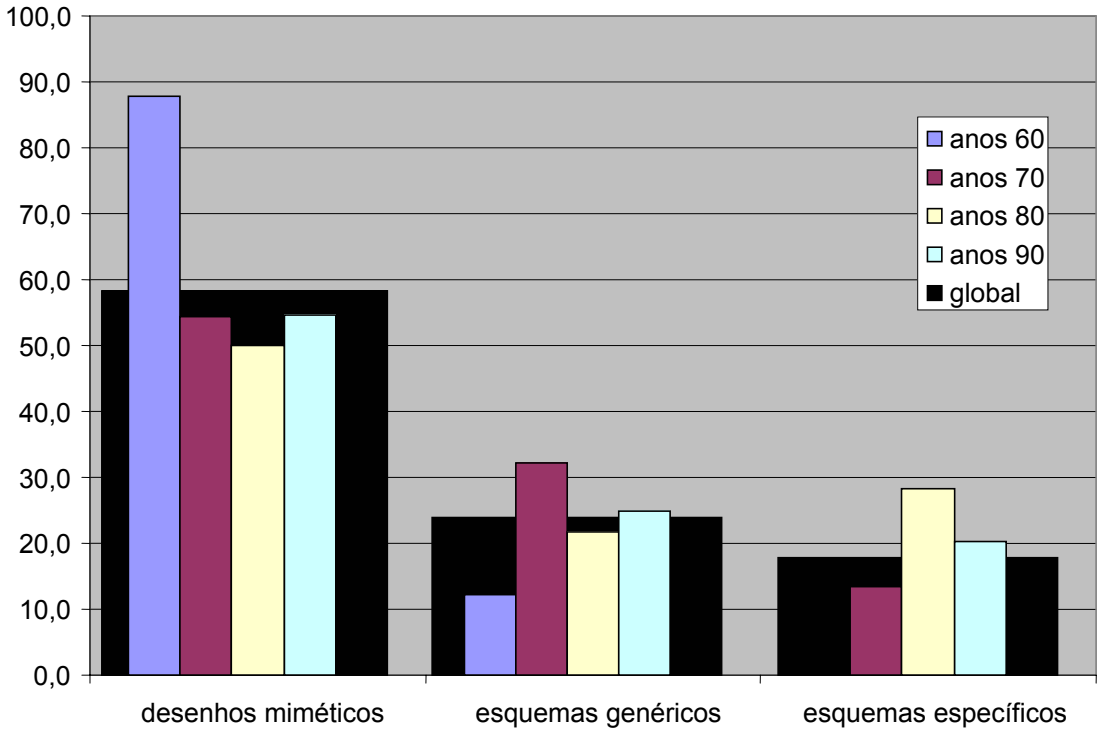


Gráfico 7.2.3: Distribuição desenhos analisados segundo três tipos

Enquanto que nas revistas científicas a preponderância vai para os "esquemas genéricos", aqui dominam os "desenhos miméticos". Existiu no entanto uma quebra depois dos anos sessenta, mas a partir daí não se detectaram alterações significativas. A diferença entre as revistas e os manuais deve estar relacionada com os assuntos tratados, (mais ligados ao visível nos manuais), mas também devido à ideia de que figuras concretas são mais "amigáveis", do que esquemas abstractos.

- Sobre técnicas relacionadas com a obtenção das imagens

Seguidamente apresentam-se os resultados da classificação de imagens fotográficas e desenhos em categorias definidas de acordo com a instrumentação que esteve envolvida na criação da imagem. Nos manuais não foram encontradas imagens relacionadas com "técnicas de marcação" nem "técnicas de separação" e, por isso, as categorias em causa são as relacionadas com a microscopia e por outro lado as imagens, desenhos e fotografias, que reproduzem algo visível a olho nu.

O quadro seguinte e o respectivo gráfico mostram a distribuição das imagens fotográficas nas categorias definidas anteriormente.

	anos 60		anos 70		anos 80		anos 90		global	
fotografia simples	3	100	16	47,1	21	36,8	20	40,0	60	41,7
microscopia óptica	0	0,0	13	38,2	9	15,8	18	36,0	40	27,8
microscopia elect. de transmissão	0	0,0	5	14,7	18	31,6	8	16,0	31	21,5
microscopia elect. de varrimento	0	0,0	0	0,0	9	15,8	3	6,0	12	8,3
outras	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,0	1	0,7

Quadro 7.2.3: Distribuição das imagens fotográficas analisadas

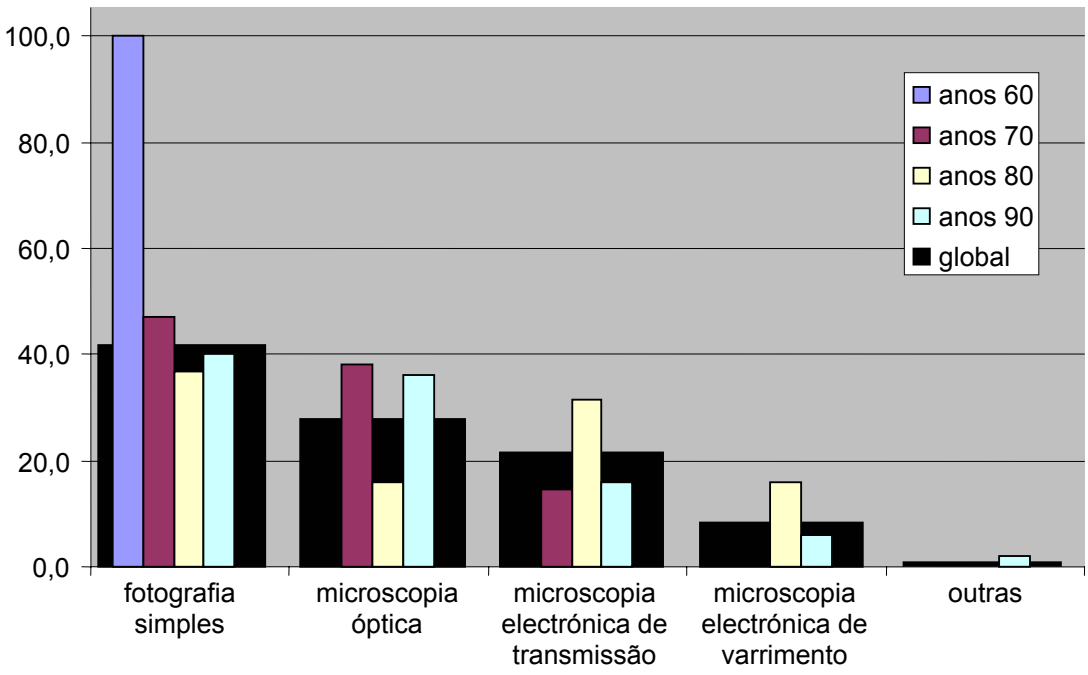


Gráfico 7.2.3: Distribuição das imagens fotográficas analisadas

Em termos globais, aqui existe uma coincidência de resultados entre o que aconteceu nas revistas científicas e o que sucede nos manuais. Não podemos fazer leituras quantitativas parciais destes dados, uma vez que os números absolutos são muito baixos, mas notamos ausência de microfotografias nos manuais na década de sessenta, apesar destes manuais conterem vários desenhos que reproduzem observações feitas através do microscópio óptico.

Seguidamente apresentam-se os números relativos à classificação que foi feita aos desenhos.

	anos 60		anos 70		anos 80		anos 90		global	
desenho simples	29	58,0	32	65,3	36	65,5	39	55,7	136	60,7
microscopia óptica	21	42,0	15	30,6	15	27,3	19	27,1	70	31,3
microscopia electrónica	0	0,0	2	4,1	4	7,3	12	17,1	18	8,0

Quadro 7.2.4: Distribuição dos desenhos de acordo com a técnica associada

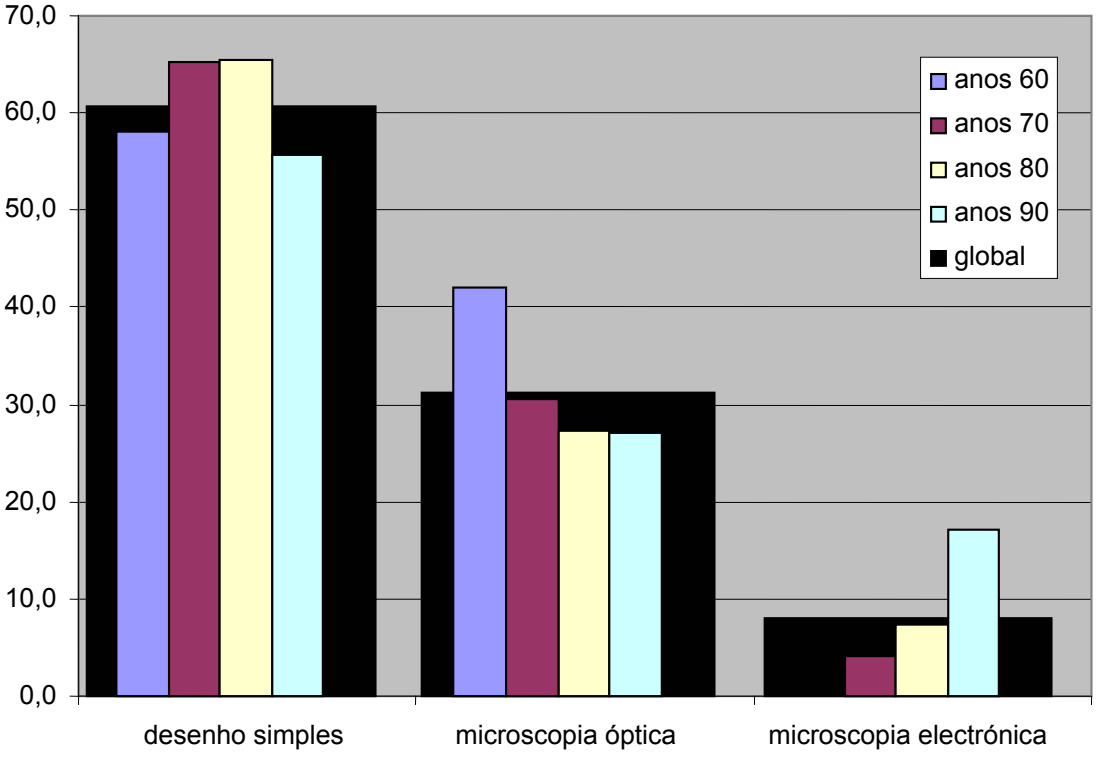


Gráfico 7.2.4: Distribuição dos desenhos de acordo com a técnica associada

Sobre estes dados importa realçar o grande peso das imagens relacionadas com a microscopia tal como já acontecia com as fotografias. Este facto é um indicador claro da importância dada ao estudo do nível celular e ultracelu-

lar. Esta profusão de imagens microscópicas, seleccionadas para mostrar “o melhor ângulo”, dá a conhecer as unidades da vida, de um modo, que pode ter como efeito a ideia de que as células são entidades bidimensionais, que é uma concepção recorrente nos alunos das idades (14/17 anos) a quem se destinam estes manuais.

7.3. Síntese dos resultados

Tal como foi apresentado no estudo das revistas científicas, segue-se um conjunto de itens que sintetizam os resultados expostos no presente capítulo.

- Ao contrário do que se possa pensar, os manuais mais antigos (da década de sessenta) são ricos em imagens. Pela análise das imagens destes manuais podemos "sentir" a concepção de ciência, e do ensino da ciência, que eram dominantes (em Portugal) na época.

- Na janela temporal que foi objecto de estudo ocorreu uma clara rotura. Passou-se de manuais muito frugais, de orçamentos muito reduzidos, com impressão de qualidade mínima, para outros, progressivamente maiores, baseados em super-produções e impressões luxuosas.

- As opções relativas às imagens nos manuais deixam paulatinamente de ser um trabalho dos autores, para passar a ser da responsabilidade dos designers.

- Muitas das imagens que aparecem nos manuais não são verdadeiras imagens científicas. São produzidas e incluídas pensando na sua função didáctica e, por isso, reflectem mais preocupações pedagógicas e gráficas do que concepções científicas.

- Muitas vezes os elementos verbais que acompanham, ou até se sobrepõem na imagem, direccionam de tal modo a leitura, que na prática anulam a mensagem da imagem.

- Existem convenções fortemente enraizadas anteriores ainda ao período em estudo, atravessaram-no e continuam a ser determinantes na representação visual de conceitos científicos. É o caso das cores azul e vermelha, para representar sangue venoso e sangue arterial, respectivamente.

- Nos manuais dominam desenhos e esquemas, enquanto nas revistas científicas a preponderância vai para as imagens fotográficas.

Muitos dos desenhos que aparecem nos manuais resultam de "tradução" de imagens fotográficas.

- As imagens não fotográficas dominantes são os desenhos desenvolvidos em torno de elementos, em que os referentes concretos são evidentes. A existência de grande quantidade destes desenhos, designados por "desenhos miméticos" neste estudo, leva, vulgarmente, a que os professores classifiquem os manuais de "infantis".

8- Conclusões

No decorrer das últimas quatro décadas do século XX aconteceram mudanças na estrutura do edifício de produção de ciência a nível global. Vulgarizaram-se técnicas e surgiram outras que se constroem em torno da obtenção de imagens. À medida que as tecnologias dos processos de impressão evoluiram, tornaram-se progressivamente mais económicos e de qualidade superior; com a introdução dos meios digitais esta tendência acentuou-se. Em Portugal, o sistema educativo começa a reformar-se mesmo antes da grande rotura social de 1974. Alguns sinais destas mudanças foram assinalados neste estudo.

8.1. Mudanças epistemológicas – reflexos nas revistas

Com a publicação do livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* em 1962 de T. Kuhn abre-se uma nova maneira de olhar e fazer ciência. A visão positivista vê o conhecimento como objectivo independente dos cientistas e das condições sociais da sua produção, por outro lado, Kuhn chama atenção para os factores não racionais que interferem no trabalho dos cientistas e que vão condicionar decisivamente o seu trabalho. Um dos argumentos de Kuhn prende-se com as estratégias de persuasão que os cientistas usam para se convencer mutuamente (JORGE, 2001). É aqui que as imagens podem jogar um papel importante. Pela sua natureza, as imagens podem exercer um fascínio superior às palavras e assim podemos pensar que à medida que a comunidade científica vai assumindo esta postura, as imagens passam a estar mais presentes exercendo uma função retórica.

No estudo que fizemos sobre as revistas científicas, esta situação foi detectada não só a nível da linha editorial das publicações, mas também nas imagens dos artigos científicos “puros e duros”. No que diz respeito ao formato das revistas, admitindo que elas reflectem a ambiência da comunidade científica, é notória uma aproximação da ciência à sociedade. As revistas aproximam-se de outras publicações pela presença da publicidade e pela inclusão de secções, ou colunas, onde participam não cientistas. Um desses espaços, da responsabilidade de Martin Kemp começou a ser publicado em 1997 sob o título de *Art and science* rebaptizado depois *Science and image* e finalmente *Science*

and culture. Kemp, numa das suas crónicas, menciona aquilo que designou por "*Ah-hah! factor*" para se referir ao efeito que pode ter uma representação visual na compreensão de algo complexo (KEMP, 2000). Ainda nesta linha, é notória a crescente preocupação com a capa destas revistas. Ser capa da Science, da Nature, ou de outra revista conceituada, passou a ser ponto importante no currículo de cientistas e seus colaboradores. Felice Frankel no seu livro Envisioning Science, para vincar a ideia da importância da visualização no trabalho dos cientistas, serve-se das imagens que ela própria criou e que os editores da Science escolheram para capa (FRANKEL, 2002). Frankel apresenta-se na sua página pessoal do MIT (Massachusetts Institute of Technology) em *http://web.mit.edu/felicef* como fotógrafa de ciência, que ocupa um cargo de *research scientist* na Escola de Ciências do MIT e neste espaço, Frankel, para dar conta do seu trabalho, colocou 16 capas de reputadas revistas de ciência que incluem fotos suas (ver figura 8.1.1).

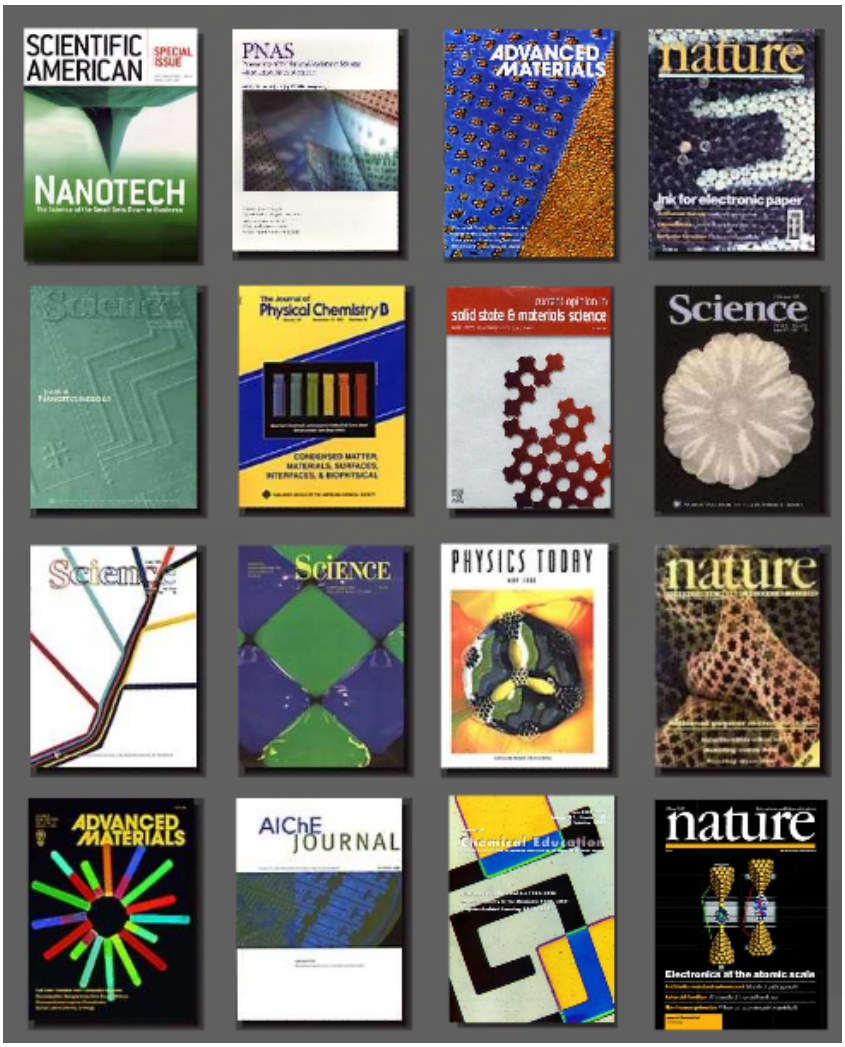


Figura 8.1.1: Capas de revistas baseadas em trabalhos de Felice Frankel.

Ainda sobre as mudanças nas revistas, mas agora pensando nos resultados obtidos na classificação efectuada, verificamos um reforço das imagens classificadas como “ilustrações” e “conceptualizações” à custa do declínio de outras categorias. Esta tendência está em concordância com as alterações epistemológicas referidas. O aumento do número de imagens com função ilustrativa compreende-se num discurso que tende a ser mais persuasivo, e o aumento das “conceptualizações” indicia que os cientistas passam a “confiar” mais em linguagem visual para expor os seus modelos.

Recordando as questões colocadas na introdução, podemos avançar que foram detectados reflexos das mudanças epistemológicas, que ocorreram a partir dos anos sessenta, na imagética das revistas científicas, mas relativamente à influência em sentido inverso, isto é, “como é que as imagens contribuíram para as mudanças”, já não podemos ser tão assertivos uma vez que ao longo deste tempo as mudanças nos tipos de imagem estão mais associadas às técnicas do que a funções desempenhadas. Exceptua-se o aumento progressivo dos “esquemas genéricos” e a diminuição concomitante dos “desenhos miméticos”, que pode estar associado a uma tendência para utilização das imagens em processos mais explicativos e menos descritivos. Sobre este caso, no entanto, não podemos afirmar que foram os “esquemas genéricos” a induzir os cientistas a construir um discurso mais explicativo.

8.2. Mudanças epistemológicas – reflexos nos manuais escolares

Nas quatro décadas a que o estudo diz respeito, o ensino das ciências no sistema educativo português foi influenciado por vários modelos, que se propuseram substituir o ensino tradicional ainda dominante no início dos anos sessenta. Da análise que fizemos não resulta o conhecimento de uma associação de um determinado manual a um modelo de ensino, mas permite tirar conclusões acerca das alterações que ocorreram na utilização das imagens na sequência da substituição do modelo tradicional.

O modelo tradicional do ensino das ciências assenta numa concepção de ciência estática, formada por um conjunto de dados organizados pelos cientistas. Neste modelo, os professores e os manuais, são meios para a transmissão desse edifício de dados. As imagens são simplificações necessárias para que o processo de transmissão seja reforçado. Raramente é explorada a

dimensão expressiva das imagens, porque a ciência é um assunto sério e objectivo. Os manuais mais antigos seguem esta linha que começa a ser abandonada a partir dos anos setenta. Toda a concepção gráfica dos manuais vai ser alterada, porque estes livros deixam de ser olhados apenas como contentores de dados, para passarem a ser objectos capazes de atrair a atenção dos leitores. Nesta perspectiva, as imagens passam a desempenhar um papel importante, enquanto elemento poderoso na captação da atenção. Esta alteração não é claramente detectada pela classificação das imagens que efectuamos mas uma apreciação global dos manuais não deixa dúvidas acerca da mudança. Ainda assim o aumento de imagens com a função de conceptualização está certamente associado à sua utilização em funções antes deixadas aos textos.

8.3. Mudanças sócio-económicas e tecnológicas – reflexos nas imagens das revistas e manuais

A evolução que detectamos nas imagens das revistas e manuais é impulsionada também por mudanças sociais e inovações tecnológicas que ocorreram durante o período de estudo.

As últimas décadas do século XX ficam marcadas por uma perda de "estatuto social" da ciência: a bomba atómica, os problemas ambientais, a incapacidade de encontrar soluções para problemas como o cancro e a SIDA, a incerteza das respostas científicas, tudo isto fragilizou a comunidade científica, que deixou de ser olhada com reverência, para passar a ser controlada com desconfiança.

Face a esta situação a competição tornou-se mais intensa no interior da comunidade científica e os investigadores tiveram de incorporar no seu método um outro passo de importância decisiva, o financiamento. A publicidade dos produtos da ciência e para os cientistas cresce neste ambiente favorável. A publicidade é um poderoso indutor da criação e utilização da imagem e, uma análise das revistas científicas, mesmo que superficial, mostra isto.

Em Portugal, o processo de massificação do ensino começa ainda antes de 1974. Mais alunos nas escolas significou o alargamento do mercado dos manuais escolares e, portanto, mais dinheiro neste negócio. Assim, os manuais

puderam crescer em tamanho de um modo dramático[1]. O espaço extra foi ocupado por imagens ou, simplesmente, deixado em branco, a paginação deixou de estar centrada nos autores, para passar aos artistas gráficos mais preparados para criar um objecto de acordo com as necessidades dos editores. A imagética nos manuais de ciências desenvolveu-se assim, puxada, por um lado, pelas forças do mercado, e por outro, por uma miscelânea de modelos para o ensino das ciências, que têm concepções diferentes sobre a utilização das imagens. O resultado são manuais enormes, que se parecem mais com mostruários de trabalho gráfico, do que com livros de ciências.

Outro aspecto que é importante recordar, para compreender as mudanças que ocorreram, quer nas imagens das revistas, quer dos manuais, diz respeito à evolução tecnológica que ocorreu na área da reprodução das imagens. O aparecimento de processos de impressão baratos, como a fotocópia provocou uma diminuição de preços em processos de maior qualidade, possibilitando o seu uso em publicações anteriormente impressas com uma resolução que limitava o uso de imagens com maior pormenor.

No caso das revistas, pensamos que o estudo permite afirmar que as condições explanadas neste item não se sobrepõem às de natureza epistemológica, mas nos manuais, os factores sócio-económicos são determinantes, para a compreensão da sua imagética.

8.4. Das revistas para os manuais

Não encontramos nos manuais muitas imagens que tivessem “nascido” nas revistas científicas, apesar da análise que fizemos, reconhecer que grande parte das imagens científicas têm potencial para poderem “viver” noutros contextos.

Muitas das imagens da ciência saltam da comunidade científica para o público, evoluem, integram o imaginário colectivo, ou perdem-se no imenso cemitério de artefactos que produzimos. O caso do modelo do ADN, já abordado nesta dissertação, mostra como as imagens da ciência podem invadir a sociedade rivalizando com obras de arte. No entanto, hoje, o movimento de

[1] É assim que as elegantes capas de transportar livros debaixo do braço, típicas dos estudantes de liceu dos anos 60, são substituídas pelas mochilas de arreios almofadados e o transporte do material escolar passa a ser assunto de notícia e preocupação médica.

disseminação das imagens científicas, tal como o do conhecimento científico, não pode ser resumido a uma corrente unidireccional das publicações científicas para as obras de divulgação e manuais e daí para o público.

8.5. Considerações finais

Hoje a guerra das imagens não tem as proporções de outrora. Apesar de ser relativamente pacífica, a ideia de que as imagens devem desempenhar um papel importante, quer na produção de conhecimento científico, quer na sua comunicação, continuamos a encontrar iconófilos incondicionais, mas também outros que colocam reservas à sua utilização.

Já não bastam as competências matemáticas e linguísticas para fazer, aprender e consumir ciência. Hoje fala-se em literacia e numeracia na avaliação das competências linguísticas e matemáticas. Então, nesta linha, propomos que se introduza o neologismo “imageacia” para significar o conjunto de competências necessárias ao entendimento das imagens. A “imageacia” é assim um componente fundamental na formação de cidadãos, que se quer sejam capazes de participar nas decisões de uma sociedade, em que a ciência e a tecnologia são determinantes. Mas, aumentar a “imageacia” de uma população, não é bombardeá-la com imagens, nem é parametrizar os efeitos com os mesmos instrumentos que se usam para a linguagem, ou para a matemática. Diremos somente que é um assunto demasiado importante para o deixarmos apenas tratado pela nossa intuição.

Bibliografia
Obras citadas

ALDRICH, F. A. (1984). *"God brought them out of Egypt; he hath as it were the strength of an unicorn,"*. Retrieved Set, 2003, 2003, from http://www.mun.ca/sgs/science/feb984.html

ALLOTT, R. (1981, May 10 2006). *Lexicon and surface syntactic structure of languages as societal but not arbitrary selections from a range of potential physiologically - determined 'natural' word-forms and syntactic processes*. Retrieved Junho, 2006, from http://www.percepp.demon.co.uk/parisa.htm

CALADO, I. (1994). *A Utilização Educativa das Imagens*. Porto: Porto Editora.

CHANDLER, D. (1997). *Visual Perception (Lecture Notes)*. Retrieved Junho, 2006, from http://www.aber.ac.uk/media/Modules/MC10220/visindex.html

DARWIN, C. (1872). *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. New York: D. Appleton and Company.

DASTON, L. (1999). As imagens da objectividade: a fotografia e o mapa. In F. GIL (Ed.), *A Ciência Tal Qual se Faz* (pp. 79-103). Lisboa: Ministério da Ciência e da Tecnologia.

DROUIN, A. M. (1987). Des Images et des Sciences. *Revista Aster, nº 4*, 1-31.

FINDLEN, P. (2000). *History of the Body Project*. Retrieved Fevereiro, 2005, from http://www.stanford.edu/class/history13/earlysciencelab/body/eyespages/eye.html

FORD, B. J. (1993). *Images of Science: A History of Scientific Illustration*. Oxford: Oxford University press.

FRANKEL, F. (2002). *Envisioning Science*: MIT Press.

GOMBRICH, E. (1982). *The Image and the Eye: Further Studies in the Psychology of Pictorial Representation*. Londres: Phaidon.

GOODING, D. (1999). Dando uma imagem à prática científica: as imagens na descoberta científica e a disseminação da nova ciência. In E. J. S. Costa (Ed.), *A Ciência tal qual se faz* (pp. 187-201): Ministério da Ciência e tecnologia.

GREGORY, R. L. (1998). *Eye and Brain - The Psychology of Seeing*. New York: Oxford.

HOFFMAN, D. D. (1998). *Visual Intelligence: How we create what we see*. New York: W. W. Norton & Company Ltd.

JOLY, M. (1994). *Introdução à Análise da Imagem* (J. E. Rodil, Trans.): Edições 70.

JORGE, M. M. A. (2001). *As Ciências e Nós*. Lisboa: Instituto Piaget.

KEMP, M. (2000). *Visualizations - The Nature Book of Art and Science*. New York: Oxord University Press.

LATOUR, B. (2002). What is Iconoclash? Or is There a World Beyond the Image Wars? In B. L. a. P. WEIBEL (Ed.), *Iconoclash - Beyond the image wars in science, religion and art* (Vol. 2003, pp. 14-38). Cambridge, Massachusetts: Center for Art and Media, Karlsruhe and MIT.

LINDBERG, D. (1976). *Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler*: University of Chicago Press.

MITCHELL, W. (1994). *The Reconfigured Eye Visual Truth in the post-photographic era*: The MIT Press.

OTTINO, J. M. (2003). Is a picture worth 1000 words? *Nature, 421*, 474-476.

PARK, D. (1997). *The Fire within the Eye*: Princeton University Press.

PINTO-CORREIA, C. (1999). *O Mistério dos Mistérios - Uma História breve das teorias de reprodução animal*. Lisboa: Relógio d'Água.

PINTO-CORREIA, C. (2002). *Deus ao Microscópio*. V.N. Famalicão: Edições quasi.

RIBEIRO, J. (2004). *Antropologia Visual Da minúcia do olhar ao olhar distanciado*. Porto: Edições Afrontamento.

ROBIN, H., & KEVLES, D. (1992). *The Scientific Image: From Cave to Computer*: W. H. Freeman.

RUESTOW, E. G. (1997, 28 March 97). *Leeuwenhoek's perception of the spermatozoa*. Retrieved Junho, 2006, from http://zygote.swarthmore.edu/fert1a.html

SICARD, M. (1998). *La Fabrique du Regard*. Paris: Odile Jacob.

SPACE.COM. (2003, set 2003). *Space.com*. Retrieved Set 2003, 2003, from http://www.space.com/

TOPPER, D. (1996). Towards an Epistemology of Scientific Illustration. In B. BAIGRIE (Ed.), *Picturing Knowledge - Historical and Philosophical Problems Concerning the Use of Art in Science* (pp. 215-249). Toronto: University Toronto Press.

TUFTE, E. (1990). *Envisioning Information*: Graphics Press.

Bibliografia
Outras obras consultadas

AMADOR, F. (1998). *As Imagens no Ensino da Geologia*: Universidade de Aveiro.

AMADOR, F., & CARNEIRO, H. (1999). O Papel das Imagens nos Manuais Escolares de Ciências Naturais do Ensino Básico: Uma Análise do Conceito de Evolução. *Revista de Educação, VIII*(2), 10.

ASTOLFI, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y., & Toussaint, J. (1997). *Práticas de Formação em Didáctica das Ciências* (M. L. Figueiredo, Trans.): Instituto Piaget.

BAIGRIE, B. (1996). *Picturing Knowledge: Historical and Philosophical Problems Concerning the Use of Art in Science*. Toronto: University of Toronto press.

BARTHES, R. (1980). *A Câmara Clara* (M. Torres, Trans.): Edições 70.

BERGER, J. (1972). *Modos de Ver* (A. M. Alves, Trans.): Edições 70.

BOTELHO, A., Borges, C., & Morais, A. M. (2002). As Imagens nos Manuais Escolares de Ciências - Análise dos princípios de igualdade entre homens e mulheres. *Inovação, 15*, 20.

COLONNA, j.-F. (1996). *Voyageur dans l'invisible*. Retrieved Junho, 2003, 2003, from www.canal-u.education.fr

CRATO, N. (2003). *Cinco Séculos de Ilustração Científica*. Retrieved Maio 2003, 2003, from http://www.instituto-camoes.pt/cvc/ciencia/e4.html

DEBRAY, R. (1994). *Vida e morte da imagem: uma história do olhar no Ocidente*: Petrópolis : Vozes.

FRANKEL, F. (2002). *Envisioning Science Webcast*. Retrieved Junho 2006, 2006, from http://www.tvworldwide.com/globe_show/booz_allen/021028/

GALISON, P. (1997). *Image and Logic: a material culture of microphysics*. Chicago: The University of Chicago Press.

GALISON, P., & Jones, C. (1998). *Picturing Science, Producing Art*. New York: Routledge.

GERARD, F.-M., Roegiers, X., Bosman, C., Hoyos, G., & Huget, G. (1998). *Conceber e avaliar manuais escolares* (H. P. Júlia Ferreira, Trans.). Porto: Porto Editora.

GOMBRICH, E. (1960). *Art and Ilusion - AStudy in Psychology of Pictorial Representation*. New York: Bollingen Foundation.

KUHN, T. (1962). *A estrutura das revoluções científicas* (N. B. Beatriz Vianna Boeira, Trans.).

LEAL, L. (Writer) (2003). Traços do Mar. In RTP (Producer): RTP.

LINDEE, D. N. S. (1998). *La mistique de l'ADN* (M. Blanc, Trans.): Éditions Belin.

MACEDO, A. G. (2000). A retórica da imagem fotográfica e a pós-modernidade. In C. d. E. Comparatistas (Ed.), *Entre Artes e Culturas*. Lisboa: Edições Colibri.

MOIGNE, J.-L. L. (1995). *O Construtivismo - Das Epistemologias* (M. Mascarenhas, Trans. Vol. 2): Instituto Piaget.

MOLINA, M. P., Francisco Javier García Marco, María del Carmen Agustín Lacruz. (2002). *Indización y resumen de documentos digitales y multimedia Técnicas y procedimentos*: Ediciones Trea, S. L.

PANOFSKY, E. (1993). *A perspectiva como forma simbólica trad. Elisabete Nunes*. Lisboa.

PELTZER, G. (1991). *Jornalismo Iconográfico* (A. P. d. Silva, Trans.): Planeta Editora.

PINTÓ, R., Gutierrez, R., & Ametller, J. (2001). *The use of images as a didactical tool*: EUROPEAN COMMISSION

RIBEIRO, J. (1993). As Imagens da Ciência. *Biblioteca On-line de Ciências da Comunicação*.

SNOW, C. P. (1965). *As duas culturas*. Lisboa.

SOLSO, R. (1994). *Cognition and the Visual Arts*: The MIT Press.

SOUZA, T. C. C. d. (1997). Discurso e Imagem: perspectivas de análise do não verbal. Buenos Aires e La Plata: 2º Colóquio Latinoamericano de Analistas Del Discurso.

STAFFORD, B. M. (1994). *Artful Science*: The MIT Press.

STYLIANIDOU, F., Ormerod, F., & Ogborn, J. (2001). *Analysis of Science Textbook Pictures about 'Energy' and Pupils' Readings of Them* (paper): The Institute of Education, University of Sussex.

TORRES, M. J. (2000). Não vi o livro mas li o filme. In C. d. E. Comparatistas (Ed.), *Entre Artes e Culturas*. Lisboa: Edições Colibri.

TUFTE, E. (1983). *Visual Display of Quantitative Information*: Graphics Press.

TUFTE, E. (1997). *Visual Explanations*: Graphics Press.

Créditos das imagens

Figura 2.2.1 – Adelson, Edward H. *Checkerboard Illusion*, 1995
Disponível em: http://web.mit.edu/persci/index.html
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 2.2.2 – Chandler, D. *Visual Perception (Lecture Notes)*, 1997
Disponível em: http://www.aber.ac.uk/media/Modules/MC10220/visper04.html
Acedido em 2.Julho.2006

Figura 2.3.1 – Adaptada de Chandler, D. *Visual Perception (Lecture Notes)*, 1997
Disponível em: http://www.aber.ac.uk/media/Modules/MC10220/visper04.html
Acedido em 2.Julho.2006

Figura 3.1 – Latour, Bruno. *Bombeiros ou vândalos?*
Disponível em: http://www.ensmp.fr/~latour/
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 3.1.1a – Stingemore, Fred.H. *Map of London's Underground Railways*, 1932
Disponível em: http://homepage.ntlworld.com/clive.billson/tubemaps/1932.html
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 3.1.1b – Beck, Harry. *Map of London's Underground Railways, A new design for an old map.*1933
Disponível em: http://homepage.ntlworld.com/clive.billson/tubemaps/1933.html
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 3.2.1 – "Ilustration of train and embankment (Albert Einstein - 1961)",
in: Baigrie, Brian S. *Picturing Knowledge: Historical and Philosophical Problems Concerning the Use of Art in Science*, Toronto Studies in Philosophy, University of Toronto Press, 1996, p.217.

Figura 3.2.2 – Linus Pauling and the Race for DNA, *Correspondência de James Watson com Max Delbrück*. 1953, (Excerto, p.2)
Disponível em: http://osulibrary.orst.edu/specialcollections/coll/pauling/dna/corr/watson03-pg02-xl.html
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 4.1.1 – Desenhos sobre o crescimento das *árvores* (Leonardo Da Vinci),
in: Gombrich, E. H., *Art and Ilusion: A Study in the Psychology of Pictorial Representation*, Princeton University Press,1960, p. 155.

Figura 4.1.2a – Gravura de peixe-voador (*De historia piscium libri quatuor? ,* Francis Willughby, 1686).
in: Ford, Brian J. *Images of Science – A History of Scientific Illustration*, British Library , Londres, 1992, p. 67.

Figura 4.1.2b – Gravura de peixe-voador (Marcus Bloch, 1686).
in: Ford, Brian J. *Images of Science – A History of Scientific Illustration*, British Library , Londres, 1992, p. 68.

Figura 4.1.3a – Desenhos de mandrágora, Ligozzi, Jacopo, (Dioscorides, P. *De Matéria Medica*)
in: Ford, Brian J. *Images of Science – A History of Scientific Illustration*, British Library , Londres, 1992, p. 83.

Figura 4.1.3b – Desenhos de mandrágora, XC Mil folhas. Mandrágora macho. Mandrágora fêmea (Dioscorides, P.)
in: Biblioteca Nacional de Nápoles
Disponível em: http://www.bnnonline.it/biblvir/dioscoride/pages/72_XC.htm
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 4.2.1 – Rhinoceron, Dürer, Albrecht. 1515
Disponível em: http://www.thebritishmuseum.ac.uk
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 4.2.2 – Reprodução de gravura de Rhinoceronte, *Prodigiorum ac ostentorum chronicon*, Lycosthenes, Conrad, 1557.
Basel: Petri, Heinrich
Disponível em: Disponível em: http://www.humi.keio.ac.jp/treasures/nature/Gesner-web/highlight/html/sai1557.html
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 4.2.3 – The Rhinoceros, Jannsen, William. 1620
Disponível em: Disponível em: http://www.thebritishmuseum.ac.uk
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 4.2.4 - Reprodução de gravura de Gesner, Conrad. *Conradi Gesneri medici Tigurini historiae animalium liber IV. qui est de piscium & aquatilium animantium natura.* Frankfurt am Main: Andreae Cambrier, 1604.
Disponível em: http://www.humi.keio.ac.jp/treasures/nature/Gesner-web/highlight/html/sai1551.html
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 4.2.5 - Reprodução de gravura de François Leguat, *Voyage et aventure*, 1708.
in: Ford, Brian J. *Images of Science – A History of Scientific Illustration*, British Library , Londres, 1992, p. 71.

Figura 4.2.6a – Ilustração de borboletas, Merian, Maria Sibylla, 1705
in: Robin, H., & Kevles, D. *The Scientific Image: From Cave to Computer*, W. H. Freeman and Company, New York, 1992.

Figura 4.2.6b – Ilustração de lírios de Bauer, Ferdinand, *Íris Germanica From Flora Graeca*, (s/d)
in: Ford, Brian J. *Images of Science – A History of Scientific Illustration*, British Library , Londres, 1992, p. 95.

Figura 4.3.1 – Reprodução de página de *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, Darwin, Charles, New York
D. Appleton And Company, 1898
Disponível em: Electronic Text Center, University of Virginia Library
http://etext.lib.virginia.edu/images/modeng/public/DarExpr/DarEx264.jpg
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 4.3.2 – *The Science of the Horse's Motions*, Scientific American, October 19, 1878
Disponível em: http://americanhistory.si.edu/muybridge/htm/htm_sec1/sec1p2.htm
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 4.4.1a – Reprodução de fotografia de uma cultura de Proteus mirabilis, Felice Frakel, Envisioning Science Webcast, 2002
Disponível no site Envisioning Science Webcast
http://www.tvworldwide.com/globe_show/booz_allen/021028/
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 4.4.1b – Reprodução de fotografia de uma cultura de Proteus mirabilis, Felice Frakel, Envisioning Science Webcast, 2002
Imagem retocada digitalmente.
Disponível no site Envisioning Science Webcast
http://www.tvworldwide.com/globe_show/booz_allen/021028/
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 4.4.2 – Representação de um nanocircuito. Capa da revista Science de 9 de Novembro de 2001.
Disponível em: http://www.nature.com/nature/journal/v421/n6922/fig_tab/421474a_F5.html
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 5.1 – Registos de observações da Lua, Galileu, 1610.
Revista Nature
Disponível em: http://www.nature.com/nature/journal/v421/n6922/fig_tab/421474a_F1.html
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 5.2 – A Lua (Gravura), *Dioptrice*, Kepler, 1611.
in: Ford, Brian J. *Images of Science – A History of Scientific Illustration*, British Library , Londres, 1992, p.152.

Figura 5.3 – Imagem da superfície de Marte obtida pela sonda Viking I, em 1976
Malin Space Science Systems, Inc.
Disponível em: http://barsoom.msss.com/education/facepage/pio.gif
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 5.4 – Três imagens da mesma superfície de Marte obtida pela missão Mars Global Surveyor, em 1998
Malin Space Science Systems, Inc.
Disponível em: http://barsoom.msss.com/mars_images/moc/4_6_98_face_release/compare.gif
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 5.5 — Espermatozóides (desenho), Leeuwenhoek, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 1679.
Disponível em: http://www.life.uiuc.edu/animalbiology/biohistory/leeuwenhoek.html
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 5.6 — Espermatozóide (desenho), Hartsoeker
Disponível em: www.uwstout.edu/biology/parejko/ Intro/MendelianNonMendelian.ppt
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 5.7 — Conjunto de imagens sobre o funcionamento do coração e o movimento do sangue nos animais, Willian Harvey, *De Motu Cordis et Sanguinis in Animalilbus*, 1628.
Disponível em: www.karlloren.com/ultrasound/p36.htm
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 5.8 — Página do livro de notas de Darwin, 1837.
University of Minnesota Duluth
Disponível em: www.d.umn.edu/cla/faculty/troufs/anth1602/pcheader_R1.html
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 5.9 — Mapas, Wegener, Alfred, *Die Entstehung der Kontinent und Ozeane*, 1915.
in: Robin, H., & Kevles, D. *The Scientific Image: From Cave to Computer*, W. H. Freeman and Company, New York, 1992. p.211.

Figura 5.10 — Diagrama que mostra as anomalias magnéticas num fundo oceânico na região de Reykjanes, ao largo da Islândia.
in: *Vamos Compreender a Terra*, *Compêndio de Geociências*, Gass, I. G.; Smith, Peter J.; Wilson, R. C. L.; Ferreira, M. Portugal,
Almedina Coimbra, 1978, p. 279.

Figura 6.1.1 – Nature, vol. 209, 1966

Figura 6.1.2 – Nature New Biology, vol. 235, 1972

Figura 6.1.3 – Nature New Biology, vol. 235, 1972

Figura 6.1.4 – Science, vol. 179, 1973

Figura 6.1.5 – Science, vol. 179, 1973

Figura 6.1.6 – Science, vol. 199, 1978

Figura 6.1.7 – Science, vol. 240, 1988

Figura 6.1.8 – Science, vol. 240, 1988

Figura 6.1.9 – Nature, vol. 357, 1992

Figura 6.1.10 – Science, vol. 255, 1992

Figura 6.1.11 – Science, vol. 279, 1998

Figura 6.1.12 – Science, vol. 255, 1992

Figura 6.2.1 – Imagem publicitária – Science, 1973

Figura 6.2.2 – Imagem publicitária – Science, Janeiro, 1973

Figura 6.2.3 – Imagem publicitária – Science, Janeiro, 1973

Figura 6.2.4 – Imagem publicitária – Science, Janeiro, 1973

Figura 6.2.5 – Imagem publicitária – Science, Janeiro, 1973

Figura 6.2.6 – Imagem publicitária – Science, Janeiro, 1978

Figura 6.2.7 – Imagem publicitária – Science, Agosto, 2001

Figura 6.2.8 – Imagem publicitária – Science, Agosto, 2002

Figura 6.4.1 – Imagens obtidas por câmara digital acoplada a um microscópio óptico com uma objectiva 40x.

Figura 6.4.3.1 – Células vivas ao microscópio óptico.
Disponível em: http://www.microscopyu.com/articles/phasecontrast/phasemicroscopy.html
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 6.4.3.2 – (à esquerda) Microfotografia de célula bacteriana em divisão
Dr Kari Lounatmaa/Science Photo Library
Disponível em: http://www.sciencephoto.com/html_tech_archive/transm.html#
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 6.4.3.2 – (à direita) Grãos de pólen variados.
Disponível em: http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Misc_pollen.jpg
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 6.4.3.3 – Difracção de raios X de fibras de ADN, Franklin, Rosalind.
Disponível em: Nova Secret of Photo 51
http://www.pbs.org/wgbh/nova/photo51/
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 6.4.3.4 – Rat Kangaroo Kidney Epithelial Cells (PtK2)
Disponível em: Molecular Expressions Microscopy Primer: Fluorescence Digital Image Gallery
http://micro.magnet.fsu.edu/primer/techniques/fluorescence/gallery/cells/header/ptk2headerexlarge.html
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 6.4.3.5 – Electroforese em gel para DNA fingerprint
Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Image:SDS-PAGE.jpg
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 6.4.4.1 – Estrutura da molécula de ADN de Watson e Crick
Disponível em: http://www.nature.com/nature/dna50/watsoncrick.pdf
Acedido em: 2.Julho.2006

Figura 7.1.1 – Primo, Seomara da Costa. *Compêndio de Botânica para o 2º Ciclo Liceal*, 12ª Edição, Lisboa, página de rosto.

Figura 7.1.2 – Primo, Seomara da Costa. *Compêndio de Botânica para o 2º Ciclo Liceal*, 12ª Edição, Lisboa.

Figura 7.1.3 – Lima, Américo Pires; Soeiro, Augusto. *Compêndio de Biologia para o 7º ano Liceal*, 1971

Figura 7.1.4 – Lima, Américo Pires; Soeiro, Augusto. *Compêndio de Biologia para o 7º ano Liceal*, 1971

Figura 7.1.5 – Representação do complexo enzima-substracto segundo o modelo chave-fechadura

Figura 7.1.6 – Soeiro, Conceição, e outros. *Biologia – Espreitar a Vida*, 1981

Figura 7.1.7 – Knapic, Dragnomir. *Biologia – 10º Ano*, 1984

Figura 7.1.8 – Silva, Amparo Dias, e outros. *Terra, Universo de Vida*, 1999

Figura 7.1.9 – Silva, Amparo Dias, e outros. *Terra, Universo de Vida*, 1999

Figura 7.1.10 – Silva, Amparo Dias, e outros. *Terra, Universo de Vida*, 1999

Figura 7.1.11 – Oliveira, Elsa, e outros. *Da Célula ao Universo*, 1994

Figura 7.1.12 – Oliveira, Elsa, e outros. *Da Célula ao Universo*, 1994

Figura 7.1.13 – Silva, Amparo Dias, e outros. *Terra, Universo de Vida*, 1999

Figura 8.1.1 – Capas de revistas baseadas em trabalhos de Felice Frankel
Disponível em: Massachusetts Institute of Technology
http://web.mit.edu/felicef/
Acedido em: 2.Julho.2006

Anexos

Anexo único

Neste CD-ROM encontra uma pasta com o nome “anexo”. Nessa pasta estão as bases de dados do estudo *As Imagens de Ciências da Vida em Revistas Científicas e Manuais Escolares do Ensino Secundário Português*
Estudo do período da década de 60 ao fim do Século XX

Abra o ficheiro “leia-me” se precisar de mais indicações para aceder às bases de dados.