



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICA DA SAÚDE
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
Modalidade: Bacharelado

KRYS DE OLIVEIRA SOUZA

ANÁLISE DE ILUSTRAÇÕES CIENTÍFICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE
BIOLOGIA

SÃO LUÍS
2025

KRYS DE OLIVEIRA SOUZA

**ANÁLISE DE ILUSTRAÇÕES CIENTÍFICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE
BIOLOGIA**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa.

SÃO LUÍS
2025

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Souza, Krys.

ANÁLISE DE ILUSTRAÇÕES CIENTÍFICAS EM LIVROS DIDÁTICOS
DE BIOLOGIA / Krys Souza. - 2025.

30 p.

Orientador(a): Carlos Erick Brito de Sousa.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas,
Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2025.

1. Biologia. 2. Ilustração Científica. 3. Livro
Didático. I. Brito de Sousa, Carlos Erick. II. Título.

KRYS DE OLIVEIRA SOUZA

**ANÁLISE DE ILUSTRAÇÕES CIENTÍFICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE
BIOLOGIA**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Lucas Cardoso Marinho
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Ma. Renata Araújo Lemos
Universidade Federal do Maranhão

SÃO LUIS - MA

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho, em primeiro lugar, ao meu pai, que, mesmo não estando mais entre nós, sempre foi um exemplo de incentivo e apoio na vida intelectual e acadêmica. Na infância, me presenteou com livros e teve paciência até que eu desenvolvesse interesse por eles e também quando me viciiei na leitura e nada mais parecia importar. Ainda guardo na memória os desenhos que fazia quando criança, inspirado nas imagens dos livros que ele usava para dar aula. Enquanto ninguém compreendia o que eu estava desenhando, ele sabia que eram átomos (eu, obviamente, também não sabia).

À minha mãe, dedico meu profundo agradecimento pelo esforço e paciência ao me permitir mudar de cidade para cursar a faculdade da minha escolha. Sempre presente, mas nunca impositiva, me acompanhou nesta jornada com amor e dedicação, junto aos meus irmãos.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa, por todo o apoio, paciência e objetividade, tornando este caminho desafiador mais leve e enriquecedor.

Ao meu namorado, João Guilherme, que, ao longo dos anos, esteve ao meu lado de incontáveis formas desde caronas e ajuda em projetos até abraços nos momentos mais difíceis, minha gratidão imensa.

Dedico também aos meus amigos, tanto da faculdade quanto de fora dela, que, de alguma maneira, contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal.

Aos professores incríveis que tive o privilégio de conhecer durante a graduação, meu reconhecimento e respeito.

E, por fim, a mim mesma. Sei o quanto foi difícil seguir em frente quando o desânimo tomou conta, mas optei por diminuir o ritmo, respirar e seguir um passo de cada vez. Devagar também se chega e vale a pena.

A imaginação é mais importante que o conhecimento. Pois o conhecimento é limitado, enquanto a imaginação abraça o mundo inteiro, estimulando o progresso e dando origem à evolução.

Albert Einstein.

RESUMO

A arte, desde suas formas consideradas primitivas, desempenhou papel vital na história humana, evoluindo para a ilustração científica, que combina arte e ciência. Ela simplifica características visuais para facilitar a identificação, sendo crucial no ensino de Biologia, especialmente em salas de aula carentes de recursos. Desse modo, o trabalho possui como objetivo geral: analisar as ilustrações científicas presentes em uma coleção de três livros didáticos de Biologia (2018), destinada ao ensino médio, tendo em vista a sua relevância para a aprendizagem dos estudantes. E como específicos: Identificar as imagens com e sem valor didático presentes nos livros analisados; analisar as imagens com valor didático de acordo com os princípios de coerência, sinalização e contiguidades espacial; discutir a relevância das ilustrações científicas para o aprendizado em Biologia. A metodologia envolveu revisão bibliográfica, análise das ilustrações nos livros selecionados, com interpretação dos resultados, destaque dos pontos fortes e fracos das ilustrações em termos de precisão científica. Nessa perspectiva, as ilustrações dos livros didáticos foram analisadas se constituíam imagens com ou sem valor didático; com relação às categorias: decorativas, representacionais, organizacionais e explicativas; e ainda quanto aos princípios de coerência, sinalização e contiguidade espacial. Portanto, este trabalho busca promover o reconhecimento dessa importante área, uma vez que as ilustrações científicas constituem ferramentas educacionais relevantes enquanto representações visuais que visam favorecer o aprendizado dos estudantes. Os achados ressaltam a necessidade de um planejamento mais criterioso na seleção e organização das imagens nos livros didáticos, garantindo que esses recursos visuais sejam efetivamente didáticos e contribuam para o ensino de Biologia.

Palavras-chave: Biologia; Ilustração científica; Livro didático.

ABSTRACT

Art, in its forms considered primitive, has played a vital role in human history, evolving into scientific illustration, which combines art and science. It simplifies visual characteristics to facilitate identification, being crucial in the teaching of Biology, especially in classrooms lacking resources. Thus, the general objective of this work is to analyze the scientific illustrations present in a collection of Biology textbooks aimed at high school education, considering their relevance to student learning. The specific objectives are: to identify the images with and without didactic value present in the analyzed books; to analyze the images with didactic value according to the principles of coherence, signaling, and spatial contiguity; and to discuss the relevance of scientific illustrations for learning in Biology. The methodology involved a literature review, analysis of the illustrations in the selected books, with interpretation of the results, highlighting the strengths and weaknesses of the illustrations in terms of scientific accuracy. From this perspective, the textbook illustrations were analyzed to determine whether they constituted images with or without didactic value, in relation to the categories: decorative, representational, organizational, and explanatory; and also according to the principles of coherence, signaling, and spatial contiguity. Therefore, this work seeks to promote the recognition of this important area, as scientific illustrations constitute relevant educational tools as visual representations aimed at facilitating student learning. The findings highlight the need for more careful planning in the selection and organization of images in textbooks, ensuring that these visual resources are truly didactic and contribute to the teaching of Biology.

Keywords: Biology; Scientific illustration; Textbook.

SUMÁRIO

1	Introdução	13
2	Procedimentos Metodológicos	15
3	Resultados e discussão	18
4	Considerações finais	27
5	Referências	28
6	Anexos	31

ANÁLISE DE ILUSTRAÇÕES CIENTÍFICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA

ANALYSIS OF SCIENTIFIC ILLUSTRATIONS IN BIOLOGY TEXTBOOKS

Resumo

A arte, desde suas formas consideradas primitivas, desempenhou papel vital na história humana, evoluindo para a ilustração científica, que combina arte e ciência. Ela simplifica características visuais para facilitar a identificação, sendo crucial no ensino de Biologia, especialmente em salas de aula carentes de recursos. Desse modo, o objetivo geral deste trabalho é analisar as ilustrações científicas presentes em uma coleção de três livros didáticos de Biologia (2018), destinada ao ensino médio, considerando sua relevância para a aprendizagem dos estudantes. Os objetivos específicos incluem: identificar as imagens com e sem valor didático nos livros analisados; avaliar as imagens com valor didático segundo os princípios de coerência, sinalização e contiguidade espacial; e discutir a importância das ilustrações científicas para o ensino de Biologia. A metodologia envolveu revisão bibliográfica e análise das ilustrações nos livros selecionados, considerando sua precisão científica, pontos fortes e fracos. As ilustrações foram classificadas conforme seu valor didático e categorizadas como decorativas, representacionais, organizacionais ou explicativas, além de serem analisadas segundo os princípios de coerência, sinalização e contiguidade espacial. Conclui-se que a ilustração científica constitui uma ferramenta educacional essencial, favorecendo o aprendizado e a compreensão de conceitos biológicos. Os achados ressaltam a necessidade de um planejamento mais criterioso na seleção e organização das imagens nos livros didáticos, garantindo que esses recursos visuais sejam efetivamente didáticos e contribuam para o ensino de Biologia.

Palavras-chave: Biologia; Ilustração científica; Livro didático.

Abstract

Art, in its forms considered primitive, has played a vital role in human history, evolving into scientific illustration, which combines art and science. It simplifies visual characteristics to facilitate identification, being crucial in the teaching of Biology, especially in classrooms lacking resources. Thus, the general objective of this work is to analyze the scientific illustrations present in a collection of Biology textbooks aimed at high school education, considering their relevance to student learning. The specific objectives are: to identify the images with and without didactic value in the analyzed books; to evaluate the images with didactic value according to the principles of coherence, signaling, and spatial contiguity; and to discuss the importance of scientific illustrations for Biology education. The methodology involved a literature review and an analysis of the illustrations in the selected books, considering their scientific accuracy, strengths, and weaknesses. The illustrations were classified based on their didactic value and categorized as decorative, representational, organizational, or explanatory.

They were also analyzed according to the principles of coherence, signaling, and spatial contiguity. It is concluded that scientific illustration is an essential educational tool, enhancing learning and the understanding of biological concepts. The findings highlight the need for more careful planning in the selection and organization of images in textbooks, ensuring that these visual resources are truly didactic and contribute to the teaching of Biology.

Keywords: Scientific illustration; Biology; Textbook.

1 Introdução

No percurso histórico da humanidade, a arte sempre foi de extrema importância, surgindo como resposta às necessidades humanas desde suas formas mais primitivas. De acordo com Mayer (2019), a ilustração de animais e plantas iniciou-se nos primórdios da evolução humana, como observado em pinturas rupestres presentes em cavernas. Com o passar do tempo, essas representações evoluíram para atender às necessidades científicas e educacionais.

A ilustração científica surgiu como uma ferramenta essencial para a comunicação do conhecimento biológico e taxonômico. Figuras históricas como Maria Sibylla Merian, que documentou a metamorfose dos insetos no século XVII, e Ernst Haeckel, cujas representações detalhadas da biodiversidade influenciaram profundamente a biologia, demonstram o impacto dessa arte na ciência (Williams, 2018). No século XVIII, os iconótipos foram amplamente utilizados na taxonomia, como pode ser observado nos trabalhos de Carl Linnaeus, que empregava desenhos para documentar espécies antes da invenção da fotografia (Linnaeus, 1758).

Durante o século XX, avanços significativos foram feitos na ilustração científica, com o refinamento de técnicas e a ampliação do seu uso em diversas áreas do conhecimento (Smith, 1985). Atualmente, a ilustração científica procura realçar partes importantes de um material biológico determinado, respeitando as medidas, proporções e contrastes de cores, mesmo que em preto e branco (Araújo, 2009). No que concerne à área da taxonomia zoológica, por exemplo, a ilustração científica tem representado há bastante tempo, uma ferramenta considerada fundamental para a elaboração de chaves pictóricas ou dicotômicas para identificação da biodiversidade (Ito, 2012).

A arte como percepção, apresentação, alerta e lembrança sempre nos acompanhou, haja

visto que imagens das primeiras ilustrações existentes são usadas até hoje em salas de aula. A facilidade para reconhecer os animais retratados nessas artes é atribuída à simplificação, ou seja, a redução de informações visuais aos traços mais marcantes do animal, assim como a acentuação dessas características salientes que são mais úteis para a identificação (Halverson, 1992).

Desse modo, é de grande importância a utilização de ilustrações científicas no ensino das Ciências Biológicas, tendo em vista a falta de materiais concretos em diversas salas de aula, em que os livros didáticos são as principais ferramentas disponíveis, apontando a importância da ilustração científica e sua qualidade, com estruturas importantes bem representadas, por meio de traços precisos e simétricos.

Segundo Clair (2014), pesquisas feitas por especialistas indicam que cerca de 83% do processo de aprendizado depende da visão. Levando isso em consideração e pensando nos conceitos e ciclos complexos da biologia, o uso de ilustrações claras e objetivas no processo de aprendizado torna-se de grande ajuda.

Além disso, a aprendizagem significativa está diretamente ligada à capacidade do aluno de estabelecer relações entre novos conceitos e conhecimentos prévios. Miras (2006) enfatiza que quanto mais conexões um estudante puder fazer entre conteúdos, mais efetiva será sua aprendizagem. Dessa forma, a presença de ilustrações científicas de qualidade nos livros didáticos auxilia no reconhecimento e associação de informações dentro e fora da sala de aula.

Entretanto, o ensino de Ilustração científica ainda é considerado pouco difundido nas universidades, uma vez que o ambiente acadêmico tem conferido atualmente pouca importância a esse tipo de expressão, talvez não atentando para o fato de que a produção de mensagens da área da comunicação é cada vez mais híbrida e não exclusivamente alicerçada na linguagem verbal (Guaraldo, 2006). Cabe acrescentar que, além de fornecer uma descrição sucinta, o desenho acrescenta vigor à apresentação oral ou escrita (Briscoe, 1990).

Assim, este trabalho possui como objetivo geral: Analisar as ilustrações científicas presentes em uma coleção de livros didáticos de Biologia, destinada ao ensino médio, tendo em vista a sua relevância para a aprendizagem dos estudantes. E como específicos: Identificar as imagens com e sem valor didático presentes nos livros analisados; analisar as imagens com

valor didático de acordo com os princípios de coerência, sinalização e contiguidades espacial; e discutir a relevância das ilustrações científicas para o aprendizado em Biologia.

2 Procedimentos Metodológicos

Este trabalho teve como objetivo analisar ilustrações científicas presentes em uma coleção de livros didáticos de ensino médio. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, pois envolve a obtenção de processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando “compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo” (Godoy, 1995, p. 58).

O trabalho teve início pela revisão bibliográfica, ampliando o referencial teórico para fundamentação da pesquisa. Já o desenvolvimento da análise do conteúdo dos livros foi orientado por Moraes (1994), que explica ser importante a fase de análise e interpretação de dados de uma pesquisa, aplicando-se, de modo especial, com finalidade de uma leitura crítica e aprofundada levando à descrição e interpretação destes materiais.

Dessa maneira, as ilustrações foram analisadas na coleção de livros didáticos de Biologia da editora Biologia Moderna, desenvolvida por Amabis e Martho (2018). Esta coleção foi selecionada por estar avaliada no PNLEM/MEC e constar no Guia do Livro Didático do Ensino Médio. A escolha também se deu pelo uso desses livros no Colégio Universitário (COLUN), escola de aplicação da Universidade Federal do Maranhão, e pelo fácil acesso às cópias físicas, o que facilitou a análise; as imagens foram obtidas por meio de capturas de tela no formato PDF dos livros.

Por conseguinte, em função do vasto volume de informações presentes na coleção, buscando uma representatividade que se mostrasse adequada para a construção deste artigo de cunho qualitativo, e no intuito de contemplar diferentes áreas da Biologia, foram escolhidos quatro capítulos de forma aleatória, de cada um dos três volumes do ensino médio, totalizando 12 capítulos, sendo eles:

Volume 1	Capítulo 5- Membrana celular e citoplasma
-----------------	--

	<p>Capítulo 8- Fermentação e respiração aeróbica</p> <p>Capítulo 10- Desenvolvimento embrionário animal</p> <p>Capítulo 11- Reprodução humana</p>
Volume 2	<p>Capítulo 4- A diversidade das plantas</p> <p>Capítulo 7- Tendências evolutivas nos grupos animais</p> <p>Capítulo 10- Nutrição, respiração, circulação e excreção</p> <p>Capítulo 12- Revestimento, suporte e movimento humano</p>
Volume 3	<p>Capítulo 2- As bases cromossômicas da herança</p> <p>Capítulo 5- Fundamentos da evolução biológica</p> <p>Capítulo 7- Evolução humana</p> <p>Capítulo 8- O fluxo de energia e ciclos da matéria na natureza</p>

Tabela 1- divisão dos capítulos escolhidos por volume

Após a leitura criteriosa dos capítulos e seleção das imagens, partiu-se para a classificação das mesmas, de acordo com o modelo proposto por Mayer (2020a, pp. 76-77), dividido em quatro categorias, sendo elas:

- a) decorativas – ilustrações presentes para interessar ou entreter o leitor, mas que não acrescentam informação ao trecho em questão;
- b) representacionais – ilustrações que representam um único elemento;
- c) organizacionais – ilustrações que representam relações entre elementos;
- d) explicativas – ilustrações que explicam como um sistema funciona.

Para Mayer (2020b), somente as imagens organizacionais e explicativas possuem valor didático. Seguindo esse pressuposto, as imagens encontradas nos capítulos foram analisadas conforme esse referencial.

Dessa maneira, foi feita a tabulação dos dados, inicialmente dividindo as imagens em “sem valor didático” (decorativas e representacionais) e “com valor didático” (organizacionais e explicativas). Em seguida para classificação da segunda etapa, quando um determinado princípio não era satisfeito, atribuímos o valor 0 e quando o princípio era

satisfeito, atribuímos o valor 1.

Como foram analisados três princípios o valor máximo que uma imagem poderia receber seria 3, satisfazendo a todos os critérios. E no caso de não satisfazer nenhum dos critérios teria valor 0. Também poderiam aparecer imagens com valor 2, por satisfazerem a 2 critérios, e com valor 1, por satisfazer à apenas um critério.

As imagens que apresentavam valor didático, passaram a ser alvo da análise subsequente, de acordo com os três princípios propostos por Coutinho, Soares e Braga (2010a):

Coerência: Insatisfatório quando a imagem apresentar elementos desnecessários, como: antropomorfização, altamente complexas, desproporcionais ou equívoco conceitual;

Sinalização: Insatisfatório quando a imagem apresentar ausência de nitidez das estruturas ou processos, ausência de setas ou indicações numéricas nos ciclos ou etapas biológicas ou falta de inserções de aviso (cores fantasia e dimensionalidade);

Contiguidade Espacial: insatisfatório quando a imagem e o texto escrito não ocuparem um mesmo quadrante ou um quadrante próximo.

E por fim, foi realizada a interpretação dos resultados da análise, destacando os pontos fortes e fracos das ilustrações em termos de precisão científica, acompanhada de uma discussão sobre a relevância das ilustrações científicas para o aprendizado em Biologia. Posteriormente apresentamos os resultados e discussões.

3 Resultados e discussão

Após o levantamento das ilustrações presentes nos livros de Biologia da coleção analisada, foram identificadas as seguintes quantidades de imagens decorativas nos 12 capítulos selecionados: cada capítulo apresenta uma única imagem decorativa, com exceção do capítulo 3, que contém, além da imagem de abertura do capítulo, outras quatro ilustrações adicionais distribuídas ao longo do texto. Assim, o total de imagens decorativas encontradas na coleção analisada foi de 16.

No que se refere às imagens representacionais, a distribuição por volume foi a seguinte: o volume 1 apresentou um total de 14 imagens representacionais; o volume 2 contou com 44 imagens; e o volume 3, 89 imagens. Nota-se um aumento significativo no número de ilustrações representacionais do primeiro para o terceiro volume. Tal variação pode estar associada à abordagem dos conteúdos, uma vez que o primeiro volume contém mais imagens explicativas e menos representacionais, conforme observado em estudos anteriores (Coutinho; Braga, 2010b).

As imagens organizacionais foram distribuídas da seguinte maneira: 20 ilustrações no volume 1, 45 no volume 2 e 20 no volume 3. Quanto às imagens explicativas, os resultados foram constantes, com 31 ilustrações no volume 1, 32 no volume 2 e 30 no volume 3. A Tabela 2 resume esses dados.

Volumes	Decorativas	Representacionais	Organizacionais	Explicativas
1	5.26%	18.42%	35.53%	40.79%
2	3.20%	35.20%	36.00%	25.60%
3	5.44%	60.54%	13.61%	20.41%

Tabela 2: Porcentagem dos tipos de imagens presentes em cada coleção.

Os resultados indicam que há um predomínio de imagens representacionais no terceiro volume da coleção, o que pode influenciar na forma como os estudantes interpretam e assimilam o conteúdo. De acordo com Coutinho (2010c), a distribuição equilibrada entre os diferentes tipos de imagens favorece a aprendizagem, pois imagens organizacionais e explicativas ajudam na construção do conhecimento ao fornecerem conexões visuais mais diretas com os conceitos abordados. Dessa forma, a análise sugere que a estrutura da coleção pode ser aprimorada ao equilibrar melhor os diferentes tipos de ilustrações, garantindo uma abordagem mais didática e eficaz.

A fim de exemplificar como foram selecionadas e categorizadas as ilustrações analisadas, são apresentadas a seguir imagens que demonstram como se deu a classificação de acordo com o modelo proposto por Mayer (2020c, pp. 76-77), conforme as categorias anteriormente apresentadas:

a) decorativas – esta categoria foi encontrada principalmente nas imagens de apresentação dos capítulos, presentes de cada capítulo de cada um dos três volumes, como

visto, por exemplo, nas Figuras 1 e 2.



Figura 1: Exemplo de imagem decorativa. (Amabis; Martho, 2018, v. 1, p.150).



Figura 2: Exemplo de imagem decorativa. (Amabis; Martho, 2018, v. 1, p.182).

b) representacionais – para esta categoria, foram selecionadas as ilustrações que representavam um único elemento. Este tipo de imagem pode ser observado nos exemplos da planária *Bipalium sp.* (figura 3) e do lagarto *Calyptommatus leiolepis*. (Figura 4).



GREGORY G. DIMIJAN, M.D./SCIENCE
SOURCE/LATINSTOCK

A planária
Bipalium sp. é um
representante do
filo Platyhelminthes.
Esse exemplar
tem 7 cm de
comprimento.

Figura 3: Exemplo de imagem representacional. (Amabis; Martho, 2018, v. 2, p. 128).



MIGUEL THERIAUT RODRIGUES

Figura 5.3 O lagarto *Calyptommatus leirolepis*, da região de dunas de Alagoado (PI), apresenta cerca de 7 cm de comprimento e redução dos membros até sua quase completa ausência (note uma pequena perna traseira). Na visão lamarckista, a redução dos membros desse animal seria explicada pelas leis do uso e desuso e da transmissão das características adquiridas. Para a moderna teoria evolucionista, essas características resultam da adaptação ao ambiente por ação da seleção natural.

Figura 4: Exemplo de imagem representacional. (Amabis; Martho, 2018, v. 3, p. 105).

c) organizacionais – para esta categoria, foram selecionadas aquelas ilustrações que representavam relações entre elementos, como os exemplos destacados abaixo, que traz uma imagem esquemática de partes do sistema digestório humano (Figura 5) e a representação esquemática dos corpos de uma larva e de um adulto de inseto (Figura 6).

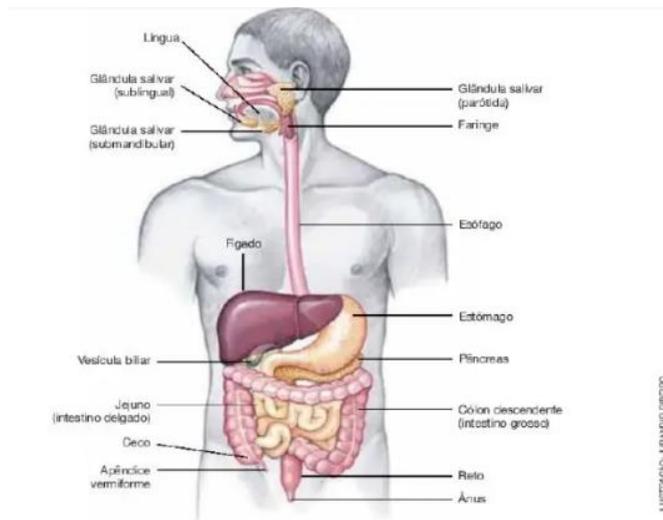


Figura 10.2 Representação esquemática dos componentes do sistema digestório humano, composto pelo trato digestório, um tubo com cerca de 9 metros de comprimento, e por glândulas associadas, como as glândulas salivares, o pâncreas e o fígado. (Elementos fora de proporção de tamanho entre si; cores-fantasia.)

Figura 5: Exemplo de imagem organizacional. (Amabis e Martho, 2018, v. 2, p. 202).

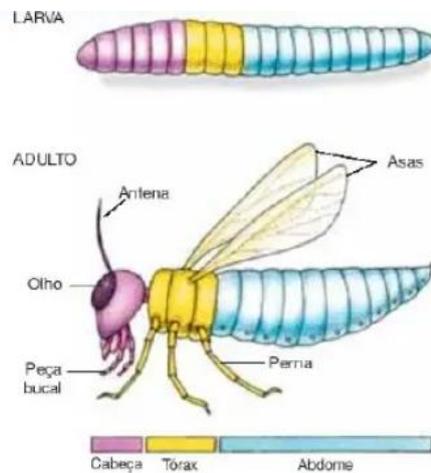


Figura 7.4 Representações esquemáticas dos corpos de uma larva e de um adulto de inseto; as cores indicam a correspondência entre os metâmeros desses dois estágios do ciclo de vida. Nos insetos, alguns metâmeros se fundem para formar as diversas partes do corpo do animal adulto. (Elementos fora de proporção de tamanho entre si; cores-fantasia.)

Figura 6: Exemplo de imagem organizacional. (Amabis; Martho, 2018, v. 2, p. 131)

d) explicativas – para esta categoria foram selecionadas ilustrações como as apresentadas abaixo, que explicam como um sistema funciona, tal como a imagem que mostra o ciclo de Krebs (Figura 7) e a representação esquemática da sequência de estágios iniciais do desenvolvimento do anfioxo (Figura 8).

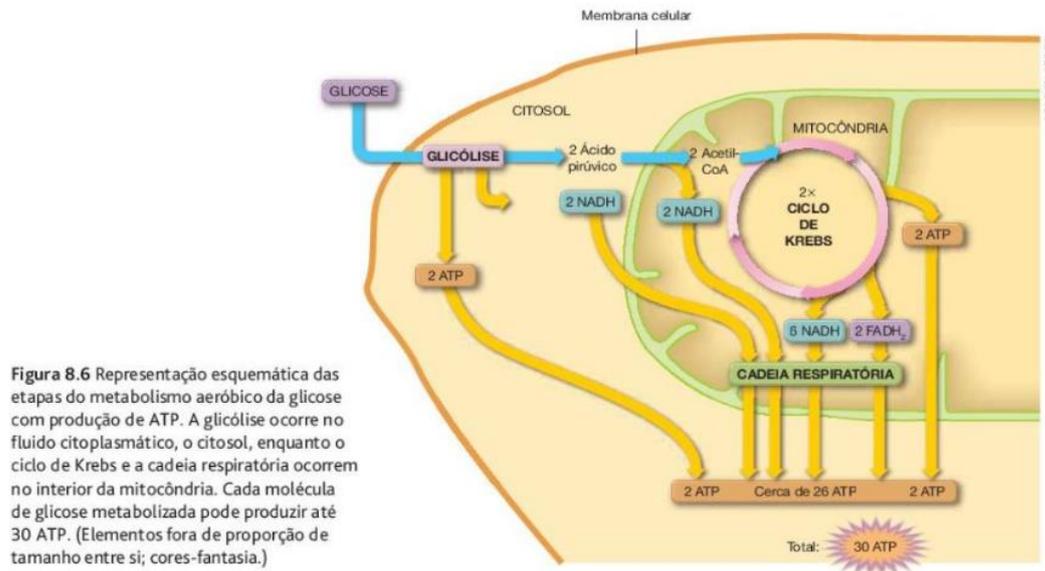


Figura 7: Exemplo de imagem explicativa (Amabis; Martho, 2018, v. 1, p. 158).

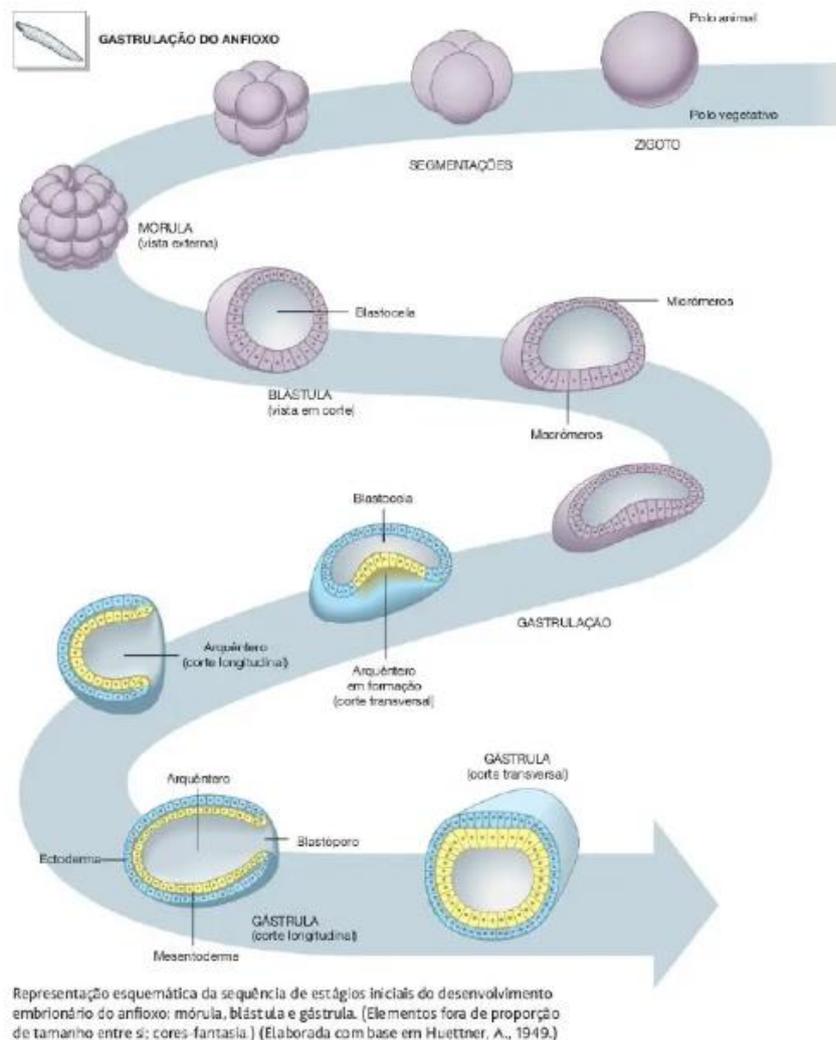


Figura 8: Exemplo de imagem explicativa (Amabis; Martho, 2018, v. 1, p. 191).

Para Mayer (2020d), somente as imagens organizacionais e explicativas possuem valor didático. Seguindo esse pressuposto, as imagens encontradas nos capítulos analisados foram submetidas a esse referencial, e apenas as que apresentaram valor didático foram alvo da análise subsequente, de acordo com os três princípios propostos por Coutinho, Soares e Braga (2010d).

Desse modo, quanto ao princípio da coerência, este foi analisado quando as imagens apresentavam elementos considerados desnecessários, sendo estas consideradas insatisfatórias, por trazer aspectos como antropomorfização, altamente complexas, desproporcionais ou equívoco conceitual. Por exemplo a figura 9, disposta abaixo, que por possuir uma grande quantidade de elementos apresenta um alto grau e complexidade.

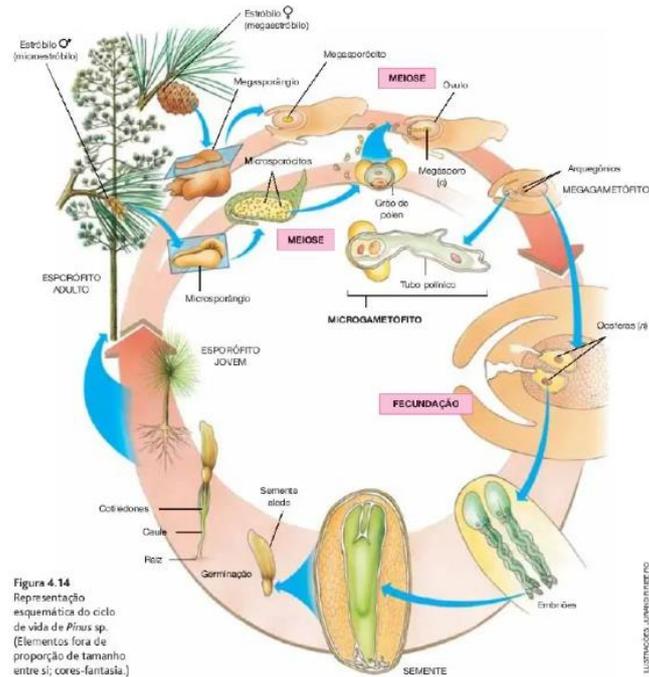


Figura 9: Exemplo de imagem que não satisfaz o princípio de coerência devido à alta complexidade. (Amabis; Martho, 2018, v. 2, p. 81).

No que se refere à sinalização, também foram buscados elementos presentes nas imagens que a tornassem insatisfatórias quanto a esse critério. Assim, foi visto se as imagens apresentavam ausência de nitidez das estruturas ou processos, ausência de setas ou de indicações numéricas nos ciclos ou etapas biológicas; ou ainda, a falta de inserções de aviso, como, por exemplo, de cores fantasia e a respeito da dimensionalidade. Este tipo de problema pode ser notado na figura 10, que pode ter a compreensão comprometida por conta da ausência de indicação numérica no ciclo.

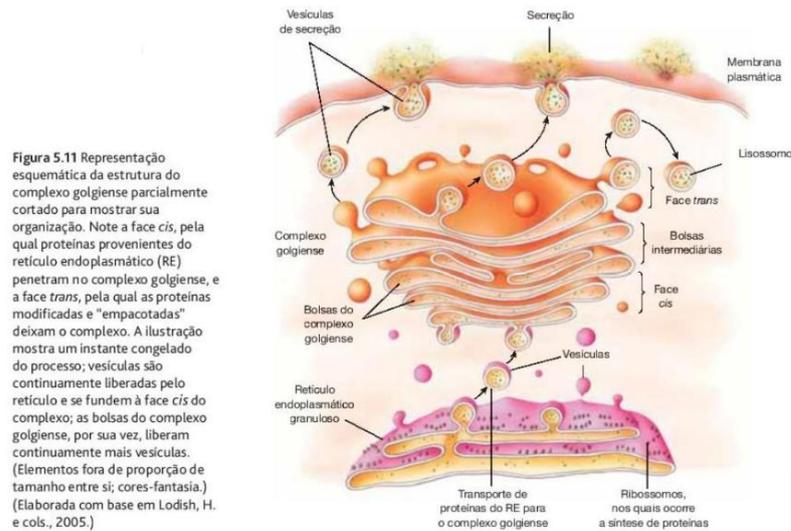


Figura 10: Exemplo de imagem não sinalizada. (Amabis; Martho, 2018, v. 1, p. 88).

Com relação ao princípio de contiguidade espacial, foi observado se a imagem e o texto escrito não ocupavam um mesmo quadrante ou um quadrante próximo, uma vez que quando isto ocorre, a apresentação da imagem é considerada insatisfatória, segundo o referencial adotado nesta pesquisa. Neste caso, consideramos como satisfazendo o critério quando imagem e o texto principal ocupavam a mesma página, como exemplo da figura 11.



Figura 11: Exemplo de imagem satisfatória quanto ao critério de contiguidade espacial. (Amabis; Martho, 2018, v. 2, p. 139)

Nesta etapa da análise, em que foram classificadas apenas as imagens de valor didático (organizacionais e explicativas), quanto aos critérios de coerência, sinalização e contiguidade espacial foram encontrados os seguintes problemas:

- Quanto à coerência: imagens com informações em excesso; imagens com informações que podem levar a erros de interpretação do conteúdo; imagens altamente complexas;
- Quanto à sinalização: falta de sinalização na imagem e no texto; sinalização no lugar inadequado; sinalização sem destaque ou com pouca clareza; sem indicação numérica de início;
- Quanto à contiguidade: imagens em quadrantes e até mesmo em páginas diferentes do assunto tratado.

Na tabela abaixo é possível fazer a contagem dos valores atribuídos a cada volume, sendo eles:

0 - Ilustrações não apresentam problemas;

1- Ilustrações com pelo menos 1 dos critérios;

2- Ilustrações com 2 dos critérios;

3- Ilustrações que apresentam os 3 critérios.

Valores	0	1	2	3
Volumes				
1	33	21	3	1
2	58	12	5	2
3	41	9	0	0

Como podemos observar, a violação dos três critérios em uma só ilustração é quase mínima assim como a violação de dois critérios, a grande maioria em todos os volumes não apresenta problemas ou apenas um dos problemas apresentados. A Tabela 4 mostra as quantidades de violação de cada critério (coerência, sinalização e contiguidade) nos três volumes analisados.

Critério violado	Coerência	Sinalização	Contiguidade
Coleção			
1	6	5	17

2	7	13	6
3	0	4	5

Na comparação dos resultados é possível perceber que não há muita variação tanto de critério quanto de um volume para o outro, sendo a maior taxa de critério violado o de contiguidade espacial, seguido pelo critério de sinalização e posteriormente coerência que nem chega a ser encontrada no volume 3.

Os dados obtidos foram comparados aos achados de Coutinho e Braga (2010e), evidenciando a importância da coerência, sinalização e contiguidade espacial na qualidade das ilustrações didáticas. A análise revelou que, assim como na pesquisa de Coutinho e Braga, um dos principais problemas encontrados foi a violação do princípio de contiguidade espacial, com imagens situadas em locais distantes do texto principal, dificultando a compreensão dos estudantes.

Além disso, foram identificadas imagens com informações excessivas e complexidade elevada, comprometendo o princípio de coerência. Também foi observada falta de sinalização adequada em algumas figuras, dificultando a associação entre elementos visuais e textuais. Assim, reforça-se a necessidade de aprimoramento na seleção e organização das imagens nos livros didáticos.

4 Considerações finais

Os livros didáticos são os principais recursos educacionais utilizados no sistema de ensino do Brasil, sendo fundamentais para a construção do conhecimento dos alunos. No entanto, os achados desta pesquisa apontam para um cenário preocupante, uma significativa presença de imagens sem valor didático nos livros de Biologia analisados somadas às imagens que apresentaram falhas nos critérios de coerência, sinalização e contiguidade espacial, essas representações corresponderam a aproximadamente 30% das imagens avaliadas.

A análise realizada destaca a necessidade urgente de um planejamento mais criterioso na produção de imagens para livros didáticos, garantindo que estes recursos visuais realmente contribuam para a aprendizagem. A aplicação de princípios gráficos e pedagógicos na criação dessas ilustrações pode evitar a sobrecarga cognitiva dos alunos e potencializar a assimilação

do conteúdo.

Além disso, ao longo deste estudo, foi ressaltado o papel essencial da arte na construção do conhecimento, desde as primeiras ilustrações científicas até os recursos visuais utilizados no ensino atual. No entanto, esse aspecto não tem sido devidamente explorado na elaboração dos materiais didáticos contemporâneos. A valorização da ilustração científica e seu ensino no meio acadêmico poderiam contribuir para a melhoria da qualidade dos livros didáticos, favorecendo uma aprendizagem mais significativa, envolvendo aspectos que vão além dos conhecimentos científicos, pois perpassam o aprimoramento da leitura de imagens, estreitando a relação dos estudantes com aspectos estéticos e com a arte.

Por fim, espera-se que esta pesquisa sirva de base para futuras discussões e ações voltadas à melhoria das ilustrações nos materiais didáticos, além de incentivar estratégias pedagógicas que orientem os alunos a interpretar corretamente as imagens presentes nos livros, maximizando o seu potencial educativo.

5 Referência

- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia Moderna**. São Paulo: Moderna, 2018.
- ARAÚJO, A. M. **Aplicações da ilustração científica em Ciências Biológicas**. Rio Claro: UNESP, 2009.
- BRISCOE, M. H. **A researcher's guide to scientific and medical illustrations**. New York: Springer, 1990.
- CLAIR, A. **A arte de falar bem**. Petrópolis: Vozes, 2014.
- GODOY A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.
- GUARALDO, L. A ilustração jornalística. **UNIrevista**, v. 1, n. 3, p. 1-12, 2006.
- HALVERSON, J. The first pictures: perceptual foundations of Paleolithic Art. **Perception**, Estados Unidos, v. 21, n. 3, 389-404, 1992.
- ITO, M. N. **A arte da ilustração científica: manual em taxonomia zoológica**. Campo Grande: UEMS, 2012.
- LINNAEUS, C. **Systema Naturae per regna tria naturae**. Holmiae: Laurentius Salvius, 1758.
- MAYER, R. E. **Multimedia learning**. Cambridge: Cambridge University Press, 2020.
- MAYER, R. **Manual do Artista**. São Paulo: Martins Fontes, 2019.
- MIRAS, M. Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In: COLL, C.; MARTÍN, E. **O construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Ática, 2006.
- MORAES, R. A Análise de Conteúdo: possibilidades e limites. In: ENGERS, M. E. A. (Org.).

Paradigmas e metodologias de pesquisa em educação: notas para reflexão. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1994.

SMITH, R. J. **Scientific Illustration:** history and techniques. London: Academic Press, 1985.

WILLIAMS, K. **The History of Scientific Illustration.** London: Oxford University Press, 2018.

6 ANEXOS

ANEXO A – Normas da Revista Discurso & imagem visual em educação - UFPB

A Revista Discurso & Imagem Visual em Educação - RDIVE, objetivando divulgar a produção acadêmica na área da educação, visa incentivar o fluxo de reflexões, estudos e

pesquisas específicas sobre possíveis nexos pedagógicos entre os acontecimentos do discurso e da imagem visual e a educação. Conferindo, assim, visibilidade a saberes e a conhecimentos sistematizados, produzidos sobre suas interfaces no cenário da sociedade e da cultura contemporânea. A RDIVE é um periódico semestral.

1. Os originais devem ser submetidos à Revista por meio da Plataforma de Periódicos, no formato padrão para PC.
 2. Os autores utilizados no texto devem ser informados mediante à forma (Autor, data) ou (Autor, data, p.), como nos exemplos: (Carlos, 1989) ou (Carlos, 1989, p. 95). Títulos do mesmo autor, publicados no mesmo ano, devem ser apresentados colocando-se uma letra depois da data: (Soares, 1995a), (Soares, 1995b) etc
 3. As Referências devem contemplar, no final do texto e em ordem alfabética, tão-somente os autores citados, conforme às normas atuais da ABNT
 4. As notas de rodapé devem ser exclusivamente explicativas. Todas as notas deverão ser numeradas e aparecer no pé da página da citação feita.
 5. Os artigos devem conter título, indicação de três palavras-chave e resumo (em português e inglês ou espanhol), que não ultrapassem 1.000 caracteres cada.
 6. Os quadros, gráficos, mapas, imagens etc. devem ser apresentados no texto, numerados, titulados e apresentar indicação das fontes.
 7. Digitar todo o texto na fonte Times New Roman, tamanho 12, entrelinha um e meio.
 8. Utilizar letras maiúsculas em negrito para o título principal; nos subtítulos das seções negrito e primeira letra maiúscula, seguida de minúsculas.
 9. Para ênfase ou destaque, no interior do texto, utilizar apenas itálico.
 10. Separar títulos de seções, nome do autor etc. do texto principal com um duplo Enter.
 11. Para as transcrições, usar a fonte Times New Roman, tamanho 11, separadas do texto principal com duplo Enter e introduzidas com dois toques de tabulação.
-