



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

RENATA ARAUJO LEMOS

REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA

SÃO LUÍS – MA
2018

RENATA ARAUJO LEMOS

REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Mariana Guelero do Valle

SÃO LUÍS – MA

2018

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

Lemos, Renata Araujo.

Representações gráficas em livros didáticos de Biologia
/ Renata Araujo Lemos. - 2018.
123 f.

Orientador(a): Mariana Guelero do Valle.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Ensino de Ciências e Matemática/ccet, Universidade Federal
do Maranhão, São Luís, 2018.

1. Ensino de Biologia. 2. Livro Didático. 3. Manuais
do Professor. 4. Pesquisa Documental. 5. Representações
Gráficas. I. Valle, Mariana Guelero do. II. Título.

RENATA ARAUJO LEMOS

REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: 20/08/2018

Banca Examinadora

Profa. Dra. Mariana Guelero do Valle (Orientadora)

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof. Dr. Marcelo Tadeu Motokane

Universidade de São Paulo – USP

Prof. Dr. Jackson Ronie Sá Silva

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

AGRADECIMENTOS

Ao PPECEM e aos professores que contribuíram com discussões relevantes durante as disciplinas cursadas no programa.

À minha orientadora Mariana Guelero do Valle pelo apoio, parceria e ensinamentos durante a produção deste trabalho e pelas nossas discussões sobre o Ensino de Ciências e Biologia.

Aos membros da banca examinadora, Marcelo Tadeu Motokane e Jackson Ronie Sá Silva por aceitarem o convite e participarem desse momento de leitura e crítica ao trabalho.

Aos meus companheiros e amigos do GPECBio por reuniões produtivas e aprendizado coletivo. E em especial aos participantes do grupo Orientações Coletivas.

Aos meus pais, por tanto incentivo e ensino de valores fundamentais para a minha formação como ser humano.

Ao Senhor Deus por ter me presenteado com esta vida e por ser fonte inesgotável de fé e perseverança.

RESUMO

As construções representacionais são amplamente usadas como forma de explicitar e explicar conceitos e/ou fenômenos. Assim, existem dois tipos de representação: as internas e as externas. Nesta investigação focalizamos a representação externa do tipo gráfica. A pesquisa é de abordagem qualitativa, sendo do tipo documental com o objetivo de analisar as representações gráficas presentes em livros didáticos de Biologia aprovados pelo Programa Nacional do Livro didático (PNLD) de 2018. Foram analisados os tipos e os níveis de escala de representação nos livros texto direcionados ao aluno, bem como as orientações presentes nos manuais do professor. Utilizamos a análise de conteúdo como referencial metodológico para identificar os tipos de representações gráficas e as orientações presentes nos manuais do professor sobre as representações gráficas e para analisar os níveis de escala de representação utilizamos o referencial que classifica em quatro: macroscópico, microscópico, submicroscópico e simbólico. Quanto aos tipos de representação foram identificados: árvores filogenéticas, desenhos, diagramas, esquemas, fórmulas, fotos, gráficos, ilustrações, mapas, modelos, pinturas, quadro, quadrado de Punnett, radiografias, reconstituições, representações, tabelas, além de representações que não puderam ser identificadas, por não apresentarem informações suficientes. Identificamos representações em níveis de escala macroscópico, microscópico, submicroscópico e simbólico. Em relação às orientações sobre a temática representações gráficas presentes nos manuais do professor, foram elaborados seis indicadores: aprendizagem, linguagem, finalidades, habilidades, orientações ao professor e relações entre áreas/disciplinas. Nesse sentido, a partir da análise revela-se importante ter critérios e cautela ao intitular um tipo de representação, pois em muitas vezes foram utilizados nomes diferentes em figuras que apresentam o mesmo padrão. Além disso, a presença de representações gráficas nos livros didáticos sem a identificação deve ser questionada, uma vez que entendemos que a legenda é fundamental para auxiliar a compreensão do que está sendo representado. Os manuais do professor também nos revelaram diversos aspectos sobre o uso de representações em sala de aula, incluindo algumas de suas finalidades, o desenvolvimento de habilidades dos alunos, além de sugestões pontuais de como o professor pode utilizá-las. No entanto, mesmo que o livro texto apresente uma variedade de tipos de representações gráficas, os manuais se restringem a apresentar orientações direcionadas somente algumas tipologias e não detalham de que maneira o professor poderia implementá-las efetivamente no planejamento, execução e avaliação de suas aulas.

Palavras-chave: Ensino de Biologia. Livro didático. Manuais do professor. Pesquisa Documental. Representações Gráficas.

ABSTRACT

Representational constructions are widely used as a way of explaining and explaining concepts and / or phenomena. Thus, there are two types of representation: internal and external. In this investigation we focus on the external representation of the graphic type. This research has a qualitative approach, being a documental analysis, which aims to analyse the graphical representations present in Biology textbooks. The analysed documents correspond to the Biology textbooks approved by the 2018 Brazilian National Textbooks Program (PNLD). The types and levels of representation scale were analyzed in textbooks directed to the student, as well as the orientations present in the teacher's manuals. We used the content analysis as a methodological reference to identify the types of graphical representations and the orientations present in the teacher's manuals on the graphical representations and to analyze the levels of representation scale we use the reference that classifies in four: macroscopic, microscopic, submicroscopic and symbolic. The types and scale levels of the representations found in the textbooks were analysed, as well as the orientations present in the teacher's guide. Regarding the types of representations, it was identified: phylogenetic trees, drawings, diagrams, schematics, formulas, photos, graphics, illustrations, maps, models, paintings, charts, Punnet square, radiographies, reconstitutions, representations, tables, and other representations which could not be identified because they lacked the necessary information. Regarding their levels, we identified macroscopic, microscopic, symbolic, and submicroscopic levels. Regarding the orientations on graphical representations present in the teacher's guides, six indicators were elaborated: learning, language, purposes, abilities, orientations to the teacher, and fields/subjects. Our analysis indicated that criteria and caution is important in order to title a type of representation, for in several cases different names were used for figures that presented the same patterns. Thus, representations without identification in textbooks must be questioned, as we understand captions are fundamental to help comprehending what is being represented. The teacher's guides also showed several aspects on usage of representation in the classroom, including a few of their purposes, development of the students' abilities, as well as specific suggestions on how the teacher could use them. However textbooks presented a variety of types of graphical representations, their accompanying teacher' guides showed a restricted number of typologies and did not detail how teachers could effectively implement them in their class plannings, executions, and assessments.

Keywords:. Biology teaching. Textbook. Teacher's guide. Documentary research. Graphical representations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplos de diferentes tipos de representação	18
Figura 2. Esquema com a indicação da frase como unidade de contexto e do índice para identificar o tipo de representação no livro	29
Figura 3. Esquema com a indicação do parágrafo como unidade de contexto e do índice para identificar as orientações sobre o uso de representações presentes no manual do professor	30
Figura 4. Representação pertencente a categoria Ia)	32
Figura 5. Representação pertencente a categoria Ib).....	33
Figura 6. Representação pertencente a categoria IIa)	33
Figura 7. Representação pertencente a categoria IIb)	34
Figura 8. Representação pertencente a categoria III	34
Figura 9. Representação unitária	35
Figura 10. Representação híbrida	35
Figura 11. Leitura da esquerda para a direita	36
Figura 12. Leitura da direita para a esquerda	36
Figura 13. Índice árvore filogenética	39
Figura 14. Índice árvore filogenética simplificada.....	39
Figura 15. Índice cladograma	40
Figura 16. Índice desenho esquemático e foto	41
Figura 17. Índice diagrama	42
Figura 18. Índice diagrama simplificado	43
Figura 19. Índice esquema	44
Figura 20. Índice esquema simplificado	44
Figura 21. Índice fórmula	45
Figura 22. Índice fórmula estrutural	46
Figura 23. Índice foto	46
Figura 24. Índice foto	47
Figura 25. Índice gráfico	47
Figura 26. Índice gráfico	48
Figura 27. Índice ilustração	49
Figura 28. Índice ilustração esquemática	49
Figura 29. Índice mapa	50
Figura 30. Índice modelo	51

Figura 31. Índice modelo espacial	51
Figura 32. Índice quadro	52
Figura 33. Índice quadrado de punnett	52
Figura 34. Índice pintura	53
Figura 35. Índice pirâmide	54
Figura 36. Índice pirâmide etária	54
Figura 37. Índice radiografia	55
Figura 38. Índice reconstituição artística	56
Figura 39. Índice representação	56
Figura 40. Índice representação artística	57
Figura 41. Índice representação esquemática	57
Figura 42. Índices tabela e foto	58
Figura 43. Sem índice para identificar o tipo de representação	59
Figura 44. Sem índice para identificar o tipo de representação	59
Figura 45. Sem índice para identificar o tipo de representação	59
Figura 46. Representação em nível macroscópico	61
Figura 47. Representação em nível macroscópico	61
Figura 48. Representação em nível microscópico	63
Figura 49. Representação em nível microscópico	63
Figura 50. Representação em nível submicroscópico.....	64
Figura 51. Representação em nível submicroscópico.....	65
Figura 52. Representação em nível simbólico	66
Figura 53. Representação em nível simbólico	66
Figura 54. Representação em nível simbólico.....	66
Figura 55. Cladograma apresentado em um dos livros analisados na pesquisa	70
Figura 56. Foto e esquema de anfioxo	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Tipos de imagens e suas características	19
Quadro 2. Componentes visuais e suas características	21
Quadro 3. Informações sobre as coleções de Biologia utilizadas na análise das representações gráficas.....	28
Quadro 4. Categorias de identificação das representações.....	32
Quadro 5. Descrição de como as representações são apresentadas	35
Quadro 6. Descrição da ordem de leitura das representações	36
Quadro 7. Indicadores e índices dos tipos de representações	38
Quadro 8. Exemplos do indicador Árvore filogenética	39
Quadro 9. Exemplo do indicador Desenho	41
Quadro 10. Exemplos do indicador Diagrama	42
Quadro 11. Exemplos do indicador Esquema	44
Quadro 12. Exemplos do indicador Fórmula	45
Quadro 13. Exemplos do indicador Foto	46
Quadro 14. Exemplos do indicador Gráfico	47
Quadro 15. Exemplos do indicador Ilustração	49
Quadro 16. Exemplos do indicador Mapa	50
Quadro 17. Exemplos do indicador Modelo	51
Quadro 18. Exemplo do indicador quadro	52
Quadro 19. Exemplos do indicador Quadrado de Punnett	53
Quadro 20. Exemplos do indicador Pintura	53
Quadro 21. Exemplos do indicador Pirâmide	54
Quadro 22. Exemplos do indicador Radiografia	55
Quadro 23. Exemplos do indicador Reconstituição	56
Quadro 24. Exemplos do indicador Representação	56
Quadro 25. Exemplos do indicador Tabela	58
Quadro 26. Exemplos do indicador Sem informação	59
Quadro 27. Exemplos de representações em nível macroscópico	61
Quadro 28 Exemplos de representações em nível microscópico	63
Quadro 29. Exemplos de representações em nível submicroscópico	64
Quadro 30. Exemplos de representações de nível simbólico	66
Quadro 31. Indicadores e seus variantes	68

LISTA DE SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

EJA - Educação de Jovens e Adultos

FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

MEC - Ministério da Educação

PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PNLD - Programa Nacional do Livro Didático

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
1. INTRODUÇÃO	15
2. AS REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS E O ENSINO DE BIOLOGIA	18
2.1 Representações gráficas e livros didáticos	22
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	27
3. 1 Análise de dados	28
3.1.1 Tipos de representações e orientações sobre o uso de representações gráficas	28
3.1.2 Níveis de escala de representação	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Tipos de representações gráficas nos livros didáticos de Biologia.....	32
4.2 Níveis de escala de representação nos livros didáticos de Biologia	61
4.3 Orientações sobre as representações gráficas nos manuais do professor	68
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS	82
APÊNDICES.....	87
APÊNDICE A	88

APRESENTAÇÃO

Ao participar do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) durante os anos de 2014 a 2016 tive a oportunidade de desenvolver diversas atividades como a elaboração e execução de projetos, planejamento de aulas e também iniciei as minhas primeiras pesquisas sobre o Ensino de Ciências e Biologia. Consequentemente, esse interesse refletiu na produção do meu trabalho monográfico intitulado “Análise das relações entre os discursos oral e escrito em atividades investigativas em Clube de Ciências” que teve como um dos focos investigar a relação entre os textos escritos e os desenhos produzidos pelos alunos em aulas de Ciências.

Com as análises foi possível identificar três tipos de relações estabelecidas entre o texto e o desenho presentes em registros dos alunos: do tipo ilustrativa, complementar e independente. A relação do tipo ilustrativa ocorre quando o texto e desenho apresentam as mesmas informações, a relação do tipo complementar indica que os desenhos complementam com informações adicionais aquelas já contidas no registro escrito do aluno e a relação do tipo independente se estabelece quando as informações contidas nos desenhos não estão relacionadas ao texto escrito pelo aluno. Ao estabelecerem esses tipos de relações, os desenhos dos alunos podem nos revelar alguns aspectos sobre suas ideias que não são contempladas no texto escrito. Portanto, a partir dessa análise revela-se importante considerar não apenas a escrita, bem como os desenhos nos registros e avaliações no processo de ensino-aprendizagem. Visto que esses dois tipos de registro (texto escrito e desenho) podem contribuir para identificar as especificidades do entendimento dos alunos (LEMOS, 2016).

A partir desses desdobramentos houve uma ampliação do meu interesse pela aprendizagem visual e ao chegar no contexto da pós-graduação tive a oportunidade de continuar investigando sobre essa temática. Com a imersão em leituras especializadas, concomitantemente me deparei com um campo de pesquisa vasto e que ainda requer o investimento e desenvolvimento de estudos que busquem explorar essa área. Nesse contexto, com a finalidade de compreender mais sobre os desenhos e outros tipos de imagens visuais nos deparamos com estudos envolvendo as representações gráficas e as relações com o ensino-aprendizagem. Decidimos então empreitarmos nossa pesquisa nessa direção.

A dissertação está organizada em 5 sessões. Na primeira apresentamos a temática, o problema de pesquisa e os objetivos. Na segunda sessão abordamos teoricamente sobre o uso das representações gráficas no processo de ensino-aprendizagem em Ciências e

Biologia e mais especificamente nos livros didáticos. Na terceira apresentamos os procedimentos metodológicos utilizados nessa investigação, informando sobre a abordagem, tipologia e referenciais para a análise de dados. Na quarta sessão trazemos questões relacionadas a análise das implicações dos aspectos representacionais gráficos presentes nos livros textos e manuais do professor em livros didáticos de Biologia. E por fim, apresentamos na quinta as considerações finais a respeito da investigação dessa dissertação. Desse modo, pretendemos contribuir para a compreensão das especificidades do uso das representações gráficas no e para o Ensino de Biologia.

1. 1 INTRODUÇÃO

As representações são amplamente usadas como forma de explicitar e explicar conceitos e/ou fenômenos. De acordo com Soares (2009), o termo representação significa criar e utilizar uma forma de explicitar, demonstrar, explicar aquilo que se pretende. Por se tratar de uma forma de elaboração de explicações, ou seja, de uma construção representacional implica compreendermos que não corresponde ao objeto em si ou ao fenômeno (LÓPEZ-MANJÓN; POSTIGO, 2014).

Ao discutir sobre representações nos questionarmos como elas são produzidas e expressas. Para Larkin e Simon (1987), os seres humanos produzem dois tipos de representações: internas e externas. As representações internas são aquelas construídas e armazenadas em nossos cérebros, e se restringem ao plano mental, enquanto que as representações externas são aquelas produzidas internamente e materializadas em algum meio externo, em papel, quadro ou tela de computador, por exemplo.

Nessa perspectiva, as representações internas são os conhecimentos e estruturas cognitivas (proposições, produções, conexões neurais) que devem recuperar as informações da memória e, as representações externas são os conhecimentos e estruturas materializados no ambiente (símbolos, objetos ou dimensões) em que as informações podem ser analisadas e processadas principalmente pela percepção do ambiente externo (ZANG, 1997).

A respeito das representações externas Tsui e Treagust (2013) afirmam que estas incluem diferentes combinações de uso na produção do conhecimento e também no contexto do ensino-aprendizagem da Ciência. Nesta pesquisa, investigaremos especificamente sobre as representações externas do tipo gráfica. Para Engelhardt (2002) as representações gráficas podem ser definidas como um artefato visível criado com o objetivo de expressar informação. Apresentando tanto um propósito comunicacional, com o objetivo de descrever, explicar, informar ou instruir um público alvo (PANDOVANI, 2012), como também de se constituir como uma “memória artificial, susceptível de categorizações e de manuseios diversos” (ARCHELA, 1999, p. 9).

A terminologia “Representações gráficas” é utilizada por alguns autores em pesquisas no Ensino de Ciências (TSUI; TREAGUST, 2013, EVAGOROU; ERDURAN; MÄNTYLÄ, 2015) enquanto que outros usam o termo “Inscrições literárias” pautados nos referenciais de antropologia da Ciência (LATOUR, 1987; ROTH; MCGINN, 1997, BOWEN; ROTH, 2002, OZCELIK; MCDONALD, 2013, REZENDE; TRIVELATO, 2015; SILVA; TRIVELATO, 2015; SILVA, 2015). Nesta pesquisa utilizamos o termo

representações gráficas, por entendermos que falar e aprender Ciências vai além do contexto de comunicação científica e das aulas específicas dessa área, ou seja, compreendemos que a Ciência e o Ensino de Ciências perpassam as situações formais. Assim, as representações gráficas podem ser fundamentais para compreender o cotidiano nos auxiliando em diversas situações.

Em nosso dia a dia podemos identificar a presença de representações gráficas em diferentes contextos, por meio de fotografias em propagandas de mídias impressas e digitais, uso de tabelas nutricionais em produtos alimentícios e gráficos em nossas contas de eletricidade retratando o consumo da unidade consumidora. Esses são alguns exemplos em que podemos notar o contato diário que estabelecemos com as representações gráficas. No entanto, para que possamos compreender as mensagens que estão sendo transmitidas, é necessário, antes de tudo, que tenhamos alguns conhecimentos elementares que nos auxilie nesse processo.

Em suma, McGrath e Brown (2005) enfatizam a aprendizagem visual como uma das oportunidades educacionais de explorar a percepção visual e despertar o interesse dos alunos. Para isso, pode-se utilizar de diferentes tipos de representação da informação, permitindo a imersão em ambientes colaborativos e proporcionado, portanto, formas alternativas de se pensar sobre Ciência. Os autores defendem ainda a ideia de que o visual não deve se propor a substituir totalmente outros modos de comunicação, mas sim complementá-los.

Existem alguns fatores que precisamos refletir ao utilizar as representações gráficas, “já que a interpretação das imagens depende de vários fatores como a intenção do autor, o conhecimento prévio do leitor, o tipo de imagem, a tarefa exigida, o contexto e seu conteúdo” (LÓPEZ-MANJÓN; POSTIGO, 2014, p. 553). A partir disso, entende-se que a capacidade de compreensão representacional aponta variados elementos como fundamentais.

Nesse sentido, para que os alunos possam entender as imagens é necessário focar em aspectos relacionados a esse tipo de ensino-aprendizagem visual. De acordo com Pettersson (1998) pode haver muitos propósitos para o uso de representações gráficas no ambiente escolar servindo para: mostrar, explicar, visualizar, ilustrar, esclarecer, informar, resumir, transmitir, mediar, elucidar, apresentar e dar (percepções), instruir, descrever e entreter. Ou seja, o uso pode assumir várias finalidades e consequentemente, podem estar presentes nos diversos recursos didáticos utilizados por professores e alunos.

No dia a dia escolar é creditada grande importância aos livros didáticos como artefato comunicacional contendo informações utilizadas pelos professores e alunos no estudo dos conteúdos escolares, muitas vezes por ser considerado o único recurso disponível de forma gratuita para todos os alunos da rede pública de ensino. Portanto, optamos por analisar as representações gráficas presentes em livros didáticos de Biologia. Desse modo, consideramos necessário investigar para além das representações gráficas presentes nos livros texto, assim como as orientações contidas nos manuais do professor, uma vez que assumem um papel importante ao auxiliar a prática pedagógica. Nesse sentido, torna-se importante compreendermos as funções pedagógicas das representações gráficas presentes em recursos didáticos. Nessa perspectiva, esta pesquisa foi elaborada a partir do problema: quais são as funções pedagógicas das representações gráficas nos livros didáticos de Biologia?

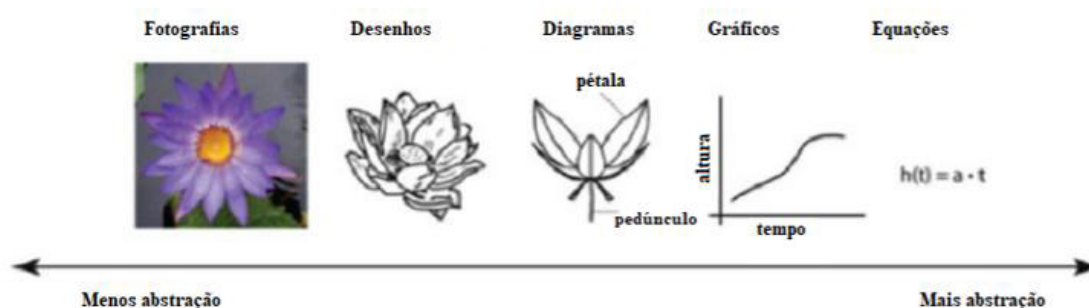
A partir do problema exposto foram elaborados os objetivos desta investigação. O objetivo geral consistiu em analisar as representações gráficas presentes em livros didáticos de Biologia e os objetivos específicos desta pesquisa, foram: identificar os tipos de representações gráficas nos livros didáticos; investigar os níveis de escala de das representações gráficas nos referidos documentos e analisar as orientações presentes nos manuais do professor quanto ao uso de representações gráficas.

2. REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS E O ENSINO DE BIOLOGIA

A compreensão integral de um texto está relacionada com a capacidade dos alunos conseguirem interpretar não apenas o texto escrito, mas também os diferentes tipos de representações gráficas apresentadas no texto, incluindo as tabelas, gráficos, equações matemáticas, diagramas, figuras, mapas, entre outros. (NORRIS; PHILLIPS, 2003). Pois o pensamento visual (não linguístico) corresponde a uma parte específica da cognição humana para expressar ideias (WILLIS; MIERTSCHIN, 2006). E por apresentarem diversas potencialidades como facilitar processos cognitivos relacionados à percepção, atenção, memória, compreensão e aprendizado (PETTERSSON, 1998).

No entanto, o que podemos observar na prática é que muitas vezes essa aprendizagem visual passa a ser deixada em segundo plano. Esse aspecto precisa ser questionado, posto que existe uma ampla variedade de tipos de representações gráficas, como podem ser identificados na figura a seguir (Figura 1):

Figura 1- Exemplo com de diferentes tipos de representações de uma flor de lótus.



Fonte: Adaptada de (ROTH; POZZER-ARDENGHI, 2013, p.41 ,tradução nossa).

Ao observarmos atentamente a figura, podemos identificar uma variação dos aspectos gráficos que cada tipo de representação gráfica apresenta; nesse sentido, cada tipo de representação pode ter diferentes finalidades. Por exemplo, na fotografia da figura 1 (1ª representação, da esquerda à direita), podemos observar as cores da flor de lótus. Apesar de sermos capazes de observar as pétalas nesta fotografia, não é possível identificar onde está a estrutura morfológica conhecida na Botânica como “pedúnculo”. No entanto, no diagrama (3ª representação, da esquerda à direita), nós já podemos identificar a localização do pedúnculo na parte de baixo da representação, assim como também podemos observar a pétala, outra estrutura morfológica da flor, as quais estão identificadas com o auxílio de setas indicando suas localizações e do texto escrito para informar os nomes das estruturas (POZZER; ROTH, 2013). De modo geral, ao realizarmos a leitura da figura são destacados variados aspectos em cada um dos tipos de

representação gráfica expostos acima, o que conseqüentemente, indica que cada uma pode ser utilizada para diferentes objetivos.

De acordo com López-Manjón; Postigo (2014), ao analisar o uso das representações gráficas no ensino é notória a frequência em que são utilizadas em diversas práticas didáticas. Destacam ainda a existência de quatro grupos de imagens muito utilizadas no ensino: ilustrações, diagramas visuais, diagramas verbais e representações quantitativas. Cada grupo é constituído por diferentes tipos de representações gráficas. No quadro (Quadro 1) a seguir podemos observar de forma mais detalhada cada um desses tipos, incluindo suas características:

Quadro 1- Tipos de imagens e suas características

Tipo de imagem		Características
Ilustrações	Fotografia	Reproduz todos os elementos externos do fenômeno representado. Normalmente, seu objetivo é ilustrar.
	Imagem técnica: micrografia, ecografia e radiografia.	Reproduzem os elementos internos do fenômeno representado através de diversos meios técnicos (<i>microfotografia</i> : imagem obtida por meio do microscópio óptico e/ou eletrônico de varredura; <i>ecografia</i> : imagem obtida mediante a transmissão de raios X através de isótopos radioativos).
	Desenho	Representações icônicas que evidenciam uma correspondência analógica em relação ao fenômeno representado. No geral são seletivas e reúnem alguns aspectos do objeto. Seu objetivo costuma ser ilustrativo ou decorativo. Por exemplo, um desenho de frutas e verduras serve para ilustrar uma dieta saudável.
Diagramas visuais	Diagrama de estrutura	Apresenta características físicas das partes do objeto representado e sua disposição no espaço (Lowe, 1993). Por exemplo, um diagrama de estrutura do sistema digestivo com legendas que indicam as diversas partes do sistema.
	Diagrama de processo	Apresenta a evolução do fenômeno, assim como as mudanças das partes do mesmo através do tempo. Acostumam ir acompanhados de grafismos (setas, segmentos, mudanças de cores...) que dão suporte à representação (Lowe, 1993). Por exemplo, um diagrama de processo da digestão do alimento através do sistema digestivo.
Diagramas verbais	Mapa conceitual	Organização espacial de informação verbal representando inter-relações entre distintos conceitos de forma explícita e esquematizada, utilizando diversos elementos gráficos.

		Expressam relações hierárquicas entre conceitos no espaço mediante palavras-chaves e linhas.
	Tabela, quadro e esquema.	Representam as inter-relações entre distintos conteúdos conceituais de forma explícita e esquematizada, utilizando diversos elementos gráficos. Expressam diferentes tipos de relações por meio de chaves, quadros, setas..., e também representam uma sucessão ou sequência de fatos ou acontecimentos.
Representações quantitativas	Representações quantitativas	Apresentam uma relação numérica ou quantitativa existente entre duas ou mais variáveis através de distintos elementos (linhas, barras, setores, tabelas). Por exemplo, as tabelas de dados e gráficos numéricos.

Fonte: LÓPEZ-MANJÓN; POSTIGO, 2014, p. 555, tradução nossa.

A partir desse quadro podemos identificar que cada tipo de representação apresenta características específicas, por exemplo, no caso dos diagramas, de acordo com os autores existem dois tipos: de estrutura e de processo, que apresentam diferentes elementos que os diferenciam, pois de maneira geral, o diagrama de estrutura apresenta as partes estruturais do que está sendo representado, enquanto que o diagrama de processo acrescenta informações de como se dá a evolução do fenômeno, utilizando-se de setas entre outros artifícios para indicar essas informações. Assim sendo, é importante a compreensão do uso de cada tipo de representação gráfica quanto a sua função pedagógica no processo de ensino-aprendizagem.

Buscando investigar como ocorre esse processo Bowen e Roth (1993) propuseram aos alunos da educação básica e aos alunos universitários das áreas de Ciências e Matemática solucionar um problema a partir de um mapa e investigaram se o uso e elaboração de representações gráficas pelos alunos corresponde a uma habilidade apenas cognitiva ou também prática. O resultado apontou que de um total de dezenove grupos de estudantes do Ensino Fundamental, sete utilizaram gráficos e cinco grupos elaboraram uma solução matemática para responder e apenas um dos alunos universitários fez uso de representação gráfica enquanto que os demais afirmaram que não poderia ser elaborada uma solução. Os autores atribuíram que a possível explicação para o ocorrido não se relacionava especificamente a capacidade cognitiva dos alunos universitários, mas ao fato de que aqueles alunos da educação básica eram acostumados a construir representações gráficas em sala de aula.

Roth e McGinn (1997) também evidenciam que a compreensão e elaboração de representações vai além da habilidade cognitiva, portanto, os professores em suas práticas pedagógicas precisam explorar o uso e elaboração de representações gráficas para que os

alunos sejam capazes de se familiarizar com os diferentes tipos e consequentemente sejam capazes de compreendê-las. Portanto, quando são utilizadas no ensino, nós enquanto professores devemos planejar levando em consideração aspectos importantes para a aprendizagem, em que o:

[...] o leitor deve sempre ser encorajado a descobrir quais são as intenções dos remetentes. Por que a foto está lá? Qual é a função da imagem? Qual é a mensagem principal? Quais são os significados secundários? Quais associações a imagem cria? (PETTERSSON, 1998, p.6. tradução nossa).

Pode ser uma tarefa difícil que o aluno por si só consiga elaborar todas essas indagações, já que em alguns casos as imagens podem assumir apenas uma função decorativa. Então, é necessário que no ambiente escolar os alunos possam aprender a fazer essas indagações para promover a compreensão das representações gráficas.

Segundo López-Manjón e Postigo (2014) alguns dos recursos para facilitar a interpretação das imagens são elementos que fazem parte da imagem, como os componentes visuais que envolvem o uso de uma série de recursos gráficos que ajudam na interpretação do fenômeno representado. No quadro abaixo são expressas algumas das características dos componentes visuais utilizados por esses autores ao investigarem sobre as representações gráficas presentes em livros didáticos:

Quadro 2- Componentes visuais e suas características

Componentes visuais	Características
Detalhes ampliados/amplificados	Apresentam simultaneamente um fenômeno e o detalhe/recorte de uma parte do fenômeno que se quer ressaltar em forma de zoom ao lado da imagem. (Pérez de Eulate et al., 1999).
Seções ou cortes	Apresentam alguns elementos internos considerados relevantes e que não são visíveis desde outras perspectivas, ao mesmo tempo, que se observa o exterior do resto do fenômeno (por exemplo, cortes transversais, verticais...) (Pérez de Eulate et al., 1999).
Perspectivas	Diferentes visões/ interpretações das formas do fenômeno no espaço para a representação bidimensional de objetos tridimensionais. Por exemplo, perspectiva frontal ou lateral, a qual permite uma representação mais completa.
Duas ou mais representações distintas	Representações de um mesmo objeto através de, no mínimo, dois tipos distintos de imagens. Por exemplo, um diagrama de estrutura com legendas e uma radiografia de um braço. Isso facilita a ideia de que um mesmo objeto pode ter diferentes tipos de representação.
Presença e/ou coexistência de diferentes planos	Oferecem diferentes níveis de aproximação ao fenômeno. No caso do corpo humano, também existe o uso de planos transparentes que permite aceder ao interior do corpo.
Contexto	Elementos que se adequam ou contextualizam, em maior ou menor medida, com o fenômeno representado através da

	utilização de elementos abstratos ou concretos, fazendo referência às situações nas que acontece esse fenômeno.
Localização	Elementos que indicam a localização de um órgão ou sistema em uma estrutura maior ou no corpo humano completo.
Grafismos	Setas e linhas na imagem para indicar a direção de um processo ou para destacar algum aspecto do fenômeno representado (por exemplo, o uso de setas indicando os diferentes percursos da circulação sanguínea) (Pérez de Eulate et al., 1999).
Cores	Diferenciam os elementos ou distintos planos da representação, ou os destacam visualmente.

Fonte: LÓPEZ-MAJÓN; POSTIGO, 2014, p. 556, tradução nossa.

A partir desse quadro nota-se a importância em considerar cada um desses elementos ao elaborar e utilizar representações gráficas em recursos didáticos para serem usados no ensino. Por exemplo, no caso do componente visual cor, as cores utilizadas nas representações não devem ser pensadas de maneira independente dos conteúdos que estão sendo comunicados, mas estar de acordo com as informações expressas.

Ao serem trabalhadas em sala de aula, as representações gráficas podem ser usadas pelo professor como prática avaliativa. McGrath e Brown (2005), ao pesquisarem sobre a produção de representações gráficas em sala de aula, identificaram que durante o processo de elaboração podem ser reveladas algumas informações importantes para investigar a compreensão mais detalhada dos conteúdos e conceitos dos estudantes enquanto elaboram seus desenhos, por exemplo. Portanto, investigar sobre as particularidades das representações gráficas torna-se relevante na busca em compreendermos sobre o ensino-aprendizagem visual em diferentes contextos e níveis de ensino, incluindo inclusive os recursos utilizadas na educação básica como os livros didáticos em sala de aula.

2.1 Representações gráficas e livros didáticos

Algumas representações gráficas são frequentemente usadas no ensino de Ciências Naturais, no entanto, na maioria das vezes de forma descontextualizada, o que dificulta o entendimento (ROTH, 2013). Portanto, é necessário compreender sobre o uso dessas representações em livros didáticos, uma vez que conforme Lopes e Vasconcelos (2010, p.150) o livro didático é considerado “a fonte de informação científica mais utilizada em sala de aula, assumindo a função de materializar os principais saberes relativos a uma área do conhecimento”.

Comumente ao serem vistos como o principal recurso em sala de aula são utilizados como guia pelo professor, explorando dessa forma as informações contidas na

íntegra por meio de textos, atividades e ilustrações sem uma criticidade por entender que esses documentos estão de acordo com os parâmetros recomendados pelo Ministério da Educação (MEC) (AMARAL, 2006). Nesse sentido, Badzinski e Hermel (2015) enfatizam que os alunos, muitas vezes, também passam a considerar o livro didático como um recurso essencial no processo de ensino-aprendizagem que deve ser seguido como um manual. Diante dessa problemática, cabe ao professor refletir sobre o seu papel e compreender que nem ele e nem os alunos devem considerar o livro didático como uma compilação repleta de verdades absolutas que não devem ser questionadas.

Ao trazer informações que corroboram a ideia de verdades absolutas sem proporcionar reflexões, pode, eventualmente, propagar ideias estereotipadas da Ciência, de que as explicações, hipóteses e teorias não devem ser questionadas (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). E quanto a esse aspecto, a análise crítica sobre a utilização dos livros didáticos no ensino de Ciências e Biologia é apontado pelas autoras como um aspecto necessário para buscar questionar a perpetuação de mitos, as representações, as naturalizações e simplificações. Assim, sugere-se que os educadores possam refletir sobre esse uso durante o planejamento das atividades no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que em vários contextos o livro é o único recurso que está disponível de forma gratuita para todos os alunos da rede pública.

Ao compararem como as representações gráficas são expressas em livros didáticos e nos artigos em que foram originalmente publicadas, Bowen e Roth (2002) concluíram que nos artigos há mais informações que auxiliam na interpretação, pois guiam o leitor para relacionar a representação gráfica exposta com o conceito discutido, em contrapartida nos livros didáticos analisados são usadas legendas pouco explicativas e que oferecem pouca possibilidade do educando relacionar os exemplos específicos com o conceito mais amplo que está sendo discutido.

De maneira geral, os livros didáticos atribuem grande importância às imagens, uma vez que López-Manjón e Postigo (2014) identificaram uma média de 1,4 imagens por página. Nesse sentido, esses autores consideram relevante investigar sobre as imagens em livros didáticos por seu papel como ferramenta educativa, além da necessidade de se fornecer critérios para que as escolas e os professores possam selecionar o livro didático mais adequado para seus objetivos.

De acordo com Silva e Leta (2006) a Biologia é considerada uma disciplina em que os conteúdos são complexos e as ilustrações presentes nos livros didáticos tornam-se fundamentais para auxiliar na compreensão. Assim, saber ler e interpretar representações

gráficas é um dos requisitos nesse processo educacional. Essa importância é evidenciada especificamente pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) ao destacar que no contexto do Ensino de Biologia o aluno deve ser capaz de utilizar os códigos próprios dessa disciplina por meio de textos, esquemas, gráficos, tabelas, desenhos, maquetes, entre outros (BRASIL, 1999).

O documento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de caráter normativo que deve fundamentar a educação nacional ao longo de todas as etapas e modalidade de ensino também destaca a importância dada às representações gráficas. O documento parcial da BNCC para o Ensino Médio evidencia algumas habilidades para a área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, quando sugere que os alunos devem ser capazes de:

Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e **representar e interpretar modelos** explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BRASIL, 2017, p. 545, grifo nosso).

Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando **gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações**, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural (BRASIL, 2017, p.545, grifo nosso).

De maneira geral, essa versão parcial contempla habilidades relacionadas às representações gráficas de forma pontual, nesse sentido, essa proposta de currículo talvez possa comprometer o ensino-aprendizagem por meio das representações gráficas no ensino. No entanto, mesmo que a importância atribuída às representações gráficas sejam destacadas de forma pontual nos documentos formais, não devemos desconsiderá-las como um componente fundamental no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que de acordo com Norris e Phillips (2003) interpretar gráficos, tabelas, equações matemáticas, diagramas, figuras e mapas presentes no texto podem auxiliar os alunos a inferir o significado das informações em Ciências.

No contexto do ensino formal nacional, existe o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que atualmente tem como finalidade avaliar e distribuir coleções de livros didáticos para as escolas públicas, incluindo todas as etapas da educação básica, desde a Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA). A ideia do programa iniciou em 1937 pelo Decreto-Lei nº 93, de 21 de dezembro de 1937, ao criar o Instituto Nacional do Livro (BRASIL, 1937).

No ano de 1994 foi publicado o documento de avaliação intitulado de Definições e Critérios para Avaliação dos Livros Didáticos (BRASIL, 1994) que em 1996 passou a ser chamado por Guia do Livro Didático como ainda é conhecido atualmente. Naquele momento as avaliações eram restritas aos livros do Ensino Fundamental de 1ª a 5ª ano, pois o programa ainda não incluía todas as etapas da educação básica. O PNLD para o Ensino Médio foi instituído somente em 2003, pela Resolução nº 38 do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) (BRASIL, 2003).

Os critérios de avaliação sobre os manuais do professor já começaram a fazer parte das avaliações em 1994, com o objetivo de proporcionar aos educadores aprofundamento teórico dos assuntos, discussões sobre objetivos e sugestões bibliográficas (BRASIL, 1994). Então, desde a primeira versão do Guia do Livro Didático para as disciplinas do Ensino Médio esse aspecto sobre o livro do professor com manuais já era um dos critérios de avaliação.

Atualmente os livros didáticos são analisados de acordo com o edital publicado pelo MEC em relação aos seguintes critérios: manuais do professor; correção e atualização dos conceitos, informações e procedimentos; interdisciplinaridade e contextualização; construção da cidadania e convívio social republicano; respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas ao Ensino Médio e o projeto gráfico (BRASIL, 2018). Como vimos os manuais do professor correspondem a um desses itens essenciais e tem por objetivo dar suporte aos educadores na prática pedagógica para que sejam capazes de mediar os processos de ensino-aprendizagem, além de possibilitar reflexões sobre propostas pedagógicas e suas implicações.

Após a avaliação das coleções por um grupo de profissionais da área é produzido o Guia do Livro Didático, que em seguida é publicado na plataforma do MEC e distribuído para todas as escolas públicas com informações descritivas com o objetivo de auxiliar os professores na escolha da coleção que será adotada na escola em que atuam. Para solicitar e receber os livros é necessário que as escolas beneficiadas estejam cadastradas no censo escolar realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep/MEC).

Quanto ao processo de escolha dos livros didáticos da educação básica, Basso e Terrazan (2015) identificaram que há constantes questionamentos quanto a forma que se realiza essa escolha, incluindo a falta de manuseio e pouco conhecimento do Guia do Livro Didático pelo professor, sendo realizadas sempre na última hora, assim, não são feitas investigações mais fundamentadas dos livros, caracterizando uma escolha sem

parâmetros e também sem considerar a análise dos livros realizada pelo PNLD. Nesse cenário, releva-se a necessidade de investigarmos sobre as representações gráficas presentes nesses livros didáticos distribuídos para as escolas brasileiras, por estarem presentes em quantidade elevada nas nossas salas de aula.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

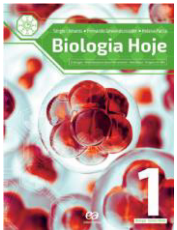
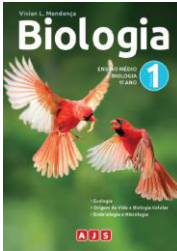
Esta pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa. Sobre essa abordagem Flick (2009) afirma que surge da construção social do que se investiga, está interessada nos entendimentos dos sujeitos, em suas ações diárias e em seu conhecimento cotidiano relativo à questão em estudo, portanto, apresenta informações detalhadas e descritivas de pessoas, situações e processos. Para isso, o pesquisador pode fazer uso de diferentes instrumentos de coleta de dados como entrevistas, fotografias, desenhos, entre outros tipos de documentos com a finalidade de compreender diferentes aspectos envolvidos na situação estudada (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Em relação a tipologia, esta se configura como documental. De acordo com McCulloch (2004), a pesquisa documental pode ser vista como uma tipologia fundamental para a investigação social, principalmente quando os documentos são estudados de forma analítica. Nesse sentido, esse tipo de pesquisa busca investigar os elementos constituintes dos documentos, como o período histórico de elaboração, o público alvo, bem como suas características e finalidades. Flick (2009) identifica que, embora muitos registros documentais não tenham sido elaborados com o objetivo de serem investigados, eles e as informações neles contidas podem se revelar importantes fontes de pesquisa.

Diversos documentos podem ser utilizados nesse tipo de investigação desde cartas, e-mails, livros, inclusive, o livro didático que pode ser usado como objeto de estudo, dado que podem ser significativos pela forma de apresentar ao seu público informações e disseminação de valores sociais e culturais estabelecidos por determinados grupos (MCCULLOCH, 2004). Nesse sentido, pode se revelar uma importante fonte de informações sobre o ensino de uma disciplina, por exemplo.

Tendo em vista isso, o documento de análise neste trabalho são os livros didáticos de Biologia que foram escolhidos de acordo com as coleções de livros aprovadas pelo PNLD 2018. A escolha dessas coleções para análise (Quadro 3) foi realizada de acordo com a divulgação pelo portal do MEC das coleções mais distribuídas em nível nacional para as escolas públicas em relação ao PNLD anterior, pois até o momento da análise de dados ainda não havia sido divulgado os dados relativos às coleções mais distribuídas pelo atual PNLD.

Quadro 3 – Informações sobre as coleções de Biologia utilizadas na análise das representações gráficas

Coleções de livros analisadas				
Coleções (codificação)	Capa	Descrição bibliográfica das coleções	Livros (codificação)	Manuais do professor (codificação)
A		Autores: LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. Nome: Biologia Hoje Editora: Ática Edição: 3ª Ano: 2016	A1: 1º ano A2: 2º ano A3: 3º ano	MA1: 1º ano MA2: 2º ano MA3: 3º ano
B		Autores: AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. Nome: Biologia Moderna Editora: Moderna Edição: 1ª Ano: 2016	B1: 1º ano B2: 2º ano B3: 3º ano	MB1: 1º ano MB2: 2º ano MB3: 3º ano
C		Autores: MENDONÇA, V. Nome: Biologia Editora: Editora AJS Edição: 3ª Ano: 2016	C1: 1º ano C2: 2º ano C3: 3º ano	MC1: 1º ano MC2: 2º ano MC3: 3º ano

Fonte: elaborado pela autora (2018)

Os livros descritos no quadro acima são organizados de acordo com o público do livro. O livro do aluno é organizado em unidade e capítulos, enquanto que o livro do professor, além de apresentar essas sessões, também é constituído pelo manual do professor.

3. 1 Análise de dados

3.1.1 Tipos de representações e orientações sobre o uso de representações gráficas

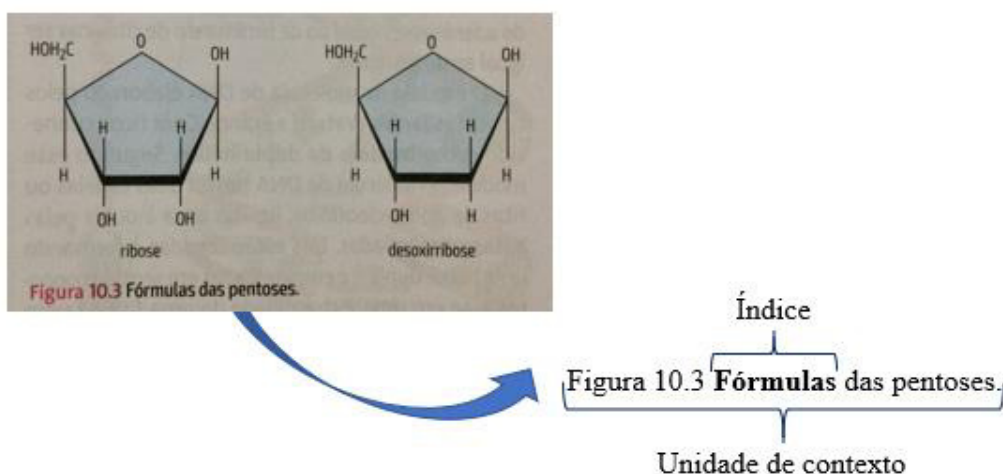
Para identificarmos os tipos de representações gráficas nos livros didáticos utilizamos as legendas das imagens e quanto às orientações presentes nos manuais do professor sobre o uso de representações, utilizamos os parágrafos que constituem os textos dos manuais do professor e assim utilizamos em ambos os casos a análise de conteúdo de Bardin (2011) como referencial metodológico. Realizamos, portanto, as seguintes etapas de investigação: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados.

A etapa de pré-análise teve início com a elaboração dos objetivos da pesquisa e com a subsequente escolha dos documentos que seriam analisados. Os documentos de análise foram coleções de livros didáticos de Biologia aprovadas pelo PNLD 2018. Em seguida foi realizada a leitura flutuante permitindo um contato inicial a fim de identificar a adequação de tais documentos.

A etapa de exploração do material foi realizada em duas fases: codificação e categorização. Na fase de codificação, definimos as unidades de registro e de contexto. De acordo com Bardin (2011) a unidade de registro corresponde a menor parcela que exemplifica todo o conteúdo do objeto a ser estudado, podendo ser por tema, frase ou palavra. A escolha deve ocorrer de acordo com o foco de investigação. Já a unidade de contexto, é vista como a ferramenta empregada para a compreensão da unidade de registro. Podendo ser por frase ou parágrafo, abordando a unidade de registro de maneira mais abrangente, tornando-a, portanto, compreensível.

Para identificarmos os tipos de representações, utilizamos o tema “Representação Gráfica” para compor a unidade de registro e a frase como unidade de contexto. A partir disso também foram identificados os índices. O índice corresponde “a menção explícita de um tema em uma mensagem” (BARDIN, p.130). Apresentamos, a seguir, um esquema (Figura2) para ilustrar como foi realizada a identificação da unidade de contexto e índice para identificar os tipos de representações gráficas:

Figura 2- Esquema com a indicação da frase como unidade de contexto e do índice para identificar o tipo de representação gráfica de acordo com a legenda da imagem do livro (A1, p. 121)

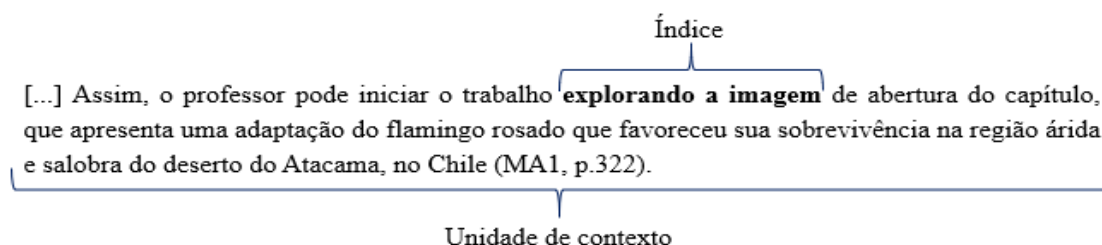


Fonte: elaborado pela autora (2018).

Para analisarmos as orientações nos manuais do professor, usamos também o tema “Representação Gráfica” para compor a unidade de registro e o parágrafo como

unidade de contexto. A partir disso também foram identificados os índices. Apresentamos, a seguir, um esquema (Figura 3) de como foi realizada a identificação da unidade de contexto e índice para identificar as orientações quanto ao uso de representações:

Figura 3- Esquema com a indicação do parágrafo como unidade de contexto e do índice para identificar as orientações sobre o uso de representações presentes no texto do manual do professor (MA1, p. 322).



Fonte: elaborado pela autora (2018).

Ainda na etapa de exploração do material, na fase de categorização, essas unidades foram agrupadas reunindo características comuns. Com os procedimentos realizados nessa etapa, foram elaborados indicadores para os tipos de representações gráficas e também as categorias e indicadores para as orientações quanto ao uso representações gráficas nos manuais do professor (APÊNDICE A). Na última etapa da análise de conteúdo, a interpretação dos dados, articulamos os resultados obtidos com os referenciais teóricos.

3.1.2 Níveis de escala de representação

Na análise dos níveis de escala de representação, utilizamos como referencial as categorias propostas por Tsui e Treagust (2013). Para os autores existem quatro níveis de representação para auxiliar na compreensão dos fenômenos biológicos: *macroscópico*, *microscópico*, *submicroscópico* e *simbólico*. O *nível macroscópico* corresponde às estruturas biológicas visíveis a olho nu; *nível microscópico* está relacionado às estruturas que só podem ser visualizadas com o auxílio de microscópio óptico ou microscópio eletrônico; o *nível submicroscópico* corresponde aos aspectos moleculares sobre compostos bioquímicos, proteínas, material genético; e o *nível simbólico* fornece mecanismos explicativos de fenômenos representados por símbolos, fórmulas, equações químicas, vias metabólicas, cálculos numéricos, genótipos, árvores filogenéticas, entre outros.

Após analisar os dados a partir dos referenciais metodológicos apresentados neste item, obtivemos os resultados que foram articulados com a literatura da área e são apresentados na sessão a seguir buscando discutir sobre os objetivos norteadores desta pesquisa.

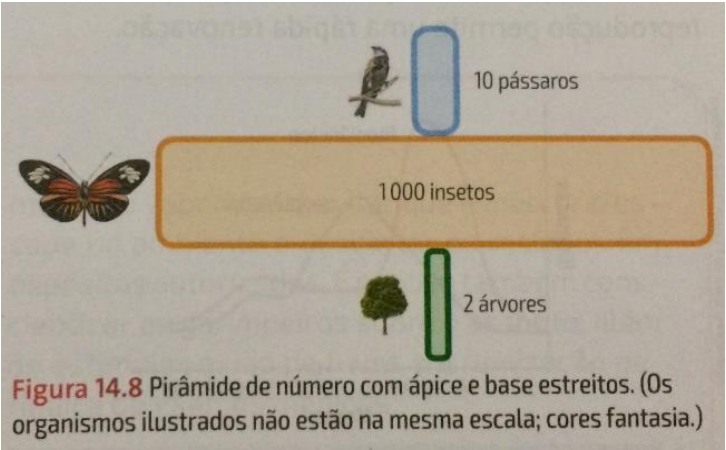
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Iniciamos pela apresentação dos resultados quanto à identificação dos tipos de representações gráficas. Em seguida apresentaremos em que níveis de escala de representação são apresentadas ao longo dos livros didáticos analisados e por fim trataremos a respeito da análise das orientações presentes nos manuais do professor quanto ao uso de representações gráficas em sala de aula buscando investigar se são relevantes para auxiliar na prática pedagógica do professor.

4.1 Tipos de representação nos livros didáticos de Biologia

Para identificar os tipos de representações gráficas presentes nos livros didáticos analisados, utilizamos as legendas e os textos auxiliares acompanhando as representações. Neste trabalho as representações foram nomeadas pelo termo *Figura*. As representações nos livros são identificadas de três formas e foram organizadas neste trabalho em três categorias: I-Representação com legenda, II-Representação com texto auxiliar e III-Representação isolada, conforme descritas no quadro abaixo (Quadro 4). Em relação a categoria I, as representações apresentam variação: Ia) quando informa o tipo de representação na legenda ou Ib) quando não informa o tipo de representação na legenda. Em relação a categoria II apresentam a variação: IIa) quando informa o tipo de representação no texto auxiliar ou IIb) quando não informa o tipo de representação no texto auxiliar. E a categoria III corresponde as representações expressas de forma isolada, são apresentadas nos livros sem legenda ou texto auxiliar.

Quadro 4- Categorias de identificação das representações gráficas

Identificação das representações		
Categorias	Descrição	Exemplo
I Representação com legenda iniciada pelo termo <i>Figura</i> .	Ia) Informa o tipo de representação na legenda	 Figura 14.8 Pirâmide de número com ápice e base estreitos. (Os organismos ilustrados não estão na mesma escala; cores fantasia.) Figura 4. Representação pertencente a categoria Ia). Fonte: A3, p.181.

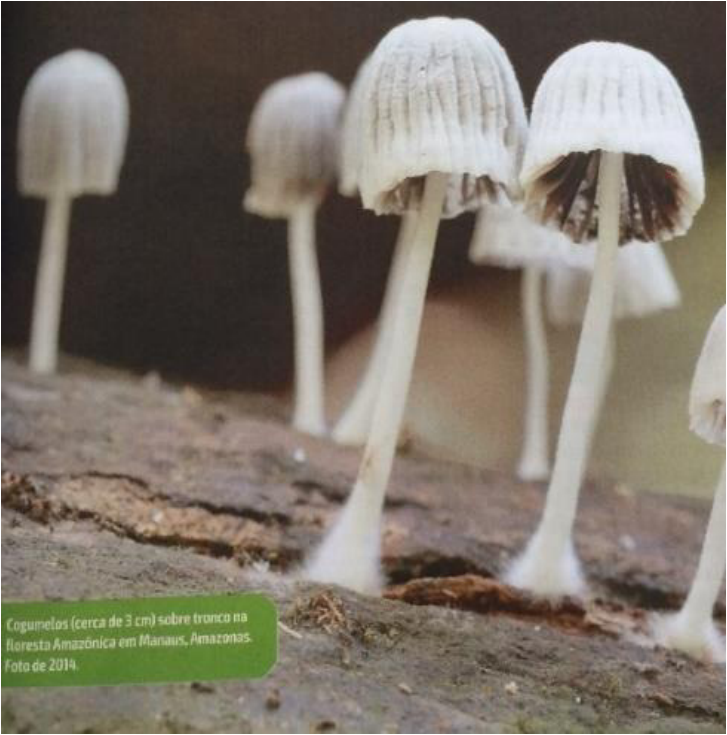
	Ib) Não informa o tipo de representação na legenda	 Foto: Fabio Colombini/Azenha do Itaipu Figura 16.22 Erva-de-passarinho (folhas com 5 cm a 8 cm de comprimento).
II Representação com texto auxiliar, sem o termo <i>figura</i>.	IIa) Informa o tipo de representação no texto auxiliar	 Cogumelos (cerca de 3 cm) sobre tronco na Floresta Amazônica em Manaus, Amazonas. Foto de 2014.

Figura 5. Representação pertencente a categoria Ib). Fonte: A3, 208.

Figura 6. Representação pertencente a categoria IIa). Fonte: A2, p.51.

	IIb) Não informa o tipo de representação no texto auxiliar	 Figura 7. Representação pertencente a categoria IIb). Fonte: A2, p.152.															
III Representação isolada, não apresenta legenda e nem texto auxiliar		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>Número observado</th><th>Número esperado no di-hibridismo</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Púrpura oval</td><td>248</td><td>215</td></tr> <tr> <td>Púrpura esférico</td><td>21</td><td>71</td></tr> <tr> <td>Vermelha oval</td><td>21</td><td>71</td></tr> <tr> <td>Vermelha esférico</td><td>55</td><td>24</td></tr> </tbody> </table> Figura 8. Representação pertencente a categoria III. Fonte: A3, p. 70.		Número observado	Número esperado no di-hibridismo	Púrpura oval	248	215	Púrpura esférico	21	71	Vermelha oval	21	71	Vermelha esférico	55	24
	Número observado	Número esperado no di-hibridismo															
Púrpura oval	248	215															
Púrpura esférico	21	71															
Vermelha oval	21	71															
Vermelha esférico	55	24															

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Para além disso, é importante discutirmos sobre as formas como as representações são apresentadas nos livros. Em alguns casos, são observadas representações unitárias e híbridas. Intitulamos de representação unitária: aquela que possui somente um tipo de representação gráfica e híbrida: aquela constituída de dois ou mais tipos de representação (Quadro 5):

Quadro 5- Descrição de como as representações gráficas são apresentadas

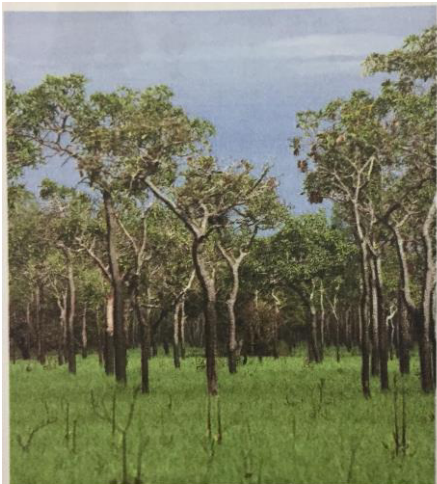
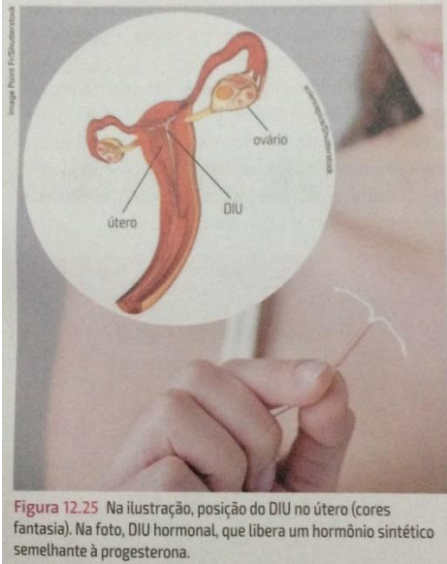
Formas de apresentação das representações		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Unitária	 Figura 17.3 Após uma queimada ocasional, o cerrado se recupera, passando pelo processo de sucessão ecológica secundária. Parque Nacional do Araguaia, TO. Foto de 2010.
Ia)	Híbrida	 Figura 12.25 Na ilustração, posição do DIU no útero (cores fantasia). Na foto, DIU hormonal, que libera um hormônio sintético semelhante à progesterona.

Figura 9. Representação unitária. Fonte: A3, p.217.

Figura 10. Representação híbrida. Fonte: A1, 174.

Fonte: elaborado pela autora (2018).

No quadro acima podemos observar um exemplo de figura unitária (Figura 9) em que a partir da legenda e observação é identificado somente uma tipologia (gráfico). Já a figura híbrida (Figura 10), apresenta dois tipos: uma ilustração e uma foto. Entendemos que, de modo geral, a foto é uma representação comum do dia a dia da maioria dos alunos e a sua utilização pode contribuir na interpretação da outra representação que o aluno possa não ter familiaridade, como no caso da ilustração expressa nessa representação. Assim, ao utilizar duas ou mais representações, elas em

conjunto podem auxiliar os alunos, pois podem contribuir para a compreensão de processos, uma vez que cada uma pode se apresentar de forma mais adequada para compreensão de uns aspectos, enquanto que outro tipo de representação pode auxiliar em outros aspectos (TSUI; TREAGUST, 2013).

Outro elemento que influenciou na identificação da representação híbrida está relacionado a ordem de leitura do nome das representações nas legendas, pois há uma variação como poderemos observar conforme o quadro abaixo (Quadro 6):

Quadro 6- Descrição da ordem de leitura das representações gráficas

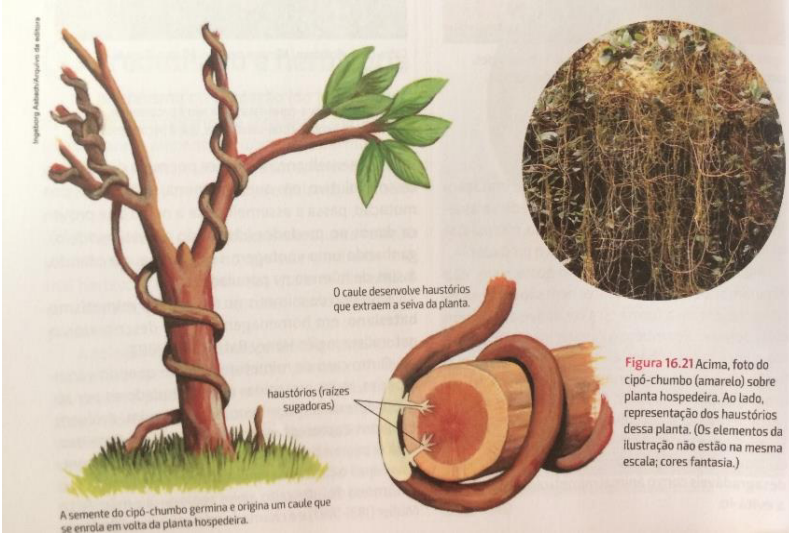
Ordem de leitura das representações			
Categoria	Apresentação	Ordem de leitura	Exemplo
Ia	Híbrida	Inicia-se da esquerda para a direita.	 Figura 8.5 Reconstituição de um animal que lembra um tatu-gigante (A; gênero <i>Glyptodon</i>), com cerca de 3 m de comprimento, e outro que lembra uma preguiça-gigante (B; gênero <i>Megatherium</i>), com 5 m de comprimento. Ambos viveram na América do Sul e se extinguíram há alguns milhares de anos (figura sem escala; cores fantasia). Nas fotos, um tatu-galinha (C; <i>Dasypus novemcinctus</i>; 38 cm a 58 cm de comprimento) e uma preguiça-de-coleira (D; <i>Bradypus torquatus</i>; cerca de 50 cm de comprimento).
Ia	Híbrida	Inicia-se da direita para esquerda	 Figura 16.21 Acima, foto do cipó-chumbo (amarelo) sobre planta hospedeira. Ao lado, representação dos haustórios dessa planta. (Os elementos da ilustração não estão na mesma escala; cores fantasia.)

Figura 11. Leitura da esquerda para a direita. Fonte: A3, p. 115.

Figura 12. Leitura da direita para a esquerda Fonte: A2, p. 208.

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Com esses exemplos elencados no quadro acima é possível observarmos essa variação na ordem de leitura. Posto que na (Figura 11) utiliza-se letras do alfabeto para auxiliar na identificação de cada organismo representado, assim a legenda inicia informando sobre a reconstituição do tatu-gigante em A, ou seja, a leitura da representação inicia-se da esquerda para a direita. Enquanto que na (Figura 12) não são utilizadas letras do alfabeto para auxiliar a leitura e ao lermos a legenda é possível identificar que a leitura inicia pela representação do lado direito para o esquerdo. Nota-se que não há um padrão, o que pode levar o aluno a confundir sobre qual representação se trata e não conseguir identificar nos casos em que não são familiarizados com algum tipo de representação. É necessário que haja uma padronização nessa ordem de leitura. O ideal seria iniciar-se da esquerda para a direita, uma vez que nos países do Ocidente, como é o caso do Brasil, a ordem no processo de leitura se dá dessa forma.

Apresentar essas informações iniciais quanto as categorias e forma de apresentação e leitura das representações é relevante para a identificação dos tipos de representação. Assim, os quadros apresentados com a identificação dos tipos de representações serão indicados de acordo com essas categorizações e classificações apresentadas anteriormente.

Na identificação dos tipos de representação gráfica presentes nos livros didáticos analisados, utilizamos as legendas e os textos auxiliares acompanhando as representações. Como resultado, nos revelou que há uma discrepância em relação aos tipos presentes nas legendas elaboradas pelos autores dos livros, uma vez que são atribuídos nomes diferentes para representações que apresentam um mesmo padrão e deveriam ser intituladas como sendo do mesmo tipo.

De maneira geral, após realizarmos a análise de conteúdo nos três livros da coleção A, foram identificados dezenove indicadores sobre os tipos de representação, de acordo com as legendas e texto auxiliar que acompanham as representações, sendo eles: *Árvore filogenética, Desenho, Diagrama, Esquema, Fórmula, Fotografia, Gráfico, Ilustração, Mapa, Modelo, Quadro, Quadrado de Punnett, Pintura, Pirâmide, Radiografia, Reconstituição, Representação, Tabela e Sem informação*. Conforme podem ser observados no quadro abaixo (Quadro 7):

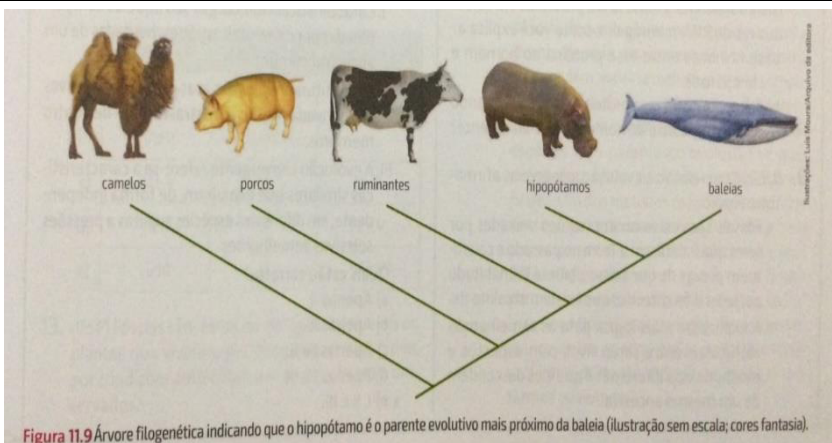
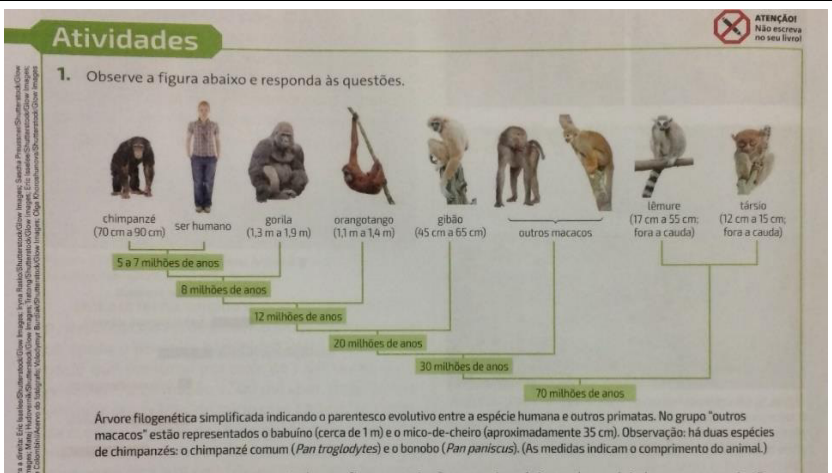
Quadro 7 - Indicadores e índices dos tipos de representação

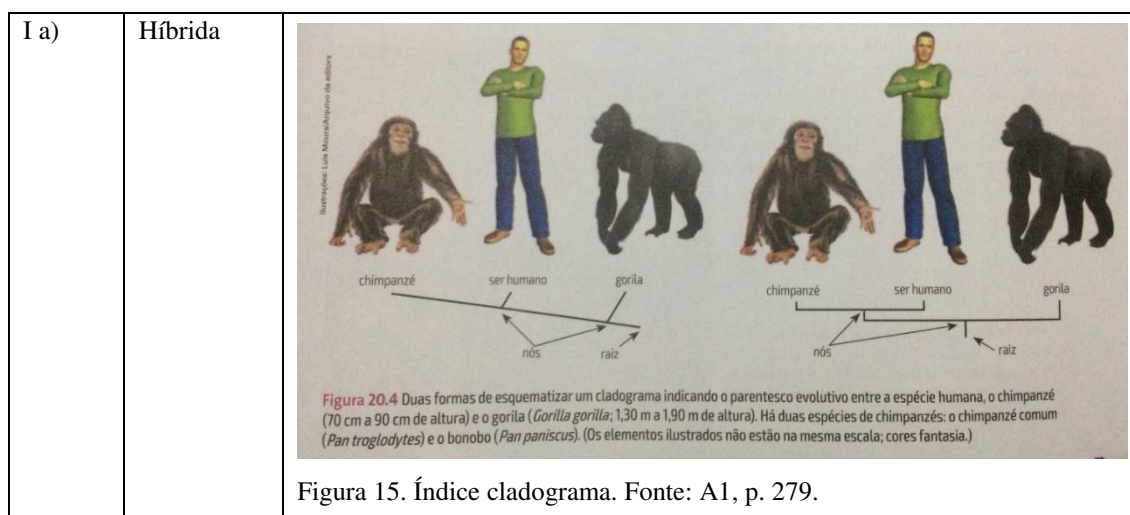
Indicadores	Índices
Árvore filogenética	Árvore filogenética
	Árvore filogenética simplificada
	Cladograma
Desenho	Desenho esquemático
Diagrama	Diagrama
	Diagrama simplificado
Esquema	Esquema
	Esquema simplificado
Fórmula	Fórmula
	Fórmula estrutural
Foto	Foto
Gráfico	Gráfico
Ilustração	Ilustração
	Ilustração esquemática
Mapa	Mapa
Modelo	Modelo
	Modelo espacial
Quadro	Quadro
Quadrado de Punnet	Quadrado de Punnet
Pintura	Pintura
Pirâmide	Pirâmide
	Pirâmide etária
Radiografia	Radiografia
Reconstituição	Reconstituição artística
Representação	Representação
	Representação artística
	Representação esquemática
Tabela	Tabela
Sem informação	_____

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Após observarmos o quadro acima, nota-se que há uma variedade de tipologias de representação gráfica presentes nos livros analisados. O primeiro indicador é intitulado de *Árvore filogenética*. Esse indicador apresenta três índices: árvore filogenética, árvore filogenética simplificada e cladograma, como podem ser vistos nas figuras 13, 14 e 15 no quadro (Quadro 8) a seguir:

Quadro 8- Exemplos do indicador Árvore filogenética

Indicador Árvore filogenética		
Categoria	Apresentação	Exemplos
Ia)	Híbrida	 Figura 13. Índice árvore filogenética. Fonte: A3, p. 157.
Ila)	Híbrida	 Figura 14. Índice árvore filogenética simplificada. Fonte: A3, p. 166



Fonte: elaborado pela autora (2018).

A figura 13 é intitulada de árvore filogenética e a figura 14 de árvore filogenética simplificada, sendo que ambas apresentam também representações ilustrativas dos organismos indicados na árvore filogenética (camelo, porco, ruminante, hipopótamo e baleia) na figura 13 e ilustração de (chimpanzé, ser humano, gorila, orangotango, gibão, outros macacos, lêmure e tásio) na figura 14. Na figura 15, a legenda identifica o tipo de representação como cladograma. Ao observarmos esta figura em comparação com as figuras 13 e 14, o primeiro cladograma (da esquerda) apresenta o mesmo padrão da árvore filogenética da figura 13 e o segundo (da direita) tem um padrão semelhante com a figura 14. Essa identificação com diferentes nomes pode comprometer a compreensão dessas representações, pois em cada uma das figuras recebe um nome diferente.

A figura 15, ao contrário das outras duas, apresenta uma informação importante que pode auxiliar na compreensão das relações filogenéticas, pois os autores do livro indicam os “nós” e a “raiz” nos ramos do cladograma, complementando a explicação para auxiliar a interpretação. As árvores filogenéticas podem ser apresentadas de algumas formas, podendo ser do tipo: cladograma ou filograma (HALVERSON; FRIEDRICHSEN, 2013). Assim, seria importante que na explicação da legenda pudessem ser apresentadas essas informações a fim de não gerar possíveis interpretações erradas.

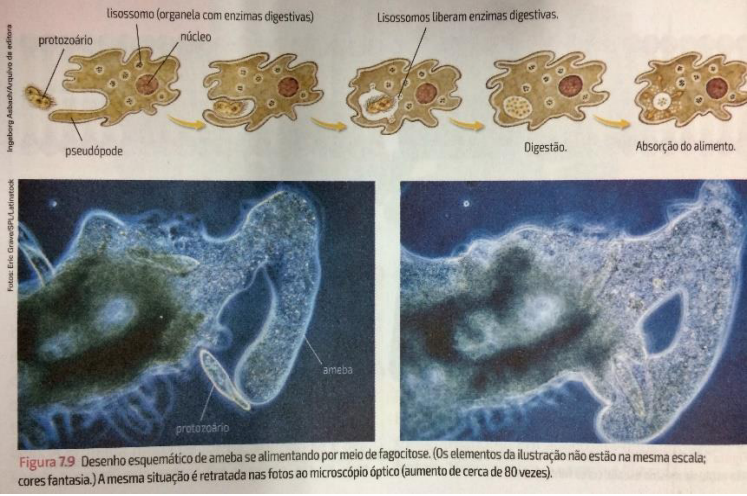
Os resultados da pesquisa realizada por Cardoso-Silva e Oliveira (2013), também evidenciam que, de modo geral, os livros didáticos analisados não apresentam uma compreensão de como o cladograma que aparece no texto foi desenvolvido o que pode dificultar a leitura e compreensão por parte dos alunos.

Outro aspecto que nos chama atenção na figura 15 é que os dois cladogramas estão em proporções muito pequenas do que de fato deveriam ser quando comparadas

com as ilustrações do chimpanzé, ser humano e gorila, uma vez que essa representação pretende discutir sobre as relações filogenéticas entre essas espécies por meio de cladogramas. Essa questão de proporção já vem sendo colocada em discussão desde há algum tempo, inclusive de acordo com Fracalanza e Megid Neto (2006), os pareceristas de livros didáticos de Ciências em 1996 já apresentavam considerações sobre proporções, ressaltando que algumas ilustrações presentes em livros didáticos apresentavam representações bem menores do que de fato deveriam ser para explicar determinado conceito, fenômeno e/ou processo.

O indicador *Desenho* é constituído pelo índice desenho esquemático, que pode ser observado no exemplo apresentado no quadro (Quadro 9) a seguir:

Quadro 9- Exemplos do indicador Desenho

Indicador Desenho		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Híbrida	 Figura 16. Índice desenho esquemático e foto Fonte: A1, p. 84.

Fonte: elaborado pela autora (2018).

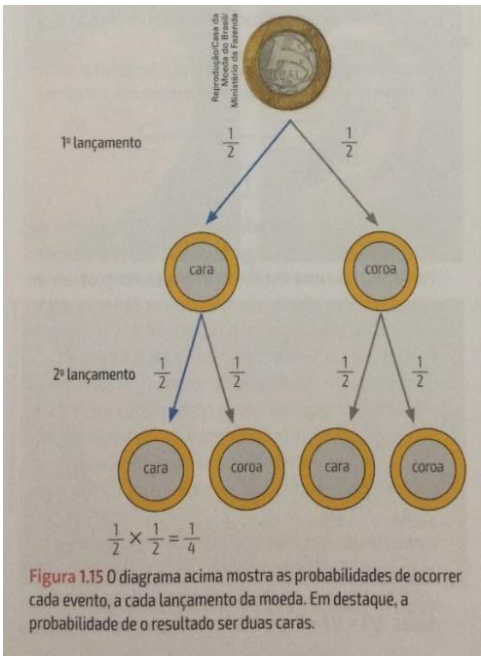
De acordo Moraes e Carvalho (2017) os desenhos em sala de aula de Ciências são importantes pois buscam estabelecer relações com conceitos científicos, inclusive apresentando o uso de termos técnicos para identificar caracteres morfológicos, por exemplo. Além disso, no Ensino de Biologia é frequente o uso combinado de fotografias e desenhos da mesma estrutura, lado a lado. O desenho de certa forma pode explicar a fotografia, dando destaque para os aspectos que são considerados mais importantes e conduzindo a interpretação do registro fotográfico (BRUZZO, 2004). Essa característica pode realmente auxiliar na compreensão como podemos observar no exemplo acima (Figura 16), em que o desenho dá suporte ao entendimento das fotografias.

O desenho esquemático (Figura 16) corresponde a uma representação que tem correspondência analógica com o fenômeno representado que é uma das características do desenho ao relacionar algo que pode ser familiar ao aluno ao que separadamente se tornaria abstrato e para isso utiliza setas, caracteres, sinais e outros desenhos. Esse tipo de representação não enfatiza apenas a observação, pois demanda raciocínio para interpretação (BADZINSKI; HERMEL, 2015).

De maneira geral, ao analisarmos esse desenho esquemático notamos que apresentam um padrão de representação muito semelhante com as representações do tipo esquema que serão apresentadas posteriormente no indicador *Esquema*. Ao nomear em livros didáticos representações que apresentam o mesmo padrão ou que são muito semelhantes, com nomes diferentes pode dificultar a interpretação.

O terceiro indicador, *Diagrama* apresenta dois índices: diagrama e diagrama simplificado, como podem ser vistos nas figuras 17 e 18 no quadro (Quadro 10) a seguir:

Quadro 10- Exemplos do indicador Diagrama

Indicador Diagrama		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Híbrida	 Figura 17. Índice diagrama. Fonte: A3, p. 21.

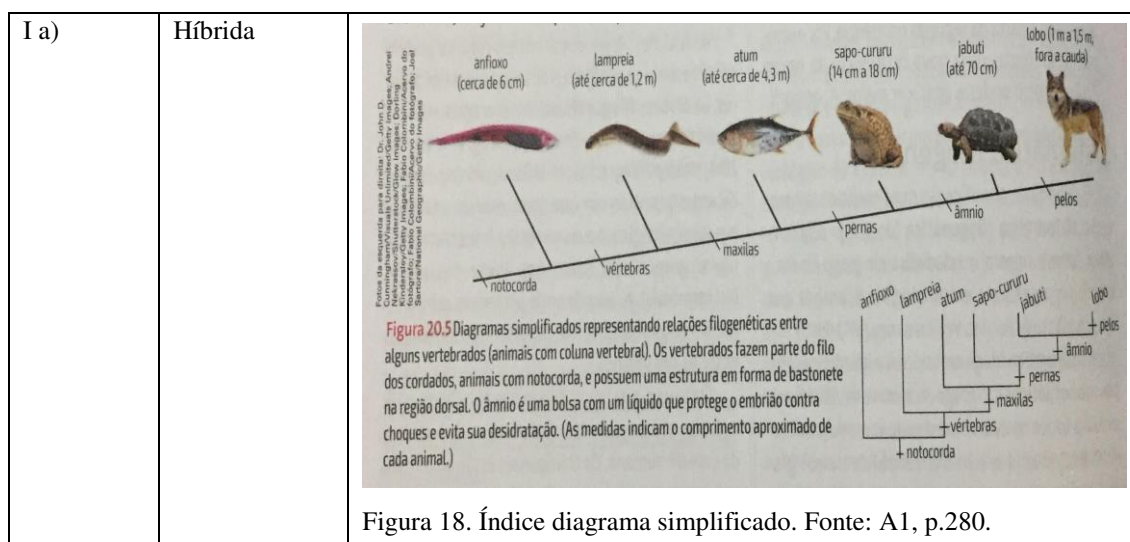


Figura 18. Índice diagrama simplificado. Fonte: A1, p.280.

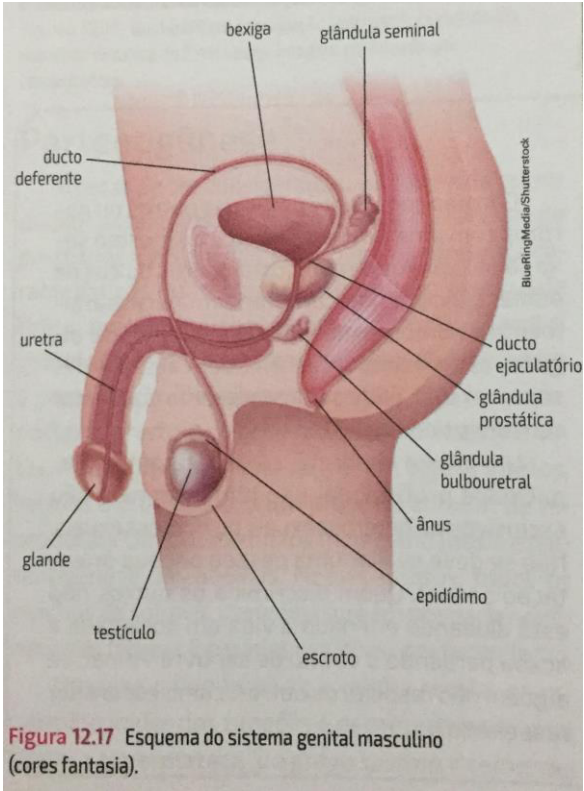
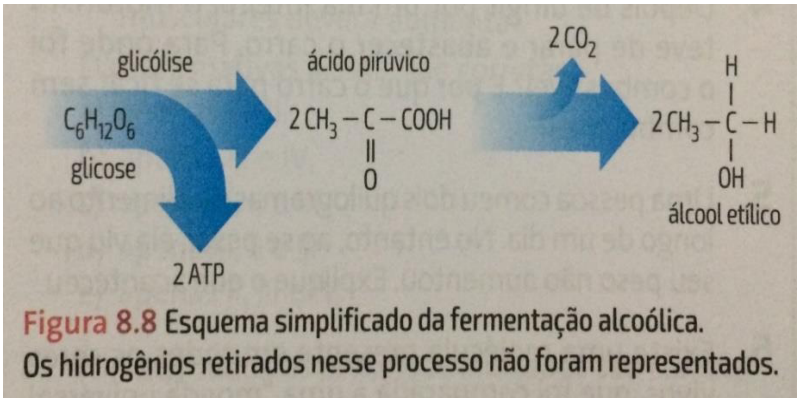
Fonte: elaborado pela autora (2018).

A figura 17 é intitulada de diagrama, apresentando setas e frações, além disso também tem uma foto de uma moeda de um real, mas não é identificada na legenda da representação como sendo uma foto. Já na figura 18 as representações são chamadas de diagramas simplificados. Ao observarmos esses diagramas podemos identificar que são semelhantes às representações correspondentes ao indicador *Árvore filogenética*, além de apresentar ilustrações de animais representantes dos grupos citados.

Os dois exemplos utilizam aspectos característicos dos diagramas de processo em que de acordo com López-Manjón e Postigo (2014) são caracterizados pelo uso de setas que auxiliam a explicação da representação com a evolução de fenômenos e suas mudanças no decorrer do tempo. Segundo Ozcelik e McDonald (2013) o diagrama é considerado um tipo de representação gráfica que é estruturada de forma simplificada para explicar um determinado conceito, podendo ser de diversos tipos, como esquemas e gráficos. Assim, entendemos que de maneira geral, é considerado um termo genérico utilizado para representar variadas informações. E no contexto do ensino assume a finalidade de auxiliar os alunos na compreensão de assuntos científicos. Portanto, utilizar o termo diagrama pode não promover uma compreensão precisa sobre o tipo de representação, posto que pode incluir diferentes tipos de representação gráfica.

O quarto indicador intitulado de *Esquema* apresenta dois índices: esquema e esquema simplificado, que são apresentados nas figuras 19 e 20 do quadro (Quadro 11) a seguir:

Quadro 11- Exemplos do indicador Esquema

Indicador Esquema		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Unitária	 Figura 12.17 Esquema do sistema genital masculino (cores fantasia). Figura 19. Índice esquema. Fonte: A1, p. 166.
Ia	Unitária	 Figura 8.8 Esquema simplificado da fermentação alcoólica. Os hidrogênios retirados nesse processo não foram representados. Figura 20. Índice esquema simplificado. Fonte: A1, p. 105.

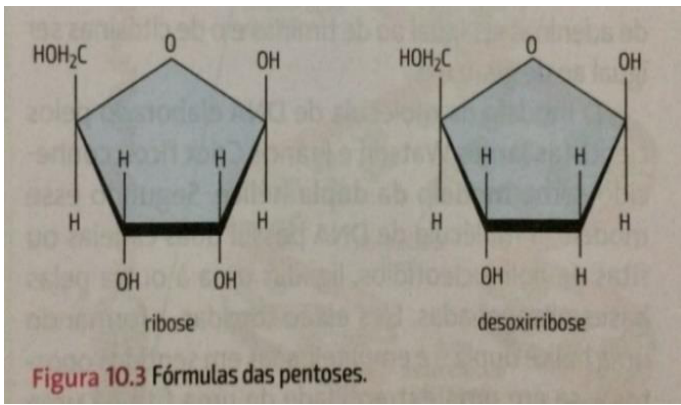
Fonte: elaborado pela autora (2018).

No contexto do ensino de Ciências, de acordo com Capecchi (2004) os esquemas são comumente utilizados para estabelecer relações diretas com o fenômeno estudado e por isso tornam-se relevantes para auxiliar no processo de aprendizagem. Portanto, é importante que os esquemas presentes nos livros didáticos tenham elementos e legenda bem estruturada para auxiliar na compreensão.

A figura 19 é intitulada de esquema, apresentando setas e texto informando os nomes das estruturas. Esse padrão é semelhante à (Figura 16) já discutida anteriormente, do tipo desenho esquemático, utilizando também setas e texto para identificar as estruturas. Assim, mais uma vez observamos que não há padronização em relação a indicação do tipo de representação. A figura 20 é chamada de esquema simplificado e faz uso de setas e de fórmulas. Entende-se que a explicação por adotar o termo esquema simplificado possa ser pelo fato de que a fermentação inclui várias etapas, assim está sendo representada uma simplificação. Mas seria importante que a legenda apresentasse mais detalhes afim de proporcionar aos alunos compreenderem do porque está sendo intitulada assim. Já que de maneira geral, o esquema refere-se a uma representação simplificada e funcional de um objeto, um movimento, um processo, ou seja, tem como objetivo simplificar.

No indicador *Fórmula* são identificados três índices: fórmula, fórmula estrutural e fórmula simplificada, como podem ser observados nas figuras 21 e 22 no quadro (Quadro 12) a seguir:

Quadro 12- Exemplos do indicador Fórmula

Indicador Fórmula		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Unitária	 Figura 21. Índice fórmula. Fonte: A1, p.121.

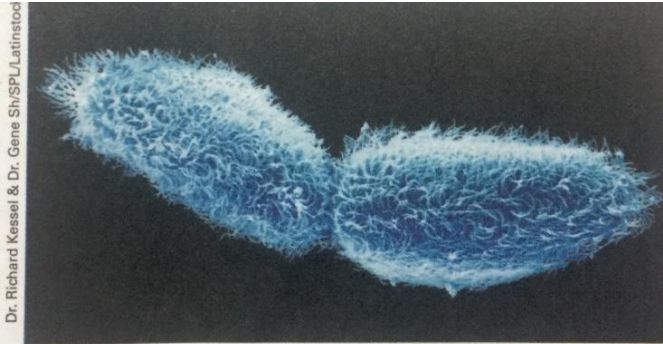
Ia)	Unitária	Figura 10.2 Fórmula estrutural de um nucleotídeo. Figura 22. Índice formula estrutural. Fonte: A1, p. 121.
-----	----------	---

De acordo com a legenda da figura 21, trata-se da representação de uma fórmula, enquanto que a figura 22 é considerada como fórmula estrutural, no entanto, podemos observar o mesmo padrão presente na figura 21. Inclusive a pentose está sendo expressa da mesma forma em ambas. A fórmula estrutural tem por objetivo indicar como os átomos estão ligados (ATKINS; JONES, 2009). Assim, se o objetivo for expressar as ligações, seria mais coerente chamá-la de fórmula estrutural.

O indicador *Foto*, apresenta apenas o índice foto. Como pode ser observado nas figuras no quadro (Quadro 13) abaixo:

Quadro 13- Exemplos do indicador Foto

Indicador Foto		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Unitária	Figura 15.2 A língua de alguns anfíbios está adaptada para pegar insetos e outras presas pequenas. Na foto, <i>Bufo japonicus</i> (8 cm a 17 cm de comprimento) capturando inseto com a língua. Figura 23. Índice foto. Fonte: A2, p.190.

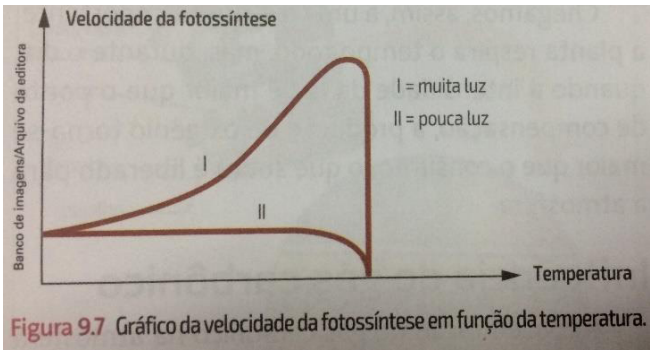
IIa)	Unitária	 Foto ao microscópio eletrônico; aumento de cerca de 800 vezes. Figura 24. Índice foto. Fonte: A1, p. 23.
------	----------	---

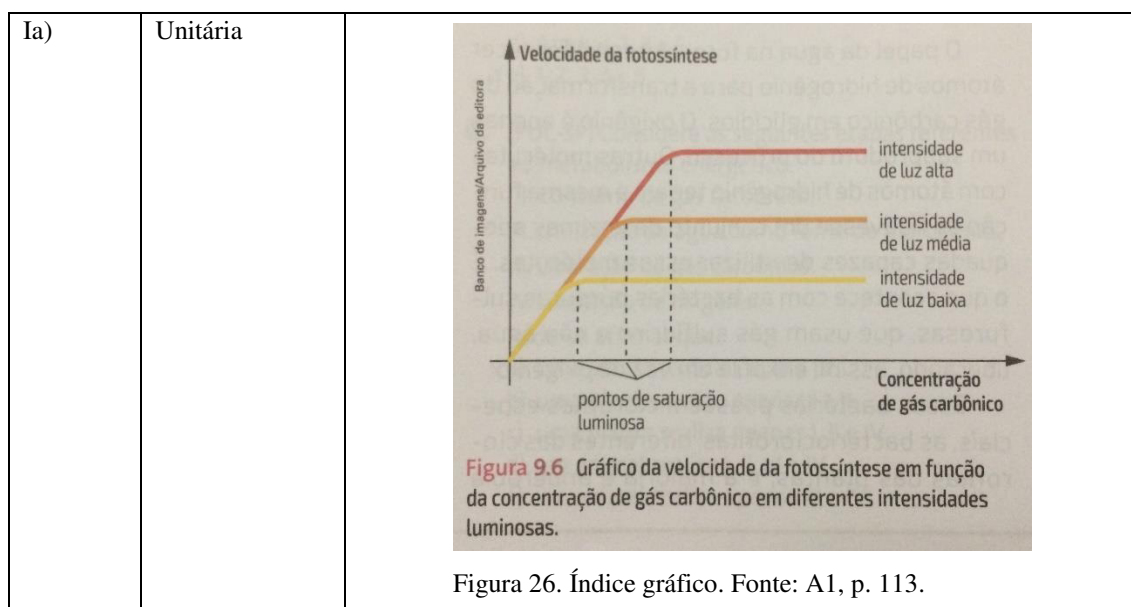
Fonte: elaborado pela autora (2018)

As fotos são muito próximas ao fenômeno em si, sendo utilizadas quando se faz referência à cor e tamanho dos indivíduos ou à ocupação do espaço (SILVA, 2015). Ou seja, geralmente representam os elementos externos do fenômeno representado e o principal objetivo é ilustrar (LÓPEZ-MANJÓN; POSTIGO, 2014). Consequentemente, é um tipo de representação geralmente muito utilizado em situações de ensino. Na nossa investigação não tínhamos como objetivo quantificar os tipos de representação, mas ao analisarmos de maneira geral, observamos que esse foi um dos tipos mais comuns. O que foi identificado também na pesquisa realizada por Badzinski e Hermel (2015) ao analisarem imagens em livros didáticos de Biologia sobre o conteúdo de genética e evolução identificam que a maioria das representações gráficas são fotografias e ilustrações.

O indicador *Gráfico* apresenta o índice gráfico, como podemos identificar no quadro (Quadro 14) pelas figuras 25 e 26 a seguir:

Quadro 14- Exemplos do indicador Gráfico

Indicador Gráfico		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Unitária	 Figura 9.7 Gráfico da velocidade da fotossíntese em função da temperatura. Figura 25. Índice gráfico. Fonte: A1, p. 114.



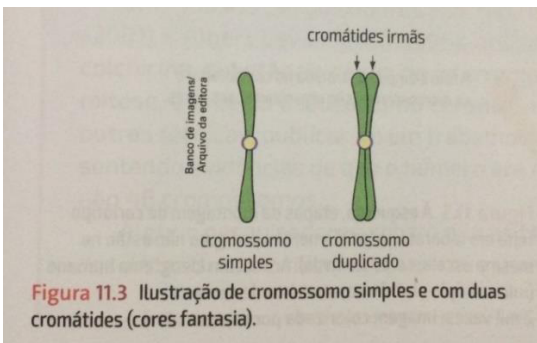
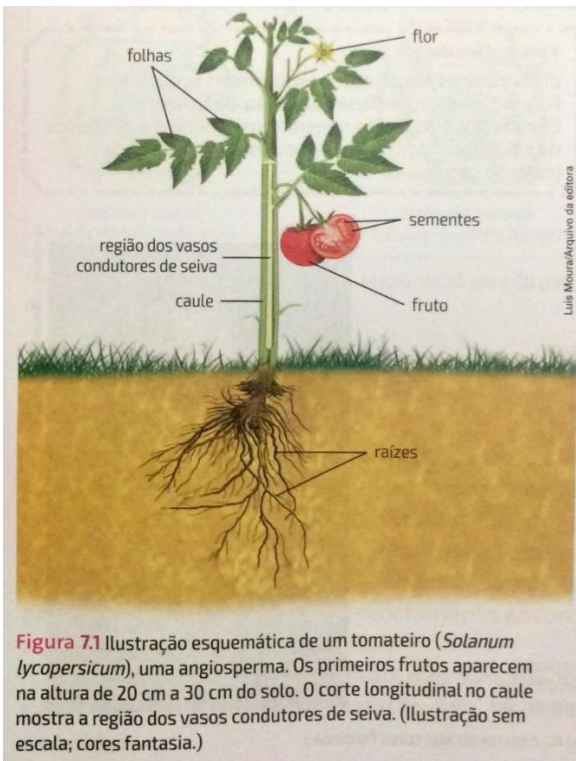
Fonte: elaborado pela autora (2018)

Os gráficos são representações que indicam aspectos quantitativos, assim apresentam relação numérica entre as variáveis. Desse modo, o uso de gráficos de acordo com Capecchi (2004) no contexto científico tem como finalidade representar o próprio fenômeno que está sendo discutido. Sendo que para os alunos refere-se a mais um tipo de linguagem a ser decodificada, que precisa ser explicitamente relacionada a um fenômeno, para ser interpretado. Ou seja, antes de tudo, é preciso compreender o que significa cada uma dessas linhas horizontais e verticais, incluindo a curva do gráfico.

De acordo com Bowen e Roth (2002), quando os alunos encontram alguma contradição entre aspectos do gráfico e o mundo natural que conhecem, a interpretação não se concretiza. Portanto, ao analisarmos as figuras 25 e 26 entendemos que as legendas ou textos auxiliares que acompanham os gráficos necessitam ser mais explicativas.

O indicador *Ilustração*, apresenta dois índices: ilustração e ilustração esquemática, como podem ser identificados no quadro (Quadro 15) a seguir:

Quadro 15- Exemplos do indicador Ilustração

Indicador Ilustração		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Unitária	 Figura 11.3 Ilustração de cromossomo simples e com duas cromátides (cores fantasia). Figura 27. Índice ilustração. Fonte: A1, p. 137.
Ia)	Unitária	 Figura 7.1 Ilustração esquemática de um tomateiro (<i>Solanum lycopersicum</i>), uma angiosperma. Os primeiros frutos aparecem na altura de 20 cm a 30 cm do solo. O corte longitudinal no caule mostra a região dos vasos condutores de seiva. (Ilustração sem escala; cores fantasia.) Figura 28. Índice ilustração esquemática. Fonte: A2, p. 85.

Fonte: elaborado pela autora (2018)

As figuras intituladas nos livros pelo nome de ilustração (figura 27) e ilustração esquemática (figura 28) também são semelhantes ao desenho esquemático (figura 16) e ao esquema (figura 19) já apresentados anteriormente. Segundo Bowen, Roth e McGinn (1999) o termo ilustração é considerado genérico podendo incluir diferentes tipos de representação. López-Manjón e Postigo (2014) também consideram um termo abrangente que inclui um grupo de representações: fotografias, imagens técnicas (micrografia, ecografia e radiografia) e desenho. Nesse sentido, torna-se relevante reavaliar o seu uso

nos livros didáticos, pois ao identificar o tipo específico possa facilita no processo de decodificação e compreensão.

O indicador *Mapa* é constituído por um único índice (mapa) como pode ser observado na figura 29 do quadro (Quadro 16) a seguir:

Quadro 16- Exemplos do indicador Mapa

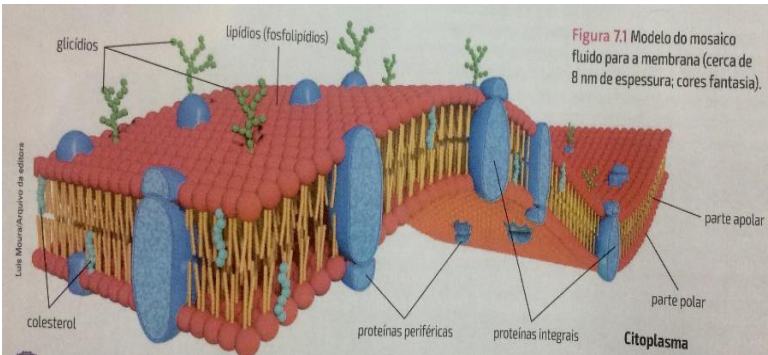
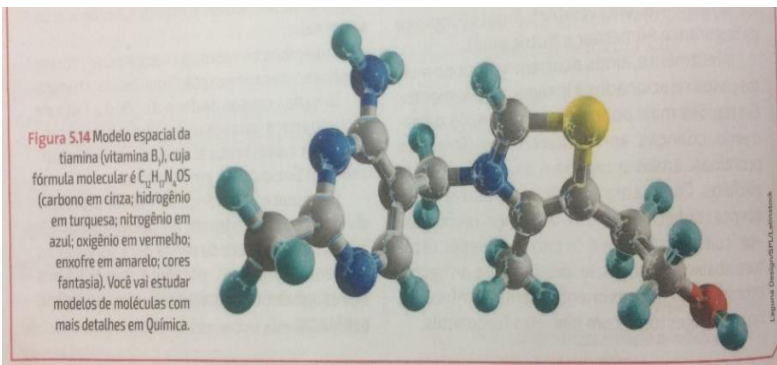
Indicador Mapa		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Híbrida	Figura 20.2 Mapa com a distribuição das placas tectônicas. Os continentes e os oceanos ficam sobre placas. Observe que as placas não correspondem aos limites dos continentes. As setas amarelas indicam os movimentos das placas. (Cores fantasia.) Adaptado de: IBGE. Atlas geográfico escolar. Rio de Janeiro, 2009. Figura 29. Índice mapa. Fonte: A1, p. 277.

Fonte: elaborado pela autora (2018)

A figura 29 é identificada como mapa, apresentando as delimitações dos continentes (em verde), com a presença de escala, uma característica fundamental deste tipo de representação (ARCHELA, 1999). Também explica o significado da linha azul e seta amarela, esses dois últimos elementos não fazem parte da representação mapa, eles estão apresentando outras informações relacionadas às placas tectônicas. Desse modo, a legenda deveria ser mais informativa, pois pode levar o aluno a inferir que o mapa também deve evidenciar a distribuição das placas tectônicas.

O indicador *Modelo* apresenta os índices: modelo e modelo espacial, como pode ser identificado nos índices das figuras do quadro (Quadro 17) abaixo:

Quadro 17 - Exemplos do indicador Modelo

Indicador Modelo		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)		 Figura 30. Índice modelo. Fonte: A1, p. 74.
Ia)	Unitária	 Figura 31. Índice modelo espacial. Fonte: A1, p. 60.

Fonte: elaborado pela autora (2018)

Os esquemas fazem parte da Ciência e ao longo dos anos evoluiu com as novas tecnologias, ou seja, com o surgimento a partir de desenhos para imagens digitais avançadas e modelos tridimensionais (EVAGOROU; ERDURAN; MÄNTYLÄ, 2015), como nos exemplos das figuras 30 e 31. Na legenda do segundo exemplo, ainda identifica com o auxílio das cores cada um dos elementos do modelo. No entanto, de modo geral, as representações do tipo modelo não apresentam legendas ou textos auxiliares com informações detalhadas. Seria importante mostrar não somente os resultados, mas deixar claro também como o aluno pode decodificá-las.

O indicador *Quadro* é constituído apenas pelo índice quadro, como pode ser observado na figura do quadro a seguir (Quadro 18):

Quadro 18- Exemplo do indicador quadro

Indicador Quadro		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Híbrida	 Figura 2.1 Quadro demonstrativo da segunda lei de Mendel. Na foto, os quatro tipos de sementes: amarela e lisa, amarela e rugosa, verde e lisa, verde e rugosa (geralmente as ervilhas têm cerca de 7 mm a 10 mm de diâmetro). Figura 32. Índice quadro. Fonte: A3, p. 33.

Fonte: elaborado pela autora (2018).

A figura 32 representa um quadro com o objetivo de organizar as ideias tratadas de acordo com as classificações elencadas no mesmo. Este tipo é muito utilizado quando pretende-se distribuir, agrupar, ou seja, categorizar, por isso é utilizada frequentemente tanto para comunicar pesquisas como também para apresentar informações em outros materiais, como o livro didático.

Um ponto que deve ser ponderado ao se utilizar, é verificar o tipo de dado que está sendo expresso, já que o quadro deve apresentar dados qualitativos. No caso da figura 33 podemos identificar a presença de dados que expressão relações predominantemente qualitativas, representados com o auxílio de ilustrações e fotos com a finalidade de complementar a explicação das características dos diferentes tipos de ervilhas.

O indicador *Quadrado de Punnett*, apresenta o índice quadrado de Punnett, como pode ser observado no quadro (Quadro 19) a seguir:

Quadro 19- Exemplos do indicador Quadrado de Punnett

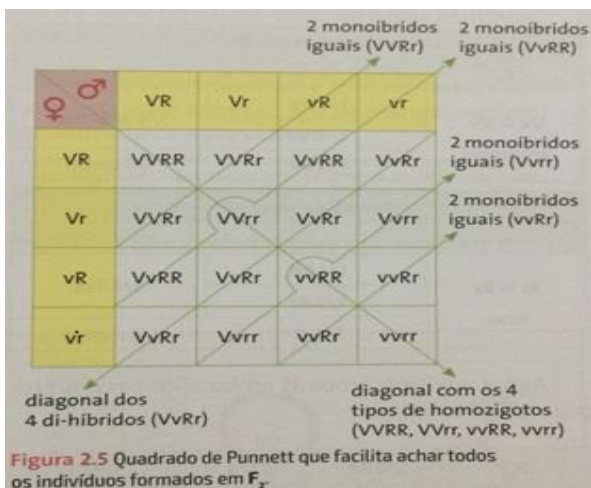
Indicador Quadro de Punnett		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Unitária	 Figura 2.5 Quadrado de Punnett que facilita achar todos os indivíduos formados em F_2

Figura 33. Índice quadrado de Punnett. Fonte:A3, p. 35.

Fonte: elaborado pela autora (2018)

Essa representação foi utilizada no livro do 3º ano para abordar sobre os cruzamentos de alelos. A figura 33 apresenta além da legenda, alguns textos com o objetivo de explicitar o que corresponde cada uma das diagonais do quadrado. Esse tipo pode se constituir como uma representação específica para identificar os indivíduos formados em cada geração que são utilizadas no contexto da pesquisa científica. Entretanto, também pode assumir uma função pedagógica e ser utilizada no Ensino de Biologia. É fundamental que o professor auxilie nessa compreensão, posto que talvez só lendo a representação possa não ser o suficiente para o aluno entendê-la.

O indicador *Pintura*, apresenta o índice pintura, como pode ser observado na figura do quadro abaixo (Quadro 20):

Quadro 20- Exemplos do indicador Pintura

Indicador Pintura		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Híbrida	 Figura 6.1 Pintura retratando Leeuwenhoek. À direita, vista anterior e posterior do microscópio criado por ele.

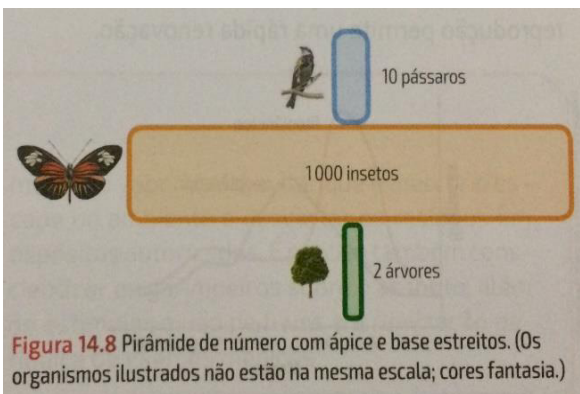
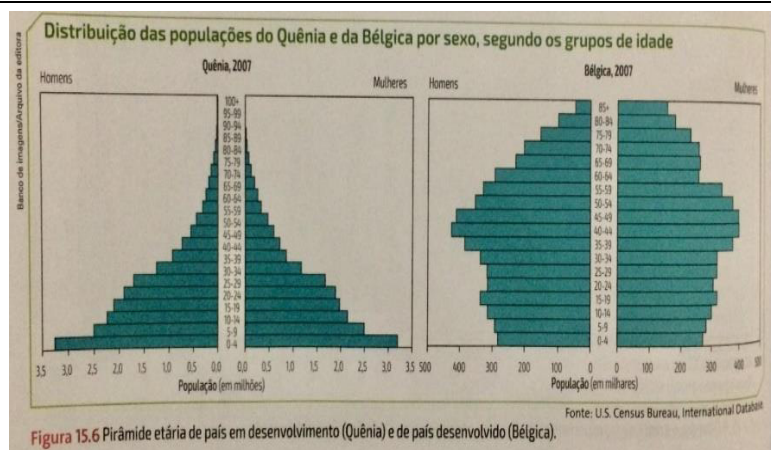
Figura 34. Índice pintura. Fonte: A1, p. 68.

Fonte: elaborado pela autora 2018.

As pinturas retratas no livro são utilizadas com a finalidade de expressar aquilo que se observa no mundo real. Geralmente representam algum indivíduo que desenvolveu alguma pesquisa científica em tempos remotos em que a forma de retratar uma pessoa era por meio da pintura. Incluir essa informação na legenda possa auxiliar na interpretação, uma vez que quando se trata de pesquisadores mais recentes os mesmos são representados por fotos.

O indicador *Pirâmide*, é constituído de dois índices: pirâmide e pirâmide etária, como nos exemplos das figuras 35 e 36 apresentadas no quadro (Quadro 21) a seguir:

Quadro 21- Exemplos do indicador Pirâmide

Indicador Pirâmide		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Híbrida	 Figura 14.8 Pirâmide de número com ápice e base estreitos. (Os organismos ilustrados não estão na mesma escala; cores fantasia.) Figura 35. Índice pirâmide. Fonte: A3, p. 181.
Ia)	Unitária	 Figura 15.6 Pirâmide etária de país em desenvolvimento (Quênia) e de país desenvolvido (Bélgica). Figura 36. Índice pirâmide etária. Fonte: A3, p. 192.

Fonte: elaborado pela autora (2018).

A figura 35 expressa uma pirâmide, incluindo ilustração de animais em cada um dos níveis. Já a pirâmide etária (Figura 36) representa a distribuição das populações de acordo com a idade. Ou seja, elas enfatizam pontos diferentes, e merecem ser distinguidas como nesses dois exemplos para não comprometer a interpretação e entendimento.

Segundo Barbosa, Colares e Soares (2008), o formato hierarquizado da pirâmide causa dificuldade de interpretação, posto que os sujeitos da pesquisa realizada por eles apontaram que aquilo que está no topo é o mais importante, quando na verdade está relacionado com a quantidade. Entende-se que as legendas que acompanham essas representações necessitam ser mais explicativas para não geram essa interpretação errônea.

O indicador *Radiografia*, apresenta o índice radiografia, como pode ser observado no exemplo do quadro (Quadro 22) a seguir:

Quadro 22- Exemplos do indicador Radiografia

Indicador Radiografia		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Unitária	Figura 15.9 Radiografia de perna mostrando fratura da tíbia e da fíbula. Figura 37. Índice radiografia. Fonte: A2, p. 230.

Fonte: elaborado pela autora (2018).

A figura 37 deveria ajudar o aluno a compreender esse tipo de representação, visto que informa por meio da legenda que houve fratura dos ossos. Mas não indica a localização da tíbia, da fíbula e nem as regiões em que estão fraturadas, assim a sua leitura dessa representação gráfica fica comprometida. Podendo também levar o aluno a inferir que de fato os ossos sejam dessa forma e não que esta corresponde ao resultado de um exame. Nesse exemplo, mostra-se claramente a necessidade de uma legenda mais explicativa a fim de auxiliar a leitura e compreensão dos alunos, informando que a radiografia corresponde a uma imagem obtida pela transmissão de raios X através de isótopos radioativos (LÓPEZ-MANJON; POSTIGO, 2014).

O indicador *Reconstituição*, é constituído pelo índice Reconstituição artística, como na figura do quadro (Quadro 23) a seguir:

Quadro 23- Exemplos do indicador Reconstituição

Indicador Reconstituição		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Unitária	 Figura 15.10 Reconstituição artística de um dos primeiros anfíbios do gênero <i>Acanthostega</i> (cerca de 50 cm de comprimento), que viveu há cerca de 365 milhões de anos. Figura 38. Índice reconstituição artística. Fonte: A2, p.194.

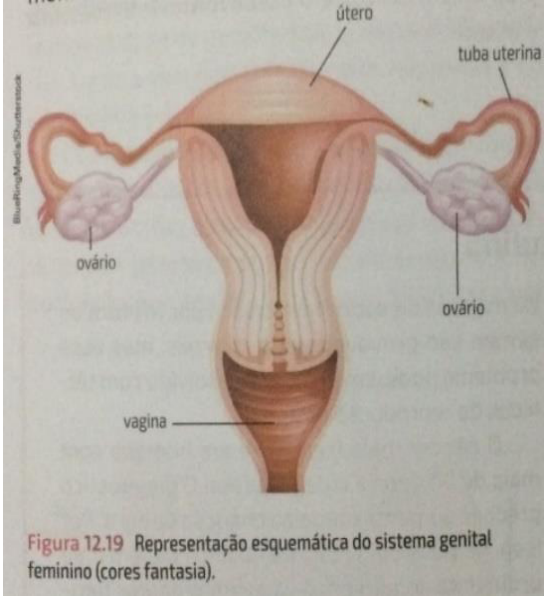
Fonte: elaborado pela autora (2018).

A figura 38 corresponde a uma elaboração de como seria um dos primeiros anfíbios, essa produção é chamada de reconstituição artística e apresenta características semelhantes aos índices representação e representação artística que serão discutidos a seguir.

O indicador *Representação*, apresenta três índices: Representação, Representação artística e Representação esquemática, expressas nos exemplos do quadro (Quadro 24) a seguir:

Quadro 24- Exemplos do indicador representação

Indicador Representação		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Unitária	 Figura 20.9 Representação do tiranossauro, um dos maiores carnívoros do Cretáceo, com 15 m de comprimento e 6 m de altura. (Os elementos da figura não estão na mesma escala; cores fantasia.) Figura 39. Índice representação. Fonte: A1, p. 282.

Ia)	Unitária	 Figura 16.27 Representação artística da Yjara. Figura 40. Índice representação artística. Fonte: A3, p.210.
Ia)	Unitária	 Figura 12.19 Representação esquemática do sistema genital feminino (cores fantasia). Figura 41. Índice representação esquemática. Fonte:A1, p. 168

Fonte: elaborado pela autora (2018) .

A figura 40 é intitulada de representação que apresenta o mesmo padrão da reconstituição artística expressa na figura 39 apresentada anteriormente. Por serem similares, seria relevante repensar sobre o tipo de representação gráfica que poderia ser classificada, pois o termo representação é genérico. A figura 41 apresenta elementos diferentes, assim, é intitulada de representação esquemática e apresenta padrão semelhante as figuras 16, 19, 20, 27 e 28 apresentadas anteriormente.

O indicador *Tabela*, é constituído pelo índice tabela, como pode ser observado na figura 43 do quadro (Quadro 25) a seguir:

Quadro 25- Exemplos do indicador Tabela

Indicador Tabela																							
Categoria	Apresentação	Exemplo																					
Ia)	Híbrida	 Características das ervilhas estudadas por Mendel <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Forma da semente</td><td>lisa</td><td>rugosa</td></tr> <tr> <td>Cor da semente</td><td>amarela</td><td>verde</td></tr> <tr> <td>Forma da vagem</td><td>lisa</td><td>ondulada</td></tr> <tr> <td>Cor da vagem</td><td>verde</td><td>amarela</td></tr> <tr> <td>Cor da flor</td><td>púrpura</td><td>branca</td></tr> <tr> <td>Posição da flor</td><td>axial (ao longo do caule)</td><td>terminal (na ponta do caule)</td></tr> <tr> <td>Tamanho da planta</td><td>alta (cerca de 2 m)</td><td>baixa (menos de 0,5 m)</td></tr> </tbody> </table> Figura 1.2 Na tabela, algumas das principais características do pé de ervilha (os elementos da ilustração não estão na mesma escala; cores fantasia). Na foto, pé de ervilha. (O caule dessas plantas varia muito em altura, dependendo da espécie, mas tem, em geral, entre 0,2 m e 2,4 m de comprimento.)	Forma da semente	lisa	rugosa	Cor da semente	amarela	verde	Forma da vagem	lisa	ondulada	Cor da vagem	verde	amarela	Cor da flor	púrpura	branca	Posição da flor	axial (ao longo do caule)	terminal (na ponta do caule)	Tamanho da planta	alta (cerca de 2 m)	baixa (menos de 0,5 m)
Forma da semente	lisa	rugosa																					
Cor da semente	amarela	verde																					
Forma da vagem	lisa	ondulada																					
Cor da vagem	verde	amarela																					
Cor da flor	púrpura	branca																					
Posição da flor	axial (ao longo do caule)	terminal (na ponta do caule)																					
Tamanho da planta	alta (cerca de 2 m)	baixa (menos de 0,5 m)																					

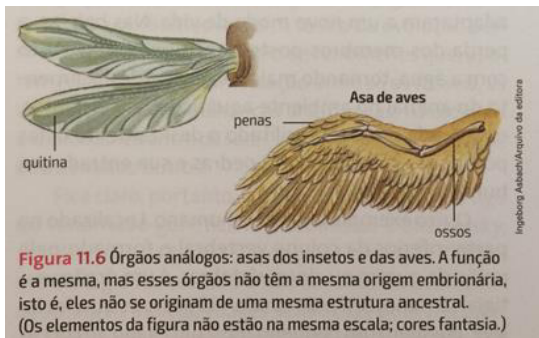
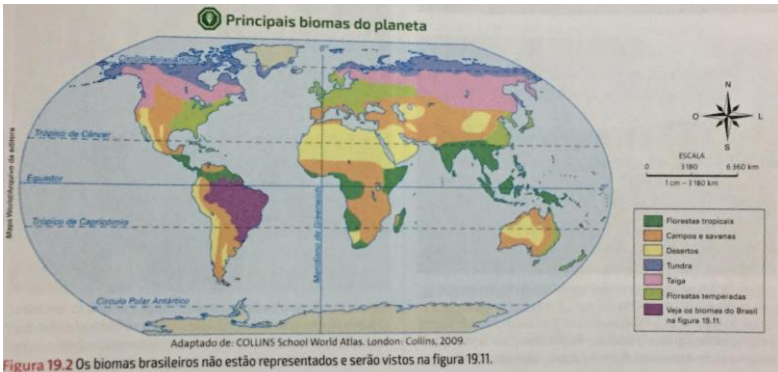
Figura 42. Índices tabela e foto. Fonte: A3, p. 13.

Fonte: elaborado pela autora (2018).

De acordo com a legenda da figura 42 esta representação trata-se de uma tabela, no entanto de acordo com a literatura observa-se que há algumas divergências a respeito de uma representação do tipo tabela e quadro. Para Lopez-Manjón e Postigo (2014) representam as interrelações entre distintos conteúdos conceituais de forma explícita. Enquanto que de acordo com a NBR 6023 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2002) uma tabela normalmente apresenta resultados quantitativos, servindo para apresentar números e dados de forma organizada. Ao considerarmos esse referencial, essa representação deveria ser identificada como um quadro, uma vez que os dados são qualitativos. Nota-se a partir da análise dos livros da coleção A que há incoerência ao denominar as representações dos tipos tabelas e quadros.

O indicador *Sem informação* agrupa as representações em que na legenda ou no texto auxiliar não informa o tipo de representação e também aquelas representações pertencentes a Categoria III que são expressas de forma isoladas, e não apresenta informações sobre o tipo de representação gráfica como podemos identificar na figura 43, 44 e 45 no quadro (Quadro 26) a seguir:

Quadro 26- Exemplos do indicador Sem informação

Indicador Sem informação														
Categoria	Apresentação	Exemplo												
Ib)	Unitária	 Figura 11.6 Órgãos análogos: asas dos insetos e das aves. A função é a mesma, mas esses órgãos não têm a mesma origem embriônica, isto é, eles não se originam de uma mesma estrutura ancestral. (Os elementos da figura não estão na mesma escala; cores fantasia.) Figura 43. Sem índice para identificar o tipo de representação. Fonte: A3, p. 155.												
Ib)	Unitária	 Figura 19.2 Os biomas brasileiros não estão representados e serão vistos na figura 19.11. Figura 44. Sem índice para identificar o tipo de representação. Fonte: A3, p. 239												
III)	Unitária	<table><tr><th>Genótipo</th><th>Grupo</th><th>Hemácia</th><th>Plasma</th></tr><tr><td>DD ou Dd</td><td>Rh⁺</td><td>Com antígeno Rh</td><td>Sem anticorpos anti-Rh</td></tr><tr><td>dd</td><td>Rh⁻</td><td>Sem antígeno Rh</td><td>Com anticorpos anti-Rh se recebeu hemácias com antígeno Rh</td></tr></table> Figura 45. Sem índice para identificar o tipo de representação. Fonte: A3, p. 49	Genótipo	Grupo	Hemácia	Plasma	DD ou Dd	Rh ⁺	Com antígeno Rh	Sem anticorpos anti-Rh	dd	Rh ⁻	Sem antígeno Rh	Com anticorpos anti-Rh se recebeu hemácias com antígeno Rh
Genótipo	Grupo	Hemácia	Plasma											
DD ou Dd	Rh ⁺	Com antígeno Rh	Sem anticorpos anti-Rh											
dd	Rh ⁻	Sem antígeno Rh	Com anticorpos anti-Rh se recebeu hemácias com antígeno Rh											

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Ao observarmos os exemplos expostos no quadro acima, nos dois primeiros exemplos (Figura 43 e Figura 44) podemos notar que são de representações da Categoria

Ib), ou seja, mesmo que apresentem legendas, não informam o tipo de representação. No terceiro exemplo (Figura 45) podemos observar representação da Categoria III que não apresenta nenhuma informação textual para identificarmos o tipo de representação.

A presença dessas representações sem informações nos livros pode gerar algumas dificuldades de compreensão, pois essas representações apresentam padrão de outras representações que foram identificadas nos livros analisados como no caso das figuras 44 e 45 que são semelhantes aos esquemas. Assim, ressaltamos a importância da presença de elementos como a legenda ou texto auxiliar acompanhando as figuras para dar suporte na identificação e compreensão.

De acordo com Leão e Megid Neto (2006) um dos aspectos destacados pelos pareceristas de livros didáticos desde 1996 é a necessidade de incluir avaliações pelo PNLD sobre as figuras utilizadas nos livros. Dado que de acordo com os pareceres muitas figuras são imprecisas, desproporcionais, estereotipadas e as fotografias são destituídas de crédito. Passadas duas décadas notamos que algumas questões foram sanadas, como incluir crédito nas representações. Em todas as figuras apresentadas nos livros da coleção A foi possível identificar a presença de créditos, incluindo algumas explicações nas legendas e textos, ao informar, por exemplo, quando não estão na mesma escala. No entanto, ainda se nota algumas questões que merecem destaque como a presença de legendas em todas as figuras e na indicação padronizada do tipo representação gráfica e em proporções adequadas.

4.2 Níveis de escala de representação nos livros didáticos de Biologia

Ao analisar as representações gráficas nos livros didáticos de Biologia, identificamos representações pertencentes aos quatro níveis: *macroscópico*, *microscópico*, *submicroscópico* e *simbólico*. As representações em nível macroscópico foram identificadas a partir das imagens que apresentam os conceitos e fenômenos visualizados de forma explícita. Desse modo, são expressas nos livros, principalmente, por meio de fotos, ilustrações, esquemas, reconstituições e representações. Como podem ser observadas no quadro (Quadro 27) a seguir:

Quadro 27- Exemplos de representações em nível macroscópico.

Nível macroscópico		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ib)	Unitária	Figura 46. Representação em nível macroscópico. Fonte: A2, p. 101.
Ia)	Unitária	Figura 47. Representação em nível macroscópico. Fonte: A2, p. 162.

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Conforme podemos observar nas figuras apresentadas no quadro acima, as estruturas biológicas podem ser observadas a olho nu sem a necessidade de algum aparelho como o microscópio óptico ou eletrônico para observá-las. Segundo Jonhstone (2000) este nível é considerado como sendo concreto quando comparado com os outros, que são considerados de natureza abstrata. Assim, entendemos que no nível macroscópico o que está sendo representado apresenta um baixo grau de abstração, porque é relativamente mais concreto, ou seja, próximo daquilo que os alunos podem vivenciar da forma como são expressas em situações do dia a dia, como as estruturas das plantas carnívoras (Figura 46) e a morfologia externa da aranha e escorpião (Figura 47).

De maneira geral, observamos no contexto da sala de aula a tendência dos alunos explicarem fenômenos biológicos em nível macroscópico, talvez isso possa estar conectado com a forma em que essas representações são utilizadas, uma vez que são consideradas uma das primeiras maneiras de representações de objetos e fenômeno para os alunos. Além disso, Wartha e Rezende (2011) sugerem também que os alunos podem ser mais capacitados a compreender e explicar fenômenos em nível macroscópico pois dificilmente possuem competências ou recursos simbólicos, no plano mental, para compreensão em um nível que requer uma maior capacidade de abstração como é o caso dos níveis submicroscópico e simbólico.

Em relação as representações em nível microscópico foram aquelas expressas, majoritariamente por meio de fotos, ilustrações e esquemas. Os exemplos no quadro abaixo representam estruturas que não são visíveis a olho nu e que são visualizadas a partir do uso de aparelhos como o microscópio óptico ou eletrônico como podem ser observadas no quadro (Quadro 28) a seguir:

Quadro 28- Exemplos de representações em nível microscópico

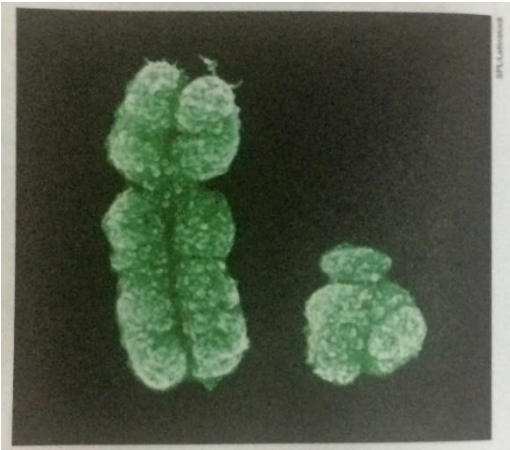
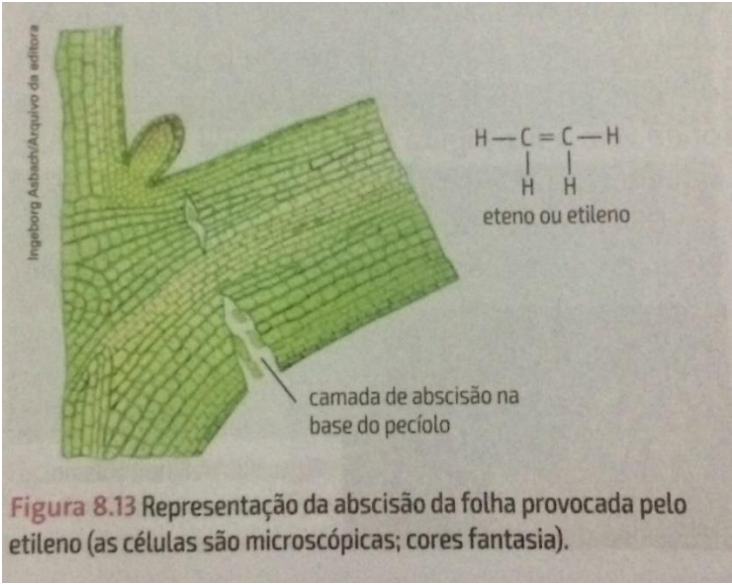
Nível microscópico		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ib)	Unitária	 Figura 12.12 Cromossomos sexuais da espécie humana (heterocromossomos). O cromossomo X (à esquerda) tem cerca de 7 µm de comprimento (microscópio eletrônico de varredura; imagem colorizada por computador).
Ia)	Híbrida	 Figura 8.13 Representação da abscisão da folha provocada pelo etileno (as células são microscópicas; cores fantasia).

Figura 48. Representação em nível microscópico. Fonte: A1, p. 162.

Figura 49. Representação em nível microscópico e simbólico. Fonte: A2, p. 107.

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Tsui e Treagust (2013) ao analisarem representações da área de Ciências Biológicas incluem o nível microscópico, e justificam que nessa área esse tipo de representação é bastante frequente, pois estruturas celulares são muito abordadas. Essa inclusão foi fundamental devido as especificidades dessa área, uma vez que ainda de acordo com os autores a aprendizagem em Biologia se estende a múltiplos níveis organizados hierarquicamente, ou seja, as células são organizadas dentro de tecidos, que

estão dentro de órgãos e, em seguida, dentro dos próximos sistemas de nível: organismos, populações, comunidades, ecossistemas e biosfera.

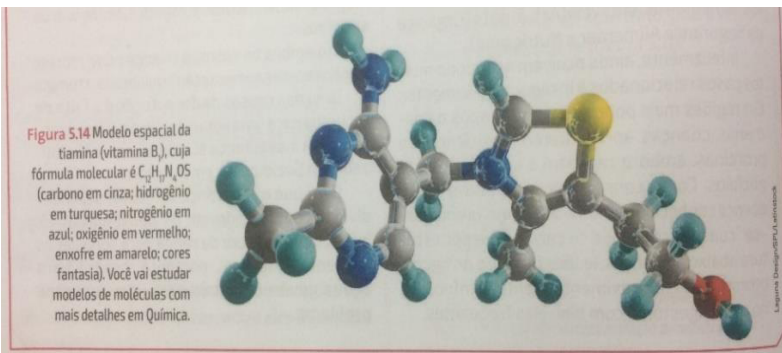
Para compreender as representações pertencentes a esse nível é necessário, primeiramente, que os alunos compreendam que elas não são observadas dessa forma na natureza, mas que foram utilizados aparelhos para gerar essa representação, portanto, é importante incluir essa informação nas legendas como na (Figura 48), que revela que a imagem foi produzida por meio de microscópio eletrônico. Na (Figura 49) informa que as células são microscópicas, mas não indica qual instrumento foi utilizado para permitir a visualização, essa não inclusão pode dificultar que o aluno consiga compreender sua origem e consequentemente as informações. Além disso, a figura 49 apresenta a representação de uma fórmula química (representação em nível simbólico) à direita e essa informação não é expressa na legenda.

As representações em nível submicroscópico foram identificadas por apresentarem informações de cunho molecular, não sendo visualizadas de forma macroscópica e nem microscópica. A seguir é apresentado um quadro (Quadro 29) com exemplos de representações nesse nível:

Quadro 29- Exemplos de representações em nível submicroscópico

Nível submicroscópico		
Categoria	Apresentação	Exemplo
Ia)	Unitária	Figura 7.8 Esquema do transporte ativo de sódio e potássio. (A membrana tem cerca de 8 nm de espessura; os elementos representados não estão na mesma escala; cores fantasia.)

Figura 50. Representação em nível submicroscópico. Fonte: A1, p. 29.

Ia)	Unitária	 Figura 5.14 Modelo espacial da tiamina (vitamina B₁), cuja fórmula molecular é C₅H₈N₄OS (carbono em cinza; hidrogênio em branco; oxigênio em vermelho; enxofre em amarelo; cores fantasia). Você vai estudar modelos de moléculas com mais detalhes em Química. Figura 51. Representação em nível submicroscópico. Fonte: Fonte: A1, p. 60.
-----	----------	--

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Os modelos utilizados no ensino como os apresentados acima desempenham um papel fundamental para que os alunos estabeleçam relações entre os níveis de representação macroscópico e sub-microscópico (CHITTLEBOROUGH; TREAGUST, 2007). No entanto, é relevante refletirmos que a compreensão de representações nesse nível provavelmente é construída ao longo do tempo, a partir de propriedades e conceitos que vão sendo aos poucos compreendidos e apropriados pelos estudantes.

Para que essa apropriação se inicie é relevante nos questionarmos sobre a produção dos modelos utilizados para explicar os fenômenos biológicos, para não assumirem um caráter determinante e os alunos inferirem que os átomos e moléculas têm cores ou que as ligações químicas são em forma de bastão como nas representações. Assim, devem ser elaboradas de modo a evidenciar as funções que elas desempenham na construção de interpretações do fenômeno e não chamar a atenção para as figuras e formas concretas (WARTHA; REZENDE, 2011). Portanto, consideramos fundamental uma revisão cuidadosa para não assumirem um caráter determinante, visto que poderão ocasionar erros conceituais.

As representações em nível simbólico foram identificadas a partir das imagens referentes aos conceitos e fenômenos representados por meio de símbolos, equações, formulas químicas, árvores filogenéticas, gráficos, pirâmides entre outros tipos de representação. Como podem ser observados no quadro (Quadro 30) a seguir:

Quadro 30- Exemplos de representações em nível simbólico

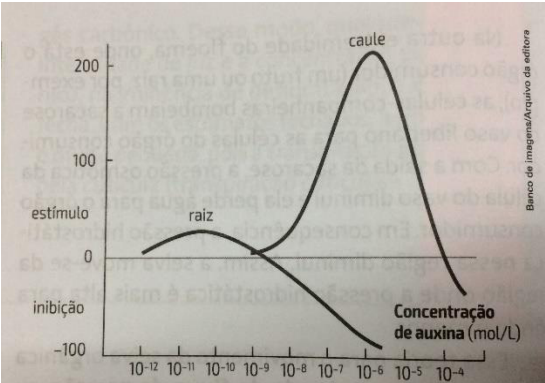
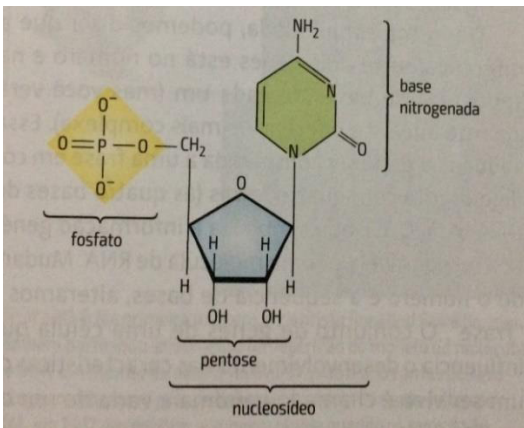
Nível simbólico		
Categoria	Apresentação	Exemplos
Ib)	Unitária	 Figura 8.11 Observe que a concentração ótima de auxina para o crescimento da raiz é inferior à concentração ótima para o crescimento do caule. A raiz é mais sensível ao AIA que o caule. Além disso, a dose ótima para o crescimento do caule é inibitória para o crescimento da raiz.
Ia)	Unitária	 Figura 10.2 Fórmula estrutural de um nucleotídeo.
Ia)	Unitária	 Figura 15.7 Evolução da pirâmide etária brasileira.

Figura 52. Representação em nível simbólico. Fonte: A1, p. 107.

Figura 53. Representação em nível simbólico. Fonte: A1, p. 121.

Figura 54. Representação em nível simbólico. Fonte: A3, p. 193.

Fonte: elaborado pela autora (2018)

A partir do resultado foi possível compreender que as representações em nível simbólico são expressas principalmente por sinais visuais estáticos e dinâmicos

elaborados para facilitar o pensamento quantitativo e qualitativo e a comunicação sobre os conhecimentos (TALANQUER, 2011). Portanto, as representações em nível simbólico assumem uma função normativa, ao serem utilizadas pela comunidade científica para comunicar a produção de conhecimentos (OZCELIK; MCDONALD, 2013). Ao serem usadas no ensino, precisam ser retextualizadas com a possibilidade de assumir uma função pedagógica, para isso é fundamental que os professores ao utilizarem essas representações sejam capazes de evidenciar que as representações nesse nível fazem parte da produção da Ciência, como uma analogia para explicar um fenômeno, como no caso de um gráfico representando a taxa da substância auxina (Figura 52). Nós não conseguimos visualizá-la diretamente por meio da curva do gráfico, é necessário um grau de abstração elevado para que possamos interpretar como esse tipo de representação pode auxiliar na compreensão da relação das taxas dessa substância com o crescimento de estruturas da planta. Assim, o uso da legenda é fundamental para acrescentar informações a fim de auxiliar na leitura e interpretação dos alunos. Uma vez que de acordo com Martins e Gouvêa (2005, p. 2) os alunos têm dificuldade “para identificar elementos abstratos e que não possuem uma representatividade em seu universo mais próximo”.

De maneira geral, entendemos que a provável facilidade em compreender representações em nível macroscópico pode ser associada ao fato de ser entendida pelo estudante como uma forma concreta do que está sendo representado, o que não ocorre com os outros níveis, pois de maneira geral, de acordo com Wartha e Rezende (2011) não se referem a experiência vivenciadas diretamente pelo aluno, que seria a visualização das partículas, mas utiliza analogias e metáforas por meio de modelos ou evidências dessas partículas para se aproximar do conhecimento pretendido.

A partir da nossa análise identificamos a presença de representações características de cada um dos níveis de representação propostos por Tsui e Treagust (2013). Nesse sentido, por serem utilizadas em abundância no ensino, inclusive nos livros analisados, nos faz refletir que a questão central deve-se concentrar na elaboração dessas representações a partir da investigação do papel que os níveis de representação desempenham na compreensão do fenômeno biológico e na forma como estas representações fazem sentido para os alunos no processo de ensino-aprendizagem. Assim, também vale ressaltar o quanto o professor é importante nesse processo como peça chave para auxiliar os alunos na aprendizagem por meio das representações gráficas, nessa perspectiva analisamos os manuais dos professores a fim de investigar as possíveis orientações quanto ao ensino por meio das representações gráficas.

4.3 Orientações sobre as representações gráficas nos manuais do professor

Analisamos os manuais do professor das coleções A, B e C para buscar compreender se existe orientações quanto ao uso das representações gráficas pelo professor ao utilizar o livro didático e ministrar as aulas de Biologia. A partir da análise de conteúdo elaboramos seis categorias a respeito das orientações presentes nos manuais do professor sobre representações gráficas. As categorias são: *Aprendizagem*, *Linguagem*, *Finalidades*, *Habilidades*, *Relação entre áreas/disciplinas* e *Orientações ao professor* (APÊNDICE A). Os recortes dos manuais relacionados a cada uma das categorias foram organizados de acordo com suas similaridades, dando origem aos indicadores, como podem ser identificados no quadro (Quadro 31) a seguir:

Quadro 31- Categorias e indicadores sobre as sugestões de orientações presentes nos manuais do professor

Categorias	Indicadores
1. Aprendizagem	Etapas de escolarização
	Não memorização
2. Linguagem	Diferentes códigos
3. Finalidades	Contribuir para a compreensão
	Despertar o interesse
	Enriquecer
	Facilitar a leitura
	Ilustrar
	Incentivar a participação ativa
	Representar
	Simular
	Sistematizar
	Visualizar
4. Habilidades	Abstrair
	Elaborar
	Identificar
	Interpretar
	Relacionar informações
5. Relação entre áreas/disciplinas	Arte
	Física

	Geografia
	História
	Língua Portuguesa
6. Orientações ao professor	Avaliar
	Orientar e solicitar aos alunos
	Utilizar tipos de representação

Fonte: elaborado pela autora (2018).

Aprendizagem

A categoria *Aprendizagem* é composta por dois indicadores: *Etapa de escolarização* e *Não memorização*. O indicador *Etapa de escolarização* corresponde às orientações envolvendo níveis de escolaridade ao usar a representação gráfica como pode ser evidenciado nos seguintes trechos:

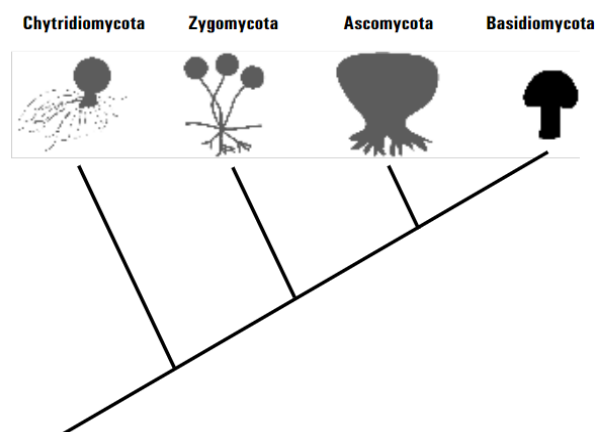
Optamos por não discutir uma árvore filogenética para grupos de arqueas e bactérias, **considerando que esse tema é mais apropriado para o nível superior**. Levamos em conta que essa árvore seria bem mais complexa, porque nesses dois grupos, é bastante comum a transferência de material genético de um organismo para outro que não é seu descendente, chamada transferência horizontal (ou lateral) de genes [...] (MA2, p, 303, grifo nosso).

A discussão sobre **a aplicação da cladística** na classificação biológica, que vem provocando mudanças em árvores filogenéticas embasadas nos métodos tradicionais, pode gerar polêmicas que acrescentam um aspecto motivador, que pode ser **explorado nas aulas** (MB2, p. 304, grifo nosso).

Com o primeiro trecho, observamos que os autores entendem a etapa de escolarização (Ensino Médio) como justificativa para não incluir o uso de árvore filogenética no livro para discutir sobre um assunto específico. Já no segundo trecho, os autores de outra coleção enfatizam a importância em se trabalhar com árvores filogenéticas em sala de aula do Ensino Médio principalmente com o objetivo de motivar. Na investigação realizada por Rodrigues, Justina e Meglhioratti (2011), com o objetivo de investigar sobre o conteúdo de Filogenética em livros didáticos de Biologia aprovados pelo PNLD, um dos objetivos específicos consistiu em analisar o uso de imagens, sendo os cladogramas e representações esquemáticas consideradas por eles como imagens. Após a análise, os autores identificaram que três dos cinco livros analisados quase não apresentaram imagens sobre filogenética, o que de acordo com os autores seria fundamental para contribuir com o aprendizado de conhecimentos biológicos. Sobre um dos livros analisados por Rodrigues, Justina, Meglhioratti (2011, p. 9) os cladogramas são utilizados:

[...] de uma forma que auxilia no entendimento e na compreensão do tema abordado, com legendas e imagens coloridas. Os autores, em vários capítulos, voltam a utilizar cladogramas para exemplificar alguns assuntos, tais como: propostas das relações filogenéticas dos fungos (Figura 6), divisão das plantas, o filo dos artrópodes e dos cordados com a provável relação com os equinodermos.

Figura 55 - Cladograma apresentado para exemplificar as relações filogenéticas dos fungos em um dos livros analisados na pesquisa dos autores.



Fonte: RODRIGUES; JUSTINA; MEGLHIORATTI, 2011.

Essa ideia de evidenciar as relações filogenéticas também foi evidenciada por Halverson e Friedrichsen (2013) ao elucidarem que o uso das árvores filogenéticas, incluindo os cladogramas servem para ilustrar histórias evolutivas e/ou relações evolutivas entre um conjunto de organismos, bem como desempenham um papel relevante nos livros didáticos de Biologia, uma vez que podem ser utilizadas para apresentar múltiplas relações e processos que são difíceis de descrever. Ou seja, o seu uso poderia facilitar a compreensão da Filogenia mesmo no Ensino Médio.

Nos recortes a seguir podemos destacar exemplos do indicador *Não memorização* que foi construído a partir de afirmações relacionadas a aprendizagem ao utilizar representação do tipo gráfica no ensino:

[...] **Não é necessário exigir do aluno que decore as fórmulas** químicas das substâncias orgânicas [...] (MA1, p.298, grifo nosso).

[...] **é preciso ir além da mera transmissão de fórmulas** ou nomes para sem decorados (MA1, p, 295, grifo nosso).

Nos trechos citados, a aprendizagem relacionada às representações é vista como um processo que não deve ser baseado na memorização, mas objetiva uma compreensão que perpassa as ideias de decorar fórmulas como nos exemplos destacados acima. Corroborando com esse aspecto, a pesquisa realizada por Roth e McGuinn (1997) enfatiza que as representações gráficas relacionadas a matemática, como fórmulas, tabelas e

gráficos, não são fáceis de serem compreendidas pelos alunos, já que é preciso conhecer como e com qual finalidade elas são construídas. Posto que, de nada adianta saber uma fórmula e não entender em que contexto poderá ser utilizada (FLORES; MORETTI, 2005). Por esse motivo McGrath e Brown (2005) também defendem que a memorização não deve ser o foco do ensino por meio das representações gráficas. Desse modo, deve-se focar na compreensão do que é a representação para que serve e assim, o aluno conseguirá compreendê-la sem a necessidade de priorizar a memorização.

Linguagem

Em relação a essa categoria foi elaborado o indicador *Diferentes códigos*, que pode ser evidenciado pelo exemplo no trecho a seguir:

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, nesse processo, é fundamental **a utilização de diferentes códigos** – como o verbal, o oral, o escrito, o gráfico, o numérico, o pictórico -, de forma a se considerar as diferentes aptidões dos alunos [...] (MA1, p. 299, grifo nosso).

Nota-se que os autores utilizam uma citação do PCN para justificar a importância da presença de diferentes códigos, valorizando a integração entre os diferentes componentes da linguagem no processo ensino-aprendizagem no Ensino de Biologia. Ao identificar os objetivos da disciplina Biologia o texto do PCN também faz menção ao código gráfico quando enfatizam que o aluno deve ser capaz de apresentar informações sobre o conhecimento biológico por meio de esquemas, gráficos, tabelas, desenhos, maquetes, entre outros (BRASIL, 1999). Apresentar informações como essa nos manuais do professor pode direcionar o olhar do educador para refletir sobre as especificidades do Ensino de Biologia, retomando as variadas formas de comunicação envolvidas nesse processo.

Finalidades

Essa categoria é constituída por dez indicadores: *Contribuir para compreensão, Despertar o interesse, Enriquecer/Complementar, Facilitar a leitura, Ilustrar, Incentivar a participação, Representar, Simular, Sistematizar e Visualizar*. Nos trechos a seguir podemos observar exemplos de cada um dos indicadores dessa categoria:

No início de cada capítulo, há um conjunto de texto e imagem que faz uma conexão entre um tópico do capítulo e a saúde, o cotidiano, o ambiente, a tecnologia, a sociedade ou alguma informação que **desperte o interesse** do aluno porque faz parte de sua cultura (MA1, L1, p.302, grifo nosso).

[...] a organização do conteúdo em textos e boxes até o uso de fotos, esquemas e modelos que **facilitam a leitura** e incentivam a **participação ativa do aluno** em seu próprio aprendizado (MA1, L1, p. 294, grifo nosso).

Para ilustrar a diferença entre os tecidos epitelial e conjuntivo e também, a importância da substância intercelular dos tecidos conjuntivos, pode-se valer de imagens (baseadas em microscopia de luz) do tecido conjuntivo propriamente dito e do tecido ósseo ao lado de uma epiderme (ML1, p. 347, grifo nosso).

[...] Essas pesquisas **poderão ser enriquecidas** com ilustrações, fotos, vídeos, desenhos, mapas, etc. dos animais e das regiões em que são encontrados (MA2, p.331-332, grifo nosso).

[...] Com esses modelos, eles **poderão simular** as fases de metáfase e anáfase da meiose, o que irá facilitar a compreensão de que os alelos se distribuem em gametas diferentes [...] (MA3, p. 316, grifo nosso).

Outra opção é realizar a atividade prática sugerida na página 316 deste manual, utilizando modelos com dois pares de bastões de madeira, massa de modelar materiais **para representar** a disposição e distribuição dos cromossomos e dos alelos na meiose [...] (MA3, p. 319, grifo nosso).

As imagens são fundamentais **para a compreensão** mais ampla dos assuntos e são acompanhadas de legendas que complementam o texto básico [...] (MB1, p. 248, grifo nosso).

Além disso, o Guia propõe aos estudantes a produção de textos, bem como a organização de dados em forma de tabelas, desenhos ou gráficos, **ajudando-os a sistematizar** conhecimentos e a apresentá-los em diferentes linguagens (MB1, p. 352, grifo nosso).

[...] são representados por modelos feitos de massa de modelar ou barbantes, o que **permite visualizar** os eventos meióticos e facilita entender a diferença entre as separações cromossômicas nas divisões I e II (MB1, p.276, grifo nosso).

A partir desses trechos nota-se que o uso de representações pode assumir diferentes finalidades variando de acordo com o contexto e objetivos pretendidos. Ou seja, abre um espectro amplo de finalidades que podem assumir e não se restringir a informar ao professor que podem ser utilizadas apenas para ilustrar como comumente são divulgadas. Esse resultado reforça a ideia de que as representações gráficas podem assumir variadas finalidades de uso no contexto escolar incluindo: mostrar, explicar, visualizar, ilustrar, esclarecer, informar, resumir, transmitir, mediar, elucidar, apresentar e dar (percepções), instruir, descrever e entreter (PETTERSON, 1998).

Habilidades

Para esta categoria foram elaborados cinco indicadores: *Interpretar, Identificar, Elaborar, Abstrair e Relacionar informações*. A seguir destacamos alguns recortes que exemplificam o indicador *Interpretar*:

A **interpretação dos gráficos** de velocidade da fotossíntese em função da intensidade da luz (p.113) contribui para a compreensão desses conceitos, e as questões 2, 8 e 12 de Atividades permitem avaliar essa compreensão (MA1, p. 334 grifo nosso).

As questões 8 e 9 de Atividades exigem que o estudante **saiba interpretar gráficos**. Mais uma vez, cabe ao professor acompanhar de perto a resolução das atividades para avaliar como os alunos estão desenvolvendo essa habilidade (MA1, p. 350 grifo nosso).

Conhecer e conceituar algumas características das populações densidade demográfica, taxa de crescimento populacional, taxa de natalidade e taxa de mortalidade- e aplicar esses conhecimentos na **interpretação de curvas de crescimento** populacional (MB2, p. 317 grifo nosso).

Como podemos identificar nos trechos acima, os manuais do professor destacam a importância da habilidade de *Interpretar*, referindo-se a um tipo específico de representação: os gráficos. Roth e McGinn (1997) identificam que os educandos apresentam algumas dificuldades ao interpretar gráficos pelo fato de ser um tipo de representação que requer um alto grau de abstração.

De forma menos direta, os autores de um dos livros da coleção A também propõem a necessidade dos alunos de utilizarem o que sabem sobre árvores filogenéticas para auxiliar na interpretação e resolução da atividade:

[...] a questão 2 da seção Atividades exige que o **aluno use o que aprendeu sobre árvores filogenéticas**, associando o conteúdo deste capítulo e o do capítulo anterior (MA2, p. 302).

Os alunos necessitam aprender questões específicas sobre a representação do tipo árvores filogenéticas, incluindo as suas finalidades para superar a dificuldade em interpretá-las (HALVERSON; FRIEDRICHSEN, 2013). Sabe-se que esses tipos de representação (gráficos e árvores filogenéticas) geralmente são associados a dificuldades na interpretação. No entanto, enfatizamos, que essas orientações deveriam se estender aos outros tipos de representação, pois há uma ampla variedade de tipos que são utilizados ao longo de todo o livro didático, inclusive nas atividades.

Em relação ao indicador *Identificar*, apresentamos os seguintes trechos:

Identificar, em esquemas e fotomicrografias, diferentes partes das células, tais como: membrana plasmática, citosol, retículo endoplasmático [...] (MB1, p. 306, grifo nosso).

Nesse momento, é importante levar o aluno ao laboratório para que ele possa observar células ao microscópio, e então pedir que ele desenhe e **identifique as estruturas** observadas em lâminas previamente fixadas e coradas (MA1, p. 328, grifo nosso).

Para propor a confecção de mapas **identificando as regiões** do Brasil mais atingidas por determinada verminose (MA2, p. 308, grifo nosso).

De acordo com os exemplos acima, os alunos devem ser capazes de identificar os elementos nas representações. No caso de esquemas e fotografias eles podem indicar estruturas, enquanto que nos mapas podem identificar regiões do país, por exemplo. Essa habilidade corresponde a uma das mais citadas ao se utilizar representações. Nesse contexto, é importante que os alunos sejam incentivados e capazes de identificar diferentes aspectos presentes nas representações relacionados ao conteúdo estudado. Mas vale ressaltar também, que não deve se restringir apenas a identificação, que a aprendizagem com representações gráficas inclui outras habilidades, como as que serão discutidas a seguir.

O indicador *Elaborar* é a habilidade mais enfatizada pelos autores dos manuais, conforme os trechos destacados abaixo:

[...] que os alunos **construam desenhos** esquemáticos do ciclo da liberação de gás carbônico na combustão dos dois tipos de combustível e da aquisição desse gás pelas plantas (MA1, p. 329, grifo nosso).

[...] **construção de modelos** de meiose. Usando palitos ou massa de modelar, por exemplo, é possível representar os alelos... (MA3, p. 316, grifo nosso).

Além disso, o Guia propõe aos estudantes a **produção** de textos, bem como a organização de dados em forma de **tabelas, e desenhos ou gráficos**, ajudando-os a sistematizar conhecimentos e a apresentá-los em diferentes linguagens (MB1, p.35, grifo nosso 2).

Na atividade da seção “Faça você mesmo”, sugerimos que os estudantes trabalhem **leitura, interpretação e produção** de cladogramas (MB2, p. 324, grifo nosso).

A partir desses trechos, destaca-se uma variedade de sugestões para a produção de representações que podem ser utilizadas em diferentes situações didáticas de acordo com os conteúdos. Essas orientações demonstram-se importantes, uma vez que, de maneira geral, espera-se que os alunos sejam capazes de produzir variados tipos de representação (ROTH; MCGINN, 1997). No entanto, de acordo com a literatura é observada a necessidade dos alunos estarem familiarizados com o processo de produção em situações de ensino para que em seguida possam, de fato, elaborar e compreender as representações.

No estudo realizado por Padovani (2012) houve a proposição de uma atividade com o objetivo dos alunos universitários elaborarem representações. Após a elaboração ocorreu a fase de avaliação pelos próprios alunos e as observações principais que eles tiveram foram que durante esse processo havia a:

- Necessidade de revisar o material para selecionar conteúdo para a representação gráfica;

- Necessidade de consultar e fundir informações de diferentes fontes (em alguns temas) para poder montar a representação gráfica;
- Para cada decisão de representação, precisa-se novamente revisar o conteúdo, para evitar transmitir informação equivocada;
- Para organizar as informações na representação gráfica, precisa-se rever as relações entre conteúdos;
- Produzir uma representação gráfica faz pensar mais do que escrever um resumo sobre o mesmo tema (PADOVANI, 2012, p. 17).

Desse modo, entende-se que o aluno deve ter uma compreensão ampla sobre o assunto para poder representá-lo, além de ser capaz de tomar decisões de qual tipo de representação gráfica pode ser mais adequada para o objetivo que se pretende. Levando para o contexto da nossa pesquisa seria relevante para o ensino que os professores e as atividades do livro pudessem propor questões que estimulem a produção de representações gráficas pelos alunos como uma estratégia de comunicar os seus conhecimentos. Visto que para chegar nessa etapa ele precisa de acordo com McLoughlin e Krakowski (2001), primeiramente, manipular formas visuais existentes para representar conceitos e processos de forma visual, e a partir da interação com essas representações é possível assim construir conhecimento.

Esse indicador *Elaborar* destaca ainda a produção de legendas como constituintes da representação:

Oriente os alunos a **elaborarem legendas** que sejam apropriadas ao que aparece nas imagens, lembrando-os que devem transmitir informações pertinentes e não serem demasiadamente longas (MC1, p. 299, grifo nosso).

Embora todos os manuais do professor analisados apresentarem orientações relacionadas à produção de representações, apenas no manual do livro MC1 foi possível identificar a proposição de elaboração de legendas, que corresponde a um elemento fundamental das representações. De acordo Ordonez, Kulkarni e Berg (2011), as legendas podem ser usadas para descrever de forma resumida o conteúdo de uma imagem. Desse modo, seria importante que os manuais do professor apresentassem orientações sobre a relevância de explicar sobre a importância das legendas aos alunos para a compreensão das representações gráficas.

No trecho a seguir temos um exemplo do indicador intitulado *Relacionar informações*:

Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica (MB1, p. 269, MB2, p. 299 e MB3, p. 316, grifo nosso).

Os autores desses manuais sugerem que os alunos consigam relacionar as

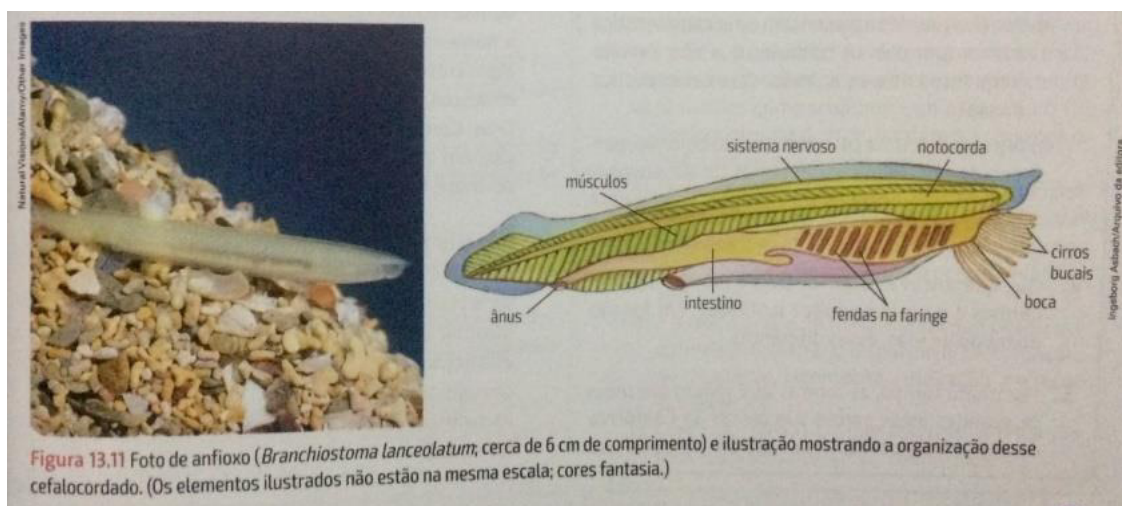
informações contidas em diferentes linguagens e representações como gráficos e tabelas, por exemplo. Ao utilizar diferentes representações gráficas, pode possibilitar a apresentação de informações de diferentes maneiras, pois cada tipo pode enfatizar diferentes elementos. Então nos casos em que um único tipo de representação não seja suficiente para transpor todas as informações sobre uma temática Ainsworth (2000) identifica a necessidade do uso de múltiplas representações, com o objetivo de explorar os diferentes aspectos das informações apresentadas com o objetivo de complementá-la.

Nos recortes a seguir podemos destacar exemplos do indicador da habilidade *Abstrair*:

Provavelmente, este é o capítulo mais desafiador do volume do primeiro ano, não apenas pela quantidade de informações e conceitos, mas também por exigir dos estudantes um grau de **abstração** bastante elevado para entender escalas de grandeza tão diferentes das usadas no cotidiano (MB1, p. 261, grifo nosso).

Apesar de mencionarmos anteriormente acerca da abstração das representações, é somente nesse trecho que essa informação é apresentada de forma explícita nos manuais do professor. Assim, de acordo Roth e Pozzer-Ardenghi (2013), cada tipo de representação apresenta um grau variado de abstração. Por exemplo: uma fotografia de um anfioxo representa um organismo em particular observado na natureza e assim podemos ter noção do ambiente onde se encontra, enquanto que na ilustração podemos identificar a organização dos anfioxos de forma mais geral, sendo necessário um grau de abstração maior para compreender as informações da ilustração do que da fotografia (Figura 56):

Figura 56. Foto e ilustração do anfioxo.



Fonte: A2, p. 173.

Relação entre áreas/disciplinas

Na categoria *Relação entre disciplinas* puderam ser evidenciados os indicadores: *Arte, Física, História e Geografia* como podem ser identificados nos exemplos a seguir que incluem sugestões para trabalhar em conjunto com algumas disciplinas:

Se na escola houver a disciplina de **Arte**, sugerimos um trabalho interdisciplinar para representar o DNA com materiais e propostas criativas (MB1, p. 265, grifo nosso).

Considere a possibilidade de integrar o estudo do capítulo com a disciplina de **Física**, enriquecendo a apresentação dos conceitos de óptica, ampliação e resolução de imagens (MB1, p.277, grifo nosso).

Explore um viés interdisciplinar do tema orientando uma pesquisa sobre os desenhos rupestres de animais encontrados em grutas como as de Lascaux, na França, ou as da Serra da Capivara, no estado do Piauí. Converse com seus colegas de **História, Geografia e Arte** sobre a possibilidade de realizar algum tipo de atividade conjunta (MB2, p. 307, grifo nosso).

Alguns estudantes podem argumentar que não são bons desenhistas, mas lembre-os de que o valor da ilustração está em sua capacidade de expressão, e não necessariamente no refinamento técnico. Converse com seus colegas das disciplinas de **Arte e Língua Portuguesa** sobre a possibilidade de desenvolver algum tipo de atividade interdisciplinar (MB2, p. 307, grifo nosso).

Os manuais do professor da coleção B fazem referências a possibilidade de incluir algumas disciplinas além da Biologia ao orientar o trabalho do professor com o uso de representações gráficas, evidenciando que diferentes áreas do conhecimento também podem fazer uso de representações e contribuir para o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, as disciplinas são citadas apenas pontualmente, não há sugestões como de fato elas poderiam auxiliar na elaboração e execução de aulas e projetos. Seria fundamental que fossem apresentadas estratégias de forma mais informativa a fim de assessorar o professor na elaboração de aulas envolvendo professores de variadas disciplinas.

Orientações ao professor

A categoria *Orientações ao professor* apresenta três indicadores: *Avaliar, Orientar e solicitar aos alunos e Utilizar tipos de representação*. Primeiramente, apresentamos os seguintes trechos relacionados ao indicador *Avaliar*:

O texto, a foto e as questões de abertura do capítulo podem ser usados **para avaliar** o conhecimento prévio do aluno (MA2, p. 337, grifo nosso).

As questões 1,11 e 13 de Atividades trabalham gráficos. Mesmo sendo gráficos simples, o professor **deve observar** se os alunos já dominam essa habilidade (MA3, p. 318, grifo nosso).

Esse indicador foi evidenciado na coleção A, em que notamos a presença de orientações pontuais aos professores sobre a possibilidade de avaliar a partir das representações, posto que em sala de aula o professor pode envolver os alunos na elaboração de representações gráficas para fins de avaliação. No entanto, McGrath e Brown (2005) evidenciam a necessidade de estudos sobre como avaliar a aprendizagem visual, pois corresponde a uma tarefa difícil e se torna ainda mais difícil quando se trata do visual, porque a maioria das avaliações são verbais e escritas e não reflete, portanto, a aprendizagem visual.

Nessa perspectiva Ozcelik e McDonald (2013) identificaram que professores podem promover avaliações focando na aprendizagem visual em sala de aula. Em um dos casos analisados pelos autores, a professora ao trabalhar o assunto circulação sanguínea propôs a elaboração de desenhos pelos alunos, então durante a aula ela visitou cada grupo de alunos fazendo questionamentos e discutindo com eles a respeito dos seus desenhos, com o objetivo de reunir dados formativos sobre a aprendizagem dos conteúdos discutidos. Assim, entendemos a importância dos manuais dos professores contemplarem as explicações e sugestões de forma mais detalhada de como avaliar com o uso de representações gráficas, sendo fundamental destacar a importância de avaliar o uso das representações gráficas no processo ensino-aprendizagem de forma formativa, uma vez que tais representações não devem ser vistas somente como um complemento para “mostrar” aos alunos processos e fenômenos biológicos.

Nos trechos a seguir, podemos observar alguns exemplos relacionados ao indicador *Orientar e solicitar aos alunos*:

Quando motivados, os estudantes geralmente são muito criativos; **oriente-os na escolha** de materiais originais e adequados para construir o modelo (MB1, p. 280, grifo nosso).

[...] poderia ser realizada uma atividade prática de identificação de tecidos, com **a solicitação aos estudantes** de desenhos esquemáticos dos elementos observados (MA1, p. 245, grifo nosso).

Esse indicador foi frequente em todas as coleções analisadas, colocando o professor como um participante fundamental no ensino com representações gráficas. A partir desses trechos, nota-se um destaque do papel do professor ao trabalhar em sala de aula para promover o entendimento dos educandos, seja orientando ou solicitando a produção de representações pelos alunos. De acordo com Silva (2015) a elaboração de relatórios pelos alunos com a presença de representações gráficas pode proporcionar a construção de explicações e argumentos para sustentar suas proposições. Na produção de

desenhos, por exemplo, os alunos se esforçam para expressar tudo o que faz sentido para eles, e, “nesse processo, aspectos da imaginação, impressões, sentimentos e pensamentos são colocados no papel como forma de comunicação, de se fazer entender pela professora e pelos colegas” (MORAES; CARVALHO, 2017, p.957).

Nos exemplos abaixo apresentamos alguns exemplos referentes ao indicador *Utilizar tipos de representações* para destacar os tipos sugeridos pelos manuais dos professores para serem trabalhados em sala de aula:

Assim, o professor pode iniciar o trabalho explorando **a imagem [foto]** de abertura do capítulo, que apresenta uma adaptação do flamingo [...] (MA1, p. 322 grifo nosso).

Se alguns não acertarem resposta, é possível fazer um **esquema** simplificado de um par de cromossomos homólogos, indicar os dois loci onde os alelos devem ficar e pedir aos alunos que indiquem as várias combinações possíveis dos quatro alelos (MA3, p. 320 grifo nosso).

[...] o próprio professor de Biologia poderá coordenar projetos que trabalhem com **modelos** tridimensionais de células -produzidos (MB1, p. 263 grifo nosso).

De acordo com os fragmentos apresentados acima, há a sugestão de que os professores utilizem fotos, esquemas e modelos como tipos de representação para trabalhar os conteúdos. Entendemos que utilizar representações gráficas em aulas pode auxiliar na explicação de conceitos, processos, modelos, entre outros, podendo auxiliar em sala de aula. No entanto, não significa que esse uso pelo professor garantirá o processo de ensino-aprendizagem com representações. É necessário, então, se valer de outras formas de uso para envolvê-los na aprendizagem por meio de representações (PADOVANI, 2012). Ressaltamos, também, que deve ser valorizado o uso pelo professor não apenas desses três tipos de representação, mas dos diversos tipos de representações que inclusive estão nos livros texto.

A partir das nossas discussões, nota-se por meio da análise dos manuais do professor que o processo de ensino-aprendizagem envolvendo as representações gráficas abrange diferentes aspectos relacionados à aprendizagem, linguagem, finalidades, habilidades, utilização pelo professor e a relação com áreas/disciplinas. Portanto, apenas promover atividades pontuais não é o suficiente para formarmos alunos capazes de aprender Biologia de forma visual e “ler o mundo” em que vivem por meio das representações gráficas.

Segundo Amaral et al. (2006) o manual do professor não deve ser adotado como receituário para apenas se executado, mas que dê suporte necessário para subsidiar

consistentemente a prática pedagógica do professor. Assim, enfatizamos a importância de apresentar informações mais detalhadas para possibilitar ao professor a reflexão de suas práticas e promover a implementação de outras estratégias. De modo geral, acreditamos que os manuais do professor apresentam pontos importantes ao abordar as orientações quanto ao uso das representações gráficas no Ensino de Biologia, no entanto, podem ser revisitados e reformulados levando em consideração algumas incongruências observadas entre os livros texto e os manuais analisados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em nosso dia a dia somos capazes de identificar em diversos casos a presença de representações gráficas, portanto, compreender o nosso cotidiano está relacionado a sermos capazes também de ler e interpretar as informações divulgadas por meio desse tipo de representação. De modo geral, torna-se fundamental para a formação de sujeitos que saibam ler e interpretar essas representações, sendo capazes de criar suas próprias explicações e relações desses conhecimentos com a vida cotidiana.

Para que possamos entender as informações que estão sendo transmitidas, é necessário, antes de tudo, que tenhamos conhecimentos elementares que nos auxiliem nesse processo, incluindo por exemplo identificar em que caso cada tipo de representação gráfica pode ser utilizada de forma mais coerente. Isso pode se tornar um desafio, pois temos contato com as representações gráficas antes mesmo de adentrarmos no ambiente escolar. Entretanto, é nesse espaço em que de fato começamos a entender as características das representações gráficas, quando nos são apresentados os códigos intrínsecos de cada tipo, as formas de leitura e interpretação. Portanto, a compreensão das informações veiculadas por meio delas será baseada em como é promovido o ensino desse tipo específico de linguagem.

Diante do exposto, entendemos que o uso de representações gráficas no contexto do ensino pode auxiliar os alunos na compreensão de processos que, muitas vezes, são de difícil entendimento ou que não podem ser visualizados diretamente na natureza e nesse contexto, podem ser utilizadas pelos professores no ensino de Biologia. Assim, esta pesquisa buscou compreender os aspectos relacionados ao uso de representações gráficas em livros didáticos de Biologia a partir da investigação sobre os tipos, os níveis de escala de representação e também as possíveis orientações sobre essa temática presente nos manuais do professor.

Os nossos dados nos permitiram identificar a presença de representações acompanhadas de legenda e texto auxiliar que contribuem na identificação do tipo de representação, como também a presença de representações isoladas, sem nenhum tipo de explicação; e aquelas acompanhadas de textos e legendas que também não especificam o tipo. A partir dessa análise, depreende-se, portanto, a importância da presença de legendas ou textos auxiliares informativos acompanhando as figuras nos livros didáticos, como elementos essenciais para ajudar na identificação e compreensão do tipo de representação exposta. A partir disso, torna-se relevante destacar que todas as representações utilizadas nos livros didáticos necessitam ser identificadas por meio de legenda indicando o tipo de

representação e além disso, precisa haver uma padronização ao intitular as representações, pois como foi discutido em muitos casos, representações que apresentam estruturas similares recebem denominações diferentes pela coleção analisada.

De modo geral, as representações não auxiliam de forma detalhada o processo de decodificação e, conseqüentemente isso pode interferir na leitura e compreensão das figuras em diferentes níveis de escala de representação gráfica expressas nos livros, uma vez que foram identificadas representações em nível macroscópico, microscópico, submicroscópico e simbólico. Deste modo, demandam o desenvolvimento de diferentes níveis de abstração para serem compreendidas, pois o aluno não sabe ler um gráfico instantaneamente, por exemplo, é preciso o auxílio da legenda bem como do professor para ajudá-lo na compreensão de representações em diferentes níveis.

No tocante à análise dos manuais do professor, notamos diversos aspectos relacionados as orientações sobre uso de representações gráficas no Ensino de Biologia, incluindo questões relacionadas à aprendizagem, linguagem, finalidade, habilidade, relação entre áreas/disciplinas e orientações de uso pelo professor em sala de aula. No entanto, apesar do livro texto utilizar uma ampla variedade de representações, nos manuais do professor são privilegiadas orientações relacionadas a apenas alguns tipos, além de não darem sugestões mais detalhadas de como utilizá-las em sala de aula.

A análise dos manuais do professor nos permitiu refletir sobre a importância das representações gráficas no ensino que muitas vezes são vistas como ferramentas fundamentais apenas para ilustrar ou despertar o interesse, mas na análise dos manuais foi enfatizado que também podem ser utilizadas para outras finalidades como contribuir para a compreensão e sistematizar informações, que são atividades que requerem uma compreensão ampla sobre as representações gráficas.

É evidente que os manuais dos professores podem auxiliar no planejamento ao trazer orientações de uso em sala de aula, mas devemos recordar que o livro didático é um instrumento de ensino. Desse modo, destacamos que cabe ao educador criar estratégias para utilizá-lo da maneira que jogar mais relevante de acordo com os sujeitos, pois deve levar em consideração as especificidades de cada turma. Ou seja, o professor tem de ser autônomo para refletir e planejar estratégias para suas aulas e não apenas utilizar os livros e os manuais como guias que devem ser seguidos.

Com esta pesquisa não pretendemos qualificar ou desqualificar os livros didáticos analisados, mas identificar e questionar os aspectos que podem ser analisados com mais cautela pelos educadores. À vista disso, acreditamos ser relevante questionarmos e

investigarmos sobre o uso de representações gráficas nos livros didáticos de Biologia. Esperamos a partir dessa análise, que no processo de elaboração dos livros as representações gráficas possam ser utilizadas com mais fidedignidade e coerência em relação a identificação dos tipos de representações gráficas e serem elaboradas com a finalidade de facilitar a decodificação em diferentes níveis de escala de representação para promover uma aprendizagem efetiva. Também enfatizamos a necessidade de análises das representações gráficas por outros vieses, posto que as indagações sobre a temática são merecedoras de análises aprofundadas.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação brasileira de normas técnicas. NBR 6023. **Informações e documentação: referências – elaboração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

AINSWORTH, S. The functions of multiple representations. **Computers & education**, v. 33, n. 2, p. 131-152, 1999.

AMARAL, I. A. Os fundamentos do ensino de Ciências e o livro didático. FRACALANZA, H.; NETO, J. M. **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: FE/Unicamp & Editora Komedi, 2006.

ARCHELA, R. S. Imagem e representação gráfica. **Geografia (Londrina)**, v. 8, n. 1, p. 5-11, 1999.

ATKINS, Peter W.; JONES, Loretta. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Bookman Editora, 2009.

BADZINSKI, C.; HERMEL, E. E. S. A representação da genética e da evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de Biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. 2, p. 434-454, 2015.

BARBOSA, R. M. S.; COLARES, L. G. T.; SOARES, E. A. Percepção de responsáveis e recreadores sobre diferentes representações gráficas de guia alimentar para crianças de dois a três anos. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 26, n. 4, p. 350-356, 2008.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Augusto Luís Antero Reto. São Paulo: Edições 70, 2011.

BASSO, L. D. P.; TERRAZZAN, E. A. Organização e realização do processo de escolha de livros didáticos em escolas de educação básica. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 9, n. 3, p. 256-272, 2015.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto, Portugal: Editora Porto, 1994.

BOWEN, G. M.; ROTH, W. Why students may not learn to interpret scientific inscriptions. **Research in Science Education**, v. 32, n. 3, p. 303-327, 2002.

BOWEN, G. M.; ROTH, W.; MCGINN, M. K. Interpretations of graphs by university biology students and practicing scientists: Toward a social practice view of scientific representation practices. **Journal of research in science teaching**, v. 36, n. 9, p. 1020-1043, 1999.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 93**, de 21 de dezembro de 1937 – Cria o Instituto Nacional do Livro. Disponível on-line no endereço eletrônico: <
<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1930-1939/decreto-lei-93-21-dezembro-1937-350842-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em 06 de mai. 2018.

_____. **Definição de critérios para avaliação dos livros didáticos: Português, Matemática, Estudos Sociais e Ciências – 1ª a 4ª séries**. Brasília: Ministério da educação,

1994.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Bases legais. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2000.

_____. **Lei nº. 10.696** de 02 de julho de 2003. Dispõe sobre repactuação e o alongamento de dívidas oriundas de operações de crédito rural, e dá outras providências. *Diário Oficial da União* 2003; 02 jul.

_____. **Base Nacional Comum Curricular:** Ensino Médio: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2018. 470 p. Disponível on-line no endereço eletrônico: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192>. Acesso em 11 de jun. 2018.

_____. **Guia de livros didáticos do Ensino Médio:** Biologia PNLD 2018: Ministério da Educação. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017. 92 p.

BRUZZO, C. Biologia: educação e imagens. **Educação & sociedade**, v. 25, n. 89, 2004. CAPECCHI, M. C. V. M. **Aspectos da cultura científica em atividades de experimentação nas aulas de física**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo (USP). Faculdade de Educação.

CARDOSO-SILVA, C. B.; OLIVEIRA, A. C. Como os livros didáticos de biologia abordam as diferentes formas de estimar a biodiversidade?. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 19, n. 1, 2013.

CHITTLEBOROUGH, G; TREAGUST, D. The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 8, n. 3, 274-292, 2007.

ENGELHARDT, Y. **The Language of Graphics:** a framework for the analysis of syntax and meaning in maps, charts and diagrams. Amsterdam: ILLC- Publications, 2002.

EVAGOROU, M.; ERDURAN, S.; MÄNTYLÄ, T. The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to 'seeing' how science works. **International Journal of STEM Education**, v. 2, n. 1, p. 11, 2015.

FLICK, U. **Desenho da pesquisa qualitativa:** Coleção Pesquisa qualitativa. Bookman Editora, 2009.

FLORES, C. R.; MORETTI, M. T. O funcionamento cognitivo e semiótico das representações gráficas: ponto de análise para a aprendizagem matemática. In: **Reunião anual da ANPED**, v. 28, 2005.

FRACALANZA, H; MEGID NETO, J. M. O livro didático de Ciências: problemas e soluções. FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. M. **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: FE/Unicamp & Editora Komedi, p. 81, 2006.

HALLIDAY, Michael Alexander Kirkwood; MARTIN, James R. **Writing science: Literacy and discursive power**. London: Falmer Press. 2003.

HALVERSON, K. L.; FRIEDRICHSEN, P. Learning tree thinking: Developing a new framework of representational competence. In: **Multiple representations in biological education**. Springer Netherlands, p. 185-201, 2013.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psicological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

LARKIN, J. H.; SIMON, H. A. Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. **Cognitive Science**, 11, 65–99, 1987.

LATOUR, B. **Science in action**: How to follow scientists and engineers through society. Harvard university press, 1987.

LATOUR, B. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. Unesp, 2000.

LEÃO, F. B. F.; MEGID NETO, J. M. Avaliações oficiais sobre o livro didático de Ciências. In: **O livro didático de Ciências no Brasil**. Komedi, 2006.

LEMKE, J. **Talking science**: Language, learning and values. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation. 1990.

LEMKE, J. **Multiplying meaning**: Visual and verbal semiotics in scientific text. In J. R. Martin & R. Veel (Eds.), *Reading science: Critical and functional perspectives on discourses of science* (pp.87–113). New York, NY: Routledge. 1998.

LEMO, R. A. **Análise das relações entre os discursos oral e escrito em atividades investigativas em clube de ciências**. 2016. Monografia- Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016.

LÓPEZ-MANJÓN, A.; POSTIGO, Y. Análisis de las imágenes del cuerpo humano en libros de texto españoles de primaria. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, 2014.

LOPES, W. R.; VASCONCELOS, S. D. Representação e distorções conceituais do conteúdo “Filogenia” em livros didáticos de biologia do ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 3, 2012.

MARANDINO, M; SELLES, S; FERREIRA, M.S. **Ensino de Biologia**: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez, 2009.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G. Analisando aspectos da leitura de imagens em livros didáticos de ciências por estudantes do ensino fundamental no Brasil. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, 2005.

MCCULLOCH, G. **Documentary research**: In education, history and the social sciences. Routledge, 2004.

MCGRATH, M. B.; BROWN, J. R. Visual learning for science and engineering. **IEEE Computer Graphics and Applications**, sept-oct, 2005.

MCLOUGHLIN, Catherine; KRAKOWSKI, Krzysztof. Technological tools for visual thinking: What does the research tell us. In: **Apple University Consortium Academic and Developers Conference**. 2001.

MORAES, T. S. V.; CARVALHO, A. M. P. Investigação científica para o 1º ano do ensino fundamental: uma articulação entre falas e representações gráficas dos alunos. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 4, p. 941-961, 2017.

NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science education**, v. 87, n. 2, p. 224-240, 2003.

ORDONEZ, V.; KULKARNI, G.; BERG, T. L. Im2text: Describing images using 1 million captioned photographs. In: **Advances in Neural Information Processing Systems**. p. 1143-1151, 2011.

OZCELIK, A. T.; MCDONALD, S. P. Preservice science teachers' uses of inscriptions in science teaching. **Journal of Science Teacher Education**, v. 24, n. 7, p. 1103-1132, 2013.

PADOVANI, S. Representações gráficas de síntese: artefatos cognitivos no ensino de aspectos teóricos em design de interface. **Educação Gráfica**, v. 16, n. 02, p. 123-142, 2012.

PETTERSSON, R. Image Functions In Information Design. In **Proceedings of the 30th Annual Conference of the International Visual Literacy Association**. Georgia: The University of Georgia, 1998.

REZENDE, D. F. D.; TRIVELATO, S. L. F. A participação de recursos visuais no processo de construção de significados em torno de gráficos em aulas de Biologia. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10, 2015, Águas de Lindóia, SP. **Anais do X ENPEC**...Águas de Lindóia: ABRAPEC., 2015, p ?.

RODRIGUES, M. E.; JUSTINA, L. A.; MEGLHIORATTI, F. A. O conteúdo de sistemática e filogenética em livros didáticos do ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, 2011.

ROTH, W.; POZZER-ARDENGHI, L. Pictures in biology education. In: **Multiple representations in biological education**. Springer Netherlands. p. 39-53. 2013.

ROTH, W.; POZZER-ARDENGHI, L.; HAN, J. Y. **Critical graphicacy: Understanding visual representation practices in school science**. Springer Science & Business Media, 2005.

ROTH, W.; MCGINN, M. K. Graphing: Cognitive ability or practice?. **Science Education**, v. 81, iss. 1, p. 91-106, 1997.

SILVA, M. A. R.; LETA, J. Como DNA e proteínas são tratados nos livros didáticos do ensino médio? **Ciência Hoje**, São Paulo v. 38, n. 227, p. 64-67, 2006.

SILVA, M. B. TRIVELATO, S. L.F. Práticas de inscrição literária promovidas por uma atividade de ensino baseada em investigação sobre crescimento populacional. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC** Águas de Lindóia, SP. 2015.

SILVA, H. C. et al. Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 12, n. 2, 2006.

SILVA, M. B. **A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2015.

TALANQUER, M. V. Submicro, and Symbolic? The Many Faces of the Chemistry Triplet. **International Journal of Science Education**, v. 33, iss. 2, 179-195, 2011.

TRUMBO, J. Visual literacy and science communication. **Science communication**, v. 20, iss. 4, p. 409-425, 1999.

TSUI, C.; TREAGUST, D. F. Introduction to multiple representations: Their importance in biology and biological education. In: **Multiple representations in biological education**. Springer Netherlands, p. 3-18, 2013.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch et al. **Pensamento e linguagem**. 2008.

WARTHA, E. J.; REZENDO D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 275-290, 2016.

WILLIS, C. L.; MIERTSCHIN, S. L. Mind maps as active learning tools. **Journal of computing sciences in colleges**, v. 21, n. 4, p. 266-272, 2006.

ZHANG, Jiajie. The nature of external representations in problem solving. **Cognitive science**, Columbus, v. 21, n. 2, p. 179-217, 1997.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Análise dos manuais do professor

Manuais do professor – Coleção A (MA1)		
Indicadores	Unidade de Registro	Unidade de contexto
Aprendizagem	é preciso ir além da mera transmissão de fórmulas ou nomes para sem decorados (L1, p.295).	No que concerne especificamente à área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, é preciso ir além da mera transmissão de fórmulas ou nomes para sem decorados (L1, p.295).
	Não é necessário exigir do aluno que decore as fórmulas químicas das substâncias orgânicas.	Não é necessário exigir do aluno que decore as fórmulas químicas das substâncias orgânicas. O essencial é que ele perceba a importância dessas substâncias para as funções do organismo.
	foram selecionadas questões que vão além da memorização	Na maior parte dos casos, foram selecionadas questões que vão além da memorização e exigem elaboração de hipóteses, análise de gráficos, experimentos ou tabelas (L1, p. 302).
Linguagem	nesse processo, é fundamental a utilização de diferentes códigos – como o verbal, o oral, o escrito, o gráfico, o numérico, o pictórico	De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, nesse processo, é fundamental a utilização de diferentes códigos – como o verbal, o oral, o escrito, o gráfico, o numérico, o pictórico -, de forma a se considerar as diferentes aptidões dos alunos (L1, p. 299).
	constituem artefatos cognitivos que propiciam e facilitam a descoberta	Salientar que ícones (por exemplo, as imagens, gráficos e mapas presentes no livro-texto), constituem artefatos cognitivos que propiciam e facilitam a descoberta e a aprendizagem do conhecimento científico, consistindo também em uma “leitura” (L1, p.297).
Orientações ao professor	Além de usar o texto e a imagem de abertura, o professor pode começar a aula apresentando uma situação-problema	Além de usar o texto e a imagem de abertura, o professor pode começar a aula apresentando uma situação-problema, isto é, uma ou

		mais questões que despertem a curiosidade do aluno e que o motivem a elaborar hipóteses (L1, p. 302).
	Assim, o professor pode iniciar o trabalho explorando a imagem de abertura do capítulo, que apresenta uma adaptação do flamingo	Assim, o professor pode iniciar o trabalho explorando a imagem de abertura do capítulo, que apresenta uma adaptação do flamingo rosado que favoreceu sua sobrevivência na região árida e salobra do deserto do Atacama, no Chile.(L1, p.322).
	pode-se valer de imagens imagens (baseadas em microscopia de luz) do tecido conjuntivo propriamente dito	Para ilustrar a diferença entre os tecidos epitelial e conjuntivo e também, a importância da substância intercelular dos tecidos conjuntivos, pode-se valer de imagens (baseadas em microscopia de luz) do tecido conjuntivo propriamente dito e do tecido ósseo ao lado de uma epiderme (L1, p. 347).
	e então pedir que ele	Nesse momento, é importante levar o aluno ao laboratório para que ele possa observar células ao microscópio, e então pedir que ele desenhe e identifique as estruturas observadas em lâminas previamente fixadas e coradas (L1, p. 328).
	O professor pode propor que	O professor pode propor que os alunos construam desenhos esquemáticos do ciclo da liberação de gás carbônico na combustão dos dois tipos de combustível e da aquisição desse gás pelas plantas. (L1, p. 329).
	Como atividade prática adicional, pode ser solicitada	Como atividade prática adicional, pode ser solicitada a construção de um modelo de célula com os seguintes materiais [...] O modelo ficará mais interessante se os objetos escolhidos tiverem formas mais ou menos semelhantes às formas das organelas que representam (L1., p.330)

	poderia ser realizada uma atividade prática de identificação de tecidos, com a solicitação	Para abordar os assuntos tratados neste capítulo, seria interessante se o professor ou a escola pudessem conseguir, junto a laboratórios de análises clínicas, universidades ou outras instituições de pesquisa, lâminas já fixadas e coradas de sangue e outros tecidos humanos. Com essas lâminas (e, é claro, microscópios), poderia ser realizada uma atividade prática de identificação de tecidos, com a solicitação aos estudantes de desenhos esquemáticos dos elementos observados (L1, p. 345).
Finalidade	podem ser observadas figuras 3 D de partes da célula	No site[...] podem ser observadas figuras 3 D de partes da célula (L1, p. 328).
	Já nos sites [...] podem ser vistas animações dos fenômenos de difusão e de osmose	No site [...] há animações sobre a estrutura da membrana. Já nos sites [...] podem ser vistas animações dos fenômenos de difusão e de osmose que podem facilitar a compreensão desses fenômenos (L1, p. 331).
	No site [...] podem ser vistas animações sobre a respiração celular	No site [...] podem ser vistas animações sobre a respiração celular (L1, p. 334).
	há um conjunto de texto e imagem que faz uma conexão entre um tópico do capítulo e a saúde, o cotidiano, o ambiente, a tecnologia, a sociedade ou alguma informação que desperte o interesse do aluno porque faz parte de sua cultura .	No início de cada capítulo, há um conjunto de texto e imagem que faz uma conexão entre um tópico do capítulo e a saúde, o cotidiano, o ambiente, a tecnologia, a sociedade ou alguma informação que desperte o interesse do aluno porque faz parte de sua cultura (L1, p.302).
	uso de fotos, esquemas e modelos que facilitam a leitura e incentivam a participação ativa do aluno em seu próprio aprendizado.	Para que esses objetivos sejam atingidos, os livros da Coleção utilizam diferentes estratégias, que vão desde a seleção e a organização do conteúdo em textos e boxes até o uso de fotos, esquemas e modelos que facilitam a leitura e incentivam a participação ativa do aluno em seu próprio aprendizado (L1, p. 294).

	propiciam e facilitam a descoberta e a aprendizagem do conhecimento científico	Salientar que ícones (por exemplo, as imagens, gráficos e mapas presentes no livro-texto), constituem artefatos cognitivos que propiciam e facilitam a descoberta e a aprendizagem do conhecimento científico, consistindo também em uma “leitura” (L1, p.297).
	o uso de fotos, esquemas e modelos que facilitam a leitura e incentivam a participação ativa do aluno em seu próprio aprendizado	Para que esses objetivos sejam atingidos, os livros da Coleção utilizam diferentes estratégias, que vão desde a seleção e a organização do conteúdo em textos e boxes até o uso de fotos, esquemas e modelos que facilitam a leitura e incentivam a participação ativa do aluno em seu próprio aprendizado (L1, p. 294).
	contribui para a compreensão desses conceitos	A interpretação dos gráficos de velocidade da fotossíntese em função da intensidade da luz (p.113) contribui para a compreensão desses conceitos, e as questões 2, 8 e 12 de Atividades permitem avaliar essa compreensão (L1, p.334).
	Para ilustrar a diferença entre os tecidos epitelial e conjuntivo e também, a importância da substância intercelular dos tecidos conjuntivos	Para ilustrar a diferença entre os tecidos epitelial e conjuntivo e também, a importância da substância intercelular dos tecidos conjuntivos, pode-se valer de imagens (baseadas em microscopia de luz) do tecido conjuntivo propriamente dito e do tecido ósseo ao lado de uma epiderme (L1, p. 347).
	contribui para a compreensão	A interpretação dos gráficos de velocidade da fotossíntese em função da intensidade da luz (p.113) contribui para a compreensão desses conceitos, e as questões 2, 8 e 12 de Atividades permitem avaliar essa compreensão (L1, p.334).

Habilidade	procedimentos mais objetivos e que são amplamente utilizados nessas disciplinas, como a construção de gráficos . (L1, p. 293)	Para além dessas conexões, a criação da área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias procurou também esclarecer as diversas competências, habilidades e procedimentos... ou ainda procedimentos mais objetivos e que são amplamente utilizados nessas disciplinas, como a construção de gráficos. (L1, p. 293)
	que ele desenhe e identifique as estruturas observadas em lâminas previamente fixadas e coradas (L1, p. 328).	Nesse momento, é importante levar o aluno ao laboratório para que ele possa observar células ao microscópio, e então pedir que ele desenhe e identifique as estruturas observadas em lâminas previamente fixadas e coradas (L1, p. 328).
	os alunos construam desenhos esquemáticos do ciclo da liberação de gás carbônico na combustão.	O professor pode propor que os alunos construam desenhos esquemáticos do ciclo da liberação de gás carbônico na combustão dos dois tipos de combustível e da aquisição desse gás pelas plantas.
	a construção de um modelo de célula com os seguintes materiais	Como atividade prática adicional, pode ser solicitada a construção de um modelo de célula com os seguintes materiais [...] O modelo ficará mais interessante se os objetos escolhidos tiverem formas mais ou menos semelhantes às formas das organelas que representam (L1, p.329).
	solicitação aos estudantes de desenhos esquemáticos dos elementos observados	Para abordar os assuntos tratados neste capítulo, seria interessante se o professor ou a escola pudessem conseguir, junto a laboratórios de análises clínicas, universidades ou outras instituições de pesquisa, lâminas já fixadas e coradas de sangue e outros tecidos humanos. Com essas lâminas (e, é claro, microscópios), poderia ser realizada uma atividade prática de identificação de tecidos, com a

		solicitação aos estudantes de desenhos esquemáticos dos elementos observados (L1, p. 345).
	A interpretação dos gráficos de velocidade da fotossíntese em função da intensidade da luz (p.113)	A interpretação dos gráficos de velocidade da fotossíntese em função da intensidade da luz (p.113) contribui para a compreensão desses conceitos, e as questões 2, 8 e 12 de Atividades permitem avaliar essa compreensão (L1, p.334).
	As questões 8 e 9 de Atividades exigem que o estudante saiba interpretar gráficos.	As questões 8 e 9 de Atividades exigem que o estudante saiba interpretar gráficos. Mais uma vez, cabe ao professor acompanhar de perto a resolução das atividades para avaliar como os alunos estão desenvolvendo essa habilidade (L1, p.350).

Manuais do professor - Coleção A (MA2)		
Indicadores	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Aprendizagem	Optamos por não discutir uma árvore filogenética para grupos de arqueas e bactérias, considerando que esse tema é mais apropriado para o nível superior.	Optamos por não discutir uma árvore filogenética para grupos de arqueas e bactérias, considerando que esse tema é mais apropriado para o nível superior. Levamos em conta que essa árvore seria bem mais complexa, porque nesses dois grupos, é bastante comum a transferência de material genético de um organismo para outro que não é seu descendente, chamada transferência horizontal (ou lateral) de genes. Para saber mais sobre o tema e suas relações com a evolução, ver (os endereços eletrônicos sugeridos foram acessados em: 28 mar.2016): ...
Habilidade	a questão 2 da seção Atividades exige que o aluno use o que aprendeu sobre árvores filogenéticas	Finalmente, a questão 2 da seção Atividades exige que o aluno use o que aprendeu sobre árvores filogenéticas, associando o conteúdo deste capítulo e o do capítulo anterior. p. 302
	confecção de mapas identificando as regiões do Brasil mais atingidas por determinada verminose	O trabalho em equipe no final do capítulo complementa e reforçam o conhecimento sobre verminoses, além de estimular a criatividade do aluno e

		a conscientização sobre problemas que afetam a sociedade. Para propor a confecção de mapas identificando as regiões do Brasil mais atingidas por determinada verminose p. 308.
Finalidade	Em vez disso, os alunos devem ser estimulados a compreender que as árvores filogenéticas ou cladogramas indicam o grau de parentesco evolutivo entre os grupos, correspondendo a hipóteses filogenéticas, que podem ser reformuladas a partir de novos estudos.	Dessa forma, optamos por evitar certos termos técnicos usados em sistemática filogenética (homoplasia, plesiomorfia, apomorfia, sinapomorfia, etc.) Em vez disso, os alunos devem ser estimulados a compreender que as árvores filogenéticas ou cladogramas indicam o grau de parentesco evolutivo entre os grupos, correspondendo a hipóteses filogenéticas, que podem ser reformuladas a partir de novos estudos.
	Essas pesquisas poderão ser enriquecidas com ilustrações, fotos, vídeos, desenhos, mapas, etc. do animais e das regiões em que são encontrados.	O professor pode pedir também uma pesquisa em grupo sobre as espécies de cnidários e poríferos encontrados no Brasil e sobre as pesquisas de medicamentos que vêm sendo feitas em nosso país com essas espécies, usando como base o boxe Biologia e Química (p.117) e o texto a seguir. Essas pesquisas poderão ser enriquecidas com ilustrações, fotos, vídeos, desenhos, mapas, etc. do animais e das regiões em que são encontrados.p.331-332
Orientações ao professor	Aproveite o estranhamento causado pela imagem para lembrar com os alunos	Já o texto de abertura do capítulo levanta para o aluno a questão das evidências sobre as relações de parentesco entre grupos de animais, nesse caso, a relação entre as aves e os dinossauros. Aproveite o estranhamento causado pela imagem para lembrar com os alunos os critérios de classificação dos seres vivos.
	O texto, a foto e as questões de abertura do capítulo podem ser usados para avaliar o conhecimento prévio do aluno	O texto, a foto e as questões de abertura do capítulo podem ser usados para avaliar o conhecimento prévio do aluno sobre o conteúdo que será estudado. p.337

	Após pedir aos alunos observarem a foto de abertura do capítulo	Após pedir aos alunos observarem a foto de abertura do capítulo, o professor pode perguntar que diferenças existem entre um cogumelo e uma planta. Ele pode acrescentar a informação que está na questão 1 de Atividades, de que os fungos já foram considerados plantas.
	Para iniciar o estudo dos cnidários, o professor pode mostrar fotos de anêmonas e de águas-vivas	Para iniciar o estudo dos cnidários, o professor pode mostrar fotos de anêmonas e de águas-vivas e perguntar como esses animais se alimentam ou por que não se deve tocar em seus tentáculos.
	Para propor a confecção de mapas	O trabalho em equipe no final do capítulo complementa e reforçam o conhecimento sobre verminoses, além de estimular a criatividade do aluno e a conscientização sobre problemas que afetam a sociedade. Para propor a confecção de mapas identificando as regiões do Brasil mais atingidas por determinada verminose

Manuais do professor – Coleção A (MA3)		
Indicadores	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
Finalidade	“... Com esses modelos, eles poderão simular as fases de metáfase e anáfase da meiose, o que irá facilitar a compreensão de que os alelos se distribuem em gametas diferentes...”	“... Com esses modelos, eles poderão simular as fases de metáfase e anáfase da meiose, o que irá facilitar a compreensão de que os alelos se distribuem em gametas diferentes e que, portanto, em gametas não há pares de alelos (essa atividade prática é particularmente importante no estudo do dihibridismo, como veremos adiante). P.316
	para representar a disposição e distribuição dos cromossomos e dos alelos na meiose. Um modelo com três pares de bastões pode ser usado para facilitar a compreensão da formação dos gametas no caso de tri-hibridismo.	Outra opção é realizar a atividade prática sugerida na página 316 deste manual, utilizando modelos com dois pares de bastões de madeira, massa de modelar materiais para representar a disposição e distribuição dos cromossomos e dos alelos na meiose. Um modelo com três pares de bastões pode ser usado para facilitar a compreensão da formação dos

		gametas no caso de tri-hibridismo. p.319
Habilidade	os alunos na construção de modelos de meiose	“Como atividade prática, o professor pode orientar os alunos na construção de modelos de meiose. Usando palitos ou massa de modelar, por exemplo, é possível representar os alelos...” p. 316
	Para facilitar o raciocínio, pode pedir aos alunos que desenhem uma meiose com os alelos desses dois genes	O professor pode começar mostrando um par de genes no mesmo cromossomo e perguntar se esses dois genes obedecem às leis de Mendel. Para facilitar o raciocínio, pode pedir aos alunos que desenhem uma meiose com os alelos desses dois genes e perguntar se eles se separam de forma independente, isto é, se os genes situados no mesmo cromossomo podem ir para polos diferentes da célula.
	Mesmo sendo gráficos simples, o professor deve observar se os alunos já dominam essa habilidade	As questões 1,11 e 13 de Atividades trabalham gráficos. Mesmo sendo gráficos simples, o professor deve observar se os alunos já dominam essa habilidade. p.318
	De aluno a perceber a importância da preservação dos seres vivos	O estudo da decomposição ajuda o aluno a compreender que, embora algumas espécies de bactérias e fungos possam causar doenças no ser humano, outras são importantíssimas para manter o equilíbrio nos ecossistemas. O professor pode explorar a figura 14.2 para discutir a decomposição. Essa é uma oportunidade, entre várias, de ajudar o aluno a perceber a importância da preservação dos seres vivos e do ambiente em que vivem. P.346
Orientações ao professor	Se alguns não acertarem resposta, é possível fazer um esquema simplificado de um par de cromossomos homólogos, indicar os dois loci onde os alelos devem ficar e pedir aos alunos que indiquem as várias combinações possíveis dos quatro alelos	Para facilitar a compreensão desse ponto, o professor pode, depois de apresentar os quatro alelos que atuam na cor da pelagem de coelhos, perguntar aos alunos quantos desses alelos cada coelho tem. Se alguns não acertarem resposta, é possível fazer um esquema simplificado de um par de cromossomos homólogos, indicar

		os dois loci onde os alelos devem ficar e pedir aos alunos que indiquem as várias combinações possíveis dos quatro alelos. Se achar conveniente, o professor pode optar por trabalhar esse capítulo antes do capítulo de di- hibridismo. P.320
	O exemplo da herança da cor da pele pode ser útil para o professor mostrar que os modelos utilizados em ciência existem problemas não resolvidos, como é o caso do número de genes que atuam nessa característica	O exemplo da herança da cor da pele pode ser útil para o professor mostrar que os modelos utilizados em ciência existem problemas não resolvidos, como é o caso do número de genes que atuam nessa característica. O boxe Biologia e sociedade (p.63 a 65) discute a herança cultural africana no Brasil, enfatizando a importância da valorização de diferentes culturas. p. 322
	Outra opção é apresentar ao aluno a figura 5.12 do boxe e perguntar qual a combinação de características que	Outra opção é apresentar ao aluno a figura 5.12 do boxe e perguntar qual a combinação de características que, embora condicionada por genes localizados no mesmo cromossomo, não deve ter se afastado da proporção mendeliana de 9:3:3:1 em F2. A partir daí, pode também desencadear uma discussão que envolve História e Filosofia da Ciência. P. 324
	O professor pode explorar a figura 14.2 para discutir a decomposição. Essa é uma oportunidade, entre várias, de ajudar o aluno a perceber a importância da preservação dos seres vivos e do ambiente em que vivem.	O estudo da decomposição ajuda o aluno a compreender que, embora algumas espécies de bactérias e fungos possam causar doenças no ser humano, outras são importantíssimas para manter o equilíbrio nos ecossistemas. O professor pode explorar a figura 14.2 para discutir a decomposição. Essa é uma oportunidade, entre várias, de ajudar o aluno a perceber a importância da preservação dos seres vivos e do ambiente em que vivem. P.346
	O professor pode pedir para os alunos	Como atividade adicional, o professor pode pedir para os alunos elaborarem uma campanha para divulgar para a comunidade local a importância da preservação da biodiversidade. A campanha deverá ser feita com

		cartazes, folhetos e outros recursos (frases de alerta, letras de música, fotos, vídeos, etc.).
	Mesmo sendo gráficos simples, o professor deve observar se os alunos já dominam essa habilidade.	As questões 1,11 e 13 de Atividades trabalham gráficos. Mesmo sendo gráficos simples, o professor deve observar se os alunos já dominam essa habilidade.
	Como atividade prática, o professor pode orientar	“Como atividade prática, o professor pode orientar os alunos na construção de modelos de meiose. Usando palitos ou massa de modelar, por exemplo, é possível representar os alenos...” p. 316
	A campanha deverá ser feita com cartazes, folhetos e outros recursos (frases de alerta, letras de música, fotos , vídeos, etc.).	Como atividade adicional, o professor pode pedir para os alunos elaborarem uma campanha para divulgar para a comunidade local a importância da preservação da biodiversidade. A campanha deverá ser feita com cartazes, folhetos e outros recursos (frases de alerta, letras de música, fotos, vídeos, etc.). Se utilizar representações gráficas visuais

Manuais do professor - Coleção B (MB1)

Finalidade	As imagens são fundamentais para a compreensão mais ampla dos assuntos e são acompanhadas de legendas que complementam o texto básico.	As imagens são fundamentais para a compreensão mais ampla dos assuntos e são acompanhadas de legendas que complementam o texto básico. Além de fotografias, há esquemas com comparações didáticas e sínteses conceituais e, nesse caso, é importante levar os estudantes a perceber os elementos em diferentes escalas e o uso de cores-fantasia. p.248
	Cada um deles aborda, em um texto acompanhado de ilustrações, um assunto relacionado ao capítulo.	Nesta obra, as relações das ciências da natureza com o cotidiano e com o exercício da cidadania são especialmente destacadas nos quadros “Ciência e cidadania”. Cada um deles aborda, em um texto acompanhado de ilustrações, um assunto relacionado ao capítulo. Os parágrafos desse texto são

		numerados, em função das atividades propostas no Guia de leitura, que se destina sobretudo a mostrar aos estudantes as estratégias para o aprimoramento de sua capacidade leitora. p.252
	Além disso, o Guia propõe aos estudantes a produção de textos, bem como a organização de dados em forma de tabelas, e desenhos ou gráficos, ajudando-os a sistematizar conhecimentos e a apresentá-los em diferentes linguagens.	Além disso, o Guia propõe aos estudantes a produção de textos, bem como a organização de dados em forma de tabelas, sedenhos ou gráficos, ajudando-os a sistematizar conhecimentos e a apresentá-los em diferentes linguagens. P. 352
	Se na escola houver a disciplina de Arte, sugerimos um trabalho interdisciplinar para representar o DNA com materiais e propostas criativas. Mesmo modelos em papel podem ajudar a compreender os aspectos fundamentais da duplicação semiconservativa do DNA e da transcrição gênica. P. 265	Se houver tempo e interesse, é possível montar um modelo tridimensional da molécula de DNA. Quando motivados, os estudantes geralmente são muito criativos; oriente-os na Quando motivados, os estudantes geralmente são muito criativos; oriente-os na escolha de materiais originais e adequados para construir o modelo. Se na escola houver a disciplina de Arte, sugerimos um trabalho interdisciplinar para representar o DNA com materiais e propostas criativas. Mesmo modelos em papel podem ajudar a compreender os aspectos fundamentais da duplicação semiconservativa do DNA e da transcrição gênica. P. 265
	Atividade de desenho também ajudam a concretizar os conceitos referentes aos estágios iniciais do desenvolvimento. P. 272	Considere a possibilidade de utilizar modelos tridimensionais construídos pelos estudantes em argila ou em massa de modelar, como sugerimos na seção “Faça você mesmo!”. Atividade de desenho também ajudam a concretizar os conceitos referentes aos estágios iniciais do desenvolvimento. P. 272
	Esta última, por ser semelhante a um jogo de montar, costuma prender a atenção dos estudantes e os ajuda a compreender os	Na seção “Faça você mesmo”, apresentamos uma atividade laboratorial simples de extração de DNA e uma atividade de representar

	processos bioquímicos, facilitando a sua assimilação.	a síntese de proteínas com modelos de papel. Esta última, por ser semelhante a um jogo de montar, costuma prender a atenção dos estudantes e os ajuda a compreender os processos bioquímicos, facilitando a sua assimilação.
	o que permite visualizar os eventos meióticos e facilita entender a diferença entre as separações cromossômicas nas divisões I e II.	são representados por modelos feitos de massa de modelar ou barbantes, o que permite visualizar os eventos meióticos e facilita entender a diferença entre as separações cromossômicas nas divisões I e II. 276
	Mesmo modelos em papel podem ajudar a compreender os aspectos fundamentais da duplicação semiconservativa do DNA e da transcrição gênica. P. 265	Se houver tempo e interesse, é possível montar um modelo tridimensional da molécula de DNA. Quando motivados, os estudantes geralmente são muito criativos; oriente-os na escolha de materiais originais e adequados para construir o modelo. Se na escola houver a disciplina de Arte, sugerimos um trabalho interdisciplinar para representar o DNA com materiais e propostas criativas. Mesmo modelos em papel podem ajudar a compreender os aspectos fundamentais da duplicação semiconservativa do DNA e da transcrição gênica. P. 280
Habilidade	Além de fotografias, há esquemas com comparações didáticas e sínteses conceituais e, nesse caso, é importante levar os estudantes a perceber os elementos em diferentes escalas e o uso de cores-fantasia	As imagens são fundamentais para a compreensão mais ampla dos assuntos e são acompanhadas de legendas que complementam o texto básico. Além de fotografias, há esquemas com comparações didáticas e sínteses conceituais e, nesse caso, é importante levar os estudantes a perceber os elementos em diferentes escalas e o uso de cores-fantasia. p.248
	Além disso, o Guia propõe aos estudantes a produção de textos, bem como a organização de dados em forma de tabelas, desenhos ou	O Guia de leitura dos quadros “Ciência e cidadania” se propõe fazer uma “varredura fina” do texto, parágrafo por parágrafo,

	gráficos, ajudando-os a sistematizar conhecimentos e a apresentá-los em diferentes linguagens. P.252	estimulando o estudante a descobrir as ideias principais, a empregar conhecimentos prévios sobre o assunto, a emitir opiniões pessoais e a comparar informações de diversas fontes. Além disso, o Guia propõe aos estudantes a produção de textos, bem como a organização de dados em forma de tabelas, sedenhos ou gráficos, ajudando-os a sistematizar conhecimentos e a apresentá-los em diferentes linguagens. P.252
	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica. p. 253
	Identificar , em esquemas e fotomicrografias, diferentes partes das células, tais como: membrana plasmática, citosol, retículo endoplasmático...	Identificar, em esquemas e fotomicrografias, diferentes partes das células, tais como: membrana plasmática, citosol, retículo endoplasmático, complexo golgiense, mitocôndria, plasto, centríolo, cílio e flagelo. p. 306
	Se houver tempo e interesse, é possível montar um modelo tridimensional da molécula de DNA.	Se houver tempo e interesse, é possível montar um modelo tridimensional da molécula de DNA. Quando motivados, os estudantes geralmente são muito criativos; oriente-os na escolha de materiais originais e adequados para construir o modelo. Se na escola houver a disciplina de Arte, sugerimos um trabalho interdisciplinar para representar o DNA com materiais e propostas criativas. Mesmo modelos em papel podem ajudar a compreender os aspectos fundamentais da duplicação semiconservativa do DNA e da transcrição gênica. P. 265
	Na seção “Faça você mesmo!”, apresentamos uma atividade laboratorial simples de extração de	Na seção “Faça você mesmo!”, apresentamos uma atividade laboratorial simples de extração de

	DNA é uma atividade de representar a síntese de proteínas com modelos de papel.	DNA é uma atividade de representar a síntese de proteínas com modelos de papel. Esta última, por ser semelhante a um jogo de montar, costuma prender a atenção dos estudantes e os ajuda a compreender os processos bioquímicos, facilitando a sua assimilação. p.265
	Reconhecer e identificar , em esquemas e fotomicrografias, diferentes partes das células, tais como	Reconhecer e identificar, em esquemas e fotomicrografias, diferentes partes das células, tais como: membrana plasmática, citosol, retículo endoplasmático, complexo golgiense, mitocôndria, plasto, centríolo, cílio e flagelo p. 263
	Se houver tempo e interesse, é possível montar um modelo tridimensional da molécula de DNA.	Se houver tempo e interesse, é possível montar um modelo tridimensional da molécula de DNA. Quando motivados, os estudantes geralmente são muito criativos; oriente-os na escolha de materiais originais e adequados para construir o modelo. Se na escola houver a disciplina de Arte, sugerimos um trabalho interdisciplinar para representar o DNA com materiais e propostas criativas. Mesmo modelos em papel podem ajudar a compreender os aspectos fundamentais da duplicação semiconservativa do DNA e da transcrição gênica. p.264
	Reconhecer e identificar , em esquemas e fotomicrografias de células, o núcleo e suas partes	Reconhecer e identificar, em esquemas e fotomicrografias de células, o núcleo e suas partes: envoltório nuclear, cromatina e nucléolo. p. 266
	Reconhecer e identificar , em esquemas e fotomicrografias de células em divisão, as principais fases da mitose:	Reconhecer e identificar, em esquemas e fotomicrografias de células em divisão, as principais fases da mitose: prófase, metáfase, anáfase e telófase. p.266
	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação

	usadas nas ciências físicas, químicas, ou biológicas,	usadas nas ciências físicas, químicas, ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica. P. 266
	Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos	Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos. P. 266
	Conceituar respiração celular e identificar as equações químicas gerais	Conceituar respiração celular e identificar as equações químicas gerais referentes a esse processo. p. 269
	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas,	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica. p. 269
	Reconhecer e identificar , em esquemas e fotografias de células em divisão, as principais fases da meiose:	Reconhecer e identificar, em esquemas e fotografias de células em divisão, as principais fases da meiose: prófase I e II, metáfase I e II, anáfase I e II e telófase I e II. p. 271
	Esquematizar células nas principais fases da meiose e mostrar, em diagramas e modelos,	Esquematizar células nas principais fases da meiose e mostrar, em diagramas e modelos, a essência das separações cromossômicas das divisões I e II da meiose. p. 271
	Considere a possibilidade de utilizar modelos tridimensionais construídos pelos estudantes em argila ou em massa de modelar, como sugerimos na seção “Faça você mesmo!”.	Considere a possibilidade de utilizar modelos tridimensionais construídos pelos estudantes em argila ou em massa de modelar, como sugerimos na seção “Faça você mesmo!”. Atividade de desenho também ajudam a concretizar os conceitos referentes aos estágios iniciais do desenvolvimento. p. 272
	por exigir dos estudantes um grau de abstração bastante elevado para entender escalas de grandeza	Provavelmente, este é o capítulo mais desafiador do volume do primeiro ano, não apenas pela quantidade de informações e

	tão diferentes das usadas no cotidiano.	conceitos, mas também por exigir dos estudantes um grau de abstração bastante elevado para entender escalas de grandeza tão diferentes das usadas no cotidiano. É importante não perder de vista a célula como um todo e seu significado como unidade fundamental da vida. Convém conduzir os estudantes na leitura das imagens, fazendo-os perceber as diferentes escalas de tamanho. O primeiro desafio do professor é ajudar os estudantes a compreender como foi (e ainda está sendo) construído o modelo que temos de célula. Esse é o assunto tratado no primeiro item do capítulo. p.261
	Se a integração não for possível, o próprio professor de Biologia poderá coordenar projetos que trabalhem com modelos tridimensionais de células - produzidos, por exemplo, com objetos do dia a dia (gelatina, frutas, películas plásticas etc.). Essa atividade é proposta para o estudante na seção “Faça você mesmo!” do capítulo. P. 263	É importante trabalhar a visão da célula como um microambiente tridimensional, em que se desenrola a trama metabólica da vida. Se no currículo da escola houver a disciplina de Arte, uma sugestão é conversar com o professor responsável por ela sobre a possibilidade de realizar um trabalho integrado e aborda o conceito de célula como um espaço tridimensional, no qual se localizam o núcleo e as organelas. Se a integração não for possível, o próprio professor de Biologia poderá coordenar projetos que trabalhem com modelos tridimensionais de células - produzidos, por exemplo, com objetos do dia a dia (gelatina, frutas, películas plásticas etc.). Essa atividade é proposta para o estudante na seção “Faça você mesmo!” do capítulo. p. 263
	incentivando-os a desenhar e a pensar nas escalas de tamanho. Além disso, eles poderão resumir seus estudos em uma tabela que	Para otimizar o tempo, uma sugestão é orientar os estudantes a estudar em casa cada uma das organelas celulares, incentivando-os a desenhar e a pensar nas escalas de

	relacione a estrutura e as funções de cada organela celular. P. 263	tamanho. Além disso, eles poderão resumir seus estudos em uma tabela que relacione a estrutura e as funções de cada organela celular. p. 263
	uma atividade de representar a síntese de proteínas com modelos de papel.	Na seção “Faça você mesmo”, apresentamos uma atividade laboratorial simples de extração de DNA e uma atividade de representar a síntese de proteínas com modelos de papel. Esta última, por ser semelhante a um jogo de montar, costuma prender a atenção dos estudantes e os ajuda a compreender os processos bioquímicos, facilitando a sua assimilação. p.268
	se reúnam em grupos e produzam modelos tridimensionais e desenhos do desenvolvimento embrionário desse animal. P. 272	Sugerimos utilizar o quadro “Amplie seus conhecimentos” intitulado <i>A embriologia do anfioxo como exemplo</i> em uma atividade extraclasse, propondo que os estudantes se reúnam em grupos e produzam modelos tridimensionais e desenhos do desenvolvimento embrionário desse animal. p. 272
	Na seção “Faça você mesmo!” sugerimos atividades em que os cromossomos são representados por modelos feitos de massa de modelar ou barbantes, Sugerimos também uma atividade em que a meiose é representada pelos dedos das mãos simulando os cromossomos e os principais eventos meióticos.	O tema do capítulo, por ser específico nesse nível de abordagem, favorece relativamente poucas oportunidades de integração com outras disciplinas. Uma sugestão é propor um trabalho com a disciplina de Arte, uma vez que as fases de divisão celular têm aspectos plásticos que favorecem sua representação em desenhos e modelos que podem ser feitos com materiais simples, como argila e massa de modelar. Estimule os estudantes a exercitar as habilidades de desenhar para esquematizar fases e detalhes da meiose. Na seção “Faça você mesmo!” sugerimos atividades em que os cromossomos são representados por modelos feitos de massa de modelar ou barbantes, o que permite visualizar

		os eventos meióticos e facilita entender a diferença entre as separações cromossômicas nas divisões I e II. Sugerimos também uma atividade em que a meiose é representada pelos dedos das mãos simulando os cromossomos e os principais eventos meióticos. p. 269
	Sugerimos também uma atividade em que a meiose é representada pelos dedos das mãos simulando os cromossomos e os principais eventos meióticos.	O tema do capítulo, por ser específico nesse nível de abordagem, favorece relativamente poucas oportunidades de integração com outras disciplinas. Uma sugestão é propor um trabalho com a disciplina de Arte, uma vez que as fases de divisão celular têm aspectos plásticos que favorecem sua representação em desenhos e modelos que podem ser feitos com materiais simples, como argila e massa de modelar. Estimule os estudantes a exercitar as habilidades de desenhar para esquematizar fases e detalhes da meiose. Na seção “Faça você mesmo!” sugerimos atividades em que os cromossomos são representados por modelos feitos de massa de modelar ou barbantes, o que permite visualizar os eventos meióticos e facilita entender a diferença entre as separações cromossômicas nas divisões I e II. Sugerimos também uma atividade em que a meiose é representada pelos dedos das mãos simulando os cromossomos e os principais eventos meióticos. p. 270
Orientações ao professor	Quando motivados, os estudantes geralmente são muito criativos; oriente-os na escolha de materiais originais e adequados para construir o modelo.	Se houver tempo e interesse, é possível montar um modelo tridimensional da molécula de DNA. Quando motivados, os estudantes geralmente são muito criativos; oriente-os na Quando motivados, os estudantes geralmente são muito criativos; oriente-os na escolha de materiais originais e adequados para construir o

		modelo. Quando motivados, os estudantes geralmente são muito criativos; oriente-os na escolha de materiais originais e adequados para construir o modelo. escolha de materiais originais e adequados para construir o modelo. Se na escola houver a disciplina de Arte, sugerimos um trabalho interdisciplinar para representar o DNA com materiais e propostas criativas. Mesmo modelos em papel podem ajudar a compreender os aspectos fundamentais da duplicação semiconservativa do DNA e da transcrição gênica. P. 265
	Convém conduzir os estudantes na leitura das imagens, fazendo-os perceber as diferentes escalas de tamanho. O primeiro desafio do professor é ajudar os estudantes a compreender como foi (e ainda está sendo) construído o modelo que temos de célula. Esse é o assunto tratado no primeiro item do capítulo. 2 Exemplo - orientar	Provavelmente, este é o capítulo mais desafiador do volume do primeiro ano, não apenas pela quantidade de informações e conceitos, mas também por exigir dos estudantes um grau de abstração bastante elevado para entender escalas de grandeza tão diferentes das usadas no cotidiano. É importante não perder de vista a célula como um todo e seu significado como unidade fundamental da vida. Convém conduzir os estudantes na leitura das imagens, fazendo-os perceber as diferentes escalas de tamanho. O primeiro desafio do professor é ajudar os estudantes a compreender como foi (e ainda está sendo) construído o modelo que temos de célula. Esse é o assunto tratado no primeiro item do capítulo. 262
	o próprio professor de Biologia poderá coordenar projetos que trabalhem com modelos tridimensionais de células - produzidos	É importante trabalhar a visão da célula como um microambiente tridimensional, em que se desenrola a trama metabólica da vida. Se no currículo da escola houver a disciplina de Arte, uma sugestão é conversar com o professor responsável por ela sobre a possibilidade de realizar um

		trabalho integrado e aborda o conceito de célula como um espaço tridimensional, no qual se localizam o núcleo e as organelas. Se a integração não for possível, o próprio professor de Biologia poderá coordenar projetos que trabalhem com modelos tridimensionais de células - produzidos, por exemplo, com objetos do dia a dia (gelatina, frutas, películas plásticas etc.). Essa atividade é proposta para o estudante na seção “Faça você mesmo!” do capítulo. P. 263
	Para otimizar o tempo, uma sugestão é orientar os estudantes a estudar em casa cada uma das organelas celulares, incentivando-os a desenhar e a pensar nas escalas de tamanho.	Para otimizar o tempo, uma sugestão é orientar os estudantes a estudar em casa cada uma das organelas celulares, incentivando-os a desenhar e a pensar nas escalas de tamanho. Além disso, eles poderão resumir seus estudos em uma tabela que relacione a estrutura e as funções de cada organela celular. P. 263
	Na seção “Faça você mesmo!” sugerimos atividades em que os cromossomos são representados por modelos feitos de massa de modelar ou barbantes,	O tema do capítulo, por ser específico nesse nível de abordagem, favorece relativamente poucas oportunidades de integração com outras disciplinas. Uma sugestão é propor um trabalho com a disciplina de Arte, uma vez que as fases de divisão celular têm aspectos plásticos que favorecem sua representação em desenhos e modelos que podem ser feitos com materiais simples, como argila e massa de modelar. Estimule os estudantes a exercitar as habilidades de desenhar para esquematizar fases e detalhes da meiose. Na seção “Faça você mesmo!” sugerimos atividades em que os cromossomos são representados por modelos feitos de massa de modelar ou barbantes, o que permite visualizar os eventos meióticos e facilita

		entender a diferença entre as separações cromossômicas nas divisões I e II. Sugerimos também uma atividade em que a meiose é representada pelos dedos das mãos simulando os cromossomos e os principais eventos meióticos. p. 264
	Uma sugestão é propor um trabalho com a disciplina de Arte, uma vez que as fases de divisão celular têm aspectos plásticos que favorecem sua representação em desenhos e modelos que podem ser feitos com materiais simples, como argila e massa de modelar. Estimule os estudantes a exercitar as habilidades de desenhar para esquematizar fases e detalhes da meiose.	O tema do capítulo, por ser específico nesse nível de abordagem, favorece relativamente poucas oportunidades de integração com outras disciplinas. Uma sugestão é propor um trabalho com a disciplina de Arte, uma vez que as fases de divisão celular têm aspectos plásticos que favorecem sua representação em desenhos e modelos que podem ser feitos com materiais simples, como argila e massa de modelar. Estimule os estudantes a exercitar as habilidades de desenhar para esquematizar fases e detalhes da meiose. Na seção “Faça você mesmo!” sugerimos atividades em que os cromossomos são representados por modelos feitos de massa de modelar ou barbantes, o que permite visualizar os eventos meióticos e facilita entender a diferença entre as separações cromossômicas nas divisões I e II. Sugerimos também uma atividade em que a meiose é representada pelos dedos das mãos simulando os cromossomos e os principais eventos meióticos. p.264
	Sugerimos utilizar o quadro “Amplie seus conhecimentos” intitulado <i>A embriologia do anfioxo como exemplo</i> em uma atividade extraclasse, propondo que os estudantes se reúnam em grupos e produzam modelos tridimensionais e desenhos	Sugerimos utilizar o quadro “Amplie seus conhecimentos” intitulado <i>A embriologia do anfioxo como exemplo</i> em uma atividade extraclasse, propondo que os estudantes se reúnam em grupos e produzam modelos tridimensionais e desenhos do desenvolvimento embrionário desse animal. p. 272
	Explore a imagem da abertura do capítulo e sua respectiva legenda,	Explore a imagem da abertura do capítulo e sua respectiva legenda,

	ressaltando os avanços na Medicina decorrentes do conhecimento do maior órgão do corpo humano: a pele.	ressaltando os avanços na Medicina decorrentes do conhecimento do maior órgão do corpo humano: a pele. A reprodução em laboratório da pele foi realizada pela primeira vez no Brasil, em 2005, por pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). P. 274
Áreas/disciplinas	a disciplina de Física , enriquecendo a apresentação dos conceitos de óptica, ampliação e resolução de imagens	Considere a possibilidade de integrar o estudo do capítulo com a disciplina de Física, enriquecendo a apresentação dos conceitos de óptica, ampliação e resolução de imagens. Caso os conteúdos não possam ser trabalhados de modo interdisciplinar, as integrações informais e espontâneas obtidas nas conversas sobre o planejamento curricular e em consultas com os outros professores também são úteis para a aprendizagem. 277
	Se na escola houver a disciplina de Arte, sugerimos um trabalho interdisciplinar para representar o DNA com materiais e propostas criativas.	Se houver tempo e interesse, é possível montar um modelo tridimensional da molécula de DNA. Quando motivados, os estudantes geralmente são muito criativos; oriente-os na escolha de materiais originais e adequados para construir o modelo. Quando motivados, os estudantes geralmente são muito criativos; oriente-os na escolha de materiais originais e adequados para construir o modelo. Se na escola houver a disciplina de Arte, sugerimos um trabalho interdisciplinar para representar o DNA com materiais e propostas criativas. Mesmo modelos em papel podem ajudar a compreender os aspectos fundamentais da

		duplicação semiconservativa do DNA e da transcrição gênica. p. 265
	Se na escola houver a disciplina de Arte, sugerimos um trabalho interdisciplinar para representar o DNA	Se houver tempo e interesse, é possível montar um modelo tridimensional da molécula de DNA. Quando motivados, os estudantes geralmente são muito criativos; oriente-os na escolha de materiais originais e adequados para construir o modelo. Se na escola houver a disciplina de Arte, sugerimos um trabalho interdisciplinar para representar o DNA com materiais e propostas criativas. Mesmo modelos em papel podem ajudar a compreender os aspectos fundamentais da duplicação semiconservativa do DNA e da transcrição gênica. p. 269

Manuais do professor - Coleção B (MB2)

Aprendizagem	A discussão sobre a aplicação da cladística na classificação biológica	A discussão sobre a aplicação da cladística na classificação biológica, que vem provocando mudanças em árvores filogenéticas embasadas nos métodos tradicionais, pode gerar polêmicas que acrescentam um aspecto motivador, que pode ser explorado nas aulas. Por exemplo, passar a considerar as aves integrantes do grupo dos répteis, como propõem as novas classificações, parece estranho e inaceitável para alguns e mostra bem as dificuldades de mudar conceitos fortemente arraigados. p.304
Funções	reconhecendo-os como formas de representar as relações de parentesco evolutivo entre os grupos de seres vivos.	Compreender os princípios básicos da elaboração de árvores filogenéticas e cladogramas, reconhecendo-os como formas de representar as relações de parentesco evolutivo entre

		os grupos de seres vivos.
Habilidades	que os estudantes trabalhem leitura, interpretação e produção de cladogramas.	Na atividade da seção “Faça você mesmo”, sugerimos que os estudantes trabalhem leitura, interpretação e produção de cladogramas. p.324.
	sugerimos que os estudantes elaborem um infográfico sobre o experimento de Fred Driffith como pneumococos, que foi uma das primeiras demonstrações conclusivas de que o DNA	Na atividade da seção “Faça você mesmo”, sugerimos que os estudantes elaborem um infográfico sobre o experimento de Fred Driffith como pneumococos, que foi uma das primeiras demonstrações conclusivas de que o DNA é o material genético. Oriente as pesquisas e esclareça as dúvidas dos estudantes; a atividade envolve o exercício da linguagem gráfica, que dá apoio visual aos conceitos científicos.
	Compreender os princípios básicos da elaboração de árvores filogenéticas e cladogramas	Compreender os princípios básicos da elaboração de árvores filogenéticas e cladogramas, reconhecendo-os como formas de representar as relações de parentesco. evolutivo entre os grupos de seres vivos. p.320
	A atividade da seção “ Faça você mesmo!” propõe que os estudantes observem algas e fungos macroscópicos	A atividade da seção “Faça você mesmo!” propõe que os estudantes observem algas e fungos macroscópicos. Além de ajudá-los a reconhecer a presença desses organismos em nosso cotidiano, essa é uma boa oportunidade para que eles usem habilidades gerais, como fotografia, edição de vídeo e desenho, entre outras. Assim, eles interagem de maneira mais significativa com a matéria.
	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e

	representação	representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica. p. 299
	sugerimos a confeção de painéis gráficos dos ciclos de vida dos principais grupos vegetais	Na atividade da seção “Faça você mesmo!”, sugerimos a confeção de painéis gráficos dos ciclos de vida dos principais grupos vegetais, acompanhada da apresentação e montagem dos ciclos em sala de aula. Esse tipo de trabalho motiva os estudantes e pode ajudá-los a superar desafios envolvidos na compreensão das diferenças e semelhanças dos ciclos de vida e suas relações com a história evolutiva das plantas. p. 302.
	o que propicia o desenvolvimento de habilidades como reconhecer, utilizar e interpretar modelos explicativos para sistemas naturais.	Alguns alunos podem mostrar certa resistência ao estudo da anatomia e da fisiologia das plantas; uma estratégia que pode amenizar isso é tornar mais prático o estudo da Botânica com a disseminação e análise de flores, frutos e sementes. Estimule os estudantes a comparar o material biológico analisado com os desenhos e esquemas do livro, o que propicia o desenvolvimento de habilidades como reconhecer, utilizar e interpretar modelos explicativos para sistemas naturais. p. 303
	Sugira aos estudantes que anotem, desenhem , gravem ou filmem a visita, coordenando a produção de uma exposição multimídia sobre a atividade	Como sugerimos no capítulo anterior, pode ser interessante visitar um mercado ou entreposto de pescado, registrando com fotografias os diversos tipos de peixes ali comercializados. Sugira aos

		estudantes que entrevistem os vendedores, perguntando o que eles sabem sobre os hábitos de vida de cada espécie. Combine a visita com antecedência para aproveitar ao máximo a atividade, sem contratempos. Sugira aos estudantes que anotem, desenhem, gravem ou filmem a visita, coordenando a produção de uma exposição multimídia sobre a atividade. Sugira aos estudantes que anotem, desenhem, gravem ou filmem a visita, coordenando a produção de uma exposição multimídia sobre a atividade. Eventualmente, envolva colegas de outras áreas no trabalho. p. 310
	Representar por meio de esquemas	Representar por meio de esquemas o caminho do sangue na circulação pulmonar e na circulação sistêmica. p. 313
	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica. p.316
	Considere a possibilidade de realizar com os estudantes atividade que envolva desenhar e criar modelos tridimensionais de vírus	Apesar de quase sempre faltar tempo para desenvolver os conteúdos conceituais, não se podem esquecer as atividades que motivam e promovem o desenvolvimento de atitudes e habilidades em relação ao estudo. Considere a possibilidade de realizar com os estudantes atividade que envolva desenhar e criar modelos tridimensionais de vírus, de bactérias e de deus

		ciclos de vida. Trabalhos desse tipo desenvolvem a criatividade e demandam muito estudo e aplicação enquanto estão sendo feitos. Além disso, eles podem ficar expostos na classe e em murais ou serem filmados e postados no blog da escola, contribuindo para informar, recordar e criar um “clima” mais estimulante ao estudo. p. 318
Linguagem	a atividade envolve o exercício da linguagem gráfica , que dá apoio visual aos conceitos científicos.	Na atividade da seção “Faça você mesmo”, sugerimos que os estudantes elaborem um infográfico sobre o experimento de Fred Driffith como pneumococos, que foi uma das primeiras demonstrações conclusivas de que o DNA é o material genético. Oriente as pesquisas e esclareça as dúvidas dos estudantes; 300
Orientações ao professor	Estimule os estudantes a comparar o material biológico analisado com os desenhos e esquemas do livro	Alguns alunos podem mostrar certa resistência ao estudo da anatomia e da fisiologia das plantas; uma estratégia que pode amenizar isso é tornar mais prático o estudo da Botânica com a disseminação e análise de flores, frutos e sementes. Estimule os estudantes a comparar o material biológico analisado com os desenhos e esquemas do livro, o que propicia o desenvolvimento de habilidades como reconhecer, utilizar e interpretar modelos explicativos para sistemas naturais. p. 303
	Na elaboração do relatório dessa atividade, dê bastante liberdade para os alunos trabalharem com desenhos, fotografias ou outras representações que eles	A atividade da seção “Faça você mesmo!” é a dissecação de flores, que permite aos estudantes compreender melhor os conceitos relativos à reprodução das

	queiram utilizar. Isso pode ajudá-los a se apropriar mais facilmente dos conteúdos estudados.	angiospermas, além de ressaltar a variedades de “soluções reprodutivas” adotadas por esses seres vivos. Na elaboração do relatório dessa atividade, dê bastante liberdade para os alunos trabalharem com desenhos, fotografias ou outras representações que eles queiram utilizar. Isso pode ajudá-los a se apropriar mais facilmente dos conteúdos estudados. p. 303
	explore a capacidade de expressão por meio do desenho.	Aproveite o interesse natural dos estudantes pelos animais explore a capacidade de expressão por meio do desenho. A habilidade de representar os mais diversos aspectos da realidade com ilustrações e esquemas gráficos abre inúmeras possibilidade de expor ideias e sentimentos. Imagens agregam concretude, imaginação e velocidade à comunicação. Explore um viés interdisciplinar do tema orientando uma pesquisa sobre os desenhos rupestres de animais encontrados em grutas como as de Lascaux, na França, ou as da Serra da Capivara, no estado do Piauí. Converse com seus colegas de História, geografia e Arte sobre a possibilidade de realizar algum tipo de atividade conjunta. p. 307
	Estimule os estudantes a observar e desenhar animais vertebrados e invertebrados	Estimule os estudantes a observar e desenhar animais vertebrados e invertebrados de nosso convívio cotidiano (evitando contato com aqueles potencialmente perigosos). Alguns estudantes podem argumentar que não são bons desenhistas, mas lembre-os de que o valor da ilustração está em sua capacidade de

		expressão, e não necessariamente no refinamento técnico. Converse com seus colegas das disciplinas de Arte e Língua Portuguesa sobre a possibilidade de desenvolver algum tipo de atividade interdisciplinar, ainda que informal, a respeito desses temas, ao longo do curso. p. 307
	desenho esquemático da montagem da experiência, que represente os frascos	Após a montagem da experiência, estimule os estudantes a antecipar os resultados. Discuta com eles o papel dos tubos como controle experimental e comente as diferenças entre os tubos 4 e 5. Explique aos estudantes as diferenças entre o fermento biológico, no qual é a atividade fermentativa dos levedos que produz gás carbônico, e o fermento químico em pó, que produz gás carbônico por meio de uma reação química estimulada pelo calor do forno. Peça aos estudantes que elaborem um pequeno relatório sobre a experiência, contemplando os seguintes itens: a) objetivos da atividade; b) desenho esquemático da montagem da experiência, que represente os frascos, seu conteúdo e as bexigas antes e depois dos resultados, com as legendas necessárias; c) resultados e conclusões, isto é, aquilo que foi observado e as conclusões a que chegaram pela interpretação dos resultados. p. 319
	Oriente os estudantes a comparar as estruturas	Coloque a lâminula sobre a preparação e observe ao microscópio os esporângios e os esporos. Oriente os estudantes a comparar as

		estruturas observadas com os esquemas e desenhos do livro do aluno. p. 320
	Oriente os estudantes a comparar o observado com os esquemas	Se deixar os prótalos prosseguirem seu desenvolvimento, será possível observar pequenas plantinhas eretas crescendo sobre eles. São os esporófitos diploides, resultantes de fecundação da oosfera pelos anterozoides produzidos pelo gametófito. Oriente os estudantes a comparar o observado com os esquemas e as descrições apresentados no livro do aluno com os esquemas e as descrições disponíveis. Peça que, após a realização da atividade, os estudantes transfiram as plantas para um vaso ou jardim. p. 320.
Outros (Áreas...)	Converse com seus colegas das disciplinas de Arte e Língua Portuguesa sobre a possibilidade de desenvolver algum tipo de atividade interdisciplinar, ainda que informal, a respeito desses temas, ao longo do curso.	Estimule os estudantes a observar e desenhar animais vertebrados e invertebrados de nosso convívio cotidiano (evitando contato com aqueles potencialmente perigosos). Alguns estudantes podem argumentar que não são bons desenhistas, mas lembre-os de que o valor da ilustração está em sua capacidade de expressão, e não necessariamente no refinamento técnico. Converse com seus colegas das disciplinas de Arte e Língua Portuguesa sobre a possibilidade de desenvolver algum tipo de atividade interdisciplinar, ainda que informal, a respeito desses temas, ao longo do curso. p. 307

Manuais do professor - Coleção B (MB3)

Habilidade	“Faça você mesmo!”, que	Recomendamos que
------------	--------------------------------	------------------

	propõe uma simulação da segregação dos fatores genéticos na meiose	incentive os alunos a executar a atividade proposta na seção “Faça você mesmo!”, que propõe uma simulação da segregação dos fatores genéticos na meiose. Esse tipo de atividade ajuda a visualizar fenômenos e processos biológicos, cooperando com os passos seguintes do estudo, que exigem muita abstração. p.302
	Representar , por meio de esquemas ou modelos,	Representar, por meio de esquemas ou modelos, a segregação dos cromossomos e dos alelos na meiose. p.303
	Faça você mesmo” que visam simular a segregação independente dos genes...	Continuando na linha de estimular a “visualização” dos fenômenos que envolvem cromossomos e genes na meiose, propomos atividades na seção “Faça você mesmo” que visam simular a segregação independente dos genes, a permutação cromossômica e a recombinação gênica por meio de modelos de massa de modelos ou barbante. p. 304
	Uma delas consiste em construir um painel que mostra como a disposição dos continentes mudou a	Peça aos alunos que realizem as atividades da seção “Faça você mesmo”. Uma delas consiste em construir um painel que mostra como a disposição dos continentes mudou ao longo do tempo geológico. Essa atividade fornece uma excelente oportunidade de integração com Geografia. Consulte os colegas dessa disciplina sobre a possibilidade de trabalho conjunto nesse tema. P.310
	criar um infográfico, semelhante aos utilizados em	A outra atividade consiste em criar um infográfico,

	jornais e revistas, para ilustrar uma matéria	semelhante aos utilizados em jornais e revistas, para ilustrar uma matéria jornalística sobre a formação recente de novas espécies. Esse tipo de atividade exercita a capacidade leitora, a criatividade e a habilidade de se expressar de diferentes maneiras. P.315
	Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos	Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos. P.316
	Representar , por meio de esquemas e desenhos, as etapas fundamentais	Representar, por meio de esquemas e desenhos, as etapas fundamentais dos ciclos biogeoquímicos da água, do carbono e do nitrogênio. p317
	e aplicar esses conhecimentos na interpretação de curvas de crescimento populacional	Conhecer e conceituar algumas características das populações- densidade demográfica, taxa de crescimento populacional, taxa de natalidade e taxa de mortalidade- e aplicar esses conhecimentos na interpretação de curvas de crescimento populacional. p. 317
	Para representar cada elemento do rosto do filho formado nessa união, utilize uma reprodução	Para representar cada elemento do rosto do filho formado nessa união, utilize uma reprodução (escaneada ou xerocopiada) dos modelos nas páginas 347 e 348 deste Suplemento. Oriente os estudantes a recortar essas cópias e a montar o rosto de acordo com as instruções a seguir. Alternativamente, os estudantes podem optar por fazer seu próprio desenho, com base nos modelos fornecidos. p.326
Orientações ao professor	Oriente os estudantes a	Oriente os estudantes a

	modelar	modelar apenas um par de cromossomos homólogos metacêntricos de cores diferentes (por exemplo, vermelha e laranja). Eles devem ser longos para facilitar a simulação da permutação. p. 327
--	---------	--

Manuais do professor – Coleção C (MC1)		
Habilidade	Oriente os alunos a elaborarem legendas que sejam apropriadas ao que aparece nas imagens, lembrando-os que devem transmitir informações pertinentes e não serem demasiadamente longas.	Oriente os alunos a elaborarem legendas que sejam apropriadas ao que aparece nas imagens, lembrando-os que devem transmitir informações pertinentes e não serem demasiadamente longas. No caso de seres vivos e partes de seus corpos, escalas são informações importantes a quem visualiza as imagens p.299
Função	No caso de seres vivos e partes de seus corpos, escalas são informações importantes a quem visualiza as imagens (L1, p. 299)	Oriente os alunos a elaborarem legendas que sejam apropriadas ao que aparece nas imagens, lembrando-os que devem transmitir informações pertinentes e não serem demasiadamente longas. No caso de seres vivos e partes de seus corpos, escalas são informações importantes a quem visualiza as imagens. p.299