Universidade de São Paulo
Instituto de Física
Instituto de Química
Instituto de Biociências
Faculdade de Educação

OS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA APROVADOS PELO
PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO PARA O
ENSINO MÉDIO (PNLEM 2007/2009):
a evolução biológica em questão

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e a Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Vanessa Navarro Roma

Interunidades em Ensino de Ciências (Ensino de Biologia)

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Tadeu Motokane

Departamento de Biologia – FFCLRP/USP
Setor de Educação

São Paulo
2011

Universidade de São Paulo
Instituto de Física
Instituto de Química
Instituto de Biociências
Faculdade de Educação

OS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA APROVADOS PELO
PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO PARA O
ENSINO MÉDIO (PNLEM 2007/2009):
a evolução biológica em questão

Vanessa Navarro Roma

Interunidades em Ensino de Ciências (Ensino de Biologia)

Banca examinadora:

Prof. Dr. Marcelo Tadeu Motokane (Universidade de São Paulo)
Orientador

Profa. Dra. Luiza Marta Bellini (Universidade Estadual de Maringá)
Membro externo

Profa. Dra. Silvia Luzia Frateschi Trivelato (Universidade de São Paulo)
Membro interno

São Paulo
2011

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Roma, Vanessa Navarro

Os livros didáticos de Biologia aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio (PNLEM 2007/2009): a evolução biológica em questão. São Paulo, 2010.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Tadeu Motokane

Área de Concentração: Biologia

Unitermos: 1. Biologia – Estudo e Ensino; 2. Evolução; 3. Livro didático; 4. Ensino e aprendizagem.

USP/IF/SBI-072/2010

*À Lucia Roma, mulher, filha, irmã, mãe, avó e psicóloga
mentaleira. O melhor colo do mundo, até mesmo nos momentos
de crises acadêmicas.*

AGRADECIMENTOS

Acho que teria que fazer outra dissertação com quadro teórico e tudo para agradecer a tantas pessoas por tantos motivos...

*Agradeço primeiramente ao meu orientador, **Marcelo T. Motokane**, por ter me dado a oportunidade de ser sua orientanda e por todo conhecimento e paciência durante esse percurso. Fã de “Glee”, ele é proprietário da melhor risoteria das redondezas uspianas.*

*Agradeço aos membros da banca de qualificação, **Nélio Bizzo** e **Diogo Meyer**, pela generosidade durante a arguição e pelas orientações.*

*Agradeço aos membros da banca examinadora, **Silvia L. F. Trivelato** e **Luiza Marta Bellini**, pela leitura dedicada e críticas pertinentes.*

*Agradeço também a todos os meus **colegas de aventuras acadêmicas do Grupo LINCE**, Mariana, ‘Tio’ Renatinho, Luziene, Mayumi, David (‘Batata’) e Caio, entre crises acadêmicas, respostas e muita risada.*

*Agradeço à **família Navarro Roma**, por todo apoio e carinho, principalmente à minha irmã Thais e ao meu cunhado Cyro, que nos proporcionaram a chegada do bisneto-neto-sobrinho mais lindo e querido, Gustavo Navarro Roma Rodrigues das Neves (Coitado do meu sobrinho... Quando tiver que escrever seu nome completo 7847328573570575207 vezes durante a vida...).*

*Agradeço às minhas caras amigas de casa, **Carol** e **Mariana**, pós-graduandas como eu, na alegria e na tristeza, entre dúvidas e certezas, entre os melhores cookies e receitas feitas sob medida (viva os protocolos!).*

*Agradeço ao **Prof. João Maria de Franco Camargo** (‘o velho’), que partiu no dia 07 de setembro de 2010, mas me ensinou que Biologia não é profissão, é estilo de vida. E que vida!*

*Agradeço aos meus queridos amigos, **Marcella ‘Tui’**, **Rafaela ‘ZB’**, **Mateus ‘Phibes’** e **Mel ‘Limão’**, pelos ouvidos e coração.*

*Agradeço à **Tiana Kohlsdorf** (que pensa ser Deus, tentando estar em tantos lugares ao mesmo tempo... Não basta ser mulher, mãe, esposa, pesquisadora e professora?) por me ensinar que projetos não são contratos, mas devem ser bem estruturados.*

*Agradeço também à **Felipe A. Ribeiro**, que fez a leitura crítica dessa dissertação. Além de impedir erros crassos e ensinar-me palavras novas, como corruptela, tem sido meu fiel amigo estilo ‘cão-de-pomar’.*

*Agradeço a todos os **cidadãos brasileiros** que pagam seus impostos e com isso permitem a Universidade de São Paulo manter o Programa Interunidades em Ensino de Ciências e a CAPES a me conceder um ano de bolsa.*

*Por fim, e com muito carinho, agradeço aos meus amigos **Ricardo M. Corrêa e Castro** e **Flávio A. Bockmann**, mais do que titulares ou professores doutores, evolucionistas e sistematas ‘peixólogos’, são companheiros e amigos dedicados, aos quais deposito um amor enorme e muita admiração.*

RESUMO

ROMA, V. N. Os livros didáticos de Biologia aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM 2007/2009): a evolução biológica em questão. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, Faculdade de Educação, Instituto de Biologia, Instituto de Física, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 2010.

As pesquisas sobre o ensino da evolução biológica e as teorias evolutivas dos últimos 30 anos apontam para obstáculos no processo de ensino e aprendizagem, desde a Educação Básica até a Superior, em vários países. Dos diferentes aspectos relevantes sobre a evolução biológica investigados até o presente momento a dissertação visou responder a pergunta: como a evolução biológica e as teorias evolutivas se apresentam na organização dos nove livros didáticos de Biologia avaliados e recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio 2007/2009? Objetivou-se, assim: (1) descrever a estrutura e o padrão de distribuição do conteúdo biológico compartilhado entre os nove livros didáticos de Biologia destinados ao ensino médio avaliados e recomendados pelo PNLEM (2007/2009) destacando a evolução biológica e Teorias Evolutivas; (2) descrever as unidades e/ou capítulos específicos dessas obras didáticas que tratem a evolução biológica e as teorias evolutivas como objeto de estudo; (3) localizar conceitos evolutivos pré-determinados ao longo de todas as obras didáticas amostradas de forma a identificar o padrão de distribuição dos assuntos que associem diretamente à evolução biológica. Para a execução do trabalho o quadro metodológico baseou-se na pesquisa qualitativa com as seguintes etapas: (1) levantamento do nome das unidades, capítulos, tópicos e sub-tópicos dos livros didáticos amostrados; (2) caracterização dos capítulos específicos por meio de categorias adaptadas da literatura; (3) localização de termos (unidades perceptíveis) diretamente relacionados aos conceitos evolucionismo, evolução biológica, seleção natural, adaptação biológica, ancestralidade, variação genética e filogenia no texto principal dos capítulos específicos e não-específicos da amostra.

Palavras-Chave: Biologia – Estudo e Ensino; Evolução; Livro Didático; Ensino e Aprendizagem.

ABSTRACT

ROMA, V. N. The Biology textbooks approved by the Brazilian National Program for High School Textbooks (PNLEM 2007/2009): the biological evolution in question. Master of Science Degree Dissertation, Faculdade de Educação, Instituto de Biologia, Instituto de Física, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 2010.

During the last 30 years, the research about teaching of biological evolution and evolutionary theories, points out to obstacles in the process of teaching and learning. This can be noted from elementary school level all the way through college level education, and it is present in several countries. Despite others aspects of biological evolution so far investigated, this dissertation is aimed to answer the following question: How are biological evolution and evolutionary theories presented in the organization of the nine Biology textbooks that have been evaluated and recommended by the Brazilian National Program for High School Textbooks (PNLEM 2007/2009)? To answer this question, this study is intended to do the following: (1) Describe the structure and distribution pattern of biological content shared among the nine high school biology textbooks evaluated and recommended by PNLEM (2007/2009), highlighting the biological evolution and evolutionary theory. (2) Describe the sections and/or specific chapters of these textbooks that approach biological evolution and evolutionary theories as objects of study. (3) Localize the evolutionary concepts predetermined over all the textbooks surveyed, to identify the distribution pattern of matters directly involving biological evolution. In order to achieve the goals of the present work, a methodological framework based on a qualitative approach was established by using the following steps: (1) Identification of the name of the sections, chapters, topics and subtopics of the sampled textbooks. (2) Characterization of the specific sections through categories adapted from the literature. (3) Localization of terms (perceptible units) directly related to the concepts evolution, biological evolution, natural selection, biological adaptation, ancestry, genetic variation and phylogeny in the main body of the specific and non-specific sections of the sample textbooks.

Key words: Biology – Study and Teaching; Evolution; Textbook; Teaching and Learning.

SUMÁRIO

Percurso: Da imaginação infantil ao Ensino de Ciências.....	I
Justificativa do Problema de Pesquisa: A evolução biológica nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio	IV
Pergunta e Objetivos de Pesquisa: A evolução biológica nos livros didáticos de Biologia – para quê?	VI
Capítulo 1. A Evolução Biológica no contexto científico: As mudanças do pensamento biológico	1
<i>As espécies mudam! Mas, nem sempre, se pensou assim...</i>	2
<i>Evolução: progresso, transformação ou descendência com modificação?</i>	4
<i>As mudanças no pensamento biológico quanto a origem da diversidade biológica</i>	4
<i>Foi necessária uma Síntese...</i>	10
<i>Depois da Síntese Moderna...</i>	13
Capítulo 2. A Evolução Biológica no contexto escolar: Os obstáculos no processo de ensino e aprendizagem.....	16
<i>As perguntas da Biologia: a estrutura, o funcionamento e a evolução dos seres vivos</i>	17
<i>Obstáculos no processo de ensino e aprendizagem do Ensino de Evolução</i>	20
Lamarckismo vs Darwinismo	22
A relação entre variabilidade populacional e seleção natural no processo evolutivo	23
O papel da seleção natural e a origem das adaptações no processo evolutivo	23
Gradualismo vs Saltacionismo	24
Capítulo 3. Os Livros Didáticos: A ciência didatizada.....	25
Os Livros Didáticos como objetos de pesquisa.....	26
Programas de avaliação dos Livros Didáticos brasileiros: PNLD e PNLEM	27
A evolução biológica nos livros didáticos: materialização dos currículos.....	33
Capítulo 4. Quadro Metodológico: Etapas de trabalho	39

<i>Abordagem de Pesquisa: qualitativa</i>	40
<i>A construção do corpus de análise</i>	40
<i>Escolha dos livros didáticos</i>	40
<i>Como avaliar a estrutura e o conteúdo biológico dos livros didáticos escolhidos?</i>	41
<i>Descrição das unidades e/ou capítulos específicos sobre a evolução biológica e Teorias Evolutivas dos livros didáticos amostrados</i>	42
<i>Como determinar o padrão de distribuição dos temas que abordam aspectos evolutivos?</i>	44
Capítulo 5. Apresentação dos resultados e discussão Os livros didáticos e a evolução biológica	48
<i>A organização estrutural do conteúdo biológico dos Livros Didáticos aprovados pelo PNLEM 2007/2009</i>	49
<i>As áreas da disciplina escolar de Biologia</i>	50
<i>Os objetos de estudo da disciplina escolar de Biologia</i>	52
<i>Caracterização das unidades e/ou capítulos específicos de evolução biológica e das Teorias Evolutivas dos Livros Didáticos aprovados pelo PNLEM 2007/2009</i>	63
<i>Localização de conceitos evolutivos determinados no texto principal dos Livros Didáticos aprovados pelo PNLEM 2007/2009</i>	69
Capítulo 6. Considerações Finais: De volta ao problema de pesquisa	82
<i>Como a evolução biológica e as teorias evolutivas são apresentadas na organização dos nove livros didáticos de Biologia avaliados e recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio 2007/2009?</i>	83
Referências Bibliográficas	86
ANEXOS	91

PERCURSO

Da imaginação infantil ao Ensino de Ciências

Em um dia qualquer na graduação, sentindo aquele aroma peculiar de café, cigarro e naftalina, um dos meus professores favoritos, sentado a sua mesa de trabalho, contou-me sobre o desejo do filho em se tornar geólogo. Surpreso, indagou: “*Menino, por que você quer ser geólogo, se nunca te vi carregando uma única pedra?*”. Profissão, ele dizia, “*é estilo de vida*”¹. Daquele dia em diante, eu percebi que levava jeito para ser bióloga. Afinal, quantas crianças você conhece que brincavam com formigas, besouros e louva-deus e tornaram-se contadoras?

Assim como em um trabalho de pesquisa, foi necessário fazer inúmeras escolhas antes de chegar até aqui. Tudo começou na infância quando me perguntei sobre meu destino profissional: ser arqueóloga, médica veterinária ou médica legista? A afinidade pela Arqueologia certamente deve-se aos filmes de Indiana Jones (duvido que você não tenha tido vontade de ter um chapéu como aquele ou saber usar um chicote). A afinidade pela medicina veterinária, por sua vez, está relacionada ao meu interesse por animais. Já afinidade por medicina legal... Talvez alguns anos a mais de análise permitam-me descobrir a razão! Porém, já adulta, na hora de marcar a opção de curso, eis que direito foi o escolhido. Então, em 1996, mudei de Santos à Caxias do Sul, Serra Gaúcha e, iniciei a graduação em Direito na Universidade de Caxias do Sul (UCS).

O semestre passou tranqüilamente, estudando Filosofia do Direito, Introdução ao Direito, Ciência Política, entre outras. Já no segundo semestre... Direito Cível e Penal. Encarei a realidade: não queria ser advogada. Imaginei-me tendo seis cursos de Direito Cível nos próximos cinco anos da minha vida e definitivamente não foi a melhor visão. Na UCS, uma instituição privada, a reopção de curso é pouco burocrática e sem ter ainda uma ideia clara retomei minhas escolhas minha infância. Já estava crescida para fugir de rochas gigantes ou de pessoas armada por causa de objetos mágicos com valor arqueológico. Estudar medicina, seja humana ou veterinária, também não me motivava mais. Então, pensei em quais disciplinas da escola gostava. Imediatamente veio à cabeça Ciências e Biologia. Nesse período, a ovelha Dolly e as discussões sobre clonagem estavam na ‘crista midiática’, o que foi um ‘empurrão’ a mais para definir minha escolha pelo curso de Biologia. Logo em 1997, iniciei o curso e não tardou para procurar estágio em um programa de Iniciação Científica (IC) no Instituto de Biotecnologia da UCS, onde conheci meu primeiro orientador, Prof. Dr. Juan Carrau. Além de vitivinicultor, ele é responsável pelo laboratório de Enobiotecnologia, onde desenvolvi

¹ “*Biologia não é profissão, é estilo de vida*”. Esse foi um dos motes do Prof. Dr. João Maria de Franco Camargo, grande naturalista evolucionista, referência mundial em meliponídeos, falecido dia 07 de setembro de 2009.

atividades de pesquisa na seleção de cepas de leveduras encontradas em videiras cultivadas organicamente. Também tive a oportunidade de participar de eventos científicos da área e apresentar trabalhos nos moldes acadêmicos. Assim, a vida acadêmica na Biologia parecia um bom caminho para o futuro.

Por motivos pessoais, resolvi regressar ao estado de São Paulo, sem ter concluído o curso. Mudei para Ribeirão Preto, onde nasci, e decidi tentar a transferência para o *campus* da Universidade de São Paulo (USP), na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP). Foram três anos e três tentativas. Neste ínterim, frequentei curso preparatório para o vestibular, enquanto estudava no curso noturno de Biologia do Centro Universitário Barão de Mauá. Por ter experiência na área de microbiologia aplicada, conheci o Prof. Dr. João Atilio Jorge, do departamento de Biologia, da ‘Filô’². Comecei minha segunda IC, em enzimologia (buscávamos caracterizar a enzima trealásica produzida pelo fungo *Trichoderma reesei*).

Na última tentativa de transferência, em 2002, (re)iniciei o curso de Ciências Biológicas. Desisti da enzimologia e comecei um curto estágio em biologia molecular, na construção de ferramentas moleculares para mutação em larga escala do fungo *Candida albicans*. Perceba que insisti na idéia de trabalhar em *hard science*, ao nível molecular. Obviamente, o estágio deveria ser curto mesmo... Enquanto isso, durante os três anos de graduação, percebi haver dois grupos de professores: aqueles que ensinavam suas disciplinas com uma abordagem evolutiva e aqueles que usavam outra abordagem. Não sei se essas categorias possuem limites tão reais e nítidos para meus colegas como para mim. E foi com grupo dos Biólogos Evolucionistas que me identifiquei. Aos poucos, o conhecimento biológico adquirido em diferentes áreas foi ganhando um ‘denominador comum’: a evolução biológica. Confesso ter ‘comprado’ a idéia evolucionista. Ainda mais porque tive (e tenho) ótimas referências... João Maria de Franco Camargo, Ricardo Macedo Corrêa e Castro, Flávio Alicino Bockmann, Dalton de Souza Amorin, entre outros.

Foi nas aulas da disciplina de Prática de Ensino em Biologia (PEBio) que tive meu primeiro contato com pesquisas realizadas sobre ensino de evolução. Como consequência, um dos meus trabalhos na disciplina foi sobre esse tema. A experiência foi positiva e motivadora. Associada às aulas de licenciatura, fiz uma nova tentativa de IC, mas dessa vez em Sistemática Filogenética. Meu novo orientador seria meu colega de trabalho nos estágios da Licenciatura, o doutorando (na época) Adolfo Ricardo Calor. Decidimos estudar a origem de Hexapoda e, como proposta nada modesta, fazer uma revisão bibliográfica sobre o assunto. O projeto não foi para frente, pois não ‘topei’ ficar mais um ano na faculdade para tirar o diploma de bacharel.

² Corruptela para da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto.

Formei-me em 2004 apenas como licenciada. Prestei concursos, processos seletivos para *trainee*, lecionei no Ensino Básico... Em sala de aula, na época como professora recém-formada, decidi retomar os estudos. Em 2007 comecei a pensar na possibilidade de fazer uma pós-graduação na área de Educação. Entre idas e vindas à Ribeirão Preto, conversando com o Prof. Marcelo Tadeu Motokane (meu professor de PEBio), surgiu a oportunidade em fazer um mestrado. Estabelecemos, então, uma aliança acadêmica: tornei-me sua orientada de mestrado do Programa Interunidades em Ensino de Ciências.

“Com o que você gostaria de trabalhar?”, perguntou-me meu futuro (atual) orientador. Sem titubear, respondi que gostaria de trabalhar com filogenia! As filogenias representam hipóteses das relações de parentesco evolutivo entre os seres vivos. Atualmente, dentro da Sistemática, um método amplamente utilizado pela comunidade científica para fazer as reconstruções filogenéticas é o cladista, proposto pelo entomólogo taxonomista Willi Hennig (1965). O método baseia-se no uso de características derivadas dos caracteres ancestrais comuns aos seres vivos. Uma filogenia pode ser representada por um diagrama, conhecido como genealogia, o qual mais utilizado pela sistemática filogenética é o cladograma. As filogenias são importantes ferramentas para subsidiar sistemas de classificação que reflitam as relações de parentesco evolutivo e, dessa forma, organizar a diversidade biológica em uma perspectiva evolutiva. Assim, passamos a estudar a possibilidade de uso dos conceitos filogenéticos como base de organização do currículo de Biologia.

Porém, nosso problema de pesquisa não parava de sofrer mudanças, sendo que, a maior delas, foi perceber que, apesar de uma ferramenta interessante, o uso de filogenias não faz sentido se não houver o desenvolvimento do raciocínio evolutivo. Concentrei-me, então, no ensino da evolução biológica no contexto escolar básico, que culminou nessa dissertação de mestrado.

A dissertação está estruturada na delimitação do problema de pesquisa, da pergunta e dos objetivos, seguidos de seis capítulos. Os três primeiros capítulos compreendem o quadro teórico. O capítulo 1 aborda a evolução biológica no contexto científico, em um breve resgate do desenvolvimento do pensamento evolutivo, enfatizando o trabalho de Charles R. Darwin. O capítulo 2, por sua vez, trata da evolução biológica no contexto escolar, destacando os principais obstáculos no processo de ensino e aprendizagem encontrados na literatura específica. O capítulo 3 discute o livro didático como objeto de pesquisa, enfatizando o processo de avaliação e recomendação desses materiais didáticos proposto pelo governo brasileiro. O capítulo 4 descreve o quadro metodológico e a construção do *corpus* de análise. O capítulo 5 descreve os resultados obtidos, ao mesmo tempo em que fazemos a discussão. Por fim, o capítulo 6 apresenta as considerações finais, que encerram essa dissertação.

JUSTIFICATIVA DO PROBLEMA DE PESQUISA

A evolução biológica nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio

Concordo com Chevallard (1991) à respeito da distinção entre o saber acadêmico e o saber escolar, pois esses saberes são considerados de natureza e de funções sociais distintas. O autor discute o complexo processo de transformações do saber acadêmico para o saber escolar – a transposição didática. No campo escolar, o conhecimento biológico é modificado para atender os objetivos da educação, os quais envolvem escolhas pedagógicas, políticas, sociais, econômicas e culturais dos autores envolvidos no processo (autores de livros didáticos, professores, alunos, etc.). A Biologia como ciência de referência passa a ser um componente curricular que deve contemplar não só a produção científica *per se*, mas, também, discutir a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA); explicar os problemas do cotidiano e propiciar elementos científicos que fundamentem o desenvolvimento do senso crítico e da cidadania. Chevallard (1991) afirma que esse movimento de transformação do saber acadêmico em saber escolar se faz em diferentes instâncias ou etapas. Ele identifica a transposição externa, que se passa no plano do currículo formal e/ou dos livros didáticos, e a transposição interna, que ocorre em sala de aula no momento em que o professor atua. Marandino (2004, p. 97), interpretando Chevallard, afirma que é na noosfera¹ que se ‘filtra’ o saber acadêmico e o saber ensinado na sala de aula, pois nela (na noosfera) produz-se o ‘saber a ser ensinado’, expresso tanto nas propostas curriculares como nos livros didáticos.

Contudo, quaisquer que sejam os mecanismos de transformação do conhecimento científico e seus resultados, espera-se que as bases teóricas que fundamentam a Biologia perpassem o Ensino Básico com a maior acuidade conceitual possível – respeitando possíveis limitações impostas pelo sistema educacional – uma vez que o conhecimento científico transposto permite à população escolar acesso à produção científica de um período; aos tipos de raciocínio e métodos; às perguntas e objetos de estudo, entre outros. Aqui pretende-se exercer a vigilância epistemológica, ou seja, averiguar as possíveis deformações e adaptações previstas no processo de transposição didática, para que não resultem por descaracterizar o saber acadêmico.

Atualmente, a evolução biológica e os modelos explicativos constituem elementos estruturais da Biologia moderna. Os modelos explicativos (teorias evolutivas) para as modificações sofridas pelos seres vivos ao longo do tempo geológico (evolução biológica) estabelecem um campo do conhecimento próprio, que envolve inúmeras premissas e hipóteses, como, por exemplo, a

¹ Segundo Marandino (2004, p. 97) a noosfera compreende o espaço de interação entre o sistema educacional *stricto sensu* e a sociedade. Nesse espaço ocorre o conflito entre aqueles que ocupam a função educacional, por exemplo, os professores, e demais membros da sociedade, por exemplo, os cientistas. É na noosfera que acontece as negociações daquilo que deve ser ensinado.

semelhança entre os organismos explicada pelo compartilhamento de um ancestral comum em um dado momento histórico. As diferentes disciplinas, como a biologia molecular, genética clássica, genética de populações, paleontologia, ecologia, sistemática e biogeografia, embriologia, entre outras, abordam a evolução biológica sob variados pontos de vista, o que permite união e integração das partes do conhecimento biológico. Smocovitis (1992) afirma que a evolução biológica e as teorias evolutivas receberam grande destaque no cenário político e científico, principalmente nas décadas de 1930 e 1940 com a consolidação da Síntese Moderna. Partindo da permissão que a comunidade científica aceita o *status* de centralidade da evolução biológica, defendo que, potencialmente, o ensino da evolução biológica e dos modelos explicativos nos permite uma compreensão ampla dos fenômenos naturais relacionados à origem e diversidade dos seres vivos e da construção de um eixo organizador do conhecimento biológico, tanto para a ciência de referência, quanto para a disciplina escolar. Dessa forma, concebo que a ideia de vigilância epistemológica nesse trabalho como averiguação da organização dos conteúdos biológicos em um eixo evolutivo, como sugerido pelas bases educacionais do governo brasileiro.

Os livros didáticos são importantes veículos da informação científica, didatizada e disponibilizada para a população escolar em geral. Consequentemente, o conteúdo relacionado à evolução biológica presente nesses tipos particulares de materiais influencia direta ou indiretamente o desenvolvimento do raciocínio evolutivo dos jovens em idade escolar e futuros cidadãos. Desde 1995 o governo federal avalia os livros didáticos destinados ao Ensino Fundamental, por meio do Programa Nacional do Livro Didático, o que induz mudanças na qualidade dos mesmos. Porém, o estudo aprofundado da evolução biológica e das teorias evolutivas concentra-se nos livros didáticos de Biologia destinados ao Ensino Médio. A partir de 2007, esses materiais passaram pelo processo de avaliação do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio antes de sua distribuição às escolas públicas brasileiras. Isso estimulou a análise da evolução biológica presente nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio avaliados e recomendados pelo programa.

PERGUNTA E OBJETIVOS DE PESQUISA

A evolução biológica nos livros didáticos de Biologia – para quê?

Dos aspectos relevantes sobre o tema evolução biológica investigados até o presente momento – como as concepções prévias dos alunos e possíveis mudanças conceituais durante o processo de ensino e aprendizagem, as concepções dos professores, a relação entre ciência e religião, as estratégias de ensino, entre outros – optou-se em responder a pergunta: ***como a evolução biológica e as teorias evolutivas são apresentadas na organização dos nove livros didáticos de Biologia avaliados e recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio 2007/2009?***

Objetivou-se, assim:

- descrever a estrutura e o padrão de distribuição do conteúdo biológico compartilhado entre os nove livros didáticos de Biologia destinados ao Ensino Médio avaliados e recomendados pelo PNLEM 2007/2009, destacando a evolução biológica e teorias evolutivas;
- descrever as unidades e/ou capítulos específicos dessas obras didáticas que tratem a evolução biológica e as teorias evolutivas como objeto de estudo;
- localizar conceitos evolutivos determinados ao longo de todas as obras didáticas amostradas de forma a identificar o padrão de distribuição dos assuntos que associem diretamente à evolução biológica.

CAPÍTULO 1. A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO CONTEXTO CIENTÍFICO

As mudanças do pensamento biológico

Nas discussões do grupo Lince, durante o desenvolvimento dessa dissertação, foi recorrente a questão: “*Afinal, podemos ensinar Biologia ‘direito’ sem a evolução biológica e seus modelos explicativos?*”. Sim, podemos. Bons professores de Biologia, na medida do possível, dão boas aulas de Biologia em geral, com ou sem o uso da evolução biológica. Porém, defendo o ensino da evolução biológica e a forma de raciocínio originada desse fenômeno natural como base integradora do conteúdo biológico. Assim, esse capítulo tem como objetivo resgatar brevemente o desenvolvimento do pensamento evolutivo, que caracteriza a Biologia Evolutiva.

AS ESPÉCIES MUDAM! MAS, NEM SEMPRE, SE PENSOU ASSIM...

Sean B. Carroll, biólogo e pesquisador de Biologia Evolutiva do Desenvolvimento (EVO-DEVO)¹, inicia seu livro de divulgação científica **Infinitas formas de grande beleza** narrando o seguinte momento pessoal:

Em uma recente visita à escola primária de meus filhos, estive observando os desenhos das crianças, que decoravam os corredores. Entre paisagens e gente, havia muitas ilustrações de animais. Chamou-me a atenção que, dentre todas as espécies do planeta, o mamífero mais representado fosse a zebra, e de todos os animais, o preferido era a borboleta. Nós moramos em Wisconsin e estávamos em pleno inverno, portanto as crianças não desenhavam o que viam pela janela. Então, porque tantas borboletas e zebras? Tenho certeza de que esses trabalhos de arte refletem a profunda ligação entre as crianças e as formas animais – seus formatos, padrões e cores (CARROLL, 2006, p. 9).

Concordo com o autor, tanto pelo sentimento de ligação quanto pela preferência por borboletas. *Vanessa* constitui um gênero de borboletas da família Nymphalidae, apesar do meu encanto por elas, não as considero as mais bonitas ou as mais exóticas entre as cerca de 180 mil espécies de borboletas e mariposas já descritas. Apenas os ninfalídeos somam cerca de 7200 espécies e ocorrem em todos os continentes, com exceção da Antártica.

Como é possível existir 180 mil padrões de lepidópteros? Por meio do processo científico investigam-se as respostas a essa pergunta, o que resulta em modelos explicativos: as teorias e as hipóteses. Há séculos almeja-se explicar os mecanismos biológicos envolvidos na origem da diversidade biológica, devido, em partes, ao encantamento que ela causa. Na obra **O desenvolvimento do pensamento biológico**, Mayr (1998) escreveu sobre a diversidade biológica:

Difícilmente qualquer aspecto da vida é mais característico que sua quase ilimitada diversidade. Não existem dois indivíduos, nas populações sexualmente reproduzíveis, que sejam iguais, nem duas populações da mesma espécie, nem duas espécies, nem dois táxons superiores, nem quaisquer associações, e assim ad infinitum. Para qualquer lado que olhamos, encontramos a singularidade, e a singularidade acarreta a diversidade (MAYR, 1998, p. 161).

¹ Tradução para *Evolutionary Developmental Biology* (EVO-DEVO).

Inúmeros personagens históricos, em particular da Biologia, buscaram por quase toda a sua vida essa resposta. Talvez um dos mais importantes tenha sido Charles R. Darwin (1809-1882), devido ao seu trabalho de síntese de 1859 intitulado **Sobre a Origem das Espécies por Meio da Seleção Natural, ou a Preservação de Raças Favorecidas na Luta pela Vida**². Darwin (1859) finaliza seu livro, escrevendo:

*É interessante contemplar uma margem emaranhada, atapetada por muitas plantas de diversos tipos, de pássaros cantando nos arbustos, de vários insetos voando sobre elas [plantas e arbustos], e de vermes rastejando pela terra úmida, e refletir que essas formas elaboradamente construídas, tão diferentes umas das outras, e dependentes [uma das outras] em um modo tão complexo, foram todas produzidas por leis agindo à nossa volta. Estas leis, tomadas no sentido mais amplo, são do Crescimento e da Reprodução; da Herança que está quase implícita na reprodução; da Variabilidade pela ação direta e indireta das condições externas da vida e pelo uso e desuso, da Taxa de Crescimento [da população] tão elevado que leva a uma Luta pela Vida, e como consequência a Seleção Natural, o que implica na divergência dos caracteres e na extinção de formas menos melhoradas. Assim, a partir da guerra da natureza, da fome e da morte, temos o objeto mais admirável que somos capazes de conceber, que é a produção de animais superiores, segue diretamente. Há grandeza nesta interpretação da vida, com seus vários poderes, tendo sido originalmente sopradas em poucas formas ou em uma, e isso, enquanto o planeta foi orbitando de acordo com as leis fixas da gravidade, a partir de um princípio tão simples em que infinitas formas mais belas e mais maravilhosas, que têm e ainda estão se modificando (DARWIN, 1859, p.490-491, tradução nossa).*³

Ao longo da história, a Ciência vem aperfeiçoando os procedimentos capazes de construir os modelos explicativos – transitórios – mais eficientes e que nos permitem compreender os fenômenos naturais, como o surgimento de novas espécies. As descobertas e os novos entendimentos dos fatos promovem a superação dos modelos vigentes. Assim, muito mais do que admite-se mudou e continuará mudando. O mesmo acontece com o conhecimento sobre a evolução biológica pré e pós-darwiniana, que vem sendo construído e constantemente debatido, mesmo que, por vezes, algumas ideias mantenham-se potencialmente inalteradas.

É pertinente distinguir o fenômeno da evolução biológica dos modelos explicativos (teorias e hipóteses). Parte-se, dessa forma, da definição ampla de evolução biológica: “*mudança nas propriedades dos grupos de organismos ao longo das gerações*” (FUTUYMA, 2005, p. 2, tradução

² Título original: *On the Origin of Species by means of Natural Selection, or the preservation of favoured races in the Struggle for Life*. Disponível on-line no endereço eletrônico <http://darwin-online.org.uk/pdf/1859_Origin_PC-Virginia-Francis-F373.pdf> Acesso em 8 abr. 2009.

³ Trecho original: *It is interesting to contemplate an entangled bank, clothed with many plants of many kinds, with birds singing on the bushes, with various insects flitting about, and with worms crawling through the damp earth, and to reflect that these elaborately constructed forms, so different from each other, and dependent on each other in so complex a manner, have all been produced by laws acting around us. These laws, taken in the largest sense, being Growth with Reproduction; Inheritance which is almost implied by reproduction; Variability from the indirect and direct action of the external conditions of life, and from use and disuse; a Ratio of Increase so high as to lead to a Struggle for Life, and as a consequence to Natural Selection, entailing Divergence of Character and the Extinction of less-improved forms. Thus, from the war of nature, from famine and death, the most exalted object which we are capable of conceiving, namely, the production of the higher animals, directly follows. There is grandeur in this view of life, with its several powers, having been originally breathed into a few forms or into one; and that, whilst this planet has gone cycling on according to the fixed law of gravity, from so simple a beginning endless forms most beautiful and most wonderful have been, and are being, evolved.*

nossa)⁴. A partir disso, inicia-se o quadro teórico que resgata o desenvolvimento dos modelos explicativos da evolução biológica.

EVOLUÇÃO: PROGRESSO, TRANSFORMAÇÃO OU DESCENDÊNCIA COM MODIFICAÇÃO?

Gould (2002; 2006) lembra que o termo evolução, pode-se assim dizer, é recente na história do pensamento evolutivo e nem sempre teve o significado proposto por Darwin de ‘descendência com modificação’. Do latim *evolvere* significa ‘desenrolar’ e foi apropriado no século XVIII pelo preformista⁵ Albrecht Von Haller (1708-1777), que acreditava ser adequado para expressar a idéia de que havia homúnculos dobrados dentro dos órgãos reprodutores, e que cresciam durante o desenvolvimento embriológico (GOULD, 2006, p. 26). Percebe-se, então, que o conceito de evolução estava ligado à idéia de progresso. No século XIX muitos trabalhos originais não utilizavam o termo evolução como mudança orgânica. Jean-Baptiste Antoine de Monet de Lamarck (1744-1829) optou por ‘transformação’; Darwin, ‘descendência com modificação’ e Ernst Haeckel (1834-1919), ‘transmutação’. O trabalho de ligar evolução à ‘descendência por modificação’ ficou a cargo de Herbert Spencer (1820-1903), filósofo inglês adepto do positivismo e responsável pela expressão ‘sobrevivência do mais apto’. Nas palavras de Gould (2006, p. 27), “*aquele incansável vitoriano, doutor em quase tudo*”, cooptou o termo evolução, já em desuso acadêmico, para descrever a mudança dos seres vivos. Naquela época, a mudança orgânica estava fortemente ligada à ideia de que processos orgânicos permitiam o aumento uma complexidade crescente dos seres vivos. Salienta-se haver uma significativa diferença, pois os processos transformacionais ou ontogênicos (estágios de transformações, na qual um organismo se desenvolve até a forma adulta) não são sinônimos de processos variacionais ou populacionais (distribuição de características variantes que mudam ao longo das gerações de uma população, e não as características de organismos individuais). Ainda hoje, há grande dificuldade em desvincular a idéia de evolução de progresso.

AS MUDANÇAS NO PENSAMENTO BIOLÓGICO QUANTO A ORIGEM DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA

Meu orientador brinca no grupo que se um pesquisador fizer um extenso resgate histórico da interpretação de qualquer fenômeno natural, provavelmente tudo começa com um grego. Assim, ao invés de tratar da origem das espécies desde a Grécia antiga, opto aqui por discutir três mudanças

⁴ Trecho original: *Biological (or organic) evolution, [...] is change in the properties of groups of organisms over the course of generations.*

⁵ Os preformistas acreditavam que novos indivíduos surgiam a partir de versões deles próprios em miniatura e que, simplesmente, se desdobravam durante o crescimento. Havia dois tipos de preformistas: os ovistas, que acreditavam haver um ser em miniatura nos ovários; e os animaculistas, que defendiam a existência de um homúnculo dentro do espermatozoide humano (ASTOLFI e DEVELAY, 2006, p. 18-19).

significativas na forma de representação do pensamento biológico em relação à origem da diversidade biológica ao longo do tempo. Delimito, então, três possíveis concepções que explicam a origem da diversidade biológica: **fixismo**, **transformismo** (ou **transmutacionismo**) e **evolucionismo**. Na Figura 1 estão apresentados os três diagramas das mudanças históricas de representação de cada uma das concepções. O fixismo (Figura 1A) considera que as espécies têm origens independentes, em qualquer recorte histórico, e que se mantêm constante ao longo do tempo, isto é, não há quaisquer mudanças na forma das espécies. Esta visão implica considerar os seres vivos formas constantes e descontínuas. A primeira grande mudança no pensamento biológico começa com o transformismo (Figura 1B). Apesar de também presumir a origem independente entre as espécies, essa corrente concorda que as espécies mudam ao longo do tempo. No caso, o transformismo assume a transformação de uma espécie em outra, em uma escala progressiva de complexidade. Por fim, a segunda grande mudança inicia-se com o evolucionismo (Figura 1C) que também considera a mudança das espécies ao longo do tempo. Porém, parte do princípio de que existe uma origem comum entre os organismos, e que o surgimento de novas outras espécies não implica, necessariamente, na transformação de uma espécie em outra.

Figura 1. Diagrama de representação da natureza da origem das espécies: **(A)** fixismo; **(B)** transformismo (apesar da idéia de mudança das espécies, ainda existe o princípio de origens independentes); e **(C)** evolucionismo. Atualmente a analogia da ‘**árvore da vida**’, padrão ramificado da diversificação das espécies no pensamento evolucionista, tem suas limitações, pois quando foi proposta, há quase 150 anos, eram desconhecidas as evidências de que haveria transferência horizontal de material genético entre espécies (comuns em bactérias), o que transformaria a árvore em uma teia ou rede. O ícone ○ significa origem. Adaptado de Ridley (2004, p. 32 e 36) e Futuyma (2005, p. 5).

O transformismo como idéia da mutabilidade das espécies ao longo do tempo remonta o século XVII. Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) e Erasmus Darwin (1731-1802), por exemplo, já argumentavam contra a essência fixa das espécies, e estavam interessados na hipótese de transformação de uma espécie em outra, contrapondo-se ao fixismo. Porém, nenhum dos intelectuais anteriores organizou uma teoria transformista de forma sistematizada que explicasse como e porque as espécies mudam.

Um marco importante no desenvolvimento do pensamento evolutivo moderno foi a publicação em 1809 do livro *Philosophie Zoologique*, de Lamarck (1744-1829). Lamarck disponibilizou à comunidade científica da época um conjunto de evidências sistematizadas e um

modelo explicativo do mecanismo de mudança das espécies. Apesar das poucas evidências paleontológicas na época que pudessem fundamentá-lo, ele propôs uma teoria de progressão dos animais, justificada por meio de estudos comparativos detalhados dos seres vivos, especialmente invertebrados. Um dos objetivos foi mostrar como os principais sistemas biológicos exibiam um aumento de complexidade ao longo de uma escala de perfeição dos animais.

Martins (1997, p. 34) revela que Lamarck buscava construir um sistema de leis que explicasse a variação das espécies, sem evocar “*qualquer interferência divina direta*”. Para ele, Deus teria criado a natureza e, esta, por sua vez, originado todos os seres vivos. A autora afirma que, para Lamarck, a natureza “*era considerada como uma ordem ou estado das coisas estando sempre sujeita a regularidades imutáveis, ou seja, a leis*” (MARTINS, 1997, p. 34). Ele conjecturava que as linhagens de espécies persistiam indefinidamente na forma de outras, evocando o princípio da transformação. Para explicar como os organismos se transformavam ao longo das gerações, ele apoiou-se em quatro leis: (1) tendência ao aumento da complexidade; (2) o surgimento de estruturas em função da necessidade; (3) uso e desuso; e (4) herança por caracteres adquiridos. No transformismo lamarckiano, as espécies surgiam por geração espontânea a partir da matéria inanimada. Cada nova linhagem sofria modificações graduais em resposta ao ambiente e em direção a formas cada vez mais perfeitas. Havia um mecanismo desconhecido e intrínseco aos indivíduos que os levavam a produzir uma prole um pouco diferente, e, assim, ao longo de muitas gerações, haveria transformações suficientes para o surgimento de uma nova espécie. Atualmente considera-se que o padrão de transformação de Lamarck contrapõe-se a natureza fixista das espécies e é conhecido como transformacionismo ou transformismo⁶. Nesse modelo, os organismos estão organizados pela grande cadeia dos seres, numa ordem crescente de perfeição.

Na proposta de Lamarck o surgimento de peixes cegos de caverna poderia ser explicado da seguinte forma: os olhos não seriam mais necessários para a sobrevivência desses animais. De alguma forma, a falta de necessidade seria ‘percebida’ pelos indivíduos e, ao longo do desenvolvimento e crescimento, os órgãos da visão atrofiariam. A característica adquirida pelos animais passaria à prole e com o tempo, uma lagoa dentro de uma caverna deixaria de ter peixes com olhos para ter indivíduos cegos.

Os mecanismos defendidos por Lamarck encontraram fortes opositores. August Weismann (1834-1914), naturalista alemão e defensor do evolucionismo, tornou-se um célebre anti-lamarquista. Weismann é autor do famoso experimento com as caudas de ratos. Durante inúmeras gerações, o pesquisador cortou sistematicamente as caudas da prole dos ratos e demonstrou que não havia

⁶ As leis da herança de caracteres adquiridos e de uso e desuso não são de autoria de Lamarck, pois os princípios já eram discutidos por Platão na Grécia Antiga. Contudo, por uma questão de convenção (estereotipada) no estudo do desenvolvimento do pensamento evolutivo, dá-se a essas leis a denominação de Lamarckismo.

qualquer modificação no comprimento da cauda dos descendentes dos animais mutilados. Weismann motivou posteriormente extensivas pesquisas que demonstrassem evidências contra as mudanças hereditárias induzidas por condições ambientais.

Gould (2002, p. 170-174) declara que apesar da importância de Lamarck para o desenvolvimento do pensamento evolutivo moderno, Georges Cuvier (1769-1832) criticou arduamente Lamarck, em um tom extremamente pessoal, condenando o transformacionismo. Os seus seguidores continuaram a defender o fixismo, tornando ortodoxos os princípios transformistas na comunidade científica. Na escola de Cuvier buscavam-se os planos fundamentais que delimitavam os diferentes tipos de espécies. Em meados do século XIX, a maioria aceitava as idéias de Cuvier, na qual cada espécie tinha uma origem separada e que permanecia constante até sua extinção.

Já o evolucionismo fundamenta uma das teorias científicas mais instigantes do século XX. Apesar de mais de 300 anos do desenvolvimento do pensamento evolutivo, muitos pesquisadores de diferentes áreas consideram como marco histórico a publicação da *Origem*. Foi por meio dela que houve uma mudança significativa na forma de representação da natureza. Para Darwin, todos os seres vivos estariam conectados uns aos outros por meio da **árvore da vida**, ou seja, que as espécies compartilham uma origem comum e diversificaram-se em um padrão ramificado (Figura 2C). Nas palavras de Mayr (2005):

Nenhum outro livro, exceto a Bíblia, teve um impacto maior em nosso moderno pensamento. Espero ser capaz de mostrar que tal avaliação é justificada, não só porque Darwin, mais do que qualquer outro, foi responsável pela aceitação de uma explicação secular do mundo, mas também, porque revolucionou nosso pensamento sobre a natureza deste mundo de muitas outras maneiras surpreendentes (MAYR, 2005, p. 99).

Os fixistas posicionaram-se ferozmente contra o evolucionismo, pois o trabalho de Darwin contrapunha-se a pilares religiosos milenares. Na época, a *Origem* encontrou um mundo científico ainda baseado em correntes deístas⁷, que previam a existência de um ‘projetista’ (Deus) e de um propósito no mundo. Tanto o fixismo quanto transformismo agregavam em suas explicações fatores sobrenaturais ligados ao deísmo.

A cada nova edição da *Origem*, num total de seis, Darwin incrementava seus argumentos como resposta aos seus críticos, trazendo como legado uma base empírica fundamentada: (1) a favor da mudança das formas orgânicas por meio da ‘descendência com modificação’; (2) a origem comum entre as espécies; (3) a variação populacional e (4) o gradualismo. Sua importância deve-se, também, à defesa de um mecanismo evolutivo poderoso reconhecido ainda hoje pela comunidade científica: a seleção natural (MAYR, 2006).

⁷ Postura filosófica-religiosa baseada na existência de um único Deus criador.

Darwin (1859) explica que, assim como ocorre o surgimento de indivíduos de uma população portadores de variações úteis aos homens – como vacas que produzem mais leite – há variações nos indivíduos das populações naturais e que tais variações podem ser úteis “*nas grandes e complexas batalhas da vida*” (DARWIN, 1859, p. 80). Ele continua:

[...] podemos duvidar (lembrando que nascem muito mais indivíduos do que podem sobreviver) que indivíduos que possuem qualquer vantagem, ainda que ligeira, sobre os outros, teria a melhor chance de sobreviver e de procriar sua espécie? Por outro lado, podemos sentir-se seguro de que qualquer variação no menor grau de prejuízo seria rigidamente destruído. Essa preservação de variantes favoráveis e a rejeição de variantes prejudiciais, eu chamo de **seleção natural** (DARWIN, 1859, p. 80-81, grifo nosso).⁸

Gould (2002, p. 13) afirma que a seleção natural baseia-se em três fatos: (1) o potencial biótico (capacidade potencial que todo organismo possui em produzir descendentes); (2) a variação populacional; e (3) as características biológicas herdáveis de uma geração para outra. Por meio desses três fatos observados e registrados, Darwin inferiu a média do sucesso reprodutivo diferencial, uma vez que a variação populacional permite a existência fortuita de indivíduos mais bem adaptados ao ambiente e, que as características que permitem o melhor desempenho são passadas para as próximas gerações. Assim, entende-se a seleção natural como um processo que atua sobre a variabilidade populacional, implicando a alteração da frequência de indivíduos portadores de características que permitem minimizar as limitações impostas pelo ambiente.

É fato que as grandes descobertas na verdade são resultados do esforço comum entre várias pessoas, contudo a autoria da teoria da evolução por seleção natural, também creditada a Alfred R. Wallace (1823-1913), ficou conhecida como Darwinismo⁹. Darwin e Wallace (1958) publicaram em parceria o artigo *On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection*¹⁰ no **Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London**.

Apesar de ambos publicarem conjuntamente uma proposta para propor um mecanismo de surgimento de novas espécies, Darwin e Wallace divergiram em muitos aspectos. Kutschera (2003, p. 350-351) aponta seis principais diferenças na argumentação de Darwin e Wallace. O primeiro ponto, enfatizado pelo autor, é que os argumentos de Darwin basearam-se na seleção artificial para explicar a seleção natural; enquanto Wallace enfatizava a diferença entre as variedades (de característica dos

⁸ Trecho original: *Can it, then, [...] that other variations useful in some way to each being in the great and complex battle of life, should sometimes occur in the course of thousands of generations? If such do occur, can we doubt (remembering that many more individuals are born than can possibly survive) that individuals having any advantage, however slight, over others, would have the best chance of surviving and of procreating their kind? On the other hand, we may feel sure that any variation in the least degree injurious would be rigidly destroyed. This preservation of favourable variations and the rejection of injurious variations, I call Natural Selection.*

⁹ Para Mayr (2006) refere-se ao conjunto de interpretações das idéias de Darwin.

¹⁰ Disponível on line: <http://darwin-online.org.uk/pdf/1858_species_F350.pdf> . Acesso em 14 set. 2010.

organismos) artificiais e naturais. O segundo ponto levantado por Kutschera (2003) é que Wallace usava como exemplos apenas animais; diferentemente de Darwin que também considerava as plantas organismos que lutavam pela sua existência (*struggle for existence*). O terceiro ponto de divergência entre Darwin e Wallace está na ênfase quanto ao papel do ambiente e da competição intra-específica. Wallace dava maior importância para a competição entre espécies diferentes e delas em relação ao ambiente. O quarto e importante ponto foi a rejeição de Wallace em relação à teoria de herança de caracteres adquiridos, aceita por Lamarck, a qual Darwin defendia. No quinto ponto, o autor afirma que Wallace não cita o fator temporal como importante para o processo de seleção natural. Já Darwin defendia a necessidade de haver milhares de anos para que o processo evolutivo ocorresse. Por fim, o último ponto levantado por Kutschera (2003) é que Darwin, além da seleção natural, considerava os casos particulares, como a seleção sexual (resultado da competição por parceiros sexuais).

Segundo Mayr (2006, p. 36-37), com a publicação da *Origem*, o novo modelo explicativo não seria mais baseado em leis sobrenaturais para a origem e diversidade dos seres vivos (visão naturalista), mas em pelo menos cinco pressupostos (Mayr considera eixos teóricos subjacentes): (1) o evolucionismo, no qual o mundo e as espécies mudam ao longo tempo; (2) a origem comum, na qual todos os organismos descendem de um ancestral comum; (3) a especiação, na qual as espécies se multiplicam e originam descendentes e que, quando separadas por muito tempo, podem originar novas espécies; (4) o gradualismo, no qual as mudanças evolutivas ocorrem lentamente, por estágios intermediários; e (5) a seleção natural, na qual, ao longo do tempo, ocorrem mudanças na frequência de indivíduos portadores de características que os diferenciam dos demais e que os favorecem, percebido pelo número maior de descendentes, por exemplo. Mayr (2006) complementa:

Nenhuma das teorias de Darwin foi aceita tão entusiasticamente como a teoria da origem comum. Tudo aquilo que parecia arbitrário ou caótico na história natural, agora começava a fazer sentido.

[...] Mas talvez a mais importante consequência da teoria da origem comum foi a mudança da posição do homem no universo. Para a maioria dos teólogos e filósofos, o homem era uma criatura à parte das outras formas de vida. [...] O homem, desta maneira, deveria ser colocado corretamente na árvore filogenética do reino animal. Isso foi o fim do antropocentrismo tradicional da Bíblia e dos filósofos (MAYR, 2006, p. 24).

Na proposta de Darwin e Wallace, o mesmo exemplo do surgimento dos peixes cegos de caverna citado anteriormente poderia ser explicado da seguinte maneira: em uma população de peixes que possuem olhos, indivíduos que nasçam com quaisquer problemas no órgão da visão podem sofrer pressão seletiva favorável e deixar mais descendentes que os peixes normais para essa característica. Ao longo das gerações havendo uma pressão ambiental que favoreça indivíduos cegos o número deles aumentará na população. Na literatura a perda de olhos dos peixes de caverna, assim como a dos peixes marinhos das fossas abissais, é considerada como uma característica adaptativa (por exemplo, para a diminuição do consumo de energia) em ambientes de pouca incidência luminosa (POULSON, 2001).

Apesar da teoria da evolução ganhar mais e mais adeptos, o mecanismo da seleção natural proposto por Darwin e Wallace foi fortemente rejeitado. A ‘corrente adaptacionista’¹¹, oriunda da seleção natural, encontrou opositores. Mesmo Darwin (1859) não acreditava que a seleção natural fosse capaz de explicar toda a diversidade biológica e afirma logo na Introdução da *Origem*:

Estou plenamente convencido de que espécies não são imutáveis, mas aqueles que pertencem aos que são chamados de mesmo gênero são descendentes lineares de alguma outra, geralmente de espécies extintas, e da mesma maneira como se reconheceu variedades de qualquer uma espécie que são os descendentes dessas espécies. Além disso, estou convencido de que a seleção natural tem sido o principal, mas não exclusivo meio de modificação (DARWIN, 1859, p. 6, tradução nossa)¹².

Desfavoráveis à seleção natural de Darwin e Wallace, outras teorias alternativas circulavam. Em grande parte as críticas à Darwin giravam em torno de um padrão de herança¹³ que fosse compatível com a seleção natural. Como explicar a transmissão das características diferenciais? Iniciaram-se longos debates na comunidade científica entre darwinistas e anti-darwinistas (MEYER e EL- HANI, 2003). As teorias anti-darwinistas dos séculos XIX e XX quase levaram o darwinismo ao fracasso, levando historiadores da ciência chamar esse período de *Eclipse do Darwinismo*. Bowler (1993) discute as três teorias evolutivas contrárias à seleção natural, que mantinham as idéias teleológicas¹⁴ centrais: (1) (Neo)Lamarckismo¹⁵: teorias adeptas à idéia de que variações, modificações ou características adquiridas durante a vida de um indivíduo, devido ao uso e desuso, ou outro estímulo ambiental, podem ser transmitidas para os descendentes; (2) Ortogênese: teorias baseadas no princípio que a vida tem como característica inata evoluir, por meio de uma força interna, de modo

¹¹ Adaptações como resultado direto da seleção natural.

¹² Trecho original: *I am fully convinced that species are not immutable; but that those belonging to what are called the same genera are lineal descendants of some other and generally extinct species, in the same manner as the acknowledged varieties of any one species are the descendants of that species. Furthermore, I am convinced that Natural Selection has been the main but not exclusive means of modification.* Neste fragmento Darwin pressupõe três conceitos fundamentais ao pensamento evolucionista moderno: evolução biológica, ancestralidade comum e seleção natural.

¹³ Darwin defendia a Teoria da Pangênese. De acordo com essa teoria, todas as partes do organismo produziam partículas denominadas ‘gêmulas’ que eram direcionadas para as células germinativas. Durante a reprodução sexuada, havia a mistura das partículas provenientes do macho e da fêmea, produzindo um novo organismo com características de ambos os progenitores. Na época se desconhecia os mecanismos da herança e da causa da variabilidade, consequentemente, mesmo Darwin apoiava-se nos princípios rotulados de ‘lamarckistas’.

¹⁴ As explicações teleológicas associam-se à noção de propósito. Por exemplo, se perguntarmos por que temos um coração, numa visão teleológica, a função do coração (bombear o sangue) por si só explica a sua existência, o que é incompatível com o modelo evolutivo darwiniano, no qual o bombeamento do sangue na verdade é o efeito em se ter um coração. A resposta para a causa encontra-se na história evolutiva dos organismos que possuem o coração.

¹⁵ O sufixo *Neo* denota a retomada do Lamarckismo em vários momentos históricos diferentes nas discussões sobre os mecanismos evolutivos.

linear em direção a um propósito; e (3) Mutacionismo: teorias adeptas à idéia de que novas espécies surgiam abruptamente por meio de mutações.

Foi quase um século depois, entre os anos de 1930 e 1950, que a teoria da seleção natural voltou a ocupar o centro das discussões. A partir de 1920 os resultados das pesquisas em genética mendeliana reacenderam as discussões sobre os mecanismos de herança e a evolução biológica. Os mendelianos estudavam as diferenças entre os seres vivos e acreditavam que a evolução ocorria por macromutações¹⁶.

Smocovitis (1992) escreve que o grande salto para os estudos em evolução se deu quando pesquisadores de diferentes áreas começaram a adotar procedimentos experimentais, principalmente por meio de modelos matemáticos. Os trabalhos teóricos de Ronald A. Fisher (1890-1961) (*The Genetical Theory of Natural Selection*, de 1930), John B. S. Haldane (1892-1964) (*The causes of Evolution*, de 1932) e Sewall G. Wright (1889-1988) (*Evolutions in Mendelian populations*, de 1931) mostraram, independentemente, que a seleção natural poderia ser explicada por meio da genética mendeliana. Assim, os modelos matemáticos e a implementação de procedimentos experimentais conseguiram demonstrar que a causa mecânica da origem de novas pode ser compatível com a teoria de seleção natural.

A união entre o mendelismo e o darwinismo desencadeou todo um conjunto de novas pesquisas em genética, ecologia e sistemática. Os resultados de diversos pesquisadores da época contribuíram nesse processo, como de Theodosius H. Dobzhansky (1900-1975) (*Genetics and the Origin of Species*, 1937); Ernst Mayr (1904-2005) (*Systematics and the Origin os Species*, 1942); Edmund B. “Henry” Ford (1901-1988) (*Ecological Genetics*, 1964); George G. Simpson (1902-1984) (*Time and Mode in Evolution*, 1944).

Foi Julian S. Huxley (1887-1975) quem conseguiu sintetizar resultados das diversas áreas do conhecimento no livro *Evolution: the Modern Synthesis*, em 1942 (SMOCOVITIS, 1992). Consolidou-se, dessa forma, o movimento acadêmico estadunidense que ficou conhecido como a Síntese Evolutiva Moderna ou Neodarwinismo¹⁷, que tem como consequência como a reformulação da teoria de Darwin e Wallace, relacionando os genes (mecanismo de herança) à seleção natural (mecanismo de evolução). No contexto da *Síntese*, iniciou-se um processo de unificação entre os vários ramos da Biologia que, anteriormente, tinham pouco em comum, em particular, a genética, a citologia, a sistemática, a paleontologia e a morfologia comparada clássica. Essa unificação pressupõe

¹⁶ A macromutação é um tipo de mutação que tem um grande efeito fenotípico, isto é, dentro de uma distribuição normal fenotípica esperada e existente em uma população as macromutações causam fenótipo muito fora do padrão.

¹⁷ O termo Neodarwinismo foi cunhado anteriormente à Síntese Moderna por George John Romanes (1848-1894), ainda no século XIX, e referia-se a não aceitação de Wallace às idéias lamarckistas para evolução, consideradas por Darwin.

que todas as áreas da Biologia compartilham um objetivo comum: explicar como e quais são os processos da origem e da diversidade da vida (SMOCOVITIS, 1992).

As discussões sobre os modelos evolutivos continuam fortes na comunidade científica. A controvérsia incide particularmente no papel que ocupa verdadeiramente a seleção natural na evolução. Desde a década de 1960, sustentam-se dois pontos de vista antagônicos quanto ao papel da seleção natural: um defende que ela é o único agente da evolução das espécies; e o outro, argumenta que o acaso desempenha um papel tão ou mais importante quanto o da seleção natural, como é o caso da Teoria Neutra da Evolução Molecular¹⁸ baseada em Deriva Genética de Motoo Kimura (1924-1994). Voltando ao caso dos peixes cegos de caverna, poderia ser considerada a hipótese de não haver qualquer pressão seletiva que permitisse o surgimento de uma população desses animais. Em ambientes com pouca luz a função dos olhos poderia não ser vital a sobrevivência dos peixes. Quaisquer mutações aleatórias que impedissem o desenvolvimento dos olhos dos peixes de caverna poderia se fixar na população.

Já na década de 1970, somavam-se aos embates questões centradas na taxa de evolução contrárias ao gradualismo, por meio da Teoria de Equilíbrio Pontuado¹⁹, por Niles Eldredge e Stephen Jay Gould (1941-2002). Apesar das discussões sobre o papel da seleção natural, ela continua sendo a base para o darwinismo (GOULD, 2002).

A linha do pensamento evolutivo até os dias de hoje confere identidade aos biólogos evolucionistas. Os princípios evolucionistas modernos se tornaram uma bandeira, que simbolizam a identidade da Biologia como uma ciência robusta e integrada. Os biólogos demarcam, então, seu espaço entre as ciências hegemônicas, a Física e a Química. Faz parte do discurso do biólogo evolucionista defender a ideia que a evolução biológica é capaz de dar sentido à Biologia e torná-la uma ciência única, ilustrada pelo o famoso ensaio publicado em 1973 pelo geneticista ucraniano adepto à *Síntese*, Dobzhansky, **Nada em Biologia faz sentido se não for à luz da evolução**²⁰, uma apologia direta aos princípios darwinistas modernos da década de 1940. Dobzhansky (1973) continua:

Visto à luz da evolução, a Biologia é, talvez, a mais satisfatória e intelectualmente inspiradora ciência. Sem essa luz, torna-se uma pilha de variados fatos alguns dos quais interessantes ou curiosos, mas fazendo uma imagem sem significado como um todo (DOBZHANSKY, 1973, p. 129, tradução nossa).²¹

¹⁸ A Teoria Neutra da Evolução Molecular explica, matematicamente, que é possível haver evolução por meio da deriva genética (processo estocástico que modifica a frequência de alelos e a predominância de certas características numa população) sem a ação da seleção natural, mesmo que sejam grandes as populações por longos períodos genéticos.

¹⁹ A Teoria do Equilíbrio Pontuado postula que após um período de milhões de anos num estado estável, uma espécie muda bruscamente, sem transição aparente, para uma nova espécie com características nitidamente diferentes. Os períodos de “estagnação” evolutiva eram interrompidos por períodos de “pontuações” (especiação rápida).

²⁰ Título original: *Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution*.

²¹ Trecho original: *Seen in the light of evolution, biology is, perhaps, intellectually the most satisfying and inspiring science. Without that light it becomes a pile of sundry facts some of them interesting or curious but making no meaningful picture as a whole.*

Uma fração significativa de profissionais abraçou os princípios da *Síntese* e, em meu entendimento, construíram uma estrutura conceitual própria, que foi apropriada por diferentes campos científicos²², em diferentes épocas e diferentes modos, adaptando o evolucionismo ao seu referencial teórico e, assim, estabelecendo novos entendimentos, como é o exemplo da Psicologia Evolucionista, que busca explicar o comportamento humano com base na Teoria da evolução por seleção natural. Nas palavras de Pinker (2002):

[...] a psicologia evolucionista, o estudo da história filogenética e das funções adaptativas da mente. Essa área oferece a esperança de compreendermos o projeto ou propósito da mente – não em algum sentido místico ou teleológico, mas no sentido do simulacro de engenharia que impregna o mundo natural. [...] Darwin mostrou, evidentemente, que a ilusão de um projeto no mundo natural pode ser explicada por seleção natural.

[...] A evolução é essencial para a compreensão da vida, incluindo a vida humana. Como todos os seres vivos, somos resultado da seleção natural; chegamos aqui porque herdamos características que permitiram aos nossos ancestrais sobreviver, encontrar parceiros sexuais e se reproduzir.

[...] A evolução é fundamental para compreendermos a nós mesmos porque os sinais de um projeto deliberado nos seres humanos não param no coração ou no olho.

[...] Portanto, os sinais da engenharia na mente humana vão até o nível mais elevado, e é por isso que a psicologia sempre foi evolucionista (PINKER, 2002, p. 81-82).

Séculos se passaram do pensamento fixista até o evolucionismo como é aceito atualmente. A Biologia continua a fazer perguntas e buscar modelos cada vez mais complexos que expliquem as respostas obtidas. As novas descobertas nos permitem vislumbrar um futuro de novas possibilidades, mas, ao mesmo tempo, nos obriga a retomar questões anteriores, algumas vezes tidas como resolvidas. A *Síntese Moderna* continua valendo, deve ser abandonada ou necessita-se reformulá-la?

DEPOIS DA SÍNTESE MODERNA...

É consenso para a Biologia que: (1) os organismos evoluem e que a evolução biológica ocorre no modelo darwiniano da ‘descendência com modificação’; (2) os organismos são aparentados entre si (teoria da ancestralidade comum); e (3) a seleção natural é um dos mecanismos evolutivos, pois há um grande número de evidências empíricas ao seu favor.

Além disso, para muitos autores, como Smocovitis (1992; 1994), a consolidação da *Síntese* nos EUA elevou a Biologia ao *status* de ciência autônoma, resultando no desenvolvimento de programas de pesquisa voltados ao estudo da evolução biológica, além da institucionalização da área, por meio da fundação da *The Society for the Study of Evolution*²³. Durante esse período, áreas

²² A apropriação do darwinismo por outras áreas sociais também tiveram casos desastrosos, como o darwinismo social, base usada para a eugenia.

²³ A instituição mantém o site associado à revista científica *Evolution*, cujo primeiro editor foi Ernst Mayr (<<http://www.evolutionsociety.org/>>).

específicas, como a genética, lideraram o cenário acadêmico. Gilbert e colaboradores (1996) revisaram esse momento histórico e argumentam que, apesar do processo de unificação da Biologia por meio da evolução biológica, algumas áreas permaneceram marginais ao processo, como o caso da embriologia.

A embriologia nas décadas de 1920 e 1930 passou a se distanciar da genética, adquirindo suas próprias evidências, paradigmas experimentais, modelos de organismos, pesquisadores e jornais de divulgação da área, vocabulário, entre outros. Os autores afirmam que:

Um dos princípios fundamentais da Síntese Moderna foi o da extrapolação: os fenômenos da macroevolução, a evolução das espécies e dos taxa superiores, são totalmente explicados pelos processos de microevolução, que dão origem a variedades dentro das espécies. Macroevolução pode ser reduzida a microevolução. Ou seja, as origens dos taxa superiores podem ser explicadas pela Genética de Populações (GILBERT et al, 1996, p. 358).²⁴

Microevolução e macroevolução foram distinções feitas por Dobzhansky, durante a *Síntese*, quanto à natureza do processo evolutivo. A microevolução refere-se aos processos biológicos que explicam o surgimento de novos genes, consequentemente de novas características, e como as frequências gênicas e a distribuição das características de uma população mudam ao longo do tempo (mutação, recombinação gênica, seleção natural, entre outros). Já a macroevolução trata dos processos que permitem a formação de novas espécies e dos grupos taxonômicos superiores, culminando nos padrões evolutivos encontrados na ‘árvore da vida’. São processos macroevolutivos os mecanismos de especiação, como vicariância e dispersão.

Dentro do paradigma da *Síntese*, a seleção natural é capaz de explicar todo o processo evolutivo, incluindo a micro e macroevolução. Isso influenciou os programas de pesquisa da biologia evolutiva, liderados pelo o desenvolvimento da genética, que baseavam-se nas mudanças da frequência gênica, ou seja, nos processos microevolutivos.

A embriologia era considerada uma área relacionada com o estudo das mudanças na expressão gênica, o que não necessariamente está diretamente ligada à biologia evolutiva. Contudo, Gilbert e colaboradores (2006) declaram sobre a genética que a área:

[...] pode ser adequada para explicar a microevolução, mas as mudanças microevolutivas na frequência gênica não parecem capazes de transformar um réptil em um mamífero ou para transformar um peixe em um anfíbio (GILBERT et al, 2006, p. 361).²⁵

Nas últimas décadas a descoberta do *Hox genes*²⁶ e os avanços no conhecimento do funcionamento dos genes, como a hipótese *cis-Regulatory element* (CRE)²⁷, levaram os geneticistas

²⁴ Trecho original: *One of the major tenets of the Modern Synthesis has been that of extrapolation: the phenomena of macroevolution, the evolution of species and higher taxa, are fully explained by the microevolutionary processes that gives rise to varieties within species. Macroevolution can be reduced to microevolution. That is, the origins of higher taxa can be explained by population genetics.*

²⁵ Trecho original: *[...] might be adequate for explaining microevolution, but microevolutionary changes in gene frequency were not seen able to turn a reptile into a mammal or to convert a fish into an amphibian.*

do desenvolvimento e biólogos evolucionistas a discutir uma nova fonte de informação sobre a origem e diversificação das formas animais. Carroll (2008) defende que as interações entre os genes e seus produtos (por exemplo, as proteínas) constituem domínios que contém informações biológicas traduzidas nas formas animais. As alterações que ocorrem nesses domínios resultam em mudanças fenotípicas, as quais estão sujeitas ao fenômeno evolutivo.

O autor explica que as formas dos animais evoluem por meio da alteração da expressão de proteínas funcionalmente conservadas. A EVO-DEVO²⁸ permitiu explicar que as diferenças de complexidade e organização corporal dos animais estão relacionadas principalmente a mudanças nos padrões espaciais e temporais de regulação gênica.

Os mecanismos genéticos das mudanças evolutivas nas formas animais, na perspectiva da EVO-DEVO, são governados por três questões básicas: considerando os efeitos das mutações aleatórias, quais são as possibilidades funcionais de mudanças evolutivas; qual é probabilidade de haver essas mudanças, considerando as frequências de diferentes tipos de mutações; e quais são as mudanças evolutivas permitidas pela seleção natural.

Assim, concorda-se com o autor, que sugere que a EVO-DEVO contribui para complementar e expandir a *Síntese*, pois:

Apesar de estar restrita à forma, no entanto, essa teoria [Genetic Theory of Morphological Evolution] tem um caráter sintético. Ele considera a natureza das mutações e seus efeitos sobre o fitness, aplica-se em escalas taxonômicas e temporais, e oferece uma explicação causal que articula as alterações nos genes às alterações no desenvolvimento e na evolução da forma. Assim, tem implicações importantes para muitas áreas e sobrepõe-se a outras disciplinas como a genética de populações e paleontologia (CARROLL, 2008, p. 34, tradução nossa).²⁹

²⁶ *Hox genes*, conhecidos como genes homeóticos, constituem uma família de sequências específicas do DNA responsáveis pelo controle dos padrões de desenvolvimento do corpo dos animais.

²⁷ Os *cis-Regulatory elements* são regiões do DNA ou do RNA que regulam a expressão de genes localizados em uma mesma molécula. Frequentemente, constituem sítios de ligação para um ou mais fatores de transcrição, o que incrementa enormemente as diferentes possibilidades de ação dos genes. Carroll (2006; 2008) refere-se à esses elementos gênicos com o uso a metáfora 'kit de ferramenta' (*toolkit*).

²⁸ A EVO-DEVO poder ser considerada uma área com uma nova abordagem para a compreensão da evolução da forma orgânica, pois tem como enfoque os genes que regulam o desenvolvimento e seus efeitos nos padrões de expressão das formas dos organismos.

²⁹ Trecho original: *While restricted to form, nevertheless this theory has a synthetic character. It considers the nature of mutations and their effects on fitness, applies across taxonomic and time scales, and offers a causal explanation that links changes in genes to alterations in development and the evolution of form. It thus has important implications for and many fruitful areas of overlap with other disciplines such as population genetics and paleontology.*

CAPÍTULO 2. A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO CONTEXTO ESCOLAR

Os obstáculos no processo de ensino e aprendizagem

A sequência das espécies. "Um sábado qualquer..."® (<www.umsabadoqualquer.com>)

No capítulo anterior refletiu-se sobre a identidade da Biologia pós-Darwin. No contexto da biologia evolutiva, discute-se, dessa forma, os possíveis impactos no ensino de Ciências.

AS PERGUNTAS DA BIOLOGIA: A ESTRUTURA, O FUNCIONAMENTO E A EVOLUÇÃO DOS SERES

VIVOS

A Biologia se preocupa com os variados organismos em diferentes níveis hierárquicos de organização. Podem ser vírus, bactérias, fungos, animais ou plantas. O escopo do pesquisador diversifica-se em aspectos moleculares, orgânicos, sistêmicos, populacionais, ecológicos e outros que expliquem os fenômenos e processos biológicos. De acordo com o modelo (tipo de organismo) e o nível de organização podemos reconhecer diferentes subdivisões da Biologia, por vezes sobrepostas, algumas das quais consagradas historicamente, como a citologia, embriologia, fisiologia e genética. Porém, numa visão mais abrangente, concordo com Mayr (2008) que quaisquer que sejam os modelos, níveis de organização ou áreas da Biologia os problemas biológicos começam por três perguntas básicas: “O quê?”, “Como?” e “Por quê?”.

A primeira pergunta direciona uma compilação de dados descritivos a respeito dos fenômenos e processos biológicos, os quais compõem os registros factuais das observações e experimentações empíricas. A descrição dos dados complementa-se pela segunda pergunta que analisa o funcionamento estrutural desses fenômenos e processos biológicos. Os registros factuais e o estudo analítico do funcionamento dos modelos biológicos, conjuntamente, resultam nas explicações das causas próximas, ou seja, as explicações de como os aspectos vitais de um organismo individual em seu ambiente se constituem e se integram. O estudo das causas próximas *per se* contribuem para uma visão mecanicista (complexidade da estrutura e funcionamento dos seres vivos explicada mecanicamente por leis físico-químicas) e reducionista (compreensão da complexa estrutura e funcionamento dos seres vivos por meio da decomposição em partes mais simples)

Os desdobramentos da consolidação do pensamento evolutivo permitiram compor um novo significado às respostas obtidas sobre o que são os seres vivos e como eles funcionam. A última pergunta deriva do princípio que existem mecanismos biológicos capazes de levar a mudanças ao longo do tempo os processos e fenômenos biológicos, e, por isso, preocupa-se em compreender as causas remotas ou evolutivas, ou seja, quais e como foram essas mudanças. Os biólogos defendem que as perguntas “Por quê?” requerem explicações causais históricas, em outras palavras, a evolução dos aspectos considerados. Investigar as causas remotas ou evolutivas pressupõe uma teoria evolutiva, que atualmente considera: (1) o tempo geológico; (2) a mutabilidade dos seres vivos (evolução); (3) a ancestralidade comum compartilhada entre todos os organismos; (4) a variabilidade de características

individuais numa população de organismos; e (5) a seleção natural como principal mecanismo evolutivo¹.

Mayr (1998; 2005; 2008) categorizou a Biologia em dois campos: Biologia Mecanicista ou Funcional e Biologia Histórica ou Evolutiva². A Biologia Funcional ocupa-se com o estudo, basicamente experimental, das causas próximas, ou seja, *“lida com a fisiologia de todas as atividades de organismos vivos, sobretudo com todos os processos celulares, incluindo aqueles do genoma”* (MAYR, 2005, p. 39-40). Já no campo da Biologia Evolutiva o conhecimento histórico sobre os seres vivos se torna crucial para a compreensão da complexidade da vida, assim o tempo e a evolução biológica dão sentido aos fenômenos biológicos. A Biologia Evolutiva recorre à observação, métodos comparativos e inferências históricas.

Retoma-se, então, segundo Caponi (2001) que a distinção entre os campos de Mayr implica em reconhecer que os fenômenos biológicos podem ser compreendidos segundo suas causas próximas e últimas. As causas próximas nos permitem entender como um organismo funciona e como ele é constituído. O funcionamento e a constituição seguem um programa genético. Porém, a origem e mudanças desse programa genético são fenômenos explicados pelas causas remotas, numa perspectiva evolutiva.

O poder científico da teoria da evolução por seleção natural, como uma ciência histórica, está na capacidade de dar sentido aos fatos do mundo natural, unificar as diferentes disciplinas da Biologia e oferecer respostas naturalísticas aos problemas biológicos. Historicamente, a importância dos procedimentos experimentais oriunda dos avanços da Física nas Revoluções Copernianas e Newtonianas se tornaram um grande obstáculo à Teoria da Evolução por seleção natural e, consequentemente, à Biologia Evolutiva, pois conjecturas e hipóteses eram desconsideradas por muitos cientistas por serem meras especulações. Com a Biologia Evolutiva as discussões sobre a distinção entre inferências que podem ou não serem demonstradas inflamaram os discursos dos filósofos da Ciência. Hull (1990) exemplifica com a Teoria da gravitação universal de Newton, que constituiu uma teoria unificadora baseada num conjunto limitado de definições sobre o tempo, o espaço, a força e a massa, deduzidas matematicamente do comportamento da matéria. Por meio dela, os físicos puderam demonstrar a validade das leis newtonianas postulando previsões confirmadas experimentalmente. Esse modelo de Ciência afrontava com uma teoria probabilística da tendência dos seres vivos de sobrevivência diferencial, por exemplo. Era pouco concebível uma teoria dependente das contingências do passado e da indeterminação do futuro, com pouco poder de previsões. As

¹ Lembrando que há um confronto sobre o peso da seleção natural como o principal mecanismo evolutivo. No contexto escolar, as discussões sobre estes pontos ainda são insipientes.

² A distinção entre campos da Biologia diferentes quanto sua base epistemológica e metodológica é discutida por outros autores, como François Jacob.

evidências empíricas que suportam a teoria darwiniana da evolução biológica por seleção natural são inquestionáveis, mas puramente indiretas, conseqüentemente, impossíveis de alcançar o nível de certeza exigido na época.

Parece intuitivo classificar as áreas e disciplinas segundo os critérios epistemológicos discutidos por Mayr. Contudo, Caponi (2001) argumenta que a demarcação dos campos:

obedece a uma distinção epistemológica entre dois modos diferentes de interrogação; e a separação entre diferentes disciplinas não está nunca exclusivamente pautada por questões epistemológicas. Assim, tal como reconhece Mayr [...], dentro de um mesmo domínio disciplinar e em relação, inclusive, a um mesmo tema de investigação, as questões relativas a causas próximas podem entrecruzar-se e articular-se com as questões relativas as causas remotas ou evolutivas; e nada poderia questionar, nem a legitimidade, nem a necessidade, desse entrelaçamento [...]. A autosuficiência marcada destes domínios da Biologia que Mayr [...] aponta, não é, e nem poderia ser, absoluta. [...]
Contudo, se classificamos as diferentes disciplinas biológicas conforme a maior ou menor predominância que, em cada uma delas, cobra o estudo das causas próximas ou das causas evolutivas; podemos pensar que toda a fisiologia (fisiologia dos órgãos, fisiologia celular, fisiologia dos sentidos, neurofisiologia, endocrinologia, etc), quase toda biologia molecular, a morfologia funcional, a biologia do desenvolvimento e a genética fisiológica como domínio da biologia funcional. Enquanto que, a paleontologia, a ecologia comportamental e a genética de populações poderiam ser mais bem catalogadas como domínios da biologia evolutiva, na qual o interessa pelas causas remotas é preeminente sobre o interesse das causas próximas. Em outros casos, a discriminação seria mais difícil e forçada [...] (CAPONI, 2001, p. 26)³

Se considerarmos que as disciplinas citadas anteriormente, Fisiologia, Morfologia⁴ e Genética Molecular, constituem parte do campo da Biologia Funcional, pode-se afirmar que a maior parte dos conteúdos biológicos no ensino de Biologia privilegia as explicações das causas próximas, reforçando um ensino baseado em listas descritivas dos aspectos funcionais e estruturais dos seres vivos?

Shellberg (2001) afirma que “*compreender a diferença entre as explicações imediatas e finais (evolutiva) é, creio eu, tão básica, crítica e necessária para a explicação científica dos fenômenos*

³ Trecho original: [...] *obedece a una distinción epistemológica entre dos modos diferentes de interrogación; y la separación entre diferentes disciplinas no está nunca exclusivamente pautada por cuestiones epistemológicas. Así, tal como Mayr [...] reconoce, dentro de un mismo dominio disciplinar y en relación, incluso, a un mismo tema a investigar, las cuestiones relativas a causas próximas pueden entrecruzarse y articularse con cuestiones relativas a causas remotas o evolutivas; y nadie podría cuestionar, ni la legitimidad, ni la necesidad, de esse entrelazamiento. La marcada autosuficiencia de estos dos dominios de la Biología que Mayr [...] apunta, no es, ni podría ser, absoluta [...]*.

Con todo, si clasificamos las diferentes disciplinas biológicas conforme la mayor o menor preponderancia que, en cada una de ellas, cobra el estudio de causas próximas o de causas evolutivas; podemos pensar a toda la fisiología (fisiología de órganos, fisiología celular, fisiología de los sentidos, neurofisiología, endocrinología, etc.), casi toda la biología molecular, la morfología funcional, la biología del desarrollo y la genética fisiológica como dominios de la biología funcional. Mientras tanto, la paleontología, la ecología comportamental y la genética de poblaciones podrían ser mejor catalogadas como dominios de la biología evolutiva donde el interés por las causas remotas es preeminente sobre el interés por las causas próximas. En otros casos, la discriminación sería más difícil y forzada” Tradução: “*obedece a uma distinção epistemológica entre dois modos diferentes de interrogação; e a separação entre diferentes disciplinas não está nunca exclusivamente pautada por questões epistemológicas. Assim, tal como reconhece Mayr [...], dentro de um mesmo domínio disciplinar e em relação, inclusive, a um mesmo tema de investigação, as questões relativas a causas próximas podem entrecruzar-se e articular-se com as questões relativas as causas remotas ou evolutivas; e nada poderia questionar, nem a legitimidade, nem a necessidade, desse entrelaçamento [...]. A autosuficiência marcada destes domínios da Biologia que Mayr [...] aponta, não é, e nem poderia ser, absoluta [...]*.”

⁴ Reúne Anatomia, Histologia e Citologia.

biológicos" (Shellberg, 2001, p. 16)⁵, pois as respostas quando direcionadas pelo pensamento evolutivo, refutam explicações teleológicas dos processos e fenômenos biológicos apresentada por grande parte dos alunos, desconstruindo a idéia da existência de um propósito na natureza e que ela está a serviço do homem. Discutir as causas evolutivas implica em uma compreensão abrangente da evolução biológica e das Teorias associadas a ela. Contudo, a retrospectiva de Tidon e Lewontin (2004) e outros pesquisadores alertam para obstáculos que dificultam uma compreensão aceitável a respeito das causas remotas que fundamentam a Biologia Evolutiva, como, por exemplo, a descontextualização e fragmentação de conceitos ligados à evolução e as demais áreas da Biologia; problemas conceituais nos livros didáticos utilizados em sala de aula; deficiência sobre o assunto na formação de professores, entre outros.

OBSTÁCULOS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DO ENSINO DE EVOLUÇÃO

Percebe-se na literatura acadêmica um volume considerável de informações da produção norte-americana, país onde há declaradamente um embate caloroso entre o evolucionismo e propostas alternativas, principalmente o criacionismo e o *intelligent design* (ID)⁶. A mídia mostra regularmente a disputa, sendo não apenas um problema de natureza religiosa, mas também acadêmica e política.

Sinatra e colaboradores (2003) e Lovely e Kondric (2008) indicam não haver relação aparente entre o nível de entendimento e o de aceitação da Teoria da Evolução. Porém, os autores identificaram que os indivíduos que percebem os conflitos entre suas crenças pessoais ou religiosas e a Teoria da evolução tendem a resistir aos pressupostos evolucionistas, ou seja, mesmo que um indivíduo declaradamente religioso compreenda a teoria evolutiva, haverá a possibilidade alta de simplesmente rejeitá-la. Ao mesmo tempo, estes estudos sinalizam que a não aceitação da teoria evolutiva não implica, necessariamente, que os indivíduos não aprendam de forma adequada o raciocínio científico. Apesar disso, esses alunos, mesmo não acreditando na teoria da evolução, se familiarizam com a forma científica de pensar e percebem que existe uma forma de enxergar a natureza que não precisa recorrer a entidades supranaturais para explicar seus processos e sua diversidade.

Moore (1994) no editorial da revista estadunidense *The American Biology Teacher* publicou os seguintes dados a respeito dos adultos norte-americanos: 41% não acreditavam que os humanos são originados de linhagens animais antigas; 41% desconhecem que o DNA é uma das principais moléculas que regulam as características herdáveis; e 35% acreditam que humanos e dinossauros

⁵ Trecho original: *understanding the difference between proximate and ultimate (evolutionary) explanation is, I believe, so basically, critically, necessary for scientific explanation of biological phenomena*

⁶ Traduzido como "*Desenho Inteligente*". É um modelo explicativo do mundo natural baseado em uma causa inteligente, ou seja, a existência de um projetista; uma versão mais moderna do pensamento teleológico e a existência de Deus, mas que se evita especificar a sua natureza ou sua identidade.

viveram no mesmo período geológico. Cientes do desafio de superar obstáculos, a comunidade científica se posicionou publicamente, resultando em lideranças de pesquisas voltados ao ensino de evolução. Por exemplo, pesquisadores e defensores do evolucionismo formaram um grupo conhecido como “*Tree Thinking Group*”⁷ (BAUM *et al*, 2005). O objeto de estudo principal é a diversidade biológica e o grupo tem como propósito divulgar material sobre ensino e aprendizagem das relações evolutivas e o uso de filogenias na resolução de problemas biológicos, incorporando conceitos como tempo geológico, padrão evolutivo e ancestralidade. A equipe envolve pesquisadores de grandes universidades como: David Baum, Steven Brewer, Michael Donoghue, San Donovan, entre outros. A incorporação do *tree thinking* pressupõe mudanças nas representações da natureza das espécies, antes sem relações históricas entre elas ou na forma de uma grande cadeia da vida, no qual há um sistema de escala hierárquica dos seres vivos, com o homem no topo dela (BAUM *et al*, 2005).

Em outros países ocidentais o ensino de evolução não envolve tanta polêmica quanto nos EUA. Em 2006 a BBC inglesa⁸ encomendou uma pesquisa sobre qual explicação os ingleses adotam em relação à origem e à evolução da vida. Menos da metade aceita a Teoria da Evolução como melhor modelo explicativo. Além disso, 40% acham que o criacionismo e o *ID* também deveriam ser ensinados nas aulas de ciências. Dos 2000 entrevistados, quando perguntados sobre como explicar a origem e desenvolvimento da vida, 22% escolheram o criacionismo; 17% o *ID*; 48% optaram pela Teoria da Evolução por seleção natural, os demais 13% não souberam responder. Apesar da aceitação significativa da evolução biológica, haveria, por outro lado, também um número grande de pessoas que prefere modelos explicativos alternativos. Na questão sobre o que deveria ser ensinado nas aulas de Ciências, 44% escolheram o criacionismo, 41% o *ID* e 69% que a Teoria da Evolução deve constar no currículo. Apesar dos números surpreendentes para a comunidade científica, nenhum segmento cultural ou religioso se opõe ao ensino de evolução, diferentemente dos EUA. No Brasil também não há movimentos claros de oposição ao ensino do evolucionismo nas escolas públicas, mesmo aquelas de origem religiosa.

Sendo a produção acadêmica norte-americana fortemente influenciada pelas disputas entre criacionismo e evolucionismo, durante a década de 1970, floresceu no campo de Pesquisa em Ensino de Ciências trabalhos concernentes às idéias que os alunos construía sobre a Ciência e o mundo natural antes e durante a formação escolar, do Ensino Básico ao Superior, em diferentes países, por meio de diferentes abordagens metodológicas. Tornou-se uma valiosa fonte de informações sobre obstáculos do ensino e aprendizagem da evolução e das Teorias Evolutivas. No clássico trabalho de Deadman e Kelly (1978) foram publicados os resultados encontrados em uma amostra estudantes de

⁷ Informações sobre o grupo disponíveis no endereço eletrônico <<http://www.lrdc.pitt.edu/donovan/index.html>>. Acesso em 20 jul. 2008.

⁸ Artigo completo disponível *on-line* no endereço eletrônico: <<http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/4648598.stm>> Acesso em 13 fev. 2009.

um colégio para rapazes sobre evolução biológica e hereditariedade. O escopo do trabalho era compreender quais as concepções que os alunos possuíam sobre o fenômeno evolutivo, como ocorre a evolução, os processos que levam a esta mudança, adaptação, seleção natural, acaso e herança. Os autores indicaram a existência de concepções prévias sobre as explicações de alguns processos evolutivos antes mesmo do contato formal no contexto escolar. A constatação pareceu pertinente, pois na época pouco se acreditava que os princípios evolutivos estivessem disponíveis ao público leigo e pouco se considerava o conhecimento prévio dos alunos. Como resultados os autores indicam que o conceito de adaptação encontra-se bem estabilizado, diferentemente do conceito de acaso; e, as interpretações consideradas lamarckistas sobre a evolução eram (e ainda são) predominantes.

Os saldos das pesquisas subsequentes nos últimos 30 anos demonstram que as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem da evolução biológica atingem praticamente todos os níveis da educação: estudantes do ensino médio (CLOUGH e WOOD-ROBINSON 1985; DEMASTES *et al.* 1995), estudantes universitários em geral (BRUMBY 1984; BISHOP e ANDERSON 1990), estudantes universitários de Biologia (DAGHER e BOUJAOUDE, 1997) e, até mesmo, professores de Ciências (OSIF, 1997; NEHM e SCHONFELD, 2007).

É possível reconhecer quatro pontos recorrentes na produção acadêmica: (1) Lamarckismo⁹ vs Darwinismo; (2) A relação entre variabilidade populacional e seleção natural no processo evolutivo; (3) o papel da seleção natural e a origem das adaptações no processo evolutivo; e (4) Gradualismo vs Saltacionismo (DEADMAN e KELLY, 1978; BRUMBY, 1979; BRUMBY, 1984; JOHNSON e PEEBLES, 1987; BISHOP e ANDERSON, 1990; EVE e DUNN, 1990; GREENE, 1990; JIMÉNEZ, 1992; LAWSON e WORSNOP, 1992; ZUZOVSKY, 1994; SETTLAGER JR, 1994; BIZZO, 1994; JENSEN e FINLEY, 1995; JENSEN e FINLEY, 1997; DAGHER e BOUJAOUDE, 1997; SINCLAIR e PENDARVIS, 1997/1998; SINCLAIR, PENDARVIS e BALDWIN, 1997; GÓMEZ, QUÍLEZ e PUIG, 2002; SANTOS, 2002; TIDON e LEWONTIN, 2004; NEHM e REILLY, 2007; BAUMGARTNER e DUNCAN, 2009).

LAMARCKISMO vs DARWINISMO

Os antigos livros didáticos de Biologia, ainda considerados de História Natural, passaram a tratar o tema Evolução a partir da década de 1930. A dicotomia teórica entre o Darwinismo vs Lamarckismo ainda não estava estabelecida. Foi a partir da década de 1960, por meio da divulgação

⁹ É questionável a categorização das concepções dos modelos evolutivos em lamarckista e darwinista, tendo como critério explicações baseadas em herança de caracteres adquiridos. Historicamente a idéia da 'necessidade', numa perspectiva teleológica, tem se demonstrado incrivelmente resistente, mesmo nos dias atuais. Mesmo Darwin não desconsiderou a proposta de Lamarck. Porém, manteremos a distinção por uma questão de conveniência.

dos BSCS que se estabeleceu o confronto entre a Teoria Transformacionista de Lamarck (Lamarckismo) e a Teoria da Evolução por seleção natural de Darwin (Darwinismo).

As pesquisas indicam uma tendência dos indivíduos a atribuir uma função à natureza no processo evolutivo. Nesse sentido as mudanças evolutivas estão associadas ao princípio da ‘necessidade’ em resposta às limitações ambientais. Em outras palavras, o ambiente: (1) molda diretamente a forma e o comportamento dos indivíduos e (2) causa as mutações nos indivíduos, que são expressas durante a vida deles (e não selecionadas ao longo de muitas gerações) e herdadas pelos descendentes. Assim, se atribui ao organismo uma habilidade inata de mudar em resposta a uma demanda ambiental, relacionando a evolução como um processo de melhoria, aperfeiçoamento e progresso. O Lamarckismo nesse sentido torna-se um modelo explicativo poderoso e intuitivo.

A RELAÇÃO ENTRE VARIABILIDADE POPULACIONAL E SELEÇÃO NATURAL NO PROCESSO EVOLUTIVO

Outro obstáculo significativo é a dificuldade que os indivíduos têm em distinguir: (1) os mecanismos responsáveis pelo surgimento de novas características nos indivíduos de uma população (mutação, recombinação gênica e reprodução sexuada); (2) a natureza aleatória de alguns desses mecanismos (mutação); (3) o processo de modificação da frequência de indivíduos portadores das características dentro de uma população ao longo do tempo (seleção natural); e (4) a natureza não estocástica da seleção natural. Tende-se, então, a não relacionar diretamente a variabilidade populacional (matéria-prima da evolução) com o processo de seleção natural. Associado a isto está na concepção tipológica de população, ou seja, a população é vista como um conjunto de indivíduos que representam um tipo comum e a variação tem pouca importância no processo de mudança, assim as explicações evolutivas centram-se nos membros individuais da população. Nota-se que não há uma distinção clara da entidade biológica a qual os processos evolutivos atuam, por exemplo, a distinção de população, indivíduo, característica ou espécie. Para a maioria dos indivíduos a evolução ocorre na característica em si e a explicação da função da característica é suficiente para explicar o próprio processo evolutivo.

O PAPEL DA SELEÇÃO NATURAL E A ORIGEM DAS ADAPTAÇÕES NO PROCESSO EVOLUTIVO

Os indivíduos também confundem a relação entre a adaptação, entendida pela maioria como um processo individual de ajuste ao ambiente, e a seleção natural. Tende-se explicar a seleção natural por meio da adaptação como causa e não efeito, sendo que a adaptação é tratada como uma evidência da evolução, e não produto direto do processo de seleção natural.

Finalmente, os indivíduos ora entendem o processo evolutivo como uma mudança gradual nas características de todos os indivíduos, ora acreditam que mutações podem gerar novas espécies de uma geração a outra.

Na última década nos Estados Unidos, na tentativa de superar os obstáculos, houve um aumento considerável de atividades voltadas ao ensino e aprendizagem da evolução biológica por parte da comunidade científica, como a criação da *Society for the Study of Evolution*¹⁰. Para Alters e Nelson (2002), apesar de todos os esforços a compreensão da evolução biológica e da Teoria Evolutiva ainda é considerada insuficiente e insatisfatória. Para esses autores os equívocos incidem, principalmente: (1) na experiência e construção pessoal dos conceitos; (2) nos equívocos propagados e ensinados no contexto escolar e outros meios de divulgação não-científicos; (3) nas diferenças entre as palavras de uso cotidiano e de uso científico; e (4) equívocos de origem religiosa.

No Brasil, Bizzo (1991), ao analisar propostas curriculares de diversas regiões, mostrou que há estímulo ao ensino de evolução, enfatizando os aspectos históricos da teoria evolutiva, bases genéticas (mutação e recombinação), seleção natural, evolução do homem, origem da diversidade biológica, entre outras. Esta abordagem justifica a unificação dos diferentes conteúdos ensinados em Biologia e o ensino numa perspectiva evolutiva é importante para uma aproximação mais contextualizado entre conhecimento científico e conhecimento escolar. Porém, Bizzo (1994) adverte que os equívocos sobre a evolução e a Teoria Evolutiva refletem “*uma sequência sucessiva de re-interpretações que envolvem valores e crenças sócio-culturais – em outras palavras, fatores extracientíficos*” (BIZZO, 1994, p. 537). Nesse trabalho o autor analisa a percepção de evolucionistas proeminentes (Ernst Mayr, Emanuel Radl e Richard Dawkins) e conclui que durante a transposição do conhecimento evolutivo para o público leigo, reinterpretam o pensamento original de Darwin e o enriquecem com novos conceitos, muitas vezes bem diferentes do pensamento darwinista original. Ainda nesse estudo, constatou que os estudantes brasileiros, de diferentes níveis socioeconômicos, possuem poucos entendimentos sobre a evolução, ressaltando a urgência no desenvolvimento de novas estratégias para o ensino.

¹⁰ Disponível on-line no endereço eletrônico <<http://www.evolutionsociety.org/>> Acesso em 10 jan. 2009.

CAPÍTULO 3. OS LIVROS DIDÁTICOS

A ciência didatizada

Hipótese de extinção dos dinossauros. "Um sábado qualquer..." ® (<www.umsabadoqualquer.com>)

Os livros didáticos são importantes ferramentas para a construção do conhecimento científico escolar. Segundo Lopes (1999), eles compõem um tipo de saber *sui generis* (único em seu gênero) a ser ensinado, isto é:

[...] há uma diferença, não necessariamente indesejável, entre saber ensinado e saber de referência: as novas configurações cognitivas, construídas pela escola ao reconstruir o saber de referência, podem trabalhar no sentido de formar habitus desejáveis no educando, habitus esses que não seriam produzidos pela simples transmissão do saber de referência (LOPES, 1999, p.19, grifo do autor).

A lógica do conhecimento a ser ensinado não é a mesma lógica do conhecimento acadêmico, por isso Lopes (1999), baseada em trabalhos de André Chervel e Jean-Claude Forquin, argumenta que o conhecimento escolar não é produto unicamente da simples seleção de conteúdos oriunda de qualquer que seja a sua referência científica e social, mas, sim, produto de um processo de reorganização, reestruturação e resignificação dos saberes, de forma a torná-lo mais acessível à população escolar.

Os livros didáticos constituem úteis registros documentais de natureza pública e histórica de um provável cenário educacional, nos quais estão demarcadas as intenções educacionais explícitas e implícitas do governo, das editoras e dos autores, e devem ser constantemente avaliados para alcançar elevados padrões de qualidade.

Concorda-se com Chopin (2004) que destaca quatro funções atribuídas aos livros didáticos, considerando as variações quanto ao ambiente sócio-cultural, a época, os componentes curriculares, a fase do ensino, os aspectos pedagógico-metodológicos e as formas de utilização. A primeira função é chamada de ‘referencial’ (‘curricular’ ou ‘programática’) e nos diz que os livros didáticos refletem o conhecimento escolar que um determinado grupo social de uma determinada época intenciona transmitir. A segunda função denomina-se ‘instrumental’, isto é, esses materiais propõem metodologias pedagógicas de ensino e aprendizagem, que visam sistematizar o conhecimento escolar, estimular o desenvolvimento de habilidades e competências, oferecer métodos de avaliação, entre outras. Já a terceira função, o autor a classifica como ‘ideológica e cultural’, considerada por ele a função mais antiga. Ele afirma que o livro didático se estabeleceu:

como um dos vetores essenciais da língua, da cultura e dos valores das classes dirigentes. Instrumento privilegiado de construção de identidade, geralmente ele é reconhecido, assim como a moeda e a bandeira, como um símbolo da soberania nacional e, nesse sentido, assume um importante papel político (CHOPIN, 2004, p. 553).

Por fim, a quarta e última função atribuída aos livros didáticos é recente devido a um aumento da utilização de recursos gráficos e denomina-se ‘documental’; a eles agregam-se um conjunto de textos, imagens, figuras e outros que tem como objetivo desenvolver o pensamento crítico dos alunos.

Outros autores, como Selles e Ferreira (2004), Ferreira e Selles (2004), Campanario (2001) e Fracalanza e Megid-Neto (2006), reforçam que os livros didáticos são utilizados como fonte primária de conhecimento e de referência de pesquisa, tanto para alunos e professores; base para seleção e organização do currículo; fonte de exercícios e atividades; e referência metodológico-pedagógica. Além do que, os livros didáticos constituem mecanismos de mediação entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar. Para Lopes (1999) a natureza do conhecimento escolar das disciplinas científicas, materializada nos livros didáticos, se constrói entre as relações dos diferentes conhecimentos sociais, como o conhecimento cotidiano, didático e científico. A autora conclui que os:

[...] processos de disciplinarização e de mediação didática constituem os saberes escolares de forma distinta dos saberes de referência. As disciplinas escolares reorganizam o conhecimento científico em novas subdivisões, que não necessariamente correspondem às divisões dos saberes acadêmicos. Nesse processo, sofrem influências de fatores diversos, além daqueles oriundos das universidades e dos centros de pesquisas. Desde fatores intrínsecos às instituições de ensino até questões político-econômicas (LOPES, 1999, p. 227).

Chopin (2004) adverte que:

é preciso levar em conta a multiplicidade dos agentes envolvidos em cada uma das etapas que marca a vida de um livro escolar, desde sua concepção pelo autor até seu descarte pelo professor e, idealmente, sua conservação para as futuras gerações. [...] Por fim, sua adoção nas classes, seu modo de consumo, sua recepção, seu descarte são capazes de mobilizar, nas sociedades democrática, sobretudo, numerosos parceiros (professores, pais, sindicatos, associações, técnicos, bibliotecários, etc.) e de produzir debates e polêmicas (CHOPIN, 2004, p. 553-554).

Assim, os livros didáticos de Ciências e de Biologia divulgam o conhecimento biológico de forma didatizada à população escolar, esta por sua vez, torna-se apta a mobilizar tal conhecimento para resolver seus dilemas cotidianos, políticos e sociais. Pode-se definir, então, o seguinte pressuposto de pesquisa: ***os livros didáticos constituem importantes objetos de estudo porque influenciam a prática docente e promovem a construção do conhecimento científico escolar dos alunos; assim devem constantemente passar pela vigilância epistemológica.*** Por vigilância epistemológica entende-se como um conjunto de ações analíticas realizadas por diferentes agentes, como professores e pesquisadores, cujo objetivo é averiguar os possíveis desvios que podem ocorrer durante o processo transposição do conhecimento científico acadêmico para o escolar e assegurar a qualidade do ensino de ciências (CHEVALLARD, 1991, p. 47-51).

PROGRAMAS DE AVALIAÇÃO DOS LIVROS DIDÁTICOS BRASILEIROS: PNLD E PNLEM

Atualmente no Brasil o Ministério da Educação e Cultura (MEC), por meio do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), executa três programas que envolvem o livro didático, objetivando garantir a melhoria da qualidade do processo de ensino-aprendizagem escolar: o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino

Médio (PNLEM) e o Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA). Segundo os dados estatísticos do último censo escolar realizado em 2006 pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)¹ mais de 85% das matrículas são de escolas públicas, as quais recebem gratuitamente livros didáticos.

Desde o ano de 1994 o PNLD avalia periodicamente as coleções didáticas destinadas ao Ensino Fundamental, o que favoreceu o progresso da produção editorial nacional. Os livros didáticos positivamente avaliados diminuíram significativamente a quantidade de erros conceituais considerados graves pela equipe de avaliação, pois foram submetidos a critérios que consideram a acuidade conceitual; adequação metodológica; contribuição com a construção da cidadania; preservação da integridade física dos alunos; utilização de linguagem correta e de conteúdo atualizado; utilização de diferentes tipos de texto; valorização do conteúdo integrado, entre outros.

Não obstante, Leão e Megid-Neto (2006) consideram que, em particular os livros didáticos de Ciências para o Ensino Fundamental, apesar de haver significativas mudanças ao longo do tempo quanto ao número de pareceristas, quantidade de coleções didáticas avaliadas, critérios considerados e nível de avaliação, acarretaram em perdas, pois a especificidade do Ensino de Ciências previstas nas pesquisas acadêmicas da área e nos Parâmetros Curriculares Nacionais foi diminuída em detrimento a um processo avaliativo homogêneo em relação às outras disciplinas escolares. Megid-Neto e Fracalanza (2006) fazem as seguintes afirmações a respeito das obras didáticas de Ciências atuais:

1. Elas “*mantêm uma estrutura programática e teórico-metodológica mais próximas das orientações curriculares veiculadas nos anos 60 e 70*” (MEGID-NETO e FRACALANZA, 2006, p. 165), refletindo uma incapacidade de materializar mais de uma década de mudanças de princípios educacionais discutidos em âmbito acadêmico e dos programas curriculares oficiais;
2. Não houve modificações significativas quanto o conhecimento científico veiculado nos livros didáticos; de forma que esses materiais privilegiam o produto final da Ciência, originado de um único processo de produção científica (o método empírico-indutivo).
3. Naturaliza equívocos, estereótipos e mitos sobre o conhecimento científico.

Uma década após o início do PNLD o governo inicia o processo de avaliação dos livros didáticos destinados ao Ensino Médio. O PNLEM foi implementado em 2004 pela Resolução nº 38² do FNDE, visando à distribuição dos componentes curriculares de Português e de Matemática. O componente curricular de Biologia começou a ser distribuído a partir de 2007 e juntamente a reposição dos livros de Português e Matemática chegaram a mais de nove milhões de exemplares.

¹ Disponível *on-line* no endereço eletrônico <<http://www.inep.gov.br/basica/censo/Escolar/Sinopse/sinopse.asp>>. Acesso em 19 dez. 2008.

² Disponível *on-line* no endereço eletrônico <ftp://ftp.fn.de.gov.br/web/resolucoes_2003/res038_15102003.pdf>. Acesso em 23 mar. 2009.

El-Hani, Roque e Rocha³ (2007) ressaltam três aspectos importantes dessa iniciativa governamental: (1) a experiência anterior com o programa correspondente para o Ensino Fundamental (PNLD); (2) a participação no processo de avaliação de pesquisadores da área de referência (Biologia) e de pesquisa em educação; e (3) o acesso por parte da equipe de avaliação de pesquisas acadêmicas sobre livros didáticos.

O MEC convidou diversas universidades brasileiras para indicar as equipes de coordenação da avaliação das disciplinas específicas. Tais equipes sugeridas eram compostas por professores universitários e do Ensino Médio. Os coordenadores das equipes de disciplinas específicas, conjuntamente à direção da Secretaria da Educação Básica (SB) e técnicos do MEC, elaboraram o edital público⁴, explicitando o processo de submissão e avaliação das obras didáticas. Nele continham os critérios gerais e específicos para cada disciplina (Biologia, Física, Química, Matemática, Geografia, História e Língua Portuguesa). O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) executou a triagem das obras inscritas, avaliando os aspectos técnicos e físicos. Do IPT, os livros aprovados foram encaminhados à SEB e às equipes responsáveis pela avaliação pedagógica. A equipe responsável pela avaliação dos livros de Biologia foi composta por vinte e seis professores doutores de diversas áreas de pesquisa e dois professores do Ensino Médio. E para cada um deles foi dada uma ferramenta de análise, composta de 15 critérios de aprovação/exclusão e 45 critérios de classificação. Os critérios foram categorizados em: correção e adequação conceituais e precisão da informação básica fornecida, considerando as condições de transposição didáticas; adequação e coerência metodológicas; promoção de visões adequadas sobre a construção do conhecimento científico; e princípios éticos e educacionais para a cidadania. O produto desta avaliação resultou no Catálogo para orientar os professores na escolha dos livros recomendados pelo MEC e em um conjunto de pareceres sobre os motivos da exclusão de obras didáticas do programa. O material escolhido pelos professores deve ser adotado por três anos consecutivos.

Um total de vinte obras didáticas de Biologia de editoras diversas foi submetido ao PNLEM, das quais duas não passaram pela análise técnica do IPT. Assim, das dezoito restantes submetidas à avaliação pedagógica, metade foi aprovada (Tabela 1) e a outra metade, excluída.

³ Charbel N. El-Hani, Nádia Roque e Pedro Luís B. da Rocha compuseram a equipe de coordenação dos avaliadores do componente curricular de Biologia do programa.

⁴ Edital para o PNLEM 2007 disponível *on-line* no endereço eletrônico <ftp://ftp.fnde.gov.br/web/editais_licitacoes/edital_pnlem_2007.pdf> Acesso em 23 mar. 2009.

Tabela 1. Lista resumida das nove obras didáticas recomendadas pelo MEC e escolhidas para a pesquisa. Os dados bibliográficos completos encontram-se no Anexo 1.

Nome	Autor(es)	Editora	Ano	Capa
Biologia Volume Único	Sérgio Linhares e Fernando Gewandsznajder	Ática	2005	
Biologia Volume Único	José Arnaldo Favaretto e Clarinda Mercadante	Moderna	2005	
Biologia Volume Único	J. Laurence	Nova Geração	2005	
Biologia Volume Único	Augusto Adolfo, Marcos Crozetta e Samuel Lago	IBEP	2005	
Biologia Volumes 1, 2 e 3	César da Silva Júnior e Sezar Sasson	Saraiva	2005	
Biologia Volumes 1, 2 e 3	José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho	Moderna	2005	
Biologia Volumes 1, 2 e 3	Wilson Roberto Paulino	Ática	2005	
Biologia Volume Único	Sônia Lopes e Sergio Rosso	Saraiva	2005	
Biologia Volumes 1, 2 e 3	Oswaldo Frota-Pessoa	Scipione	2005	

O Catálogo de Biologia do PNLEM 2007/2009 tem como objetivo recomendar e orientar a escolha de um livro didático, por meio de comentários da equipe avaliadora sobre a estrutura e os aspectos conceituais, metodológicos e éticos. Ele também explica resumidamente como foi o processo de avaliação e os critérios utilizados. Adverte que:

nos conteúdos e procedimentos que mobiliza, [a obra didática] deve apresentar-se como compatível e atualizada, seja em relação aos conhecimentos correspondentes nas ciências e saberes de referência, seja no que diz respeito às orientações curriculares oficiais. (BRASIL, 2008, p. 9).

El-Hani, Roque e Rocha (2007) reportam que todas as obras didáticas excluídas do PNLEM apresentavam erros conceituais considerados graves, tanto no corpo do texto quanto nas ilustrações. Os demais critérios de desqualificação das obras variaram em aspectos metodológicos, como por exemplo, incoerência entre as bases teórico-metodológicas do manual do professor e a proposta

concretizada no livro do aluno e abordagens que privilegiam aprendizagem mecânica; ausência de tratamento conceitual que favoreça construção de conhecimento integrado; deficiências na abordagem de teorias estruturadoras do pensamento biológico; problemas éticos, como por exemplo, a doutrinação religiosa; representação privilegiada de grupos sociais particulares ou preconceitos (cor da pele, classe social, origem étnica, gênero etc.); entre outros.

Quanto aos aspectos positivos comunicados pelos autores, eles afirmam que de um modo geral as nove obras didáticas aprovadas permite sua utilização, desde que o professor considere que há variabilidade na qualidade geral, embora todas tenham alcançado os critérios mínimos, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Qualidades positivas observadas nos livros didáticos recomendados pelo PNLEM 2007/2009. Traduzido e adaptado de El-Hani, Roque e Rocha (2007). Siglas: **LR** = Lopes e Rosso (2005); **La** = Laurence (2005); **FM** = Favaretto e Mercadante (2005); **LG** = Linhares e Gewandszajder (2005); **ACL** = Adolfo, Crozetta e Lago (2005); **AM** = Amabis e Martho (2005); **Pa** = Paulino (2005); **SS** = Silva Jr. e Sasson (2005); **FP** = Frota-Pessoa (2005). As colunas destacadas em cinza apresentam as proporções de qualidades positivas identificada pela equipe.

QUALIDADES POSITIVAS	LR	La	FM	LG	ACL	AM	Pa	SS	FP	Prop.
ACUIDADE CONCEITUAL										
Balanco entre foco e profundidade								X		0,11
Tratamento integrado dos conteúdos	X	X		X		X		X	X	0,67
Tratamento da biodiversidade considerando as relações entre os grupos				X						0,11
Tratamento adequado, compreensivo e atualizado da Biologia Evolutiva				X		X				0,22
Conteúdo atualizado		X		X		X		X	X	0,56
Tratamento comparativo da Anatomia e Fisiologia				X						0,11
Relação entre estrutura e função na Anatomia e Fisiologia				X						0,11
Tratamento claro do significado biológico dos processos fisiológicos				X						0,11
Presença de glossário		X		X			X	X	X	0,56
Presença de um índice remissivo	X					X		X	X	0,44
ASPECTOS PEDAGÓGICOS E METODOLÓGICOS										
Contextualização do conhecimento em relação ao cotidiano	X			X	X	X		X	X	0,67
Construção do conhecimento baseado no conhecimento prévio do aluno		X	X	X		X			X	0,56
Estímulo a leitura de diversos tipos de textos		X							X	0,22
Proposta de atividades que estimulam a investigação e o pensamento crítico				X	X				X	0,33
Proposta de atividades que estimulam a investigação e a comunicação		X		X	X		X	X	X	0,67
Proposta de atividades que estimulam a habilidade de elaborar e interpretar gráficos, tabelas, diagramas, etc.		X							X	0,22
CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO										
Ciência tratada como uma atividade social e histórica				X		X	X	X	X	0,56

Ênfase na idéia de que o conhecimento científico não é a verdade absoluta		X		X		X			X	0,44
Apresentação de hipóteses alternativas		X								0,11
Estímulo a discussão das relações entre ciência, sociedade e tecnologia					X	X			X	0,33
Uso produtivo e adequado de analogias						X		X	X	0,33
Preocupação em diferenciar fenômenos biológicos e modelos								X		0,11
CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA										
Tratamento de problemas atuais e relevantes	X		X	X		X	X		X	0,67
Avaliação críticas de aspectos raciais/étnicos				X						0,11
Incentivo da promoção de minorias		X								0,11
MANUAL DO PROFESSOR										
Disponibilidade rica de textos adicionais				X						0,11
Sugestão de atividades complementares	X				X	X	X		X	0,56
Bom tratamento do conteúdos para a sala de aula					X	X		X		0,33
Suporte significativo para o processo de avaliação						X	X			0,22
ASPECTOS GRÁFICOS E EDITORIAIS										
Projeto gráfico eficiente	X	X		X		X		X		0,56
PROPORÇÃO DE QUALIDADES POSITIVAS	0,20	0,40	0,07	0,60	0,20	0,50	0,20	0,37	0,53	

Os professores puderam optar entre cinco obras didáticas em volume único e quatro em coleção de três volumes, uma para cada série do Ensino Médio. Segundo uma das orientações elas devem “*oferecer informações atualizadas, de forma a apoiar a formação continuada dos professores, na maioria das vezes impossibilitados, pela demanda de trabalho, de atualizar-se em sua área específica*” (BRASIL, 2008, p. 15). Por isso, “*a escolha do livro deve ser criteriosa e afinada com as características da escola, dos alunos e com o contexto educacional em que estão inseridos*” (BRASIL, 2008, p. 15).

Segundo El-Hani, Roque e Rocha (2007) no ano de 2007 as três das nove obras didáticas mais adotadas foram Laurence (2005), Amabis e Martho (2007) e Lopes e Rosso (2005), como mostra a Figura 2.

Figura 2. Distribuição de porcentagem da escolha dos professores pelos livros recomendados no PNLEM 2007. Dados retirados de El-Hani, Rocha e Roque (2007).

Considerando as especificações técnicas mínimas para a produção dos livros (formato, matéria-prima, acabamento), o que as diferencia, além da editoração gráfica, é a quantidade de informações, pois as obras didáticas em volume único apresentam seu conteúdo de forma mais sintética se comparado, obviamente, às obras em coleção. Isso não significa que a adoção de obras em volume único deva comprometer o trabalho do professor em sala de aula, uma vez que aprovada a obra didática é considerada adequada para sua utilização no Ensino Médio. Todos os livros didáticos são divididos em unidades, citadas no catálogo, e essas por sua vez, em capítulos e tópicos (podendo ainda se dividir em subtópicos, itens e sub-itens). Sobre os autores El-Hani, Roque e Rocha (2007) afirmam que grande parte é graduada em Biologia ou História Natural, muitos são titulados doutores em diferentes áreas das ciências biológicas e lecionam (ou lecionaram) no Ensino Básico. Os autores declaram que não foi possível estabelecer uma correlação entre a formação acadêmica e titulação dos autores e a aprovação das obras no Programa.

Para cada obra didática há uma resenha com a síntese avaliativa, que resume as características positivas e negativas do material; o sumário das obras, informando a organização geral; a análise da obra, com uma discussão mais ampla sobre as características; e a recomendação aos professores, com sugestões para um melhor aproveitamento do material.

O PNLEM garante que: *os livros didáticos de Biologia aprovados pelo programa constituem um conjunto amostral de análise significativo devido a todo esse processo de avaliação e pela ampla distribuição gratuita em território nacional, assegurando acesso ao conhecimento biológico por um maior número possível de alunos com o mínimo de qualidade conceitual aceitável pelos padrões educacionais atuais*. Infere-se, assim, que a estrutura do conhecimento evolutivo apresentada nesses materiais didáticos influenciará a formação de concepções sobre o processo evolutivo nas próximas gerações de estudantes brasileiros.

A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NOS LIVROS DIDÁTICOS: MATERIALIZAÇÃO DOS CURRÍCULOS

As discussões acerca do ensino de evolução biológicas e teorias evolutivas são recentes e podem ser concentradas após o fortalecimento da *Síntese*.

Krasilchik (2004) explica que o ensino de Biologia no Ensino Médio brasileiro sofreu importantes modificações curriculares nas décadas de 1950, 1960, 1970 e 1990. Em teoria, os livros didáticos devem refletir tais mudanças. Na década de 1950 a Biologia, ou melhor, História Natural, foi fortemente influenciada pelo ensino europeu e se dividia nas disciplinas de Biologia Geral, composta por assuntos ligados a Geologia e Paleontologia; de Botânica e de Zoologia. Logo depois, já na década de 1960, houve a descentralização quanto à deliberação curricular com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 20 de dezembro de 1961. O clima para a Biologia era de progresso e havia o

reconhecimento mundial da importância do ensino de Ciências como um “*fator de desenvolvimento*” (KRASILCHIK, 2004, p. 14). Brasil e Estados Unidos da América (EUA)⁵ iniciaram, independentemente, movimentos comprometidos com a melhoria do Ensino de Ciências, liderados por membros da comunidade científica.

Nos EUA o evolucionismo constituiu parte importante das reformas curriculares entre os anos de 1950 e 1960⁶. Sob efeito da *Síntese*, justificada pela aceitação da evolução biológica, sua relevância na comunidade científica e a possibilidade de unificação dos conteúdos biológicos, foram traçadas novas perspectivas ao ensino da Biologia. Nos sistemas estadunidenses de ensino tais mudanças se materializaram nas coleções didáticas *Biological Science Curriculum Studies* – BSCS⁷. O BSCS foi desenvolvido por um grupo autônomo de biólogos e educadores, com o intuito de produzir tanto materiais didáticos quanto promover a formação docente. Havia três versões que compreendiam um curso integral de Biologia: Azul, Amarela e Verde⁸, nas quais as áreas privilegiadas eram, respectivamente, Biologia Molecular; Citologia, Embriologia e Evolução; e Ecologia (MAYER, 1986). De acordo com Mayer (1986), apesar das abordagens diferentes nas três versões, identificou-se um corpo comum de conhecimento, dos quais a Evolução estava sempre presente. Entre as discussões da comunidade científica sobre o papel unificador da síntese evolutiva e a resistência histórica ao ensino de evolução no contexto sócio-educacional estadunidenses, o BSCS teve o papel de reintroduzir a Evolução no currículo das escolas secundárias do país, após um período de quatro décadas durante os quais o tema praticamente desapareceu dos livros didáticos⁹. O BSCS também foi um importante difusor dos conceitos relacionados à reprodução humana, ecossistemas, citologia e biologia molecular.

A influência do BSCS chegou ao Brasil a partir de 1967, por meio da tradução e da adaptação, primeiramente, da versão Azul em dois volumes, que “*analisava os processos biológicos a partir do nível molecular*” (KRASILCHIK, 2004, p. 15); e, posteriormente, a versão Verde em três volumes, que “*centralizava sua análise no nível de população e comunidade*” (KRASILCHIK, 2004, p. 15);

⁵ Nos EUA mesmo existindo um sistema hierárquico de leis a partir do governo federal cada estado norte-americano tem autonomia para estabelecer um sistema de ensino próprio. Isso permite que cada Estado determine o que deve ou não ser ensino.

⁶ Como consequência direta da Guerra Fria o governo dos EUA estava disposto a financiar programas educativos que aumentasse o interesse dos jovens pelas Ciências.

⁷ Instituído 1959 pelo *American Institute of Biological Sciences* (AIBS), com apoio financeiro da *National Science Foundation* (NSF). Mais informações disponíveis no endereço eletrônico <<http://www.bsos.org/>>. Acessado em 20 jul. 2008.

⁸ Ainda foram produzidas outras duas versões: para alunos de baixas habilidades intelectuais, *BSCS Patterns and Processes*, e para alunos com habilidades muito acima da média, *BSCS Science: an Inquiry Approach*.

⁹ Anterior ao BSCS, os livros didáticos de Biologia (ou melhor, de História Natural) abordavam a evolução apenas a partir dos anos de 1930, como recurso teórico nos capítulos referentes à Paleontologia (estudo dos fósseis) ou à Genética (estudo da hereditariedade). A partir do BSCS a Evolução é considerada como a temática organizadora e central da Biologia escolar. Suas atividades continuam sendo desenvolvidas no Colorado Springs, EUA.

encomendadas pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBCEC). Contudo, o alto nível acadêmico das coleções adaptadas inviabilizou o uso destes materiais ao longo do tempo, uma vez que os próprios professores não possuíam a formação adequada.

Já na década de 1970 a educação brasileira sofreu os efeitos da ditadura militar. A formação básica científica foi comprometida pelos objetivos do governo de privilegiar aquelas disciplinas que tivessem maior ligação com a formação profissional. Novas mudanças chegaram ao final da década de 1970 e início da década de 1980 com os movimentos populares de democratização do país.

Enfim, na década de 1990 se retomam as discussões sobre propostas curriculares nacionais, visando homogeneizar o ensino, mesmo com a descentralização dessas decisões. O governo brasileiro divulga os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Os conteúdos biológicos do Ensino Médio são incluídos na área das Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Krasilchik (2004, p. 20) afirma que *“o impacto dos PCN foi relevante no currículo teórico elaborado por entidades e autores de livros, entre outros”*. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio sugerem que os conteúdos biológicos devem ser articulados num **eixo Ecológico-Evolutivo**, o que possibilitaria a integração do conhecimento biológico e superaria o modelo de memorização de nomes, sistemas ou processos.

No tocante ao currículo, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+), sugerem formas mais detalhadas do que e como ensinar as Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Para lidar com a imensidão de assuntos estudados pela Biologia, o PCN+ propõe a organização dos conteúdos em seis temas estruturadores: Interação entre os seres vivos; Qualidade de vida das populações humanas; Identidade dos seres vivos; Diversidade da vida; Transmissão da vida, ética e manipulação gênica; e Origem e evolução da vida (BRASIL, 2002, p. 41). De uma forma simples os temas estruturadores teriam como finalidade agrupar as áreas do conhecimento biológico e facilitar a compreensão de aspectos importantes sobre a vida e os seres humanos; além de auxiliar os professores na organização da ação pedagógica. O tema estruturador “Origem e Evolução da vida” aborda os assuntos considerados pelo documento como os *“mais instigantes para o ser humano”*; e seu conteúdo *“com grande significado científico e, sobre tudo, filosófico”*. Para o PCN+ é neste tema que os alunos terão a *“oportunidade para perceber a transitoriedade dos conhecimentos científicos, posicionar-se em relação a questões polêmicas e dimensionar processos vitais em diferentes escalas de tempo”* (BRASIL, 2002, p. 50). No texto das Orientações Curriculares para o Ensino Médio a “Origem e Evolução da vida” é *“de importância central no Ensino de Biologia”*. Os conceitos relacionados a este tema não devem estar reunidos em apenas um bloco, porém ser *“uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas”*. Continua que:

A presença do tema origem e evolução da vida ao longo de diferentes conteúdos não representa a diluição do tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos,

Apesar de todas as mudanças dos cenários políticos e educacionais brasileiros, ecoam da década de 1960 e 1970 a “*esperança depositada na Ciência para a população dos problemas da humanidade*” (KRASILCHIK, 2004, p. 20). Os projetos curriculares dos BSCS “*tiveram ampla difusão e influenciaram profundamente o ensino atual de Biologia*” (KRASILCHIK, 2004, p. 15). A escola começa a ter um papel fundamental no fortalecimento da imagem social das Ciências de referência, pois as disciplinas escolares representam um tipo de saber que permite momento de aproximação tanto em relação às disciplinas científicas quanto em relação às disciplinas acadêmicas. Foi uma questão de tempo até que o ensino de evolução tomasse espaço no contexto escolar e, concomitantemente, se tornasse tema de pesquisa em Educação.

Encontra-se aqui outro pressuposto de pesquisa importante: *as bases educacionais brasileiras atuais reconhecem a importância da evolução biológica e das Teorias evolutivas e estimulam seu ensino.*

Infer-se, então, que o acesso à evolução biológica e Teorias Evolutivas pela população escolar do Ensino Básico se dá, em parte, por meio dos livros didáticos, que devem (ou deveriam) estar em consonância com as diretrizes educacionais brasileiras.

A construção do pensamento evolutivo inicia-se no currículo de Ciências Naturais incorporado pelos livros didáticos do Ensino Fundamental. Keown (1988) já nos alertava que o ensino de evolução se torna inviável quando concentrado em apenas uma fase do Ensino Médio¹⁰, uma vez que o contato inicial com assuntos importantes à compreensão do processo evolutivo inicia-se já nos primeiros anos do Ensino Fundamental¹¹. O autor sugere que durante essa fase inicial da educação há a possibilidade de se trabalhar quatro grandes temas necessários para a preparação progressiva dos estudantes: o tempo geológico e a formação da Terra; as mudanças ambientais contínuas; a composição genética dos seres vivos, considerando os mecanismos de alteração e de variabilidade; e o potencial biótico das populações naturais.

Jeffery e Roach (1994) analisaram a presença de 15 conceitos (dinossauros, camuflagem, hereditariedade, extinção, eras geológicas, glaciação, reprodução, adaptação, deriva continental, etc.) considerados pré-conceitos evolutivos nos livros didáticos do programa de Ciências Naturais do Ensino Fundamental utilizados por instituições escolares norte-americanas. Os autores, tendo como base Keown (1988), constataram que: (1) o estudo do tempo geológico se dá por meio da descrição

¹⁰ Chamado de *High School* pelos sistemas educacionais estadunidenses, correspondente ao Ensino Médio do sistema educacional brasileiro. O autor refere-se aos nono e décimo anos do programa de Biologia, quando ocorre o ensino formal de evolução.

¹¹ Chamado de *Elementary School* e *Middle School* pelos sistemas educacionais estadunidenses, correspondem, respectivamente, aos 1º ao 4º ciclos e aos 5º ao 9º ciclos do Ensino Fundamental do sistema educacional brasileiro.

das eras, história da Terra e do conceito de tempo. Discute-se, ainda, glaciação e deriva continental. No tocante às mudanças ambientais o material amostrado não descreve satisfatoriamente as mudanças drásticas ocorridas ao longo do tempo geológico, mesmo aquelas de conhecimento popular, como a formação do *Grand Canyon*, exemplificado por Keown (1988); (2) a composição genética dos seres vivos é tratada de forma ocasional e ligada muito mais à compreensão dos mecanismos genéticos; refere-se a conceitos sobre hereditariedade, reprodução, adaptação, variabilidade e características genéticas; e (3) por fim, o potencial biótico é discutido de forma tangencial a ecologia de populações.

Jeffery e Roach (1994) acreditam que essa estrutura auxiliar ainda precisa ser melhorada, pois não oferece aos estudantes mais velhos um arcabouço teórico suficiente para a construção do raciocínio baseado em teorias evolutivas. Já Swarts (1991, *apud* Swarts, Anderson e Swetz, 1994) categorizou 80 tipos de conteúdos evolutivos representativos em livros didáticos de Biologia para o Ensino Médio norte-americanos. Tais conteúdos foram agrupados em 12 categorias (lista completa traduzida em Anexo 2):

1. Teorias alternativas da Evolução;
2. Bases da Teoria da Evolução por seleção natural;
3. Algumas evidências ou “exemplos documentados” de evolução;
4. Fósseis, escala de tempo geológico e teorias de extinção;
5. Equilíbrio genético e alguns agentes de disrupção;
6. Especiação;
7. Evolução convergente e co-evolução;
8. Taxa de especiação;
9. Origem da vida;
10. Evolução e origem de plantas e animais;
11. Evolução e origem dos seres humanos e;
12. Miscelânea entre outros.

O trabalho reforça a crítica feita por Keown (1988)¹² de haver uma tendência em concentrar o estudo da evolução na fase escolar mais avançada. O autor questiona:

Quão defensável para uma pessoa que pensa concretamente – a condição da maioria entre 14 e 15 anos – é a idéia de que um protozoário nunca mudou, mesmo durante um longo período de tempo, para se tornar um elefante? Quanto se pode creditar na idéia de que uma bactéria vista em um microscópio possa ter sido um ancestral precursor da espécie humana? Que Eva foi originada da costela de Adão é muito mais plausível sem um arcabouço de informações, tipos particulares de experiências e a estrutura do pensamento é o que permitem que o estudante veja a evolução como uma explicação razoável para o desenvolvimento e formação da vida (KEOWN, 1988, p. 407)¹³

¹² O autor do artigo argumenta numa perspectiva piagetiana.

¹³ Trecho original: *How tenable to a concrete thinker the condition of most 14 and 15 year olds-is the idea that a protozoan ever changed, even over a long period of time, to become an elephant? How credible is the idea that the bacteria seen in the microscope might have been an ancient forerunner to the human species?*

Swarts, Anderson e Swetz (1994) num trabalho comparativo entre livros didáticos norte-americanos, chineses e russos (ainda da antiga União Soviética), estimaram as proporções destas categorias nos materiais estudados, por meio de análise de conteúdo. Os autores concluem que os livros didáticos norte-americanos exibem uma diversidade de itens considerados evolutivos, sendo que as evidências da evolução biológica constituem a maior parte dos conteúdos analisados, propiciando aos professores uma gama de possibilidades de escolha entre a profundidade dos tópicos expressos nas obras. Ao compararem com estudos anteriores no período de 1980 a 1982 a maior proporção de texto dedicado à evolução biológica mantiveram-se nas edições dos BSCS.

Como citado anteriormente uma das consequências do PNLEM foi a divulgação de pareceres que justificavam os principais motivos pelos quais as obras didáticas inscritas no programa foram rejeitas. Considerando apenas a evolução biológica Rocha e colaboradores (2007) levantaram os principais problemas conceituais encontrados nas obras didáticas excluídas pelo PNLEM. Entre eles estão informações factuais incorretas sobre relações filogenéticas, evolução de linhagens animais e classificações obsoletas não baseadas em ancestralidade comum; ausência de definições acuradas de conceitos biológicos e evolutivos centrais; concepções evolutivas de linearidade e de progresso; processos adaptativos como única explicação evolutiva; determinismo biológico; ausência de aspectos evolutivos sobre a diversidade biológica entre outros.

Compreende-se, dessa forma, que os livros didáticos aprovados pelo PNLEM conseguiram minimizar estes problemas, o que os tornam fonte de informações conceitualmente adequada para o nível de ensino, constituindo um conjunto amostral interessante para a pesquisa.

CAPÍTULO 4. QUADRO METODOLÓGICO

Etapas de trabalho

A origem das espécies – parte 1. “Um sábado qualquer...”® (<www.umsabadoqualquer.com>)

Atualmente, é crescente a adoção de uma abordagem qualitativa, discutida amplamente nos trabalhos de Lükde e André (1986) e Bogdan e Biklen (1994). O problema foi analisado sob a perspectiva da pesquisa qualitativa, na qual a fonte de dados é descritiva e de difícil tratamento estatístico, a qual permite reconhecer uma íntima relação entre a pesquisa e o pesquisador; a análise dos dados é indutiva dentro de um quadro teórico; e, por fim, valoriza-se o processo de obtenção dos resultados (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p.11-13; BOGDAN e BIKLEN, 1994, p.47-51). Partiu-se de uma análise documental que compreende “*quaisquer materiais escritos que possam ser usados como fonte de informação sobre o comportamento humano*” (PHILLIPS, 1974, p. 187, *apud* LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p. 38). Esta técnica permite identificar informações factuais, baseadas em pressupostos de interesse, e oferecem evidências para responder um problema (LÜDKE e ANDRÉ, 1986). Como parte do processo de construção do quadro metodológico, descreveu-se a seguir as decisões que culminaram no *corpus* de análise.

A CONSTRUÇÃO DO CORPUS DE ANÁLISE

ESCOLHA DOS LIVROS DIDÁTICOS

Optou-se pelos livros didáticos adotados no Ensino Médio, que corresponde aos três últimos anos da Educação Básica. Nesse período, os alunos passam a não mais estudar Ciências e têm o contato com a disciplina escolar de Biologia, a qual dedica parte do conteúdo ao estudo da evolução biológica e das Teorias Evolutivas. Considerando um universo amostral de livros didáticos disponíveis no mercado, decidiu-se pelas nove obras didáticas recomendadas pelo PNLEM 2007/2009, pois tais materiais foram submetidos a um processo de avaliação (Tabela 3). Todos os exemplares disponibilizados pelas editoras são destinados aos professores. O Livro do Professor, além do conteúdo do Livro do Aluno, contém o Manual do Professor – um suplemento com a proposta pedagógico-metodológica da obra, a descrição geral da organização dos conteúdos e atividades e leituras complementares sugeridas pelos autores. O material está disponível para consulta no Laboratório de Ensino de Biologia do Centro Pedagógico (Rua das Paineiras, s/n, Bloco 28), do Departamento de Biologia, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, no *campus* da Universidade de São Paulo, localizado na Avenida dos Bandeirantes, 3900, no Bairro de Monte Alegre, do município de Ribeirão Preto, São Paulo. Este espaço é supervisionado pelo prof. Dr.

Marcelo Tadeu Motokane e destina-se às atividades de docência, pesquisa¹ e extensão ligadas ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Tabela 3. Lista resumida das obras didáticas avaliadas pelo PNLEM 2007/2009 escolhidas para a pesquisa.

Nome	Autor(es)	Editores	Ano
Biologia - Volume Único	Sônia Lopes e Sergio Rosso	Saraiva	2005
Biologia - Volume Único	J. Laurence	Nova Geração	2005
Biologia - Volume Único	José Arnaldo Favaretto e Clarinda Mercadante	Moderna	2005
Biologia - Volume Único	Sérgio Linhares e Fernando Gewandszajder	Ática	2005
Biologia - Volume Único	Augusto Adolfo, Marcos Crozetta e Samuel Lago	IBEP	2005
Biologia - Volumes 1, 2 e 3	José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho	Moderna	2005
Biologia - Volumes 1, 2 e 3	Wilson Roberto Paulino	Ática	2005
Biologia - Volumes 1, 2 e 3	César da Silva Júnior e Sezar Sasson	Saraiva	2005
Biologia - Volumes 1, 2 e 3	Oswaldo Frota-Pessoa	Scipione	2005

Reconheceu-se de antemão, por meio da leitura prévia do Catálogo do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio de Biologia (PNLEM 2007/2009), que os autores organizam as obras didáticas em unidades. As unidades podem representar áreas do conhecimento biológico escolar ou temas que constituem o contexto mais amplo no qual um conjunto de conceitos, processos e fenômenos biológicos são apresentados, sob variadas abordagens. Distinguiram-se, então, as unidades em específicas e não-específicas. As unidades específicas são aquelas que reúnem os conteúdos próprios para o estudo da evolução biológica e teorias evolutivas², como por exemplo, um histórico do desenvolvimento do pensamento evolutivo e as evidências da evolução. As unidades não-específicas, por sua vez, tratam de outros conceitos, processos e fenômenos ligados as células, genes ou populações, por exemplo, sem adotar, necessariamente, uma perspectiva evolutiva.

COMO AVALIAR A ESTRUTURA E O CONTEÚDO BIOLÓGICO DOS LIVROS DIDÁTICOS ESCOLHIDOS?

O primeiro objetivo foi descrever a estrutura e o padrão de distribuição do conteúdo biológico compartilhado entre os nove livros didáticos de Biologia, destinados ao Ensino Médio, avaliados e recomendados pelo PNLEM 2007/2009, destacando a evolução biológica e as teorias evolutivas. Para

¹ Atualmente o Grupo de Pesquisa sobre Linguagem e Ensino de Ciências (LINCE) desenvolve suas atividades neste espaço.

² A maioria dos autores considera o estudo da evolução da espécie humana parte deste contexto, assim como a disciplina de Genética de Populações.

isso, iniciou-se uma análise exploratória do conteúdo do Livro do Aluno, comum a professores e alunos, desconsiderando o Manual do Professor. Nesses materiais, foi possível analisar diferentes recursos textuais e gráficos, os quais se constituem em texto principal, intertextos (excertos de obras de outros autores, geralmente apresentados como leitura suplementar), boxes ou caixas (texto curto que tem como função explicar ou complementar o corpo do texto principal), exercícios e atividades, glossários, sumários, índices remissivos, tabelas, fotos, esquemas, gráficos e etc. Os nove livros didáticos recomendados, considerando apenas o Livro do Aluno, somam 7454 páginas. Restringiu-se, assim, a análise exploratória à inferência dos conteúdos e da estrutura por meio dos títulos atribuídos às unidades, capítulos, tópicos e subtópicos (modelo Tabela 4).

Tabela 4. Modelo de tabela usado para registro das unidades, capítulos e tópicos das obras didáticas amostradas neste trabalho.

NOME DO AUTOR (ANO) – TÍTULO DA OBRA VOLUME ÚNICO OU Nº DO VOLUME SERIADO					
Unidade	nº pgs.	% (volume)	% (coleção)	Capítulo	Tópicos

Optou-se por não transcrever os fragmentos do texto associados ao conjunto de dados. Considerou-se, também, o número de páginas apenas das unidades das obras didáticas denominadas pelos autores desses materiais, pois a partir disso foi possível inferir a importância dada pela obra para um determinado conteúdo biológico. Como a pesquisa tem caráter qualitativo, a quantidade de páginas destinadas a cada unidade e a sua respectiva porcentagem não passou por nenhum tipo de metodologia ou tratamento estatístico específico. O uso das porcentagens, obtidas calculando-se a relação entre o número de páginas de cada unidade em relação ao número total de páginas da obra didática, foi utilizado apenas como um recurso que permitiu criar elementos gráficos que facilitassem a apresentação dos resultados.

DESCRIÇÃO DAS UNIDADES E/OU CAPÍTULOS ESPECÍFICOS SOBRE A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E
TEORIAS EVOLUTIVAS DOS LIVROS DIDÁTICOS AMOSTRADOS

O segundo objetivo foi descrever as unidades e/ou capítulos específicos destas obras didáticas [recomendados pelo PNLEM 2007/2009] que tratem a evolução biológica e as teorias evolutivas como objeto de estudo, por meio da identificação das categorias (em **negrito**) e os respectivos conteúdos evolutivos propostos por Swarts (1991, *apud* SWARTS, ANDERSON e SWETZ, 1994). A lista completa encontra-se traduzida no Anexo 2.

Consideraram-se apenas os textos e as figuras, com exceção das atividades e dos exercícios. A partir da leitura dos livros didáticos amostrados, optou-se por adaptar o trabalho de Swarts (1991, *apud* SWARTS, ANDERSON e SWETZ, 1994, p.481-482), considerando as seguintes categorias:

- **Corrente de pensamento:** Fixismo; Criacionismo; Transformacionismo; Evolucionismo; Lamarckismo; Darwinismo; Neodarwinismo.
- **Teorias evolutivas alternativas:** Transformacionismo/Teoria Evolutiva de Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) (conceito de adaptação; Herança de caracteres adquiridos; Lei de uso e desuso); Teoria neutra da evolução; Outras teorias/hipóteses.
- **A vida de Charles R. Darwin (1809-1882):** Viagem a bordo do H. M.S. Beagle; O caso dos Tentilhões de Galápagos; Contribuições de Alfred R. Wallace (1823-1913) (co-autor da Teoria da evolução por seleção natural); Contribuições de Thomas Malthus (1766-1834); Seleção Artificial e domesticação.
- **Evidências da evolução:** Homologia (Divergência evolutiva/adaptativa); Homoplasia/Analogia; Órgãos vestigiais; Fósseis (Processo de fossilização, Datação de fósseis, Tempo geológico, Principais eventos geológicos e biológicos, Hipóteses/Teorias de extinção em massa, Falhas no registro fóssil); Análise anatômica comparada; Análise bioquímica/molecular comparada (relógio molecular); Análise fisiológica comparada; Análise embriológica comparada; Outros tipos de evidências.
- **Bases para a Teoria da Evolução por seleção natural:** Noção de potencial biótico; Noção da existência de variabilidade populacional; Noção de herdabilidade de caracteres; Seleção Natural (Agente que promove a sobrevivência diferencial, Seleção Sexual e Outros casos específicos); Adaptação (Diferenciação entre adaptação individual e populacional/evolutiva); Ancestralidade.
- **Teoria Sintética da Evolução:** Avanços da Genética; Fatores evolutivos (Mutação, Natureza aleatória, Como fonte/causa de variabilidade; Recombinação gênica/Permutação, Reprodução sexuada, Migração/Fluxo gênico, Endogamia/Cruzamento consanguíneo, Seleção Natural, Deriva genética/Oscilação Genética e Efeito Fundador).
- **Genética de população:** Teoria/Teorema de Hardy-Weinberg (Cálculos das frequências gênicas, Validação).
- **Seleção Artificial e melhoramento genético:** Seleção Artificial e melhoramento genético.
- **Especiação:** Conceito de espécie (Biológico, Filogenético e Outros); Isolamento geográfico e especiação alopátrica; Isolamento reprodutivo (Mecanismos pré-cruzamentos ou pré-zigóticos e Mecanismos pós-cruzamentos ou pós-zigóticos); Especiação simpátrica; Poliploidia; Formação de raças/variedades/subespécies; Anagênese/Microevolução; Cladogênese/Macroevolução; Irradiação adaptativa.

- **Taxa de especiação:** Gradualismo; Equilíbrio Pontuado.
- **Evolução convergente:** Convergência evolutiva/adaptativa.
- **Co-evolução:** co-evolução.
- **Lei da Recapitulação:** Ontogenia e Filogenia
- **Origem e evolução dos organismos:** Teorias de origem da vida; Formação das pré-células (coacervatos); Origem dos procariotos (Bactérias); Origem dos eucariotos (Teoria/Hipótese da Endossimbiose); Vírus; Plantas (Conquista do ambiente terrestre); Invertebrados; Vertebrados (Cordados).

A presença e/ou ausência dos conteúdos evolutivos foram registrados por meio de três diferentes classes: ausência do conteúdo evolutivo, presença superficial do conteúdo evolutivo e presença satisfatória do conteúdo evolutivo. A primeira classe foi caracterizada pelo símbolo (-), que indica a total ausência de tratamento do conteúdo em questão. A segunda, relacionado ao símbolo (+), mostra que o conteúdo foi tratado de maneira superficial, isto é, o conteúdo foi citado apenas uma única vez ou apenas registrado em um texto complementar. Por fim, a terceira classe, caracterizada pelo símbolo (++), mostra que o autor da obra tratou o tema de maneira satisfatória, ou seja, além de citar o conteúdo, também o explicou e em algumas obras deu exemplos ou até mesmo recorreu a figuras para dar mais clareza.

COMO DETERMINAR O PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DOS TEMAS QUE ABORDAM ASPECTOS EVOLUTIVOS?

Percebeu-se que os autores dos livros didáticos amostrados recorrem a conceitos evolutivos em unidades diferentes das específicas. Ciente de que o substrato é o texto escrito, nota-se que a linguagem científica é rica em termos técnicos próprios, que visam sintetizar conceitos complexos, agregados a múltiplos significados, como o termo evolução, que, para o conhecimento cotidiano, pode significar progresso. Contudo, no meio científico, especificadamente a Biologia, a evolução tem um significado específico, que permite sintetizar as mudanças que ocorrem nas populações de organismos ao longo do tempo geológico, e que culminou na origem da diversidade biológica. Ao termo evolução agregam-se, entre outras coisas, os mecanismos biológicos responsáveis pela diversificação da vida, como hereditariedade, variação populacional, especiação, entre outros. A linguagem científica é demarcada pelas convenções dos representantes da Ciência, os cientistas, o que significa dizer que ela é arbitrária. Espera-se que, apesar das controvérsias anunciadas e esperadas decorrentes do processo de produção do conhecimento científico, um termo aplicável em diferentes contextos independentes. Mesmo considerando as polissemias implícitas nas palavras, para a Biologia, evolução como fenômeno biológico ocorre indiferente da área específica e do organismo considerado.

Em seguida, levantou-se a seguinte dúvida: *em quais outras unidades das obras didáticas recomendadas pelo programa, que não somente a específica, os autores recorrem aos conceitos evolutivos?* Portanto, o objetivo foi localizar conceitos evolutivos determinados ao longo das obras didáticas amostradas, de forma a identificar o padrão de distribuição dos assuntos associados diretamente à evolução biológica.

As unidades contêm capítulos, variável em número, com exceção de Frota-Pessoa (2005), cuja coleção apresenta sempre três capítulos em cada Unidade. Denominam-se tópicos subdivisões do texto principal, contidos nos capítulo das obras didáticas amostradas. As divisões subsequentes são, assim, subtópico e item, podendo ainda chegar a subitem, exemplificado pela Figura 3.

Figura 3. Divisões do texto principal dos livros didáticos. Exemplo retirado de Amabis e Martho (2005). **(A)** Abertura da Unidade 1 do primeiro volume da coleção didática. **(B)** Abertura do Capítulo 1 da Unidade 1. **(C)** Tópico 5 do Capítulo 1 da Unidade 1. Destacado pelos retângulos: um tópico, um subtópico e um item.

O tamanho do texto é demarcado pelas divisões e varia, assim como a quantidade de tópicos que um mesmo capítulo pode ter. Assim, optou-se por analisar apenas os tópicos que discutem explicitamente aspectos evolutivos nas unidades e/ou capítulos específicos e não-específicos. O registro a ser analisado deu-se por meio da seleção dos tópicos que contivessem, ao longo do texto principal, no mínimo, uma **unidade perceptível**. Elegeu-se como unidades perceptíveis as palavras e/ou termos diretamente relacionados aos conceitos de **evolucionismo, evolução biológica, seleção natural, adaptação biológica, ancestralidade, variação genética e filogenia**. São exemplos de termos associados aos conceitos selecionados, além deles mesmos: ‘teoria da evolução’, ‘história evolutiva’, ‘parentesco filogenético’, ‘população ancestral’, ‘ancestral comum’, ‘grupo ancestral’, ‘novidade evolutiva’, ‘aquisição evolutiva’, ‘positivamente selecionado’, ‘valor adaptativo’, ‘variabilidade genética’, etc. As unidades perceptíveis foram escolhidas baseadas na literatura acadêmica e pela consulta do vocabulário controlado pelo Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade de São Paulo (SIBiNet)³. Um mesmo conjunto de frases ou parágrafos pode conter diferentes unidades perceptíveis, as quais foram registradas e relacionadas à página, subtópico, tópico, capítulo e unidade (modelo Tabela 5).

Tabela 5. Tabela de registro dos tópicos que contém unidades perceptíveis retiradas das obras didáticas amostradas.

NOME DO AUTOR (ANO) – TÍTULO DA OBRA VOLUME ÚNICO OU Nº DO VOLUME SERIADO						
Unidades perceptíveis	pg.	Subtópico	Tópico	Capítulo	Unidade	Obj. Estudo
						[SIGLA]

Swarts, Anderson e Swetz (1994) demonstraram haver um volume maior de conteúdo evolutivo no texto principal⁴, e, por isso, a análise concentrou-se apenas nele, já que é maior a possibilidade de se obter uma quantidade significativa de informações. Assim, dessa forma, foram desconsiderados os intertextos (excertos de obras de outros autores, geralmente apresentados como leitura suplementar), boxes ou caixas (texto curto que tem como função explicar ou complementar o corpo do texto principal), exercícios e atividades, glossários, sumários, índices remissivos, tabelas, fotos, esquemas, gráficos e etc que variam enormemente entre uma obra e outra.

³ Disponível *on-line* no endereço eletrônico: <<http://143.107.73.99/Vocab/Sibix652.dll/Assuntos>> Acesso em 01 ago. 2010.

⁴ Os autores advertem que, existe sim, uma quantidade significativa de conteúdo evolutivo nos suplementos (ilustrações, boxes, apêndices, glossários, etc.) e esta é uma característica que diferencia os materiais considerados pelo trabalho. O mesmo aparece na distribuição, pois há uma variação de livros didáticos entre aqueles que concentram os conteúdos evolutivos nas porções finais e aqueles os que distribuem ao longo do material.

Um único tópico pode ser constituído de muitas páginas. Por exemplo, no Volume 1, de Amabis e Martho (2005), constituído por cinco unidades, na Unidade 2, há o Capítulo 6 – ‘O citoplasma’ – que aborda a estrutura e organização do citoplasma das células procarióticas e eucarióticas em 28 páginas. Nesse capítulo, encontram-se três tópicos. Dos três tópicos, registrou-se apenas o terceiro – ‘O citoplasma das células eucarióticas’ – devido a presença de pelo menos uma unidade perceptível. Este tópico compreende 18 páginas (mais de 60% do capítulo) distribuídas em 10 subtópicos. Cada conjunto de unidades perceptíveis registradas nas linhas da tabela que constituem os dados foi retirado de um parágrafo do texto principal do respectivo tópico. Já no Volume Único de Adolfo, Crozetta e Lago (2005), a Unidade 1 – ‘Origem da vida’ – é composta de um único Capítulo – ‘A formação dos primeiros seres vivos’ – que discute as hipóteses sobre a origem da vida em 12 páginas. Nesse capítulo, identificam-se 4 tópicos, dos quais apenas dois apresentam uma frase que contenha pelo menos uma unidade perceptível. Os dois tópicos ocupam apenas duas páginas, o que representa menos de 20% do capítulo.

Além da desconsideração quanto ao tamanho relativo do número de páginas que um único tópico possa ter, salienta-se que a presença de uma única unidade perceptível foi suficiente para o registro de um tópico. Apesar das unidades perceptíveis garantirem a seleção tópicos, que em algum momento do texto discutem algum aspecto evolutivo de um dado conteúdo, reconheceu-se que a escolha dessas unidades perceptíveis pode não ser suficiente para responder à pergunta e que um aprofundamento na ciência de referência seria suficiente para adicionar outras unidades perceptíveis relevantes, como acaso, tempo geológico e população. Outra fragilidade a ser considerada é que o uso ou não de unidades perceptíveis não garante: (1) conclusões sobre uma abordagem evolutiva e (2) o uso correto dos conceitos. Objetivou-se, dessa forma, inferir um padrão de distribuição dos tópicos nos quais os autores abordam aspectos evolutivos de um dado conteúdo biológico

CAPÍTULO 5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os livros didáticos e a evolução biológica

A origem das espécies – parte 2. “Um sábado qualquer...”® (<www.umsabadoqualquer.com>)

A análise exploratória procurou descrever a estrutura e o padrão de distribuição do conteúdo biológico, compartilhado entre os nove livros didáticos de Biologia destinados ao Ensino Médio, avaliados e recomendados pelo PNLEM 2007/2009, destacando a evolução biológica e Teorias Evolutivas. Para isso, a análise baseou-se nos nomes atribuídos aos títulos das unidades, dos capítulos, dos tópicos e dos subtópicos dos nove livros didáticos amostrados. Os títulos têm o objetivo de sintetizar aquilo que o(s) autor(es) intenciona(m) discutir, sem entrar no mérito da escolha do título pelo(s) autor(es) ser bem sucedida ou não. A partir deles, foi observado que o conteúdo biológico pode ser agrupado de forma apresentar uma área tradicional da Biologia, como, por exemplo, a Genética (Figura 4B), ou, ainda, agrupado por tema (assunto), como a descoberta das células (Figura 4A).

Figura 4. Trecho do sumário de Amabis e Martho (2005). **(A)** Exemplo de apresentação do conteúdo baseado por tema ou assunto. Retirado do volume 1 da coleção. **(B)** Exemplo de apresentação do conteúdo baseado área do conhecimento. Retirado do volume 3 da coleção.

(A)	
PARTE II	ORGANIZAÇÃO E PROCESSOS CELULARES
CAPÍTULO 4 A descoberta da célula, 90	
■ 4.1 O mundo microscópico, 90	
▶ Microscópio simples e microscópio composto, 90	
▶ Origem do termo "célula", 91	
▶ Teoria celular, 91	
■ 4.2 A célula observada ao microscópio óptico, 93	
▶ Partes fundamentais da célula, 93	
▶ O funcionamento dos microscópios ópticos, 94	
▶ Quadro 4.1 • Unidades de medida para o mundo microscópico, 95	
▶ Técnicas para observação ao microscópio óptico, 96	
■ 4.3 A célula observada ao microscópio eletrônico, 99	
▶ O funcionamento dos microscópios eletrônicos, 99	
▶ Técnicas para observação ao microscópio eletrônico, 101	
▶ Descobrimos o interior das células vivas, 101	
■ 4.4 Outros métodos de estudo da célula, 102	
▶ Fracionamento celular, 102	
▶ O uso de substâncias radioativas em Citologia, 104	
▶ Leitura Uma história de 400 anos, 105	
■ Atividades, 106	

(B)	
PARTE I	GENÉTICA
CAPÍTULO I As origens da genética, 2	
■ 1.1 Primeiras idéias sobre herança biológica, 2	
▶ Os filósofos gregos e a hereditariedade, 2	
■ 1.2 As bases da hereditariedade, 4	
▶ Pré-formação versus epigênese, 4	
▶ A descoberta dos gametas, 5	
▶ Gametas e fecundação, 6	
■ 1.3 Descoberta dos cromossomos e das divisões celulares, 6	
▶ Comportamento dos cromossomos na mitose, 7	
▶ A descoberta da meiose, 8	
▶ Quadro de Consulta • Marcos da Genética no século XX, 11	
▶ Leitura A importância da teoria genética, 14	
■ Atividades, 15	

Uma área pode ser compreendida como a sistematização de um conhecimento específico em virtude da natureza do seu objeto de estudo, dos seus paradigmas e dos seus métodos de investigação, que resultam de uma produção acadêmico-científico-tecnológica. Ela pode ter finalidade de delimitar o programa de pesquisa, de ensino e de aplicação e, ainda, ser fragmentada em função do nível hierárquico, do objeto de pesquisa, dos métodos e procedimentos reconhecidos e amplamente utilizados e ou pelo tema a ser investigado. São exemplos de áreas da Biologia: Citologia, Genética, Embriologia, Paleontologia, Sistemática, Histologia, Fisiologia, etc. Porém, não há um sistema único de classificação que determina quais são as áreas do conhecimento biológico existentes.

Identificou-se 29 áreas do conhecimento biológico declaradas nos títulos das unidades, capítulos, tópicos e subtópicos na amostra de livros didáticos (Tabela 6).

Tabela 6. Áreas do conhecimento biológico, a partir dos títulos das unidades, capítulos, tópicos e subtópicos dos nove livros recomendados pelo PNLEM 2007/2009. As siglas denominam as iniciais dos autores das obras didáticas amostradas: **LR** = Lopes e Rosso (2005); **La** = Laurence (2005); **FM** = Favaretto e Mercadante (2005); **LG** = Linhares e Gewandszajder (2005); **ACL** = Adolfo, Crozeta e Lago (2005); **AM** = Amabis e Martho (2005); **Pa** = Paulino (2005); **SS** = Silva Jr e Sasson (2005); **FR** = Frota-Pessoa (2005). **Freq.** = Indica a frequência de presença da área em relação ao número total de livros amostrados.

ÁREA DA BIOLOGIA ESCOLAR	LR	La	FM	LG	ACL	AM	Pa	SS	FP	Freq.
Biologia	X	X	X	X	-	X	X	X	X	8/9
Bioquímica (Celular)	-	-	-	-	X	-	X	-	-	2/9
Citologia	X	X	-	X	-	-	X	-	-	4/9
Citogenética	-	-	-	-	X	-	-	-	-	1/9
Biologia Molecular e/ou Celular	-	X	-	-	X	-	-	-	-	2/9
Reprodução e/ou Embriologia (Desenvolvimento embrionário)	X	X	X	-	X	X	X	-	X	7/9
<i>Animal e/ou Humana</i>	X	X	X	-	X	X	X	-	X	7/9
<i>Vegetal (das Plantas e/ou das Angiospermas e/ou Fanerógamas)</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	1/9
Histologia	X	X	-	X	X	X	X	X	-	7/9
<i>Animal e/ou Humana</i>	X	X	-	X	X	X	X	X	-	7/9
<i>Vegetal (das Plantas e/ou das Angiospermas/Fanerógamas)</i>	X	X	-	-	X	X	X	-	-	5/9
Anatomia e/ou Morfologia	X	X	-	X	X	X	-	X	-	6/9
<i>Animal e/ou Humana</i>	-	-	-	X	X	X	-	-	-	3/9
<i>Vegetal (das Plantas e/ou das Angiospermas e/ou Fanerógamas)</i>	X	X	-	X	X	X	-	X	-	6/9
Fisiologia	X	X	X	X	X	X	X	X	-	8/9
<i>Animal e/ou Humana</i>	-	X	-	X	X	X	X	-	-	5/9
<i>Vegetal (das Plantas e/ou das Angiospermas e/ou Fanerógamas)</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	-	8/9
Sistemática	X	-	-	-	-	X	-	-	-	2/9
<i>Filogenética</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	1/9
<i>Evolutiva</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	1/9
Genética	X	X	-	X	X	X	X	X	-	7/9
Genética Molecular	-	-	-	-	-	X	-	-	X	2/9
Genética de Populações	X	X	X	-	-	-	X	X	-	5/9
Genética Médica	-	-	-	-	-	-	-	-	X	1/9

Aconselhamento Genético	-	-	-	-	-	-	-	-	X	1/9
Biotecnologia e/ou Engenharia Genética	X	X	-	X	-	X	X	X	-	6/9
Melhoramento Genético	-	-	-	-	-	X	-	-	X	2/9
Evolução	X	X	-	X	X	X	X	X	-	7/9
Ecologia	X	X	-	X	X	X	X	X	-	7/9

Porém, os dados não permitiram estabelecer uma relação direta entre o conteúdo biológico dos livros didáticos amostrados e as áreas da Biologia, pois os autores não deixam claro nos títulos a qual área da Biologia os assuntos abordados pertencem. Por exemplo, Favaretto e Mercadante (2005) associam o estudo dos tecidos animais aos sistemas que compõe os organismos animais. Nesse caso, para os autores, o estudo dos tecidos faz parte de uma área mais abrangente que a Histologia, no caso, a Anatomia e Fisiologia animal (Tabela 6).

Tabela 6. Fragmento dos dados retirados da obra didática de Favaretto e Mercadante (2005). Destaque em **negrito** os tipos de tecidos animais.

Favaretto e Mercadante (2005) - Biologia Volume Único				
Unidade	nº pgs.	% (volume)	Capítulo	Tópicos
3. A diversidade da vida	183	49,73%	24. Nutrição e digestão	1. Nutrição; 2. O processamento dos alimentos; 3. Sistema digestório humano; 5. Digestão em outros vertebrados
			25. Respiração e Excreção	1. Homeostase e trocas gasosas; 2. Equilíbrio hidrossalino e excreção; 3. Sistema urinário humano
			26. Tecidos conjuntivos e Imunidade	1. Tecidos conjuntivos ; 2. Ossos e esqueleto; 3. Sangue; 4. Mecanismos de defesa; 5. Síndrome da Imunodeficiência adquirida
			27. Sistema cardiovascular	1. Distribuição de substâncias; 2. Componentes do sistema cardiovascular dos vertebrados; 3. Sistema linfático; 4. Circulação em vertebrados; 5. Controle da atividade circulatória; 6. Transporte de gases; 7. Coagulação
			28. Revestimento e locomoção	1. Tecidos de revestimento ; 2. Tecido muscular
			29. Integração e coordenação	1. Sistema nervoso; 2. Sistema endócrino
			30. Bases da reprodução animal	1. Gametas e reprodução; 2. Fecundação; 3. Sistema genital masculino; 4. Sistema genital feminino
			31. Ciclo menstrual, gestação e anticoncepção	1. Modificações cíclicas do sistema genital feminino; 2. Gestação; 3. Anticoncepção: necessidade e responsabilidade; 4. Aborto

A organização dos livros didáticos por meio das áreas da Biologia corroboraria a afirmação do documento oficial do governo brasileiro de que “*tradicionalmente o ensino da Biologia tem sido organizado em torno das várias ciências da vida – Citologia, Genética, Evolução, Ecologia,*

Zoologia, Botânica, Fisiologia [...]” (BRASIL, 2002, p.35). Segundo esse documento, isso implicaria um ensino voltado apenas para:

[...] a compreensão dessas ciências, de sua lógica interna, de seu instrumental analítico, de suas linguagens e conceitos, de seus métodos de trabalho, perdendo de vista o entendimento dos fenômenos biológicos propriamente ditos e as vivências práticas desses conhecimentos. Nessas circunstâncias, a ciência é pouco utilizada como instrumento para interpretar a realidade ou para nela intervir e os conhecimentos científicos acabam sendo abordados de modo descontextualizado. (BRASIL, 2002, p.35).

A análise dos conteúdos biológicos por meio das áreas assinaladas acima tornou-se improdutivo devido à: (1) impossibilidade de inferir uma relação direta entre tema e área da Biologia; (2) dificuldade em determinar qual a abrangência das áreas biológicas, pois é difícil, por exemplo, diferenciar os conteúdos biológicos pertencentes à Bioquímica, Citologia e Biologia Molecular e Celular; e (3) impossibilidade de associar os campos de Mayr (Biologia Funcional e Biologia Evolutiva) às áreas da Biologia escolar, pois, retomando Caponi (2001, p.26), a “*separação entre diferentes disciplinas não está nunca exclusivamente pautada por questões epistemológicas*”.

Optou-se, então, por considerar a organização dos livros didáticos amostrados de acordo com o objeto de estudo (ou núcleo de uma investigação).

OS OBJETOS DE ESTUDO DA DISCIPLINA ESCOLAR DE BIOLOGIA

O objeto de estudo mais amplo da Biologia tem como núcleo de investigação a vida. A vida está representada pelos organismos, que por sua vez, podem ser estudados por níveis hierárquicos. Nesse caso, generalizou-se os níveis hierárquicos em atômico, molecular, celular, sistêmico, orgânico e populacional. A cada nível hierárquico, é possível estabelecer um novo objeto de estudo mais específico. Por exemplo, em um nível orgânico o estudo dos tipos de tecidos pode constituir um objeto de estudo, assim como o funcionamento do coração de um animal. Os autores dos livros didáticos podem ou não explicita os objetos de estudo às áreas do conhecimento biológico específico, como mostra a Figura 5.

Figura 5. Subdivisões das áreas da Biologia. Exemplo de texto utilizado pelos autores para explicar a complexidade da Biologia e a necessidade em dividir o conhecimento biológico em áreas (no caso, os autores usam o termo subdivisões). Retirado de Amabis e Martho 2005. Destacado pelos retângulos algumas das subdivisões e os respectivos objetos de estudo.

Silva Jr. e Sasson (2005), por exemplo, explicam no Manual do Aluno que a escolha da sequência dos conteúdos biológicos segue “*níveis de organização crescentes*” (SILVA Jr. e SASSON, 2005, p. 31): do microscópico para o macroscópico (as moléculas, as células, os tecidos, os organismos, as populações, etc.). A organização da sequência dos seres vivos segue a mesma lógica. Portanto, baseada na organização celular, apresentada dos organismos unicelulares aos multicelulares. Tem-se, como exceção, as obras didáticas de Laurence (2005), Favaretto e Mercadante (2005) e Adolfo, Crozetta e Lago (2005), que iniciam suas obras pelas questões pertinentes à Ecologia, o que implica um enfoque nas populações e suas interações entre si e o ambiente. Todavia, ressalta-se que esses autores apresentam logo em seguida o estudo das células, subindo, então, de níveis hierárquicos.

Adverte-se, contudo, que a determinação de um objeto de estudo e de um nível hierárquico são arbitrárias, o que pode gerar outras subdivisões hierárquicas e novos objetos de estudo de acordo com cada autor (Figura 6).

Figura 6. Esquema do estudo dos seres vivos em 12 níveis de organização: átomos, moléculas, organelas celulares, células, tecidos, órgãos, sistemas, organismos, populações, comunidades biológicas, ecossistemas e biosfera. Figura retirada de Amabis e Martho (2005).

Figura 1.8 • Representação esquemática de diferentes níveis de organização da vida. De cima para baixo, as setas indicam os diferentes níveis de organização, do molecular ao planetário.

Os objetos de estudo reconhecidos foram organizados na Tabela 7.

Tabela 7. Objetos de estudo. Cada objeto de estudo foi identificado por uma cor (**Id**) e atribuído uma sigla.

Id	Sigla	Objeto de estudo	Descrição
	CSVi	características dos seres vivos (da vida)	Descrição das características que definem os seres vivos e/ou a vida (composição química, a organização celular, o metabolismo, a capacidade reprodutiva, os mecanismos de hereditariedade, a evolução biológica e a interação entre o meio interno e externo).
	Moi	moléculas orgânicas e inorgânicas	Descrição dos aspectos físico-químicos da estrutura e função das proteínas, lipídios, carboidratos, ácidos nucleicos, água, vitaminas e sais minerais.
	Ce	células	Descrição do modelo celular procarionte (bactérias) e do eucarionte (célula animal e vegetal); semelhanças e diferenças entre os modelos. Descrição das organelas e suas principais funções, dos mecanismos metabólicos de obtenção de energia (fotossíntese, quimiossíntese, respiração anaeróbica e respiração aeróbica), dos mecanismos metabólicos ligados à hereditariedade (replicação, transcrição e tradução do material genético) e os mecanismos de reprodução celular (mitose e meiose).
	TAn	tecidos animais	Descrição dos grupos histológicos que constituem os organismos multicelulares animais (tecidos epitelial, conjuntivo, muscular e nervoso).
	ERAn	embrião e reprodução animal	Descrição do processo de desenvolvimento embrionário e dos tipos de reprodução sexuada e assexuada existentes entre os organismos.
	OCBio	organismos	Descrição de diferentes aspectos da biologia dos seres vivos (anatômicos, fisiológicos, bioquímicos, ecológicos, evolutivos, entre outros). Classificação biológica baseada no sistema de cinco reinos (Monera, Protista, Fungi, Animalia e Plantae ¹), proposto por Whitaker (1969) e modificado por Margulis, Dolan e Schwartz (1988).
	AFAn	morfo-anatomia e fisiologia animal	Descrição da forma das estruturas (órgãos) e do funcionamento fisiológico dos animais; organiza-se em sistemas (digestório, respiratório, circulatório, reprodutor, endócrino, locomotor, excretor e nervoso).
	ACHFVe	morfo-anatomia, citologia, histologia e fisiologia vegetal	Descrição da forma das estruturas (órgãos) e do funcionamento fisiológico das plantas (angiospermas); organiza-se de acordo com o plano básico de uma angiosperma (raiz, caule, folhe, flor e fruto).
	MGHe	mecanismos genéticos da hereditariedade	Descrição dos princípios mendelianos das leis da segregação e segregação independente, padrões de herança mendeliano e não-mendelianos; mapas gênicos; noções de probabilidade; sistemas de determinação do sexo; sistemas de determinação de tipos sanguíneos (ABO, Rh e MN); genealogias e heredogramas; entre outros.
	EBio	evolução biológica	Descrição dos modelos explicativos do processo evolutivo.

¹ Os vírus foram incluídos nesse grupo de objeto de estudo.

Eco	interações ecológicas entre os organismos e o ambiente	Descrição de conceitos ecológicos, (habitat, nicho ecológico, população, comunidade, ecossistema, bioma, etc.); fluxo de energia; componentes bióticos e abióticos de um ecossistema; cadeia e rede alimentar; relações ecológicas intra e interespecíficas; biomas brasileiros; desequilíbrio ambiental, entre outros.
OVi	origem da vida	Descrição das teorias de Biogênese e Abiogênese (hipótese da geração espontânea); hipótese de Oparin e Haldane; Teoria da Evolução Química e experimentos de Miller; formação da Terra; origem das primeiras células; tempo geológico; entre outros.

Apesar das sobreposições entre os níveis molecular e celular, conseqüentemente entre o estudo das moléculas [Moi] e das células [Ce], a separação entre os objetos de estudo se fez necessária. Os nove materiais amostrados distinguem as unidades e/ou capítulos entre as moléculas que constituem as células, enfatizando as características físico-químicas, e como as mesmas atuam na estrutura e no metabolismo celular. O estudo dos organismos [OCBio] está relacionado ao estudo: (1) da morfo-anatomia e fisiologia animal [AFAn], que pode ser comparada ou humana; e (2) da morfo-anatomia, da citologia, da histologia e da fisiologia vegetal [ACHFVe], representada pelas angiospermas. Já o estudo da evolução biológica [EBio], apresenta-se associado ao estudo dos mecanismos genéticos mendelianos e não-mendelianos dos padrões de herança [MGHe].

Os dados referentes à porcentagem da quantidade de páginas (Figura 7) sugerem que o estudo dos organismos baseado na classificação biológica [OCBio] ocupa a maior parte dos livros didáticos amostrados (Figura 7A), com as maiores oscilações percentuais – 36,5% e 2,8% de todo o conteúdo (Figura 7B). Encontrou-se, também, destaque para o estudo da morfo-anatomia e da fisiologia animal [AFAn]; da morfo-anatomia, da citologia, da histologia e da fisiologia vegetal [ACHFVe]; dos mecanismos genéticos da hereditariedade [MGHe]; da evolução biológica [EBio] e das interações ecológicas entre os organismos e o ambiente [Eco]. O estudo das células [Ce], destaca-se igualmente, porém, as porcentagens se mantêm constantes se comparadas aos demais objetos de estudo, apontado pela Figura 7B.

Figura 7. Porcentagem dos objetos de estudo dos livros didáticos aprovados pelo PNLEM 2007/2009. **(A)** Porcentagens organizadas por livro didático. **(B)** Porcentagens organizadas por objetos de estudo. As siglas denominam: **LR** = Lopes e Rosso (2005); **La** = Laurence (2005); **FM** = Favaretto e Mercadante (2005); **LG** = Linhares e Gewandsznajder (2005); **ACL** = Adolfo, Crozeta e Lago (2005); **AM** = Amabis e Martho (2005); **Pa** = Paulino (2005); **SS** = Silva Jr e Sasson (2005); **FR** = Frota-Pessoa (2005); **[CSV]** = estudo das características dos seres vivos (da vida); **[Moi]** = estudo das moléculas orgânicas e inorgânicas; **[Ce]** = estudo das células; **[TAn]** = estudo dos tecidos animais; **[ERAn]** = estudo do embrião e da reprodução animal; **[OCBio]** = estudo dos organismos; **[AFAn]** = estudo da morfo-anatomia e da fisiologia animal; **[ACHFVe]** = estudo da morfo-anatomia, da citologia, da histologia e da fisiologia vegetal; **[MGHe]** = estudo dos mecanismos genéticos da hereditariedade; **[EBio]** = estudo da evolução biológica; **[Eco]** = estudo das interações ecológicas entre os organismos e o ambiente; **[OVi]** = estudo da origem da vida.

(A)

(B)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio recomendam que o conteúdo biológico deva ser tratado de forma contextualizada e interdisciplinar, em uma “*articulação de conteúdos no eixo Ecologia-Evolução*” (BRASIL, 2000, p. 16). No tocante as questões evolutivas, os dados não sugerem haver essa tendência de organização, pois os objetos de estudos utilizados como ferramenta de análise mostram blocos de conteúdos biológicos discretos.

Aceita-se que um livro didático com a perspectiva sugerida pelo PCN tenha uma distribuição mais equilibrada entre os objetos de estudo. Por exemplo, comparando as obras didáticas de Lopes e Rosso (2005); Laurence (2005); Adolfo, Crozetta e Lago (2005); Amabis e Martho (2005) e Paulino (2005), nota-se um grande destaque ao estudo dos organismos **[OCBio]** (Figura 7B) em relação a amostra de Frota-Pessoa (2005). A baixa porcentagem (Figura 7A), decorrente da organização encontrada em Frota-Pessoa (2005) destinada ao estudo dos organismos, sugere que muitos aspectos que permitem a classificação dos organismos sejam tratados ao longo de diferentes assuntos, como por exemplo, nos tópicos que compõe o estudo das interações ecológicas entre os organismos e o ambiente; da evolução biológica; da morfo-anatomia e da fisiologia animal; entre outros. O autor discute grande parte dos reinos ao apresentar o que ele chama de ‘A sequência das espécies’, sétima unidade do terceiro volume.

Destaca-se, também, que o estudo dos organismos **[OCBio]** por meio do sistema de classificação de cinco Reinos pode implicar a organização da diversidade biológica fundamentada em uma classificação lineana (lógica e dicotômica), na qual se utilizam principalmente de características de organização estrutural celular e/ou orgânica, de nutrição e de posição na cadeia alimentar. Amorin e colaboradores (2001) afirmam que ela é o reflexo dos princípios essencialista e tipológico, que considera os seres vivos formas constantes e descontínuas, distanciando do evolucionismo.

Em uma primeira impressão, a forma descritiva dos grupos de seres vivos parece um ponto marcante na estrutura de como é apresentada. Alguns autores, como Lopes e Rosso (2005) e Amabis e Martho (2005), tratam de outras abordagens de classificação e propõem a utilização de genealogias baseadas em Sistemática Filogenética para discutir as relações de parentesco dentro da classificação biológica. Amorim (1999), ao orientar um grupo de professores de Ciências e Biologia em formação continuada relata a importância do uso da cladística como método para inferência das relações de parentesco entre os seres vivos, buscando trazer essa discussão para a prática do professor em sala de aula. Offner (2001) complementa que o sistema de cinco Reinos não oferece uma visão abrangente das posições filogenéticas relativa entre os organismos. A autora quer dizer, por exemplo, que os atuais procariotos são organismos basais e que ‘dominam’ o planeta, se comparado aos animais, grupo favorito de maioria, os quais constituem apenas um pequeno ramo dos eucariotos, assim como as plantas e fungos. Como contraponto, ela propõe a utilização do Sistema de três Domínios de Woese, Kandler e Wheelis (1990) como uma árvore filogenética universal: Bacteria, Archae e Eukarya. Esse

sistema tem como base a comparação de seqüências de RNA ribossômico e pode ser encontrado em alguns dos materiais analisados.

Outro ponto importante reside no estudo da morfo-anatomia e fisiologia animal [AFAn] referido como comparado. No caso da amostra de livros didáticos, foi compreendido como a apresentação e a comparação entre diferentes modelos animais, não apenas de seres humanos. O caráter comparativo não é necessariamente evolutivo, pois não tem como objetivo explicar as relações de parentesco evolutivo, por exemplo. Apresentam estudos comparativos Lopes e Rosso (2005); Favaretto e Mercadante (2005); Linhares e Gewandzsnajder (2005); Paulino (2005) e Frota-Pessoa (2005). No caso da fisiologia comparada, os livros didáticos fazem a comparação apenas entre vertebrados, com exceção de Linhares e Gewandzsnajder (2005), que destacam também os invertebrados. No contexto científico, Nelson (1970) já defendia que a investigação científica em Biologia Comparada em qualquer sub-área deve estar inserida no contexto evolutivo, pressupondo as relações evolutivas e a ancestralidade comum entre as espécies biológicas.

A classificação do conteúdo biológico por objetos de estudo, identificados por cores, permitiu desvelar o padrão de organização dos livros didáticos amostrados (Figura 8).

Figura 8. Padrão de distribuição dos objetos de estudo ao longo dos livros didáticos aprovados pelo PNLEM 2007/2009. As obras didáticas estão representadas por uma barra, proporcionalmente dividida por unidades, indicado pelos números acima. **(A)** Biologia Volume única de Lopes e Rosso (2005); **(B)** Biologia Volume único de Laurence (2005); **(C)** Biologia Volume único de Favaretto e Mercadante (2005); **(D)** Biologia Volume único de Linhares e Gewandzsnajder (2005); **(E)** Biologia Volume único de Adolfo, Crozetta e Lago (2005); **(F)** Biologia Volumes 1,2 e 3 de Amabis e Martho (2005); **(G)** Biologia Volumes 1, 2 e 3 de Paulino (2005); **(H)** Biologia Volumes 1, 2 e 3 Silva Jr e Sasson; **(I)** Biologia Volumes 1, 2 e 3 de Frota-Pessoa.

(A) Lopes e Rosso (2005)

1. Introdução à Biologia e origem da vida; 2. Citologia; 3. Reprodução, Embriologia e Histologia; 4. Seres vivos; 5. Genética; 6. Evolução; 7. Ecologia

(B) Laurence (2005)

1. Introdução à Biologia e Princípios de Ecologia; 2. Origem da vida e Biologia Celular; 3. Embriologia e Histologia Animal; 4. Os seres vivos; 5. O ser humano: evolução, fisiologia e saúde; 6. Genética e Evolução

(C) Favaretto e Mercadante (2005)

1. O cenário da vida; 2. A unidade da vida; 3. A diversidade da vida

(D) Linhares e Gewandzsnajder (2005)

1. Uma visão geral da Biologia; 2. Citologia; 3. Histologia Animal; 4. A diversidade da vida; 5. Anatomia e Fisiologia comparada dos animais; 6. Morfologia e Fisiologia Vegetal; 7. Genética; 8. Evolução; 9. Ecologia

(E) Adolfo, Crozetta e Lago (2005)

1. Origem da vida; 2. Ecologia; 3. Biologia Molecular e Celular; 4. Histologia Animal; 5. Seres vivos; 6. Reino Plantae/Metaphyta; 7. Reino Animalia; 8. Genética; 9. Evolução; 10. Fisiologia Humana

(F) Amabis e Martho (2005)

1. A natureza da vida; 2. Organização e processos celulares; 3. O metabolismo celular; 4. A diversidade celular dos animais; 5. Reprodução e desenvolvimento; 6. A diversidade biológica; 7. Vírus, Moneras, Protocistas e Fungos; 8. Diversidade, Anatomia e Fisiologia das Plantas; 9. A diversidade dos animais; 10. Anatomia e Fisiologia da espécie humana; 11. Genética; 12. Evolução Biológica; 13. Ecologia

(G) Paulino (2005)

1. A Biodiversidade; 2. Bioquímica Celular e Origem da vida; 3. Citologia; 4. Histologia Animal; 5. Histologia Vegetal; 6. Reinos do mundo vivo; 7. Fisiologia Vegetal; 8. Fisiologia Animal; 9. Reprodução e desenvolvimento; 10. Genética; 11. Evolução; 12. Ecologia

(H) Silva Jr. e Sasson (2005)

1. As características da vida; 2. A química da célula; 3. A vida no nível da célula; 4. O metabolismo celular; 5. Vírus: entre moléculas e células; 6. A origem da vida; 7. Histologia Animal; 8. Biodiversidade e classificação; 9. Os Reinos mais simples; 10. O Reino Animalia; 11. Fisiologia Humana; 12. Reino Plantae; 13. Genética; 14. Evolução; 15. Ecologia

(I) Frota-Pessoa (2005)

1. O homem e os micróbios; 2. A química da vida; 3. Célula; 4. Tecidos e órgãos; 5. Nutrição; 6. Metabolismo; 7. Os hormônios; 8. O sistema nervoso; 9. O ambiente em crise; 10. A roupagem da Terra; 11. Conflitos entre espécies; 12. Cooperação; 13. Sexo e amor; 14. A reprodução animal; 15. O embrião; 16. O sexo nos outros reinos; 17. A genética molecular; 18. A transmissão dos genes; 19. Genética humana; 20. Aplicações da Genética; 21. Mecanismo de evolução; 22. Métodos de estudo; 23. A sequência das espécies; 24. A construção do homem

Identificou-se, dessa forma, cinco categorias de organização baseadas de acordo com: (1) a sequência de apresentação dos objetos de estudo e (2) a posição dentro das obras didáticas analisadas (Tabela 8).

Tabela 8. Categorias de organização dos objetos de estudo.

Categoria	Sequência de objetos de estudo	Posição de objetos de estudo	Livros Didáticos
I	moléculas orgânicas e inorgânicas [Moi] , células [Ce] , tecidos animais [TAn] e organismos [OCBio]	2/3 iniciais	Lopes e Rosso (2005) – Fig. 9A; Laurence (2005) – Fig. 9B; Linhares e Gewandzsnajder (2005) – Fig. 9D; Adolfo, Crozetta e Lago (2005) – Fig. 9E; Amabis e Martho (2005) – Fig. 9F; Paulino (2005) – Fig. 9G; Silva Jr. e Sasson (2005) – Fig. 9H; Frota-Pessoa (2005) – Fig. 9I.
II	mecanismos genéticos da hereditariedade [MGHe] e evolução biológica [EBio]	1/3 final	Lopes e Rosso (2005) – Fig. 9A; Laurence (2005) – Fig. 9B; Linhares e Gewandzsnajder (2005) – Fig. 9D; Adolfo, Crozetta e Lago (2005) – Fig. 9E; Amabis e Martho (2005) – Fig. 9F; Paulino (2005) – Fig. 9G; Silva Jr. e Sasson (2005) – Fig. 9H; Frota-Pessoa (2005) – Fig. 9I.
III	interações ecológicas entre os organismos e o ambiente [Eco]	1/3 inicial	Lopes e Rosso (2005) – Fig. 9A; Linhares e Gewandzsnajder (2005) – Fig. 9D; Amabis e Martho (2005) – Fig. 9F; Paulino (2005) – Fig. 9G; Silva Jr. e Sasson (2005) – Fig. 9H.
IV	interações ecológicas entre os organismos e o ambiente [Eco]	1/3 final	Laurence (2005) – Fig. 9B; Favaretto e Mercadante (2005) – Fig. 9C; Adolfo, Crozetta e Lago (2005) – Fig. 9E.
V	morfo-anatomia e da fisiologia animal [AFAn] e morfo-anatomia, da citologia, da histologia e da fisiologia vegetal [ACHFVe] associado ao estudo dos organismos [OCBio]	entre a metade e o 2/3 finais	Lopes e Rosso (2005) – Fig. 9A; Laurence (2005) – Fig. 9B; Favaretto e Mercadante (2005) – Fig. 9C; Linhares e Gewandzsnajder (2005) – Fig. 9D; Adolfo, Crozetta e Lago (2005) – Fig. 9E; Amabis e Martho (2005) – Fig. 9F; Paulino (2005) – Fig. 9G; Silva Jr. e Sasson (2005) – Fig. 9H.

Na Categoria II, o livro didático de Favaretto e Mercadante (2005) (Figura 9C) mantém a sequência entre os objetos, mas destaca-se, por trazê-los para a primeira metade. Por sua vez, a obra de Laurence (Figura 9B) separa o conteúdo evolutivo referente aos seres humanos, abordando juntamente ao estudo da morfo-anatomia e fisiologia animal.

A obra de Frota-Pessoa (2005) (Figura 9I) diferencia-se nas Categorias I, III e IV: (1) distribuir o estudo da célula entre o da morfo-anatomia e fisiologia animal **[AFAn]** e do embrião e da reprodução animal **[ERAn]**; (2) abordar o estudo dos organismos na porção final, juntamente com o

estudo da evolução biológica; e (3) abordar os aspectos ecológicos da diversidade biológica na porção mediada da obra como um todo. A obra de Favaretto e Mercadante (2005) (Figura 9C) também não foi considerada na Categoria I, pois distribui o estudo dos tecidos animais juntamente com o da morfo-anatomia e da fisiologia animal, na porção final do material, apesar de mantê-la a sequência de estudo das moléculas orgânicas e inorgânicas e das células nos primeiros temas da obra didática.

Por meio dessas categorias, percebe-se que os livros didáticos amostrados, tanto os em volume único quanto os seriados, apresentam uma sequência de conteúdo biológico semelhante. Inicia-se, pois, pelo estudo das moléculas orgânicas e inorgânicas que constituem as células, para depois discutir a estrutura e os processos metabólicos das mesmas, enfatizando o modelo eucariótico. Posteriormente, os autores desenvolvem a organização celular em tecidos para depois tratar dos organismos. Por fim, ampliam os tópicos relacionados aos mecanismos genéticos da hereditariedade e do processo evolutivo. Esse padrão de organização não garante que haja uma relação direta entre aspectos genéticos e evolutivos.

As categorias sugerem uma identidade sequencial dos conteúdos, que corresponde a uma matriz básica daquilo que deve ser ensinado, na qual os autores dos livros didáticos baseiam-se para a produção desse tipo de material. Cicillini (1991, p. 40-41) fez as mesmas considerações a respeito da sequência de conteúdos biológicos há mais de 20 anos, com os livros didáticos de Biologia utilizados no Estado de São Paulo, durante a pesquisa de mestrado da autora. Isso aponta, então, não haver a tendência de mudanças consideráveis na forma de estruturação dos conteúdos.

CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES E/OU CAPÍTULOS ESPECÍFICOS DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E DAS TEORIAS EVOLUTIVAS DOS LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLEM 2007/2009

Como um segundo objetivo, caracterizou-se as unidades e/ou capítulos específicos que tratam a evolução biológica e as Teorias Evolutivas como objeto de estudo.

O conceito de evolução biológica como princípio fundamental para a Biologia aparece claramente no texto de pelo menos três dos nove livros amostrados. Lopes e Rosso (2005) afirmam que:

Até meados do século XIX defendia-se que as espécies eram imutáveis, princípio chamado de fixismo. Somente a partir do início do século XX a evolução passou a ser mais aceita, e é hoje considerada o eixo central da Biologia.” (LOPES e ROSSO, 2005 p. 510, grifo nosso).

Os autores continuam:

[...] Atualmente considera-se a evolução como o conceito central e unificador da Biologia, e uma frase marcante que enfatiza essa ideia foi escrita pelo cientista Dobzhansky: ‘Nada se faz em Biologia a não ser à luz da evolução’.

Embora a Teoria Sintética da evolução seja a mais unificadora da Biologia atual, ainda existem correntes que se opõe a ela. Uma delas é a corrente criacionista e fixista, que se baseia em crenças religiosas e não será discutida neste livro.” (LOPES e ROSSO, 2005, p. 517, grifo nosso)

Em Amabis e Martho (2005) encontrou-se novamente a máxima de Dobzhansky, no seguinte fragmento de texto:

*O mais importante conceito da Biologia é o de **Evolução**, segundo o qual todas as formas de vida atuais, inclusive nossa própria espécie, descendem de seres que viveram no passado. A evolução é um tema unificador, isto é, que une todos os campos da Biologia em torno das idéias da evolução biológica. Como disse o célebre geneticista russo, naturalizado norte-americano, Theodosius Dobzhansky (1900- 1975), ‘[...] nada faz sentido em Biologia a não ser à luz da Teoria da Evolução [...]’. (AMABIS e MARTHO, 2005, p. 14, grifo nosso)*

O “lema” da Biologia Evolutiva reaparece:

O livro de Darwin é considerado um marco na história da ciência. Pode-se dizer que a partir dele teve início uma nova era na Biologia, em que toda reflexão e discussão a respeito da diversidade dos seres vivos só fazem sentido no contexto evolutivo. Como disse o famoso geneticista russo, naturalizado norte-americano, Theodosius Dobzhansky (1900-1975): ‘Nada em Biologia faz sentido senão sob a luz da evolução’. (AMABIS e MARTHO, 2005, p. 185, grifo nosso)

E por último, Frota-Pessoa (2005) declara que:

Os esforços dos evolucionistas têm convergido para a solução de dois magnos problemas. Um deles é determinar a ordem em que as espécies surgiram e estabelecer os ancestrais de cada grupo. O outro consiste em esclarecer como e por que as espécies evoluem. Os mais distanciados campos científicos te fornecido informações para que esta dupla tarefa seja realizada. A tese central do evolucionismo é irrefutável, justamente porque deriva de várias fontes independentes. Por outro lado, a teoria da evolução influenciou o pensamento científico e deu novo sentido e vigor a todas as pesquisas biológicas” (FROTA-PESSOA, 2005, p. 169, grifo nosso).

Apesar de as citações explicitarem a importância do conceito da evolução biológica, o volume de páginas dedicadas ao assunto da amostra ficou entre 3,8% e 10,4% (Figura 7). Os autores abordam: o histórico do pensamento evolutivo, enfatizando as contribuições de Lamarck, Darwin, Wallace entre outros; as evidências da evolução (registro fóssil; homologia; similaridades anatômicas, embriológicas e bioquímicas; órgãos vestigiais; etc.); Teoria da Evolução por seleção natural; Teoria Sintética da Evolução; equilíbrio pontuado; deriva genética; Teorema de Hardy-Weinberg e sua aplicação nas populações biológicas; mecanismo de especiação; adaptação; co-evolução; convergência adaptativa; irradiação adaptativa; evolução humana; mecanismos que causam a variabilidade genética; entre outros tópicos.

Os dados organizados Tabela 10 sugerem que há uma tendência dos capítulos específicos das obras didáticas de enfatizar quatro aspectos básicos sobre a evolução biológica: (1) a distinção entre os mecanismos evolutivos lamarckistas e darwinistas; (2) a teoria da evolução biológica por seleção

natural proposta por Darwin e Wallace; (3) a Síntese Moderna (Teoria Sintética da evolução) e a Genética de Populações; e (4) os fatores evolutivos no contexto da Síntese Moderna.

Tabela 10. Tabela que apresenta a presença e/ou ausência das categorias e conteúdos evolutivos adaptada de Swarts (1991, *apud* SWARTS, ANDERSON e SWETZ, 1994) e na leitura das obras didáticas. (-) Ausência do conteúdo evolutivo; (+) Presença superficial do conteúdo evolutivo; (++) Presença satisfatória do conteúdo evolutivo. As siglas denominam as iniciais dos autores das obras didáticas amostradas: **LR** = Lopes e Rosso (2005); **La** = Laurence (2005); **FM** = Favaretto e Mercadante (2005); **LG** = Linhares e Gewandszajder (2005); **ACL** = Adolfo, Crozeta e Lago (2005); **AM** = Amabis e Martho (2005); **Pa** = Paulino (2005); **SS** = Silva Jr e Sasson (2005); **FR** = Frota-Pessoa (2005).

CATEGORIAS / CONTEÚDOS EVOLUTIVOS		LR	La	FM	LG	ACL	AM	Pa	SS	FP
(A) Corrente de pensamento										
Fixismo		++	-	-	+	+	-	+	+	-
Criacionismo		-	-	++	+	-	++	-	-	-
Transformacionismo		-	-	-	-	-	-	+	+	+
Evolucionismo		-	-	++	-	-	++	-	-	+
Lamarckismo		-	-	-	+	++	++	++	+	+
Darwinismo		-	-	-	+	++	-	-	-	-
Neodarwinismo		+	+	+	+	+	++	+	-	-
(B) Teorias evolutivas alternativas										
Transformacionismo/Teoria Evolutiva de Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829)		++	++	++	++	++	++	++	++	+
<i>Conceito de adaptação</i>		++	+	+	-	+	++	+	-	-
<i>Herança de caracteres adquiridos</i>		++	++	++	++	++	++	++	++	+
<i>Lei de uso e desuso</i>		++	++	++	++	++	++	++	++	+
Teoria Neutra da evolução		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outras Teorias/Hipóteses		-	-	-	-	-	-	-	-	-
(C) A vida de Charles R. Darwin (1809-1882)										
Viagem a bordo do H. M.S. Beagle		++	++	+	+	+	++	+	+	+
<i>O caso dos Tentilhões de Galápagos</i>		++	++	+	++	+	++	-	-	++
<i>Contribuições de Alfred R. Wallace (1823-1913)</i>		++	++	+	+	+	++	-	++	-
<i>Co-autor da Teoria da evolução por seleção natural</i>		++	++	+	+	+	++	-	++	-
<i>Contribuições de Thomas Malthus (1766-1834)</i>		++	++	+	++	+	++	+	+	-
Seleção Artificial e domesticação		+	+	-	+	-	+	+	-	-
(D) Evidências da evolução										
Homologia		++	++	++	++	+	++	+	+	+
<i>Divergência evolutiva/adaptativa</i>		++	-	+	+	-	++	++	-	-
Homoplasia (Analogia)		++	++	++	++	+	++	++	+	++
Órgãos vestigiais		++	++	-	-	+	++	++	-	-
Fósseis		++	++	+	++	+	++	++	++	++
<i>Processo de fossilização</i>		+	++	-	-	-	++	+	++	++
<i>Datação de fósseis</i>		-	-	-	+	-	++	+	++	++
<i>Tempo geológico</i>		+	+	-	+	-	++	-	+	++
<i>Principais eventos geológicos e biológicos</i>		-	+	-	-	-	++	-	+	++
<i>Hipóteses/Teorias de extinção em massa</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Falhas no registro fóssil</i>		+	-	-	+	-	++	-	-	-
Análise anatômica comparada		+	++	+	++	+	++	-	++	++
Análise bioquímica/molecular comparada		++	++	+	++	+	++	-	++	-
<i>Relógio molecular</i>		+	-	-	-	-	+	-	++	-
Análise fisiológica comparada		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Análise embriológica comparada		-	-	+	++	+	-	++	++	++
Outros tipos de evidências		-	-	-	-	-	-	-	-	-

(E)	Bases para a Teoria da Evolução por seleção natural									
	Noção de potencial biótico	+	++	-	++	+	++	++	++	+
	Noção da existência de variabilidade populacional	++	++	++	++	+	++	++	++	++
	Noção de herdabilidade de caracteres	++	++	++	++	+	++	++	++	++
	Seleção Natural	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	<i>Agente que promove a sobrevivência diferencial</i>	++	++	+	-	++	++	+	+	+
	<i>Seleção Sexual</i>	+	-	-	++	-	++	-	-	-
	<i>Outros casos específicos</i>	-	-	-	+	-	++	-	-	-
	Adaptação	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	<i>Diferenciação entre adaptação individual e populacional/evolutiva</i>	-	-	++	-	-	++	+	+	++
	Ancestralidade	++	++	++	++	++	++	++	++	++
(F)	Teoria Sintética da Evolução									
	Teoria Sintética da Evolução	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	Avanços da Genética	++	++	++	++	+	++	++	++	++
(G)	Genética de população									
	Teoria/Teorema de Hardy-Weinberg	++	++	++	++	-	++	++	++	++
	<i>Cálculos das frequências gênicas</i>	++	++	++	++	-	++	++	++	++
	<i>Validação (populações infinitamente grandes e panmíticas; isenta de fatores evolutivos)</i>	++	++	-	++	-	++	++	++	++
(H)	Fatores evolutivos									
	Mutação	++	++	++	++	+	++	++	++	++
	<i>Natureza aleatória</i>	+	++	+	+	+	++	+	++	++
	<i>Como fonte/causa de variabilidade</i>	++	++	+	++	+	++	+	++	++
	Recombinação gênica/Permutação	++	++	-	++	+	++	-	++	-
	Migração/Fluxo gênico	++	++	+	-	-	++	++	++	++
	Endogamia/Cruzamento Consanguíneo	-	-	-	-	-	-	++	-	-
	Cruzamento preferencial	-	-	-	-	-	-	-	-	++
	Seleção Natural	++	++	-	-	+	++	++	++	++
	Deriva genética/Oscilação Genética	++	-	+	++	-	++	++	++	++
	Efeito Fundador	++	-	-	+	-	++	-	+	++
(I)	Seleção Artificial e melhoramento genético									
	Seleção Artificial e melhoramento genético	-	-	-	-	-	-	-	++	+
(J)	Especiação									
	Conceito de espécie	-	++	-	-	-	++	-	+	+
	<i>Biológico</i>	-	++	-	-	-	++	-	+	+
	<i>Filogenético</i>	-	++	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Outros</i>	-	-	-	-	-	++	-	+	-
	Isolamento geográfico e especiação alopátrica	++	++	++	++	-	++	++	++	+
	Isolamento reprodutivo	++	++	++	++	-	++	+	++	+
	Mecanismos pré-cruzamentos ou pré-zigóticos	++	-	-	++	-	++	-	++	-
	<i>Isolamento ecológico ou de hábitat</i>	++	-	-	++	-	++	-	++	-
	<i>Isolamento sazonal ou estacional</i>	++	-	-	++	-	++	-	++	-
	<i>Isolamento sexual ou etológico ou comportamental</i>	++	-	-	++	-	++	-	++	-
	<i>Isolamento mecânico</i>	++	-	-	++	-	++	-	++	-
	<i>Isolamento gamético</i>	++	+	-	++	-	-	-	++	-
	Mecanismos pós-cruzamentos ou pós-zigóticos	++	-	-	++	-	++	-	++	-
	<i>inviabilidade do híbrido</i>	++	+	+	++	-	++	-	++	-
	<i>esterilidade do híbrido</i>	++	-	-	++	-	++	-	-	+
	<i>deterioração do híbrido</i>	-	-	-	-	-	++	-	-	-
	Especiação simpátrica	-	-	-	++	-	++	-	-	-
	Poliploidia	-	-	-	-	-	++	-	++	-
	Formação de raças/variedades/subespécies	-	-	+	++	+	++	+	-	+
	Anagênese/Microevolução	++	++	-	+	-	++	-	-	+
	Cladogênese/Macroevolução	++	++	-	+	-	++	-	-	+

	Irradiação adaptativa	+	++	++	++	++	++	++	++	++
(K)	Taxa de especiação									
	Gradualismo	++	-	-	-	+	++	-	-	-
	Equilíbrio Pontuado	++	-	-	+	-	++	-	-	-
(L)	Evolução convergente									
	Convergência evolutiva/adaptativa	+	++	+	+	++	++	-	++	++
(M)	Co-evolução									
	Co-evolução	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(N)	Lei da Recapitulação									
	Lei da Recapitulação (Ontogenia recapitula a Filogenia)	-	+	-	-	-	-	-	+	+
(O)	Origem e evolução dos organismos									
	Teorias de origem da vida	-	-	-	++	-	-	-	-	++
	Formação das pré-células (coacervatos)	-	-	-	++	-	++	-	-	++
	<i>Origem dos procariotos</i>	-	-	-	++	-	++	-	-	++
	Bactérias	-	-	-	-	-	-	-	-	++
	Origem dos eucariotos	-	-	-	++	-	++	-	-	++
	<i>Teoria/Hipótese da Endossimbiose</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	+
	Plantas	-	-	-	++	-	-	-	-	++
	<i>Conquista do ambiente terrestre</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	++
	Invertebrados	-	-	-	++	-	+	-	-	+
	Vertebrados	-	-	-	++	++	++	-	-	++
	Cordados	-	-	-	++	++	++	-	-	++
	Peixes	-	-	-	++	++	++	-	-	++
	<i>Transição água-terra</i>	-	-	-	+	-	++	-	-	++
	Anfíbios	-	-	-	++	++	++	-	-	++
	Répteis	-	-	-	++	++	++	-	-	++
	<i>Conquista do ambiente terrestre</i>	-	-	-	+	-	++	-	-	++
	Dinossauros	-	-	-	++	++	++	-	-	++
	Aves	-	-	-	++	++	++	-	-	++
	Mamíferos	-	-	-	++	++	++	-	-	++
(P)	Origem e evolução do ser humano									
	Classificação Biológica dos primatas	++	+	-	-	-	++	+	+	++
	Origem e similaridade entre primatas	++	+	-	++	++	++	++	++	++
	Ancestrais dos seres humanos	++	++	-	++	++	++	++	++	++
	Uso de ferramentas	+	+	-	+	-	++	++	++	+
	Evolução tecnológica e cultural	+	-	-	+	-	++	-	-	+
	Hipóteses/Teorias de extinção de outras espécies humanas	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	Diferenciação em raças humanas	-	-	-	+	-	-	-	-	++

Lamarckismo vs Darwinismo

As categorias ‘Teorias evolutivas alternativas’ (Tabela 10A) e ‘Bases para a Teoria da Evolução por seleção natural’ (Tabela 10E) indicam que a amostra analisada contrapõe prioritariamente apenas dois modelos evolutivos: a Teoria da evolução por seleção natural de Darwin e Wallace e a Teoria Transformacionista de Lamarck. Nenhuma obra apresenta outras teorias alternativas ou complementares, como, por exemplo, a corrente neutralista e os avanços da EVO-DEVO. A discussão entre gradualismo e a Teoria de Equilíbrio Pontuado, proposta por Eldredge e Gould (1972) aparece em menos da metade da amostra (Tabela 10L).

Nos textos didáticos, o nome de Lamarck está, invariavelmente, atrelado ao conceito de herança dos caracteres adquiridos e a lei do uso e desuso, os quais não foram, necessariamente, sua ideia original. Bizzo (1991, p. 259) afirma que a relação óbvia entre a crença na herança dos caracteres adquiridos e a teoria de Lamarck é, acima de tudo, um equívoco, uma vez que é incorreto ligar o pensamento de toda uma época a uma só pessoa¹, o que reforça os obstáculos no ensino de evolução. Buckhardt (1970; 1972) já enfatizava que o trabalho de Lamarck deveria ser reconhecido como uma das principais bases científicas para o desenvolvimento do pensamento evolutivo da Biologia moderna.

A contraposição entre estes dois modelos explicativos, ainda nos dias de hoje pode favorecer as concepções taxadas de lamarckistas sobre o processo evolutivo.

A Teoria da Evolução por seleção natural, proposta por Darwin e Wallace

As categorias ‘A vida de Charles R. Darwin (1809-1882)’ (Tabela 10C), ‘Bases para a Teoria da Evolução por seleção natural’ (Tabela 10E) e ‘Evidências da evolução’ (Tabela 10D) apontam para uma preocupação dos autores da maioria dos livros didáticos amostrados em abordar a construção da Teoria da evolução por seleção natural de uma forma histórica e pautada em evidências biológicas, incluindo o clássico exemplo dos tentilhões de Galápagos (Tabela 10C) e, em alguns materiais – Lopes e Rosso (2005); Laurence (2005); Linhares em Gewandzsnajder (2005); Amabis e Martho (2005); Paulino (2005), a importância para Darwin entre a relação da seleção artificial e domesticação e da seleção natural. Porém, a apresentação das evidências que suportam a Teoria da evolução por seleção natural (Tabela 10D) resume-se, em mais da metade da amostra, aos conceitos de homologia e analogia; órgãos vestigiais; anatomia, embriologia e bioquímica comparada. Nenhum livro didático amostrado apresenta outros tipos de evidências.

A Síntese Moderna (Teoria Sintética da evolução) e a Genética de Populações

Os livros didáticos amostrados limitam o estudo da evolução biológica até a consolidação da *Síntese*, relacionando a Teoria da evolução proposta por Darwin e Wallace aos avanços ocorridos na Genética, com a releitura dos trabalhos de Mendel e à Genética de populações (‘Teoria Sintética da evolução’ – Tabela 10F; ‘Genética de populações – Tabela 10G), este com exceção do livro de Adolfo, Crozeta e Lago (2005).

Considerando também a Categoria II de organização dos objetos de estudo (relação entre **MGHe** e **EBio**), mais da metade dos didáticos amostrados refletem uma das convergências decorrentes da *Síntese Moderna* até os dias de hoje, que estabelece uma relação direta entre os estudos

¹ Lamarck, por exemplo, poderia e deveria ser lembrado como um dos principais autores do termo ‘Biologia’ para designar uma nova disciplina.

genéticos e evolutivos. A elucidação dos mecanismos de herança mendelianos e os avanços dos modelos matemáticos de Genética de Populações inauguram uma fase do evolucionismo concentrada essencialmente nos processos microevolutivos, isto é, programas de pesquisa que visavam a evolução biológica por meio das alterações na frequência gênica das populações de organismos. Nesse contexto, a seleção natural é um dos fenômenos mais importantes para a compreensão do processo evolutivo. Porém, a literatura acadêmica sugere obstáculos no processo de ensino e aprendizagem referentes à como o modelo explicativo de seleção natural funciona, principalmente no que tange na distinção entre os mecanismos genéticos que permitem: (1) a variabilidade genética dentro de uma população de indivíduos na qual a seleção natural atua; e (2) os padrões de herança compatíveis com o modelo de evolução por seleção natural (BRUMBY, 1984; ALTERS e NELSON, 2002; NEHM e REILLY, 2007). Assim, Kalinowski, Leonard e Andrews (2010)² defendem que a compreensão do processo evolutivo pode se dar por meio de exemplos concretos da evolução molecular. Os autores, na perspectiva do modelo de mudança conceitual, discutem exemplos biológicos reais de alterações em sequências gênicas que influenciam o *fitness* dos organismos, ou seja, de que mudanças no DNA estão diretamente relacionadas com a reprodução diferencial entre indivíduos de uma mesma população (pelagem de *Peromyscus polionotus* – espécie de rato selvagem; processo metabólico do álcool em moscas-da-fruta; resistência de antibióticos em *Echerichia coli*; resistência humana à HIV; manutenção da enzima de lactase em humanos, entre outros).

Os fatores evolutivos no contexto da Síntese Moderna.

Por fim, a maioria dos livros didáticos apresenta como fatores ligados diretamente ao processo evolutivo: a mutação como fonte primária de variabilidade genética, citando a natureza aleatória do evento; a recombinação gênica (permutação); a migração (fluxo gênico); a seleção natural; e as oscilações genéticas (efeito de deriva). Fatores esses que reforçam a necessidade de conhecimentos prévios sobre processos genéticos.

LOCALIZAÇÃO DE CONCEITOS EVOLUTIVOS DETERMINADOS NO TEXTO PRINCIPAL DOS LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLEM 2007/2009

Os dados sugerem que a amostra apresenta uma organização de conteúdos biológicos que não permite contemplar a orientação governamental a respeito de um eixo evolutivo. Como mencionado no capítulo 4, que descreve o quadro metodológico, constatou-se o uso de conceitos evolutivos em

² O título do artigo “Nada em evolução sentindo se não for a luz faz do DNA” (traduzido de *Nothing in Evolution Makes Sense Except in the Light of DNA*) faz referência ao famoso ensaio de Dobzhansky (1973).

diferentes unidades, que não as específicas. Assim, objetivou-se localizar conceitos evolutivos determinados (**evolucionismo, evolução biológica, seleção natural, adaptação biológica, ancestralidade, variação genética e filogenia**) ao longo de todas as obras didáticas amostradas de forma a identificar o padrão de distribuição dos assuntos que associem diretamente à evolução biológica.

As subdivisões das unidades dos livros amostrados em capítulos e tópicos demarcam fragmentos de textos com um conteúdo biológico delimitado. Registrou-se, então, os tópicos com a presença de uma ou mais unidades perceptíveis. A ferramenta de análise permitiu mapear os tópicos que continham unidades perceptíveis (Figura 9A a I).

Figura 9. Mapeamento dos tópicos com presença de unidades perceptíveis. **(A)** Lopes e Rosso (2005); **(B)** Laurence (2005); **(C)** Favaretto e Mercadante (2005); **(D)** Linhares e Gewandsznajder (2005); **(E)** Adolfo, Crozeta e Lago (2005); **(F)** Amabis e Martho (2005); **(G)** Paulino (2005); **(H)** Silva Jr e Sasson (2005); **(I)** Frota-Pessoa (2005). As siglas significam: **[CSVj]** = estudo das características dos seres vivos (da vida); **[Moi]** = estudo das moléculas orgânicas e inorgânicas; **[Ce]** = estudo das células; **[TAn]** = estudo dos tecidos animais; **[ERAn]** = estudo do embrião e da reprodução animal; **[OCBio]** = estudo dos organismos; **[AFAn]** = estudo da morfo-anatomia e da fisiologia animal; **[ACHFVe]** = estudo da morfo-anatomia, da citologia, da histologia e da fisiologia vegetal; **[MGHe]** = estudo dos mecanismos genéticos da hereditariedade; **[EBio]** = estudo da evolução biológica; **[Eco]** = estudo das interações

ecológicas entre os organismos e o ambiente; **[OVi]** = estudo da origem da vida.

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

(F)

I. A natureza da vida

II. Organização e processos celulares

III. O metabolismo celular

IV. A diversidade celular dos animais

V. Reprodução e desenvolvimento

VI. A diversidade biológica

VII. Vírus, Monera, Protocista e Fungos

VIII. Diversidade, anatomia e fisiologia das plantas

IX. A diversidade dos animais

X. Anatomia e fisiologia da espécie humana

XI. Genética

XII. Evolução biológica

XIII. Ecologia

(G)

Eco

61

I. A Biodiversidade

II. Bioquímica celular e Origem da vida

III. Citologia

IV. Histologia animal

V. Histologia vegetal

VI. Reinos do mundo vivo

VII. Fisiologia vegetal

VIII. Fisiologia animal

IX. Reprodução e desenvolvimento

X. Genética

XI. Evolução biológica

XII. Ecologia

(H)

(I)

Foram identificados 30% dos tópicos das obras didáticas analisadas que apresentam pelo menos uma unidade perceptível, como mostra a Figura 10.

Figura 10. Porcentagem de tópicos de cada obra didática que contenha pelo menos uma unidade perceptível. As siglas denominam as obras: **LR** = Lopes e Rosso (2005); **La** = Laurence (2005); **FM** = Favaretto e Mercadante (2005); **LG** = Linhares e Gewandsznajder (2005); **ACL** = Adolfo, Crozeta e Lago (2005); **AM** = Amabis e Martho (2005); **Pa** = Paulino (2005); **SS** = Silva Jr e Sasson (2005); **FR** = Frota-Pessoa (2005).

	Nº de tópicos totais da obra didática	Nº de tópicos registrados
LR	259	57
La	180	41
FM	155	29
LG	202	27
ACL	95	27
AM	211	61
Pa	242	47
SS	463	100
FP	396	100

A distribuição exata dos tópicos registrados que apresentam as unidades perceptíveis encontra-se no Anexo 6, das páginas 69 a 77.

Os objetos de estudo delimitados (Tabela 11) associados à identificação de tópicos sugerem que os textos principais dos livros amostrados tendem a inserir poucos elementos evolutivos nas discussões sobre as moléculas orgânicas e inorgânicas; as células; os tecidos animais; a embriologia e a reprodução animal; morfo-anatomia e da fisiologia animal; da morfo-anatomia, da citologia, da histologia e da fisiologia vegetal; dos mecanismos genéticos da hereditariedade e das interações ecológicas entre os organismos e o ambiente.

Tabela 11. Relação de tópicos por objeto de estudo e dos mesmos que contenham pelo menos uma unidade perceptível. As siglas denominam as obras: **LR** = Lopes e Rosso (2005); **La** = Laurence (2005); **FM** = Favaretto e Mercadante (2005); **LG** = Linhares e Gewandszajder (2005); **ACL** = Adolfo, Crozeta e Lago (2005); **AM** = Amabis e Martho (2005); **Pa** = Paulino (2005); **SS** = Silva Jr e Sasson (2005); **FR** = Frota-Pessoa (2005). **[CSV]** = estudo das características dos seres vivos (da vida); **[Moi]** = estudo das moléculas orgânicas e inorgânicas; **[Ce]** = estudo das células; **[TAn]** = estudo dos tecidos animais; **[ERAn]** = estudo do embrião e da reprodução animal; **[OCBio]** = estudo dos organismos; **[AFAn]** = estudo da morfo-anatomia e da fisiologia animal; **[ACHFVe]** = estudo da morfo-anatomia, da citologia, da histologia e da fisiologia vegetal; **[MGHe]** = estudo dos mecanismos genéticos da hereditariedade; **[EBio]** = estudo da evolução biológica; **[Eco]** = estudo das interações ecológicas entre os organismos e o ambiente; **[OVi]** = estudo da origem da vida. Em cinza, a porcentagem de tópicos registrados com unidades perceptíveis em relação ao número total de tópicos por objeto de estudo.

	LR	La	FM	LG	ACL	AM	Pa	SS	FP
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
CSV	100	100	67	100	-	100	-	13	18
Moi	0	0	0	0	0	0	8	0	0
Ce	7	6	0	13	9	9	7	3	0
TAn	0	0	0	0	0	7	7	6	0
ERAn	15	17	10	0	0	20	15	0	20
OCBio	42	33	18	12	54	55	30	37	14
AFAn	9	27	10	4	0	0	10	9	15
AHFVe	26	13	8	33	23	27	38	21	0
MGHe	0	0	0	0	0	4	0	3	0
EBio	100	100	100	100	100	100	85	100	86
Eco	6	0	15	13	40	21	11	13	31
OVi	67	60	50	67	25	75	33	40	100
	21	24	14	13	27	29	19	21	26

A amostragem por unidades perceptíveis reforçou algumas questões apontadas até o momento. A primeira questão refere-se quanto à relação entre os mecanismos genéticos de transferência da informação biológica e os processos evolutivos. Percebeu-se ausência (apenas dois em nove obras didáticas) de elementos evolutivos no texto principal dos tópicos ligados diretamente ao estudo dos mecanismos genéticos da hereditariedade **[MGHe]**, apesar de os livros didáticos amostrados: (1) desenvolverem nos capítulos específicos o pensamento evolutivo até a *Síntese*, a Genética de Populações e a discussão sobre fatores evolutivos ligados à mutação e recombinação gênica; e (2) apresentarem o padrão de organização da Categoria II.

A segunda questão concerne a uma ampliação da *Síntese* por meio do avanço de áreas associadas à Biologia Evolutiva, como, por exemplo, o desenvolvimento da EVO-DEVO, pois nota-se também uma baixa incidência de tópicos que contenham no texto principal elementos evolutivos no estudo da embriologia e reprodução animal **[ERAn]**.

Além disso, os dados dão indícios de que os livros didáticos que declararam discutir o estudo comparativo da morfo-anatomia e fisiologia animal **[AFAn]** – Lopes e Rosso (2005); Favaretto e Mercadante (2005); Linhares e Gewandzajder (2005); Paulino (2005) e Frota-Pessoa (2005) – apresentam uma baixa incidência de tópicos que contenham no texto principal elementos evolutivos.

CAPÍTULO 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De volta ao problema de pesquisa

A origem ancestral do homem. "Um sábado qualquer..."® (<www.umsabadoqualquer.com>)

COMO A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E AS TEORIAS EVOLUTIVAS SÃO APRESENTADAS NA ORGANIZAÇÃO
DOS NOVE LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA AVALIADOS E RECOMENDADOS PELO PROGRAMA
NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO PARA O ENSINO MÉDIO 2007/2009?

A análise dos livros didáticos de Biologia para o Ensino Médio aprovados e recomendados pelo PNLEM 2007/2009 permitiu evidenciar a tendência de esses materiais em apresentar o conteúdo biológico fragmentado por objeto de estudo em um nível hierárquico crescente de organização – das moléculas orgânicas e inorgânicas que constituem os seres vivos às interações entre diferentes organismos e, esses, com o ambiente. A fragmentação justifica-se, como afirma Jacob (1983, p.190), pela própria relação de interdependência que cada parte de um organismo tem com a outra. Estudar um ser vivo sem perturbar ou inibir seu funcionamento compromete-se com o aperfeiçoamento dos métodos e das técnicas pelas quais investiga-se os níveis hierárquicos, resultando em áreas do conhecimento cada vez mais específicas. Porém, o isolamento das partes de um organismo sem uma abordagem integrativa posterior pode levar a uma descaracterização dos fenômenos biológicos, pois eles “*são sempre a resultante de uma série de acontecimentos indissoluvelmente ligados entre si e que se engendram uns aos outros*” (JACOB, 1983, p.190). Além disso, todo organismo existe como consequência direta de um processo histórico – a evolução biológica. Nas palavras de Jacob (1983):

Não se encontra na Terra organismo algum, mesmo o mais insignificante, o mais rudimentar, que não seja a extremidade de uma série de seres que viveram durante os dois bilhões de anos ou mais; animal, planta, micróbio algum que não seja um simples elo em uma cadeia de formas mutáveis. Todo ser vivo é inevitavelmente a extremidade de uma história, que não é apenas a sucessão de acontecimentos a que seus ancestrais estão ligados, mas também a sucessão das transformações pelas quais este organismo progressivamente foi elaborado (JACOB, 1983, p. 137).

Nesse ponto, concordo com Mayr (2006; 2008) que, ao defender a Biologia caracterizada por campos (Biologia Funcional e Biologia Evolutiva), chama a atenção para a complementaridade entre as áreas do conhecimento biológico alinhadas a eles. Dessa forma, as ciências baseadas na descrição analítica (das partes) e atemporal dos fenômenos biológicos, que buscam os padrões gerais da vida subsidiam as ciências que utilizam os padrões para integrar e construir os modelos evolutivos. O mesmo deveria estar presente no contexto escolar, pois, para o governo brasileiro, espera-se que os indivíduos em formação adquiram habilidades e competências para o exercício pleno da democracia, as quais incluem:

*Da capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, **ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos**, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento* (BRASIL, 2000, p.11-12, grifo nosso).

Porém, os dados da pesquisa indicam que os livros didáticos amostrados mantêm um formato tradicional, que pouco utilizam estratégias integrativas, como, por exemplo, organização de conteúdos por temas transversais. O uso de temas transversais parece não ter sido, ainda, incorporado aos livros didáticos. Mesmo no caso da obra didática de Frota-Pessoa (2005), que mostrou-se diferente em relação aos demais, foi pouco escolhida no ano de 2007 (Figura 3, p.39), o que poderia sinalizar, também, uma baixa aceitação de materiais que ‘fujam’ de um determinado formato.

Além da fragmentação, os dados da pesquisa sugerem que, ainda hoje, a evolução biológica e as teorias evolutivas como componentes curriculares de ensino não são apresentadas como eixo organizador dos conteúdos biológicos presentes nos livros didáticos amostrados. Não há evidências que permitam afirmar que haja a complementaridade entre o estudo descritivo e analítico dos fenômenos biológicos e a sua integração por meio da evolução biológica, ou seja, o raciocínio evolutivo parece não refletir na maioria dos objetos de estudo. A sugestão se dá devido: (1) a similaridade compartilhada entre a maioria dos livros didáticos amostrados da sequência rígida de apresentação dos conteúdos biológicos, delimitados na pesquisa por objetos de estudo; (2) a baixa porcentagem dedicada ao estudo da evolução biológica e as teorias evolutivas; (3) a caracterização do conteúdo evolutivo; e (4) a ausência de unidades perceptíveis determinadas em relação aos objetos de estudo. Dessa forma, parece plausível supor que a evolução biológica apresenta-se como apenas mais uma teoria científica auxiliar e não central e unificadora, como defendida por essa dissertação.

Como já discutido anteriormente, todos os livros didáticos amostrados abordam separadamente a evolução biológica e as teorias evolutivas. As unidades e/ou os capítulos específicos, de oito em nove das obras didáticas analisadas, encontram-se invariavelmente entre os últimos conteúdos a serem abordados. A posição relativa dos conteúdos, a princípio, não implica a obrigatoriedade explícita que os mesmos (os conteúdos) devam ser desenvolvidos. Porém, a organização em unidades delimitadas por objetos de estudo indicam a sequência lógica proposta pelo material. No caso dos livros didáticos seriados em três volumes, tal sequência torna-se mais evidente, pois o volume que contém o estudo da evolução biológica destina-se ao último ano da educação básica. Assim, reforça-se a necessidade de um conjunto de conhecimento prévio robusto para que se possa compreender o processo evolutivo em uma perspectiva pós-darwiniana.

A apresentação da evolução biológica e das teorias evolutivas como um componente discreto das obras amostradas também evidencia a dificuldade de incorporação das pesquisas acadêmicas na área de Ensino de Ciências para a melhoria dos materiais pedagógicos de apoio à prática docente. Por exemplo, há 30 anos se reconhece haver dificuldade pelos indivíduos em relacionar os conceitos de hereditariedade, variabilidade e seleção natural. Os estudos demonstram obstáculos na compreensão de: (1) como as características são transmitidas à prole, sem que haja, necessariamente, uma influência direta do ambiente; (2) como ocorre a diversificação de indivíduos de uma mesma espécie dentro da

população; e (3) como ocorre a mudança populacional por meio da seleção natural, acarretando na adaptação dos organismos imposta pelo ambiente. Ora, todos os livros didáticos amostrados apresentam de forma sequencial o estudo dos mecanismos genéticos da herança anterior ao estudo da evolução biológica. Porém, a utilização das unidades perceptíveis não indica que o texto principal relacionado ao estudo dos mecanismos genéticos da herança faça a ligação entre os conceitos de hereditariedade, variabilidade e seleção natural.

Outro exemplo importante é tensão entre Lamarckismo e Darwinismo. Os capítulos específicos enfatizam dois modelos evolutivos: a Teoria Transformacionista de Lamarck e a Teoria Evolutiva por seleção natural de Darwin e Wallace; e se expande, ao máximo, até a Síntese Moderna da Evolução. A descrição segue uma linha temporal que termina com o modelo mais aceito atualmente, tendo uma abordagem que não apresenta de forma satisfatória os conflitos decorrentes após a consolidação da *Síntese*, como a teoria neutralista ou a de equilíbrio pontuado, discussões essas que apresentam argumentos polêmicos relacionados ao adaptacionismo e ao gradualismo, respectivamente. Os dados também não sugerem haver uma preocupação em incorporar os desdobramentos atuais decorrentes de outras áreas do conhecimento, como a EVO-DEVO.

Fato é que a avaliação governamental dos livros didáticos utilizados no sistema público de ensino ao longo das últimas décadas permitiu uma melhoria significativa nesses materiais, inclusive, diminuindo erros conceituais (FRACALANZA e MEGID NETO, 2006). Porém, também é fato que o conhecimento científico produzido pelas sub-áreas da Biologia não ‘cabe’ nos livros didáticos. Assim, como discute Chevallard (1991), o saber a ser ensinado consolida-se após um processo de negociação, que envolve interesses educacionais, políticos, culturais, entre outros. Os livros didáticos como representações concretas dessa negociação, mostram que o evolucionismo ainda está longe de ser uma das prioridades no ensino de Biologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTERS, B. J. e NELSON, C. E. Perspective: teaching evolution in higher education. **Evolution**. v. 56, n. 10, p. 1891-1901, 2002.
- AMORIN, D. de S. *et al.* Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino. In: BARBIERI, M. R. **Aula de Ciências**. Ribeirão Preto: Holos, 68 p., 1999.
- ASTOLFI, J. P. e DEVELAY, M. **A didática das Ciências**. Trad.: Magda S. S. Fonseca. Campinas, SP: Papirus, 132p., 1990.
- BAUM, D. A.; SMITH, S. D. e DONOVAN, S. S. Evolution: the Tree-Thinking challenge. **Science**. v. 310, n. 5750, p. 979-980, 2005. Disponível *on-line* no endereço eletrônico: <<http://www.sciencemag.org/cgi/reprint/310/5750/979.pdf>>. Material suplementar disponível *on-line* no endereço eletrônico: <<http://www.sciencemag.org/content/suppl/2005/11/07/310.5750.979.DC1/Baum.SOM.pdf>> Acesso em 20 jul. 2008.
- BAUMGARTNER, E. e DUNCAN, K. Evolution of student's ideas about natural selection through a constructivist framework. **The American Biology Teacher**. v. 71, n. 4, p. 218-227, 2009.
- BISHOP, B. A. e ANDERSON, C. W. Student conceptions of natural selection and its role in evolution. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 27, n. 5, p. 415-427, 1990.
- BIZZO, N. M. V. **Ensino de evolução e história do darwinismo**. 1991. 467 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências)- Faculdade de Educação, Universidade de São, São Paulo, 1991.
- _____. From Down House landford to brazilian high school students: what has happened to evolutionary knowledge on the way?. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 31, n. 5, p. 537-556, 1994.
- BOGDAN, R. C. e BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Portugal: Porto Editora, 335p., 1994.
- BOWLER, P. J. **The eclipse of Darwinism: anti-darwinian evolution theories in the decades around 1900**. EUA: Johns Hopkins University Press, 312p., 1993.
- BURKHARDT Jr., R. W. Lamarck, evolution, and the politics of Science. **Journal of the History of Biology**. v. 3, n. 2, p. 275-298, 1970.
- BURKHARDT Jr., R. W. The inspiration of Lamarck's belief in evolution. **Journal of the History of Biology**. v. 5, n. 2, p. 413-438, 1972.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Bases legais**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, v 2, 109p., 2000.
- _____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Parte III. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, v 2, 58p., 2000.
- _____. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, v 2, 140p., 2006.
- _____. **Catálogo do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio: Biologia PNLEM 2007**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, v 2, 108 p., 2006.
- _____. **Catálogo do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio: Biologia PNLEM 2009**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, v 2, 108 p., 2008. Disponível *on-line* no endereço eletrônico: <<http://portal.mec.gov.br/seb/pnlem/pdf/biologia.pdf>>. Acesso em 19 dez. 2008

- BRUMBY, M. Problems in learning the concept of natural selection. **Journal of Biological Education**. v. 13, p. 119-122, 1979.
- _____. Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. **Science Education**. v. 68, p. 493-503, 1984.
- CAMPANARIO, J. M. ¿Qué puede hacer um profesor como tu o um alumno como el tuyo com um libro de texto como este? Una relación de actividades poco convencionales. **Enseñanza de lãs Ciencias**. V. 19, n. 3, p. 351-363, 2001.
- CAPONI, G. Biología Funcional VS. Biología Evolutiva. **Episteme, Porto Alegre**. n. 12, p. 23-46, jan./jul. 2001.
- _____. Experimentos em Biología Evolutiva: ¿Qué tienen ellos que los otros no tengan?. **Episteme, Porto Alegre**. n. 16, p. 61-97, jan./jul. 2003.
- CARROL, S. B. **Infinitas formas de grande beleza: como a evolução forjou a grande quantidade de criaturas que habitam o nosso planeta**. Trad.: Diego Alfaro. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 303p., 2006.
- CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: Del saberes sábios al saber enseñado**. Trad.: Claudia Gilman. Argentina: Aique, 196p., 1991.
- CHOPIN, A. História dos livros didáticos e das edições didáticas: sobre o estudo da arte. **Educação e Pesquisa, São Paulo**. v. 30, n. 3, p. 549-566, 2004.
- CICILLINI, G. A. **A evolução enquanto um componente metodológico para o Ensino de Biologia no 2º Grau: análise da concepção de Evolução em livros didáticos**. 1991. 246 f. Dissertação (Mestrado em Educação)- Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1991.
- DAGHER, Z. R. e BOUJAOUDE, S. Scientific views and religious beliefs of college students: The case of biological evolution. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 34, p. 429-445, 1997.
- DARWIN, C. R. **On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for Life**. London: John Murray, 556p., 1859. Disponível *on-line* no endereço eletrônico: <http://darwin-online.org.uk/pdf/1859_Origin_F373.pdf> Acesso em 14 mai. 2008.
- DARWIN, C. R. e WALLACE, A. R. On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection. **Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London, Zoology**. v. 3, p. 46-50, 1858. Disponível *on-line* no endereço eletrônico: <http://darwin-online.org.uk/pdf/1858_species_F350.pdf> Acesso em 14 mai. 2008.
- DEADMAN, J. A. e KELLY, P. J. What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics? **Journal of Biological Education**. v.12, n. 1, p. 7-1, 1978.
- DEMASTES, S. S.; SETTLAGE JR, J. e GOOD, R. G. Students' conceptions of natural selection and its role in Evolution: cases of replication and comparison. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 32, n. 5, p. 535-550, 1995.
- DEMASTES, S. S.; GOOD, R. G. e PEEBLES, P. Students' conceptual ecologies and the process of conceptual change in evolution. **Science Education**. v. 79, n. 6, p. 637-666, 1995.
- DOBZHANSKY, T. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. **The American Biology Teacher**. v. 35, p. 125-129, 1973.
- EL-HANI, C. N.; ROQUE, N. e ROCHA, P. L. B. da. Brazil high school biology textbooks: results from a National Program. **Proceedings of the IOSTE International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbooks**. Tunis: University of Tunis, Hammamet, p. 7-10, fev. 2007a.
- _____. Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio: Resultados do PNLEM/2007. In: MORTIMER, E.F. (org.). **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte: ABRAPEC, CD-ROM, 2007b.

- EVE, R. A. e DUNN, D. Psychic powers, astrology, and creationism in the classroom? evidence of pseudoscientific beliefs among high school biology life science teachers. **The American Biology Teacher**. v. 52, n. 1, p. 10–21, 1990.
- FERREIRA, M. S. e SELES, S. E. Análise de Livros Didáticos em Ciências: entre as ciências de referência e as finalidades sociais da escolarização. **Educação em Foco, Juiz de Fora**. v. 8, n. 1 e 2, p. 63-78, set. a fev., 2003-2004.
- FORQUIN, J. C. Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais. **Teoria & Educação**, Porto Alegre. n. 5, p. 28-49, 1992.
- FRACALLANZA, H. e MEGID NETO, J. (org.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 216p., 2006.
- FRACALLANZA, H. e MEGID NETO, J. Livro didático de ciências no Brasil: a pesquisa e o contexto. In: FRACALLANZA, H. e MEGID NETO, J. (org.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 216p., 2006.
- FUTUYMA, D. J. **Evolution**. EUA, Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, 608p., 2005.
- GENÉ, A. Cambio conceptual y metodológico en la enseñanza y aprendizaje de la evolución de los seres vivos: un ejemplo concreto. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona. v. 9, n. 1, p. 22-27, 1991.
- GÓMEZ, M. de la G.; QUÍLEZ, M.J. de la G. e PUIG, N. S. Del modelo científico de ‘adaptación biológica’ al modelo de ‘adaptación biológica’ em los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 20, n. 2, p. 303-314, 2002.
- GOULD, S. J. **The Structure of Evolutionary Theory**. EUA: Harvard University Press, 1433p., 2002.
- _____. **Darwin e os grandes enigmas da vida**. 2ª ed., 2ª tir. Trad.: Maria Elizabeth Martinez. São Paulo: Martins Fontes, 274p., 2006.
- GREENE Jr, E. D. The logic of university student’s misunderstanding of natural selection. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 27, n. 9, p. 875-885, 1990.
- HENNING, W. Phylogenetics Systematics. **Annual Review of Entomology**. v. 10, p. 97-116, 1965.
- HULL, D. L. **Science as a Process: evolutionary account of the social and conceptual**. EUA: Chicago University Press, 600p. 1990.
- JACOB, F. **A lógica da vida: uma história da hereditariedade**. Trad.: Ângela L. de Souza. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Graal, 328p., 1983.
- JEFFERY, K. R. e ROACH, L. E. A study of evolutionary protoconcepts in pre-high school textbooks. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 31, n. 5, p. 507-518, 1994.
- JENSEN, M. S. e FINLEY, F. N. Teaching evolution using historical arguments in a conceptual change strategy. **Science Education**. v. 79, p. 147–166, 1995.
- JENSEN, M. S. e FINLEY, F. N. Teaching evolution using a historically rich curriculum and paired problem-solving instructional strategy. **The American Biology Teacher**. v. 59, p. 208–212, 1997.
- JIMÉNEZ, A. M. P. Thinking about theories or thinking with theories? A classroom study with natural selection. **International Journal of Science Education**. v. 14, p. 51–61, 1992.
- JOHNSON, R. L. e PEEBLES, E. E. The role of scientific understanding in college: Student acceptance of evolution. **The American Biology Teacher**. v. 49, n. 2, p. 94–98. 1987.

- LAWSON, A. E. e WORSNOP, W. A. Learning about evolution and rejecting a belief in special creation: Effects of reflective reasoning skill, prior knowledge, prior belief, and religious commitment. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 29, p. 143–166, 1992.
- LEÃO, F. de B. F e MEGID NETO, J. Avaliações oficiais sobre o livro didático: introdução. In: FRACALLANZA, H. e MEGID NETO, J. (org.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 216p., 2006.
- KALINOWSKI, S. T.; LEONARD, M. J. e ANDREWS, T. M. Nothing in evolution makes sense except in the light of DNA. **CBE – Life Sciences Education**. v. 9, p. 87–97, 2010.
- KRASILCHIK, M. Tendências do Ensino de Biologia no Brasil. Em: Krasilchik, M. **Em Prática de Ensino de Biologia**. 4ª ed. (rev. e ampl.). São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p. 13-21, 2004.
- KUTSCHERA, U. A comparative analysis of the Darwin-Wallace papers and the development of the concept of natural selection. **Theory of Bioscience**. v. 122, p. 343-359, 2003.
- LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: UERJ Editora, 241p., 1999.
- LOVELY, E. C. e KONDRICK, L. C. Teaching evolution: challenging religious preconceptions. **Integrative and Comparative Biology**. v. 48, n. 2, p. 164–174, 2008.
- LÜKDE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 99p., 1986.
- MARANDINO, M. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. **Revista Brasileira de Educação**. v. 26, p. 95-108, 2004
- MARGULIS, L; DOLAN, M. e SCHWARTZ, K.V. **Five Kingdoms: an illustrated guide to the phyla of life on Earth**. 2. ed. New York: W.H. Freeman, 520p., 1988.
- MARTINS, L. A. C. P. Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. **Episteme, Porto Alegre**. v. 2, n. 3, p. 33-54, 1997.
- MAYER, W. V. Biology education in the United States during the twentieth century. **The Quarterly Review of Biology**. v. 61, n. 4, p. 481-507, 1986.
- MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico: Diversidade, Evolução e Herança**. Trad.: Ivo Martinazzo. São Paulo: UNB, 1048p., 1998.
- _____. **Biologia, Ciência única: sobre a autonomia de uma disciplina científica**. Trad.: Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 266p., 2005.
- _____. **Uma ampla discussão: Charles Darwin e a gênese do moderno pensamento evolucionário**. Trad.: Antonia Carlos Bandouk. São Paulo: FUNPEC, 195p., 2006.
- _____. **Isto é Biologia: A ciência do mundo vivo**. Trad.: Claudio Angelo. São Paulo: Companhia das Letras, 428p., 2008.
- MEYER, D. e EL-HANI, C. N. **Evolução: O sentido da Biologia**. São Paulo: UNESP, 132p., 2005.
- NEHM, R. H. e REILLY, L. Biology majors' knowledge and misconceptions of natural selection. **Bioscience**. v. 57, p. 263–272, 2007.
- NEHM, R. H. e SCHONFELD, I. S. Does increasing biology teacher knowledge of evolution and the nature of science lead to greater preference for the teaching of evolution in schools?. **Journal of Science Teacher Education**. v. 18, p. 699-723, 2007.
- OFFNER, S. A universal phylogenetic tree. **The American Biology Teacher**. v. 63, n. 2, p. 164-170, 2001.

- OSIF, B. A. Evolution and religious beliefs: A survey of Pennsylvania high school teachers. **The American Biology Teacher**. v. 59, p. 552–556, 1997.
- PINKER, S. **Tábula Rasa: a negação contemporânea da natureza humana**. São Paulo: Companhia das Letras, 672p., 2002.
- RIDLEY, M. **Evolução**. 3ª ed. Trad.: Henrique B. Ferreira *et col.* Porto Alegre: Artmed, 752p., 2006.
- ROCHA, P. L. B. *et al.* Brazilian high school biology textbooks: main conceptual problems in evolution and biological diversity. **Proceedings of the IOSTE International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbooks**. Tunis: University of Tunis, p. 494-504, 2007.
- RUDOLPH, J. L. e STEWART, J. Evolution and the nature of science: on the historical discord and its implications for education. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 35, n. 10, p. 1069 – 1089, 1998.
- SANTOS, S. **Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula**. São Paulo: Annablume Editora, 2002.
- SETTLAGE Jr., J. Conceptions of natural selection: a snapshot of the sense-making process. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 31, n. 5, p. 449 – 457, 1994.
- SELES, S. E. e FERREIRA, M. S. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em Livros Didáticos de Ciências. **Ciências & Educação**. v. 10, n. 1, p. 101-110, 2004.
- SINCLAIR, A. e PENDARVIS, M. P.. Evolution vs. conservative religious beliefs: Can biology instructors assist students with their dilemma? **Journal of College Science Teaching**. v. 27, p. 167–170, 1997/1998.
- SINATRA, G., SOUTHERLAND, S., MCCONAUGHY, F., e DEMASTES, J. Intentions and beliefs in students' understanding and acceptance of biological evolution. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 40, p. 510-528, 2003.
- SINCLAIR, A.; PENDARVIS, M. P. e BALDWIN, B. The relationship between college zoology students' beliefs about evolutionary theory and religion. **Journal of Research and Development in Education**. v. 30, p. 118–125, 1997.
- SHELLBERG, T. Teaching how to answer 'why' questions about Biology. **The American Biology Teacher**. V. 63, n. 1, p.16-19, 2001.
- SMOCOVITIS, V. Unifying biology: the evolutionary synthesis and evolutionary biology. **Journal of the History of Biology**. v. 25, n. 1, p. 1-65, 1992.
- SMOCOVITIS, V. Organizing evolution: founding the society for the study of evolution (1939-1950). **Journal of the History of Biology**. v. 27, n. 2, p. 241-309, 1994.
- SWARTS, F. A.; ANDERSON, O. R. e SWETZ, F. J. Evolution in secondary biology textbooks of PRC, the USA, and the latter states of USSR. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 31, n. 5, p. 475-505, 1994.
- TIDON, R. e LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**. v. 27, n. 1, p. 124–131, 2004.
- WALLACE, A. R. On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type. **Society's Proceedings series**. vol 3. 53-62 p. jul. 1858. Disponível em: <<http://www.wku.edu/~smithch/index1.htm>>. Acesso em 14 fev. 2005.
- WHITTAKER, R. H. New concepts of kingdoms of organisms: evolutionary relations are better represented by new classifications than by the traditional two kingdoms. **Science**. v. 163, n. 863, p. 150-160, jan. 1969.
- WOESE, C. R.; KANDLER, O. e WHEELIS, M. L. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria and Eucarya. **Proceedings of National Academy of Science, USA**. v. 87, p. 4576-4579, jun. 1990.

ANEXOS

Outra hipótese de extinção dos dinossauros. "Um sábado qualquer..."® (<www.umsabadoqualquer.com>)

SUMÁRIO DE ANEXOS

Anexo 1. Referência bibliográfica completa dos livros analisados.	1
---	---

Anexo 2. Tradução das categorias e dos respectivos conteúdos evolutivos delimitados por Swarts (1991, apud SWARTS, ANDERSON e SWETZ, 1994).....	2
--	---

Anexo 3. Registro do nome das unidades, capítulos, tópicos e sub-tópicos dos nove livros didáticos aprovados e recomendados pelo PNLEM 2007/2009.....	3
--	---

(A) LOPES e ROSSO (2005).....	3
(B) LAURENCE (2005).....	9
(C) FAVARETTO e MERCADANTE (2005)	14
(D) LINHARES e GEWANDSZNAJDER (2005)	18
(E) ADOLFO, CROZETTA e LAGO (2005).....	23
(F) AMABIS e MARTHO (2005).....	26
(G) PAULINO (2005).....	34
(H) SILVA Jr. e SASSON (2005).....	42
(I) FROTA-PESSOA (2005)	55

Anexo 4. Registro do número de páginas das unidades e das respectivas porcentagens dos nove livros didáticos aprovados e recomendados pelo PNLEM 2007/2009.	67
---	----

Anexo 5. Registro do número de páginas e da respectiva porcentagem referentes aos objetos de estudo distribuídos nos nove livros didáticos aprovados pelo PNLEM 2007/2009.....	71
---	----

(A) Relação do número de páginas por objeto de estudo	71
(B) Porcentagem referente ao número de páginas por objeto de estudo.....	71

Anexo 6. Número de registro dos tópicos que contém unidades perceptíveis por objetos de estudo dos nove livros didáticos aprovados e recomendados pelo PNLEM 2007/2009.	72
---	----

Anexo 7. Registro dos tópicos que contêm unidades perceptíveis dos nove livros didáticos aprovados e recomendados pelo PNLEM 2007/2009..... 73

(A) LOPES e ROSSO (2005).....	73
(B) LAURENCE (2005).....	78
(C) FAVARETTO e MERCADANTE (2005).	82
(D) LINHARES e GEWANDSZNAJDER (2005)	84
(E) ADOLFO, CROZETTA e LAGO (2005).....	88
(F) AMABIS e MARTHO (2005).	89
(G) PAULINO (2005).....	100
(H) SILVA JR. e SASSON (2005)	105
(I) FROTA-PESSOA (2005)	111

ANEXO 1. Referência bibliográfica completa dos livros analisados.

- ADOLFO, A. B.; CROZETTA, M. A. de S. e LAGO, S. R. **Biologia Volume Único**. 2ª ed. São Paulo: IBEP, 344p., 2005
- AMABIS, J. M. e MARTHO, G. R. **Biologia: Volume 1 – Biologia das células: Origem da vida, Citologia e Histologia, Reprodução e Desenvolvimento**. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 464 p., 2004a.
- _____. **Biologia: Volume 2 – Biologia dos organismos: A diversidade dos seres vivos, Anatomia e Fisiologia de plantas e animais**. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 617 p., 2004a.
- _____. **Biologia: Volume 3 – Biologia das populações: Genética, Evolução Biológica, Ecologia**. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 443 p., 2004c.
- FAVARETTO, J. A. e MERCADANTE, C. **Biologia Volume Único**. São Paulo: Moderna, 360 p., 2005.
- FROTA-PESSOA, O. **Biologia Volume 1 – Estrutura e ação**. São Paulo: Scipione, 344 p., 2008a.
- _____. **Biologia Volume 2 – Ecologia e Reprodução**. São Paulo: Scipione, 320 p., 2008b.
- _____. **Biologia Volume 3 – Genética e Evolução**. São Paulo: Scipione, 304 p., 2008c.
- LAURENCE, J. **Biologia Volume Único**. São Paulo: Nova Geração, 696 p., 2005.
- LINHARES, S. e GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia Volume Único**. 2ª imp. São Paulo: Ática, 552 p., 2006.
- LOPES, S. e ROSSO, S. **Biologia Volume Único: Introdução à Biologia e origem da vida, Citologia, Reprodução, Embriologia e Histologia, Seres vivos, Genética, Evolução, Ecologia**. 6ª tiragem. São Paulo: Saraiva, 608p. 2007.
- PAULINO, W. R. **Biologia Volume 1: Citologia, Histologia**. 3ª imp. São Paulo: Ática, 320 p., 2007a.
- _____. **Biologia Volume 2: Seres vivo, Fisiologia**. 3ª imp. São Paulo: Ática, 352 p., 2007b.
- _____. **Biologia Volume 3: Genética, Evolução, Ecologia**. 3ª imp. São Paulo: Ática, 303 p., 2007c.
- SILVA Jr, C. e SASSON, S. **Biologia 1: As características da vida, Biologia Celular, Vírus: entre moléculas e células, A origem da vida, Histologia animal**. 8ª ed. 4ª tiragem. São Paulo: Saraiva, 400 p., 2005a.
- _____. **Biologia 2: Seres vivos: estrutura e função**. 8ª ed. 4ª tiragem. São Paulo: Saraiva, 527 p., 2005b.
- _____. **Biologia 3: Genética, Evolução, Ecologia**. 8ª ed. 4ª tiragem. São Paulo: Saraiva, 480 p., 2005c.

ANEXO 2. Tradução das categorias e dos respectivos conteúdos evolutivos delimitados por Swarts (1991, apud SWARTS, ANDERSON e SWETZ, 1994).

I. Teorias evolutivas alternativas

1. Lamarck e a teoria da evolução por herança de caracteres adquiridos
2. Críticas à teoria da evolução por herança de caracteres adquiridos
3. Teoria do Neutralismo
4. Outras teorias evolutivas pré-darwinistas e não-darwinistas

II. Bases da Teoria Evolutiva por Seleção Natural

5. A vida de Darwin
6. Variabilidade individual e herdada numa população como matéria-prima na qual a seleção artificial e natural atua
7. Mutação como fonte de variação para a evolução e como um agente para a quebra de equilíbrio genético (não-darwiniano)
8. Recombinação como fonte de variação para evolução
9. Teoria da seleção natural
10. Seleção sexual
11. Seleção de grupo
12. Seleção genética
13. Seleção de adaptações

III. Algumas evidências ou “exemplos documentados” de evolução

14. Seleção artificial
15. Homologia em geral e estruturas homólogas
16. Analogia em geral e estruturas análogas
17. Estruturas vestigiais
18. Similaridades bioquímicas, fisiológicas e microscópicas como evidências de evolução
19. Similaridades embriológicas como evidência de evolução
20. Mudanças observáveis na frequência gênica na natureza como evidência de evolução
21. Testes experimentais como evidência e exemplos de evolução
22. Biogeografia, movimento de placas tectônicas e evolução
23. Evidências da evolução em geral.

IV. Fósseis, escala de tempo geológico e teorias de extinção

24. Fósseis como evidências de evolução
25. Fósseis em geral
26. Escala de tempo geológico
27. Teorias e o impacto das extinções em geral
28. Teorias de extinção dos dinossauros
29. Teorias sobre as grandes explosões de vida encontradas na escala geológica (maiores episódios)
30. Lacunas no registro fóssil

V. Equilíbrio genético e alguns agentes de desequilíbrio

31. Pool genético
32. Teoria de Hardy-Weinberg e condições para o equilíbrio genético.
33. Migração e quebra do equilíbrio genético
34. Deriva Genética e princípio do fundador

VI. Especiação

35. Definição de espécies
36. Isolamento geográfico e especiação alopátrica
37. Isolamento reprodutivo

38. Especiação simpátrica
39. Especiação clinal e de efeito de área
40. Poliploidia
41. Radiação adaptativa
42. Teoria de especiação em geral

VII. Evolução convergente e Co-Evolução

43. Evolução convergente
44. Co-Evolução

VIII. Taxa de Especiação

45. Gradualismo
46. Equilíbrio pontuado
47. Evolução em mosaico

IX. Origem da vida

48. Formação da pré-célula
49. Origem das células e origem e evolução procariótica
50. Mudanças ambientais causadas por seres vivos
51. Origem e evolução dos primeiros eucariotos, protistas e fungos
52. Evolução e origem dos vírus

X. Evolução e Origem das plantas e animais

53. Filogenia em geral
54. Evolução e origem de plantas aquáticas e terrestres
55. Transição das plantas entre os ambientes aquáticos e terrestres
56. Evolução e origem dos invertebrados
57. Evolução e origem dos cordados em geral
58. Evolução e origem dos peixes
59. Transição dos animais entre os ambientes aquáticos e terrestres
60. Evolução e origem dos anfíbios
61. Evolução e origem dos Répteis
62. Dinossauros
63. Evolução e origem dos pássaros
64. Evolução e origem dos mamíferos
65. Evolução e origem dos primatas

XI. Evolução e origem da espécie humana

66. Similaridade entre humanos modernos e os outros primatas
67. Características únicas dos seres humanos
68. Dos primeiros homínidos ao *Homo sapiens sapiens*
69. Uso de ferramentas por humanos modernos
70. Teorias das extinções dos outros homínidos
71. Teorias sobre a evolução e origem dos seres humanos
72. Lugar do trabalho na evolução humana
73. Diferenciação das raças humanas

XII. Miscelânea

74. Darwin e a religião
75. Evolução e Religião
76. Geração espontânea
77. Lei da recapitulação
78. Críticas à Lei da recapitulação ou “ontogenia recapitula a filogenia”
79. Atividades humanas que afetam a evolução
80. Miscelânea

ANEXO 3. Registro do nome das unidades, capítulos, tópicos e sub-tópicos dos nove livros didáticos aprovados e recomendados pelo PNLEM 2007/2009.

(A) LOPES e ROSSO (2005)

LOPES e ROSSO (2005) - Biologia Volume Único			
Unidade	Capítulo	Tópico	Sub-Tópicos
1. Introdução à Biologia e origem da vida	1. Biologia : visão e origem da vida	1. O que é Biologia	-
		2. As áreas de estudo da Biologia	-
		3. O método científico	-
		4. O objeto de estudo da Biologia : os seres vivos	-
		5. A origem dos seres vivos	-
		6. Geração espontânea ou abiogênese	-
		7. Biogênese versus abiogênese	1. <i>Os experimentos de Redi</i> ; 2. <i>Os experimentos de Needham e Spallanzani</i> ; 3. <i>Os experimentos de Pasteur</i>
		8. Hipóteses sobre origem da vida	-
		9. A hipótese de Oparin e Haldane	-
		10. O experimento de Miller	-
		11. A evolução do metabolismo	1. <i>Hipótese heterotrófica</i> ; 2. <i>Hipótese autotrófica</i>
2. Citologia	2. Das origens até dos dias de hoje	1. Os primeiros seres vivos: as bactérias	-
		2. O surgimento das células mais complexas: as eucarióticas	-
		3. O tempo geológico	-
		4. A biosfera	-
		5. Os reinos de seres vivos	-
	3. A composição química das células	1. Introdução	-
		2. A água	-
		3. Os sais minerais	-
		4. Vitaminas	-
		5. Carboidratos	1. <i>Monossacarídeos</i> ; 2. <i>Dissacarídeos</i> ; 3. <i>Polissacarídeos</i>
		6. Lipídios	1. <i>Carotenóides</i> ; 2. <i>Triglicerídeos</i> ; 3. <i>Fosfolipídios</i> ; 4. <i>Cerídeos</i> ; 5. <i>Esteróides</i>
		7. Proteínas	1. <i>Aminoácidos</i> ; 2. <i>Ligação peptídica</i> ; 3. <i>Estrutura da proteína</i>
		8. Enzimas	1. <i>Fatores que influenciam a atividade enzimática</i>
		9. Ácidos nucléicos	-
	4. Introdução à Citologia e superfície das células	1. Citologia : seu surgimento e desenvolvimento;	-
		2. Microscópio de luz	-
		3. Microscópios eletrônicos	-
		4. A teoria celular	-
		5. Medidas usadas no estudo das células	-
		6. Como vamos estudar as células	-
		7. Os envoltórios celulares	1. <i>Membrana plasmática</i> ; 2. <i>Envoltórios externos à membrana plasmática</i>
		8. Processos de troca entre a célula e o meio externo	-
		9. Concentração de uma solução	-
		10. Difusão	-
		11. Osmose	-

		12. Difusão facilitada	-
		13. Transporte ativo: bomba de sódio e potássio	-
		14. Endocitose e exocitose	-
	5. Citoplasma	1. Comparando células procarióticas com eucarióticas	-
		2. O estudo do citoplasma	-
		3. Citoesqueleto	1. Microtúbulos; 2. Microfilamentos
		4. Síntese, transporte e armazenamento das macromoléculas	1. Ribossomos; 2. Retículo endoplasmático; 3. Complexo golgiense; 4. Lisossomos; 5. Peroxissomos; 6. Vacúolos
		5. Plastos	-
		6. Mitocôndrias	-
	6. Metabolismo energético das células	1. Introdução	-
		2. Fotossíntese	1. Luz e pigmentos fotossintetizantes; 2. As etapas da fotossíntese
		3. Quimiossíntese	-
		4. Respiração aeróbia	1. Glicólise; 2. Ciclo de Krebs; 3. Cadeia respiratória
		5. Respiração anaeróbia	-
		6. Fermentação	1. Fermentação láctica; 2. Fermentação alcoólica
	7. O núcleo e a síntese protéica	1. Introdução	-
		2. Número e forma	-
		3. Carioteca	-
		4. Cromatina e nucleoplasma	-
		5. Nucléolo	-
		6. Cromossomos, genes e DNA	-
		7. Duplicação do DNA	-
		8. Síntese do RNA: transcrição	-
		9. O código genético	-
		10. Síntese de proteínas: tradução	-
	8. As divisões celulares	1. Introdução	-
		2. Ciclo celular e mitose	1. Prófase; 2. Metáfase; 3. Anáfase; 4. Telófase
		3. Citocinese	-
		4. Mitose em células vegetais	-
		5. Meiose	1. Prófase I; 2. Metáfase I; 3. Anáfase I; 4. Telófase I
		6. A divisão celular em bactérias	-
3. Reprodução, Embriologia e Histologia	9. Reprodução	1. Introdução	-
		2. Reprodução assexuada	-
		3. Reprodução sexuada	-
		4. Espermatozoides	-
		5. Óvulos	-
		6. Gametogênese	1. Espermatogênese; 2. Ovogênese ou ovulogênese
		7. Sistema genital masculino	-
		8. Sistema genital feminino	-
		9. Fecundação	-
		10. Doenças sexualmente transmissíveis	1. Sífilis; 2. Gonorréia; 3. Cancro mole; 4. Linfogranuloma; 5. Condiloma acuminado; 6. Pediculose pubiana; 7. Tricomoníase
	10. O desenvolvimento embrionário	1. Introdução	-
		2. Fase do desenvolvimento embrionário	-
		3. Segmentação	1. Segmentação holoblástica; 2. Segmentação meroblástica; 3. Fases da segmentação
		4. Gastrulação	-
		5. Organogênese em anfioxo	-

		6. Organogênese em rã	-
		7. Anexos embrionários	1. Vesícula vitelina; 2. Âmnio e cório; 3. Alantóide
		8. Placenta	-
		9. Desenvolvimento humano	-
		10. O nascimento da espécie humana	-
	11. Histologia animal	1. Tecidos: objeto de estudo da histologia	-
		2. Tecidos epiteliais	1. Especializações das células epiteliais
		3. Classificação dos tecidos epiteliais	1. Tecidos epiteliais de revestimento; 2. Tecido epitelial glandular
		4. Tecidos conjuntivo	1. Tecido conjuntivo frouxo; 2. Tecido conjuntivo denso; 3. Tecido conjuntivo adiposo; 4. Tecido conjuntivo reticular; 5. Tecido conjuntivo cartilaginoso; 6. Tecido conjuntivo ósseo
		5. Tecidos musculares	1. Tecido muscular esquelético; 2. Tecido muscular estriado cardíaco; 3. Tecido muscular liso ou não-estriado
6. Tecido nervoso		-	
4. Seres vivos	12. Introdução ao estudo dos seres vivos	1. A diversidade dos seres vivos	-
		2. Noções de sistemática	-
		3. Sistemática evolutiva e filogenética	1. Construindo um cladograma
		4. Sistemática : uma área em constante modificação	-
	13. Vírus	1. Introdução	-
		2. Bacteriófagos	-
		3. Vírus de plantas	-
		4. Vírus de animais	-
		5. Os vírus e a saúde humana	1. AIDS; 2. Outras doenças humanas causadas por vírus
	14. Reino Monera	1. Introdução	-
		2. Diversidade morfológica entre as bactérias	-
		3. Reprodução nos moneras	-
		4. As bactérias e a saúde humana	-
	15. Reino Protista	1. Introdução	-
		2. Os grupos de protozoários	1. Protozoários amebóides; 2. Protozoários flagelados; 3. Protozoários ciliados; 4. Protozoários esporozoários
		3. Os protozoários e a saúde humana	1. Malária; 2. Outras doenças
		4. Algas	1. Euglenophyta; 2. Dinophyta; 3. Bacillariophyta; 4. Phaeophyta; 5. Rhodophyta; 6. Chlorophyta
		5. Reprodução e ciclo de vida nas algas pardas, vermelhas e verdes	-
	16. Reino Fungi	1. Características gerais	-
		2. Classificação dos fungos	-
		3. Zigomicetos	-
		4. Ascomicetos	-
		5. Basidiomicetos	-
		6. Líquens	-
	17. Reino Plantae	1. Origem e classificação das plantas	-
		2. Briófitas; 3. Pteridófitas	-
		4. Gimnospermas	-
		5. Angiospermas	-
6. Reprodução assexuada		-	
18. Histologia, anatomia e morfologia das	1. A planta em desenvolvimento	-	
	2. A planta em crescimento	-	

angiospermas	3. Os tecidos primários das angiospermas	1. <i>Epiderme</i> ; 2. <i>Tecidos fundamentais</i> ; 3. <i>Tecidos vasculares</i>
	4. Os tecidos secundários das angiospermas	-
	5. Disposição dos tecidos nas raízes	1. <i>Estrutura primária da raiz</i> ; 2. <i>Estrutura secundária da raiz</i>
	6. Disposição dos tecidos nos caules	1. <i>Estrutura primária do caule</i> ; 2. <i>Estrutura secundária do caule</i> ; 3. <i>Cerne, alburno e tilos</i>
	7. Disposição dos tecidos nas folhas	-
	8. Sistemas radiculares	1. <i>Adaptações especiais da raiz</i>
	9. Sistemas caulinares	1. <i>Adaptações especiais do caule</i>
	10. Morfologia das folhas	1. <i>Adaptações especiais das folhas</i>
	11. Frutos e pseudofrutos	-
	12. Disseminação das sementes e dos frutos	-
19. Fisiologia das angiospermas	1. Introdução	-
	2. Absorção	-
	3. Condução da seiva bruta	-
	4. Condução da seiva elaborada	-
	5. Transpiração	-
	6. Fotossíntese versus respiração	-
	7. Hormônios vegetais	1. <i>Auxinas</i> ; 2. <i>Outros fitormônios</i>
	8. Efeitos da luz sobre o desenvolvimento da planta	1. <i>Fitocromo</i> ; 2. <i>Luz e germinação das sementes: fotoblastismo</i> ; 3. <i>Luz e estiolamento</i> ; 4. <i>Luz e floração: fotoperiodismo</i>
20. Introdução aos animais e estudo de Porifera e de Cnidaria	1. Introdução	-
	2. Origem e evolução dos animais	1. <i>Multicelularidade e desenvolvimento embrionário</i> ; 2. <i>O significado evolutivo de gastrulação</i> ; 3. <i>Presença de cavidade no corpo</i> ; 4. <i>Protostômio, deuterostômios e tipos de celomas</i> ; 5. <i>Simetria</i> ; 6. <i>Simetria</i>
	3. Filo Porifera	1. <i>Reprodução nas esponjas</i>
	4. Filo Cnidaria	1. <i>Classe Hydrozoa</i> ; 2. <i>Classe Scyphozoa</i> ; 3. <i>Classe Anthozoa</i>
21. Platyhelminthes e Nematoda	1. Filo Platyhelminthes	1. <i>Classe Turbellaria</i> ; 2. <i>Classe Trematoda</i> ; 3. <i>Classe Cestoda</i>
	2. Filo Nematoda	1. <i>Nematóides parasitas do ser humano</i>
22. Mollusca e Annelida	1. Filo Mollusca	-
	2. Filo Annelida	1. <i>Oligochaeta</i> ; 2. <i>Polychaeta</i> ; 3. <i>Hirudinea</i>
23. Arthropoda e Echinodermata	1. Filo Arthropoda	1. <i>Os grupos de artrópodes</i>
	2. Filo Echinodermata	1. <i>As classes de equinodermos</i>
24. Chordata I	1. Características gerais dos cordados	-
	2. Subfilo Urochordata	-
	3. Subfilo Cephalochordata	-
	4. Subfilo Vertebrata: características gerais	-
	5. Agnatha ou Cyclostomata	-
	6. Peixes cartilaginosos	1. <i>Elasmobrânquios</i>
	7. Peixes ósseos	1. <i>Actinopteri</i> ; 2. <i>Sarcopteri</i>
	8. Anfíbios	1. <i>Ordem Urodela</i> ; 2. <i>Ordem Anura</i> ; 3. <i>Ordem Gymnophiona</i>
25. Chordata II	1. Répteis	1. <i>Chelonia</i> ; 2. <i>Lepidosauria</i> ; 3. <i>Crocodylia</i>
	2. Aves	-
	3. Mamíferos	1. <i>Prototheria ou Monotremata</i> ; 2. <i>Metatheria ou Marsupialia</i> ; 3. <i>Eutheria</i>
26. Sustentação, digestão e respiração	1. Noções gerais	-
	2. Sustentação e locomoção: sistema esquelético e muscular	-
	3. Digestão: sistema digestório	1. <i>Boca</i> ; 2. <i>Faringe</i> ; 3. <i>Esôfago</i> ; 4. <i>Estômago</i> ; 5. <i>Intestino</i> ; 6. <i>Ânus e cloaca</i> ; 7. <i>Digestão no</i>

5. Genética	27. Circulação, mecanismos de defesa, excreção		<i>ser humano; O controle dos processos digestivos</i>
		4. Respiração: sistema respiratório	1. A respiração no ser humano
		1. Circulação: sistema cardiovascular	1. Circulação sanguínea; 2. O funcionamento do coração; 3. O sangue; 4. Circulação linfática
		2. Mecanismos de defesa	1. Sistema imunitário; 2. Imunizações ativa e passiva
		3. Excreção	1. Sistema urinário
	28. Coordenação e Regulação	1. Noções gerais	
		2. Sistema nervoso	1. Parte Central do sistema nervoso; 2. Parte Periférica do sistema nervoso; 3. Divisão autônoma do sistema nervoso
		3. Sistema sensorial	-
		4. Sistemas endócrinos	-
	29. Visão histórica da genética	1. Introdução	-
		2. Cromossomos e genes	-
		3. A natureza química do material genético	-
		4. O que são e como atuam os genes	-
		5. Biotecnologia	-
	30. A primeira lei de Mendel e noções de probabilidade	1. Introdução	-
		2. Um dos experimentos de Mendel e a Primeira Lei	-
		3. A relação entre meiose e a primeira lei Mendel	-
		4. Alguns conceitos fundamentais em genética	1. Fenótipo e genótipo; Dominância e recessividade
		5. Noções de probabilidade	1. Probabilidade de ocorrer um evento ou outro evento; 2. Probabilidade de ocorrer um e outro evento
		6. Probabilidade e primeira lei de Mendel	-
		7. Cruzamento-teste e retrocruzamento	-
		8. Genealogias e heredogramas	-
		9. Probabilidade condicional	-
		10. Modificações nas proporções fenotípicas mendelianas do monoibridismo	1. Ausência de dominância; 2. Co-dominância; 3. Alelos letais; 4. Alelos múltiplos
	31. A segunda lei de Mendel e a herança dos grupos sanguíneos	1. Um dos experimentos de Mendel	-
		2. Segunda lei e probabilidade	-
		3. A relação entre meiose e a segunda lei de Mendel	-
		4. Calculando os tipos de gametas de acordo com a Segunda Lei	-
		5. Aplicando a segunda lei	-
		6. A herança dos grupos sanguíneos do sistema ABO	-
		7. A herança do grupo sanguíneo do sistema Rh	-
		8. Transfusão de sangue	-
		9. A herança do grupo sanguíneo do sistema MN	-
		10. A análise concomitante da herança dos três sistemas de grupos sanguíneos: um caso de triibridismo	-
	32. Pleiotropia, interação	1. Introdução	-

	gênica e herança quantitativa	2. Pleiotropia	-
		3. Interação gênica	1. Interações epistáticas; 2. Interações não-epistáticas
		4. Herança quantitativa	1. O triângulo de Pascal
	33. Genes ligados, permutações e mapas cromossômicos	1. Genes ligados	-
		2. Permutação segregação independente	-
		3. Um dos experimentos de Morgan	-
		4. Mapas cromossômicos	-
	34. Hereditariedade e cromossomos sexuais	1. Determinação cromossômica do sexo	-
		2. O sistema XY	-
		3. Anomalias associadas aos cromossomos sexuais na espécie humana	-
		4. A cromatina sexual	-
		5. O sistema XO	-
		6. O sistema ZW	-
		7. O sistema ZO	-
		8. Sistemas de determinação do sexo que não envolvem cromossomos sexuais	-
		9. Genes localizados nos cromossomos sexuais	1. Herança ligada ao X; 2. Herança ligada ao Y
		10. Outros mecanismos de herança relacionada ao sexo	1. Herança com efeito limitado ao sexo; 2. Herança influenciada pelo sexo
	35. Biotecnologia	1. Introdução	-
		2. Enzimas de restrição	-
		3. Identificação de pessoas	-
		4. O mapeamento dos cromossomos	-
		5. DNA recombinante e organismos transgênicos	-
		6. Clonagem de DNA	-
		7. Clonagem de organismos multicelulares	1. Clonagem a partir de mecanismos normais de reprodução; 2. Clonagem a partir de células somáticas
		8. Programas de triagem populacional	-
		9. Terapia gênica	-
		10. Vacinas gênicas	-
		11. Recuperação de espécies em extinção	-
6. Evolução	36. Evolução – Teorias e evidências	1. O pensamento evolutivo	-
		2. Evidências evolutivas	1. Homologia; 2. Órgãos vestigiais; 3. Estudo dos fósseis; 4. Evidências moleculares
		3. As idéias de Lamarck	-
		4. A Teoria da seleção natural	-
		5. A Teoria sintética da evolução	1. Mutação; 2. Permutação; 3. Migração; 4. Seleção natural; 5. Deriva genética
	37. Genética de populações e especiação	1. Introdução	-
		2. Frequências gênicas e frequências genotípicas	-
		3. Teorema de Hardy-Weinberg	-
		4. Gradualismo e equilíbrio pontuado	-
		5. Anagênese e cladogênese	-
		6. Especiação por isolamento geográfico	-
		7. Os mecanismos de isolamento reprodutivo	-
		8. Evolução humana	1. Os hominídeos

7. Ecologia	38. Ecologia: introdução, fluxo de energia e ciclo da matéria	1. A Ecologia e sua importância	-
		2. Os componentes estruturais de um ecossistema	1. <i>Os componentes abióticos</i> ; 2. <i>Os componentes bióticos</i>
		3. Cadeia e rede alimentar	-
		4. Os níveis tróficos	-
		5. Habitat e nicho ecológico	-
		6. Fluxo de energia e ciclo da matéria	1. <i>Pirâmides ecológicas</i> ; 2. <i>Os ciclos geobioquímicos</i>
	39. Relações entre os seres vivos de uma comunidade e ecologia da população	1. Introdução	-
		2. Relações intra-específicas	-
		3. Relações interespecíficas	1. <i>Relações interespecíficas harmônicas</i> ; 2. <i>Relações interespecíficas desarmônicas</i>
		4. Ecologia das populações	1. <i>Principais características de um,a população</i> ; 2. <i>Fatores reguladores do tamanho da população</i>
	40. Sucessão Ecológica e principais ecossistemas	1. Dinâmica das comunidades e sucessão ecológica	-
		2. Ecossistemas aquáticos	-
		3. Biomas	1. <i>Tundra</i> ; 2. <i>Floresta boreal</i> ; 3. <i>Floresta temperada</i> ; 4. <i>Floresta tropical</i> ; 5. <i>Campos</i> ; 6. <i>Desertos</i>
		4. Fitogeografia do Brasil	1. <i>Floresta Amazônica</i> ; 2. <i>Mata Atlântica</i> ; 3. <i>Mata de araucárias</i> ; 4. <i>Caatinga</i> ; 5. <i>Campos cerrados</i> ; 6. <i>Pampas</i> ; 7. <i>Pantanal</i> ; 8. <i>Manguezal</i>
		5. As principais regiões faunísticas da Terra	-
	41. Quebra do equilíbrio ambiental	1. Introdução	-
		2. Alterações bióticas	1. <i>Introdução de espécie</i> ; 2. <i>Extinção de espécies</i>
		3. Alterações abióticas	1. <i>Poluição sonora</i> ; 2. <i>Poluição térmica</i> ; 3. <i>Poluição do ar</i> ; 4. <i>Poluição por elementos radioativos</i> ; 5. <i>Poluição por substâncias não-biodegradáveis</i> ; 6. <i>Poluição por derramamento de petróleo</i> ; 7. <i>Poluição por eutroficação</i> ; 8. <i>O lixo</i>

(B) LAURENCE (2005)

LAURENCE (2005) - Biologia Volume Único			
Unidade	Capítulo	Tópicos	Sub-Tópicos
1. Introdução à Biologia e Princípios de Ecologia	1. Vida e composição dos seres vivos	1. Como definir vida?	-
		2. Características gerais dos seres vivos	1. <i>Ciclo vital</i> ; 2. <i>Organização celular</i> ; 3. <i>Crescimento</i> ; 4. <i>Metabolismo</i> ; 5. <i>Movimento</i> ; 6. <i>Reprodução</i> ; 7. <i>Evolução</i> ; 8. <i>A composição química das células</i>
		3. A química das células	1. <i>Substâncias inorgânicas</i> ; 2. <i>Substâncias orgânicas</i>
	2. Vida e energia	1. Níveis de organização	-
		2. Biosfera, ecossistemas, comunidades e população	-
		3. Transferência de matéria e de energia nos ecossistemas	-
		4. As pirâmides ecológicas	-
		5. Redes e teias alimentares	-
		6. O equilíbrio na natureza	-
	3. Ciclos da matéria, sucessão ecológica e desequilíbrios ambientais	1. Introdução	-
		2. Ciclos da matéria	1. <i>Ciclo das águas</i> ; 2. <i>Ciclo do carbono</i> ; 3. <i>Ciclo do oxigênio</i> ; 4. <i>Ciclo do nitrogênio</i>
		3. Sucessão ecológica	1. <i>O processo de sucessão ecológica pode falhar</i>

2. Origem da vida e Biologia celular	4. Desafios para o futuro	1. Introdução	-
		2. Ecossistemas aquáticos	1. Oceanos; 2. Ecossistemas de água doce
		3. Ecossistemas terrestres	1. Floresta Amazônica; 2. Mata Atlântica; 3. Mata de araucárias; 4. Caatinga; 5. Cerrado; 6. Campos limpos; 7. Pantanal; 8. Mata de Cocais
		4. Manguezais	-
		5. Ecologia de populações	1. Principais características de uma população; 2. Fatores reguladores de uma população
	5. Relações entre os seres vivos	1. Interações ecológicas	-
		2. Relações intra-específicas	1. Sociedade e colônia; 2. Canibalismo e competição interespecífica
		3. Relações interespecíficas ou simbioses	1. Mutualismo e protocooperação; 2. Comensalismo e inquilinismo; 3. Predatismo ou predação; 4. Parasitismo; 5. Sinfilia; 6. Competição interespecífica e antibiose
	6. Origem da vida	1. Universo, sistema solar e planeta Terra	1. O universo; 2. Os planetas e a Terra
		2. Geração espontânea	-
		3. Teoria da biogênese	-
		4. E os primeiros seres vivos, como surgiram?	-
		5. A hipótese heterotrófica sobre a origem da vida	-
	7. Introdução à citologia e membranas celulares	1. Citologia: estudo da célula	-
		2. Células: tamanho, forma e funções	1. Qual é o tamanho de uma célula?; 2. Como é possível visualizar uma célula a olho nu?; 3. Qual é a forma de uma célula?; 4. Toda célula desempenha sempre a mesma função
		3. Estrutura básica de uma célula eucariótica	-
		4. Os envoltórios das células	1. Parede celular das células das plantas; 2. membrana plasmática
		5. Mecanismos de transporte através de membranas	1. Difusão; 2. Difusão facilitada; 3. Osmose; 4. Transporte ativo
		6. Endocitose e exocitose	-
	8. Citoplasma organelas	1. Citoplasma: características gerais	-
		2. Ribossomos	-
		3. Inclusões	-
		4. Citoesqueleto	-
		5. Centríolos	-
		6. Organelas membranosas	1. Reticulo endoplasmático; 2. Complexo Golgiense; 3. Vacúolos; 4. Lisossomos; 5. Peroxissomos e glioxissomos; 6. Plastos; 7. Mitocôndrias
	9. Metabolismo energético da célula	1. Conceitos gerais	-
		2. Fotossíntese	1. Etapas da fotossíntese; 2. Visão geral do processo fotossintético; 3. Teste da presença de amido; 4. Teste da formação de amido em decorrência da fotossíntese; 5. Separando pigmentos; 6. Teste da formação de oxigênio na fotossíntese
		3. Quimiossíntese	-
		4. Respiração aeróbia	-
		5. Respiração anaeróbia	-
		6. Fermentação	-
	10. Núcleo e divisão celular	1. Núcleo: noções gerais	-
		2. Estrutura do núcleo	1. Carioteca; 2. Nucleoplasma; 3. Nucléolo; 4. Cromatina

		3. Divisão celular	
		4. Ciclo celular: interfase e mitose	1. As fases da mitose; 2. Citocinese
		5. Meiose	1. Meiose I; 2. Meiose II
	3. Embriologia e histologia animal	1. Gametogênese	-
		2. Fecundação	-
	11. Embriologia animal	3. As fases do desenvolvimento	1. Segmentação; 2. Gastrulação; 3. Organogênese
		4. Anexos embrionários	-
		5. O desenvolvimento embrionário humano	1. O nascimento; 2. Formação de gêmeos
	12. Histologia animal	1. A multicelularidade	-
		2. Tecidos epiteliais	1. Epitélios de revestimento; 2. Epitélios glandulares
		3. Tecidos conjuntivos	1. Tipos de tecido conjuntivo
		4. Tecidos musculares	-
		5. Tecido nervoso	-
4. Os seres vivos	13. Os seres vivos e os vírus	1. Classificação dos seres vivos	-
		2. Reinos dos seres vivos	-
		3. A proposta do sistema dos três domínios	-
		4. Vírus: características gerais	1. Do que são constituídos os vírus?; 2. Um vírus pode parasitar qualquer tipo de célula?; 3. Os vírus e a saúde humana
	14. Moneras	1. Introdução	-
		2. Eubactérias	1. Bactérias; 2. As bactérias e a saúde humana
	15. Protistas	1. Os termos protistas e protoctista	-
		2. Os protozoários	1. Protozoários amebóides; 2. Protozoários ciliados; 3. Protozoários flagelados
		3. Os protozoários e a saúde humana	1. Disenteria; 2. Doença de Chagas; 3. Malária; 4. Leishmanioses; 5. Tricomoníase; 6. Giardíase; 7. Toxoplasmose
		4. As algas	1. Euglenófitas; 2. Dinoflagelados; 3. Diatomáceas; 4. Feofíceas; 5. Rodofíceas; 6. Clorofíceas
	16. Fungos	1. Introdução	-
		2. Fungos e mutualismo	-
		3. Estrutura básica de um fungo multicelular	-
		4. Os fungos e o ser humano	1. Micoses
		5. Classificação e reprodução dos fungos	-
	17. Os grandes grupos de plantas	1. Classificação das plantas	1. Ciclo de vida das plantas
		2. Briófitas	1. Ciclo de vida das briófitas
		3. Pteridófitas	1. Ciclo de vida das pteridófitas
		4. Gimnospermas	1. Ciclo de vida das gimnospermas
		5. Angiospermas	1. Ciclo reprodutivo das angiospermas
	18. Morfologia das angiospermas	1. Germinação da semente	-
		2. A raiz	1. Raiz subterrânea e suas funções
		3. O caule	1. Tipos de caule
		4. As folhas	-
		5. Os frutos	1. Pseudofrutos
	19. Histologia vegetal	1. Classificação dos tecidos vegetais	-
		2. Tecidos meristemáticos (meristemas)	-
		3. Tecidos permanentes	1. Tecidos de revestimento; 2. Tecidos condutores; 3. Tecidos de sustentação; 4. Tecidos de preenchimento
		4. Estrutura interna das raízes	-
		5. Estrutura interna do caule	-

	6. Estrutura interna da folha	-
20. Fisiologia das fanerógamas	1. Transpiração e transporte de seiva bruta	-
	2. Fotossíntese e transporte de seiva elaborada	-
	3. Fotossíntese e respiração	-
	4. Movimentos	1. <i>Tropismo</i> ; 2. <i>Nastismo</i>
21. Introdução ao Reino Animal; Porífera e Cnidária	1. Classificação e nomenclatura	-
	2. Filo Porífera	1. <i>Reprodução das esponjas</i> ; 2. <i>Regeneração</i>
	3. Filo Cnidária	1. <i>Reprodução dos cnidários</i> ; 2. <i>Classificação dos cnidários</i>
22. Platyhelminthes e Nematelminthes	1. O significado dos nomes	-
	2. Platelminthos	1. <i>Turbelários</i> ; 2. <i>Trematódeos</i> ; 3. <i>Cestódeos</i>
	3. Nematelminthos	1. <i>Nematelminthos parasitas do ser humano</i>
23. Mollusca e Annelida	1. Filo dos moluscos	1. <i>Organização geral do corpo de um molusco</i> ; 2. <i>Diversidade de molusco</i>
	2. Filo dos anelídeos	1. <i>Diversidade de anelídeos</i>
24. Arthropoda	1. O maior número de seres vivos: os artrópodes	-
	2. Classificação dos artrópodes	-
	3. Desenvolvimento	-
	4. Reprodução	-
	5. Fisiologia dos artrópodes: respiração, circulação e excreção	-
	6. Os grupos dos artrópodes	1. <i>Insetos</i> ; 2. <i>Crustáceos</i> ; 3. <i>Aracnídeos</i> ; 4. <i>Quilópodes diplópodes</i>
25. Echinodermata e Introdução ao filo Chordata	1. Equinodermos	1. <i>Características gerais</i>
	2. Cordados	1. <i>Urocordados</i> ; 2. <i>Cefalocordados</i> ; 3. <i>Vertebrados ou craniados</i>
26. Peixes	1. Peixes e tetrápodes	-
	2. Características gerais dos peixes com maxila	-
	3. Os grupos de peixes	1. <i>Ciclóstomos ou ágnatos</i> ; 2. <i>Condrictes</i> ; 3. <i>Osteíctes</i>
27. Anfíbios	1. Quem são os anfíbios	-
	2. Características gerais	-
	3. Anuros	-
	4. Urodelos	-
	5. Ápodas	-
28. Répteis	1. A origem dos répteis	-
	2. Os répteis atuais e suas principais características	-
	3. Anatomia e Fisiologia dos répteis	-
	4. Classificação dos répteis	1. <i>Quelônios</i> ; 2. <i>Crocodylianos</i> ; 3. <i>Rincocéfalos</i> ; 4. <i>Escamosos</i>
29. Aves	1. Características gerais das aves	-
	2. Sentidos	-
	3. Temperatura corpórea	-
	4. Fisiologia	-
	5. Origem das aves	-
	6. Um pouco mais sobre a classificação das aves	-
30. Mamíferos	1. Características gerais	-
	2. Regulação da temperatura corpórea	-
	3. Anatomia e fisiologia	-
	4. Prototérios ou monotremados	-
	5. Metatérios ou marsupiais	-
	6. Eutérios	-
	7. A origem evolutiva dos mamíferos	-

5. O ser humano: evolução, fisiologia e saúde	31. Evolução humana; Fisiologia humana I: coordenação nervosa e locomoção	1. Evolução humana	1. <i>Os primeiros hominídeos</i>
		2. Anatomia e fisiologia humana	1. <i>Sistema locomotor</i> ; 2. <i>Sistema nervoso</i> ; 3. <i>Os sentidos</i>
	32. Fisiologia humana II: digestão e nutrição	1. Digestão	1. <i>O que são enzimas?</i>
		2. O sistema digestório humano	1. <i>Boca: ingestão e início da digestão do alimento</i> ; 2. <i>Faringe e esôfago</i> ; 3. <i>Estômago</i> ; 4. <i>Intestino delgado e glândulas anexas</i> ; 5. <i>Intestino grosso</i> ; 6. <i>Controle da ação digestiva</i>
		3. Nutrição e saúde	-
	33. Fisiologia humana III: respiração, circulação e excreção	1. Sistema respiratório	1. <i>Movimentos respiratórios</i> ; 2. <i>Controle da ventilação pulmonar</i> ; 3. <i>Alvéolos: superfície de trocas gasosas</i> ; 4. <i>Transporte dos gases respiratórios</i>
		2. Sistema cardiovascular	1. <i>Coração</i> ; 2. <i>Vasos sanguíneos</i> ; 3. <i>A circulação</i> ; 4. <i>O sangue</i>
		3. Circulação sanguínea e mecanismo de defesa	-
		4. Seres humanos e a manutenção da temperatura interna	-
		5. Sistema urinário	-
	34. Fisiologia humana IV: controle hormonal e reprodução	1. Controle hormonal	-
		2. O ciclo menstrual	1. <i>Placenta</i>
		3. Reprodução humana	1. <i>O sistema genital feminino</i> ; 2. <i>O sistema genital masculino</i> ; 3. <i>O ato sexual</i> ; 4. <i>Doenças sexualmente transmissíveis</i> ; 5. <i>Métodos anticoncepcionais</i>
6. Genética e Evolução	35. Genética: a primeira lei de Mendel	1. O início da Genética	-
		2. O trabalho de Mendel e a primeira lei	-
		3. Heredogramas	-
		4. Cruzamento-teste	-
		5. Exemplo de monohibridismo	1. <i>Sistema Rh</i>
		6. Monohibridismo e modificações nas proporções fenotípicas	1. <i>Ausência de dominância</i> ; 2. <i>Genes letais</i>
	36. Polialelia	1. Conceitos básicos	-
		2. Herança da cor da pelagem em coelhos	-
		3. Herança de grupos sanguíneos	1. <i>Determinação dos grupos sanguíneos do sistema ABO</i> ; 2. <i>Determinação do fator Rh</i>
		4. Transfusão de sangue	-
	37. A segunda lei de Mendel	1. Mendel e a herança dos caracteres	-
		2. Probabilidade e as leis de Mendel	-
	38. Genética pós-Mendel	1. Introdução	-
		2. Pleiotropia e interação gênica	1. <i>Um caso de pleiotropia</i> ; 2. <i>Um caso de interação gênica</i> ; 3. <i>Outros casos de interação gênica</i>
		3. Vinculação ou ligação gênica	1. <i>Ligação gênica e permutação</i>
		4. Herança do sexo na espécie humana	-
		5. Herança ligada ao sexo e herança holândrica	1. <i>O daltonismo: exemplo de herança ligada ao sexo</i> ; 2. <i>Outro caso de herança ligada ao sexo: hemofilia</i>
		6. Herança influenciada pelo sexo	-
		7. Herança limitada ao sexo	-
	39. Biologia molecular do gene: síntese protéica	1. Introdução	-
		2. A síntese de proteínas	1. <i>Transcrição</i> ; 2. <i>Tradução</i>

	e engenharia genética	3. Mutações no material genético	-
		4. Biotecnologia: engenharia genética	1. Organismos geneticamente modificados (OGMs); 2. Projeto Genoma; 3. Terapia gênica; 4. Clonagem
	40. Evolução: conceito e evidências	1. Introdução	-
		2. Evidências da evolução: descobrindo relações de parentesco	1. Os fósseis; 2. Comparações anatômicas entre seres vivos atuais; 3. Órgãos vestigiais; 4. Comparação entre moléculas
		3. Adaptações e teorias evolutivas	1. Jean-Baptiste Lamarck; 2. Charles Darwin
		4. Irradiação adaptativa e evolução convergente	-
		5. Potencial biótico e resistência ao meio	-
	41. Teoria sintética da evolução, especiação e genética de populações	1. Introdução	-
		2. Teoria sintética da evolução	1. Mutações gênicas; 2. Recombinação Gênica; 3. Migração; 4. Seleção natural
		3. Genética de populações	-
		4. Especiação: processo de formação de novas espécies	-

(C) FAVARETTO e MERCADANTE (2005)

FAVARETTO e MERCADANTE (2005) - Biologia Volume Único			
Unidade	Capítulo	Tópicos	Sub-Tópicos
1. O cenário da vida	1. Biologia , a ciência da vida	1. Do que trata a Biologia ?	1. <i>Diversidade da vida</i> ; 2. <i>Unidade da vida</i>
		2. Como a vida está organizada?	1. <i>Princípios de funcionamento dos seres vivos</i> ; 2. <i>Principais processos metabólicos</i>
		3. A continuidade da vida	1. <i>Seres vivos e evolução</i>
	2. Seres vivos, ambiente e energia	1. Organismos e ambientes	-
		2. Produtores, consumidores e decompositores	-
		3. Fluxo de energia e da matéria no ecossistema	-
		4. Cadeias e teias alimentares	-
		5. Pirâmides ecológicas	1. <i>Pirâmides de números</i> ; 2. <i>Pirâmide de biomassas</i> ; 3. <i>Pirâmides de energia</i>
		6. Produtividade	-
	3. Seres vivos em interação: comunidades e populações	1. Relações entre seres vivos	1. <i>Relações desarmônicas</i> ; 2. <i>Relações harmônicas</i>
		2. Sociedades e colônias	-
		3. Mimetismo e camuflagem	-
		4. Sucessão ecológica	-
		5. Dinâmica de populações	1. <i>Dinâmica de populações</i> ; 2. <i>Pirâmides etárias</i>
	4. Ambiente, preservação e biodiversidade	1. Estrutura da Terra	-
		2. Biodiversidade	1. <i>O que representa a biodiversidade</i>
		3. Extinções naturais e antropogênicas	-
		4. Biomas terrestres	-
		5. Ecossistemas aquáticos	<i>Ecossistemas de água doce</i> ; 2. <i>Ecossistemas marinhos</i>
		6. Grandes biomas do Brasil	-
	5. Ambiente e sociedade: atmosfera e hidrosfera	1. Poluição atmosférica	1. <i>Inversão térmica</i>
		2. Clorofluorcarbonos (CFCs) e a camada de ozônio	-
		3. Chuva ácida	-
		4. Carbono e aquecimento	1. <i>O ciclo do carbono</i> ; 2. <i>Aquecimento global</i>
		5. Terra, o mundo das águas	1. <i>O ciclo da água</i> ; 2. <i>Outras formas de poluição das águas</i>
	6. Ambiente e sociedade:	1. Práticas e tecnologias na	1. <i>O ciclo do nitrogênio</i>

	solo e resíduos sólidos	agricultura	
		2. Pragas agrícolas: estratégias de combate	1. Alternativas de combate
		3. Lixo e civilização	-
		4. Poluição radioativa	1. Contaminações com material radioativo
2. A unidade da vida	7. Fundamentos químicos da vida	1. Composição química das células	-
		2. Água	-
		3. Sais minerais	1. Funções genéricas; 2. Funções específicas
		4. Compostos orgânicos	1. Carboidratos; 2. Lipídios
		5. Proteínas	1. Estrutura das proteínas; 2. Funções das proteínas
		6. Enzimas: agentes da informação genética	1. Enzimas e ação catalítica; 2. Fatores que modificam a ação enzimática
	8. A célula, um sistema eficiente	1. Um pouco de história	1. Um mundo microscópico
		2. A célula bacteriana	-
		3. A célula animal	1. Membrana plasmática; 2. Núcleo e citoplasma
		4. A célula vegetal	1. Osmose em células vegetais
	9. Energia e vida	1. Bases da bioenergética	1. ATP, energia em trânsito
		2. Fotossíntese	1. Plastos e fotossíntese; 2. Moléculas excitáveis pela luz; 3. Etapa fotoquímica; 4. Etapa química; 5. Fatores limitantes da fotossíntese
		3. Fermentação	-
		4. Respiração celular aeróbia	1. Glicólise; 2. Ciclo de Krebs; 3. Cadeia respiratória
	10. Ácidos nucleicos e ação gênica	1. Ácidos nucleicos	1. Ácido desoxirribonucleico; 2. Ácido ribonucleico
		2. Ação gênica	1. Um gene, uma proteína; 2. Transferência de informações; 3. Ribossomos
		3. Código genético	1. Um vocabulário com sinônimos
	11. Divisão celular: a perpetuação da vida	1. Núcleo celular	1. Cromossomos
		2. Mitose	1. Intérfase; 2. Fases da mitose; 3. Mitoses em células vegetais; 4. Variação da quantidade de DNA
		3. Meiose	1. Divisões, fases, períodos da meiose; 2. Variação da ploidia e da quantidade de DNA
	12. A origem da vida e das células	1. Uma abordagem histórica	1. Hipótese autotrófica; 2. Hipótese heterotrófica
		2. Formação de compostos orgânicos	1. Dos coacervados às células; 2. Surgimento do material genético; 3. Energia para a vida
	13. Bases da hereditariedade	1. Vocabulário da herança	-
		2. Expressando a probabilidade de ocorrência de um evento	1. Eventos mutuamente exclusivos; 2. Eventos independentes
		3. Primeira Lei de Mendel	-
		4. Heredograma	-
	14. Variações do monoibridismo	1. Dominância incompleta e co-dominância	-
		2. Pleiotropia	-
		3. Estudo genético dos gêmeos	-
		4. Alelos múltiplos	-
		5. Grupos sanguíneos do sistema ABO	1. Herança no sistema ABO
		6. Sistema Rh	1. Herança no sistema Rh; 2. Doença hemolítica do recém-nascido (DHRN)
		7. Sistema MN	-
	15. Herança de dois ou mais pares de alelos	1. A segunda Lei de Mendel	-
		2. Interações gênicas	1. Genes complementares (ou interação gênica simples); 2. Epistasia; 3. Herança quantitativa ou poligênica
		3. Ligação gênica e permutação	1. Transformando distância em posição relativa

3. A diversidade da vida	16. Sexo e herança	1. Determinação cromossômica do sexo	1. Sistema XY; 2. Sistema XO; 3. Sistema ZW
		2. Herança ligada ao sexo	1. Hemofilia; 2. Daltonismo
		3. Herança restrita ao sexo	-
		4. Herança influenciada pelo sexo	-
		5. Herança limitada pelo sexo	-
	17. Evolução da vida	1. Mutações	1. Mutações gênicas; 2. Aberrações cromossômicas
		2. Genética de populações	1. Consequências do princípio de Hardy-Weinberg; 2. Cruzamentos consanguíneos
		3. Idéias evolucionistas	1. As idéias de Lamarck; 2. As idéias de Darwin; 3. Lamarck e Darwin: uma comparação
		4. A moderna teoria da evolução	1. O processo evolutivo; 2. Irradiação adaptativa; 3. Especiação; 4. Convergência adaptativa; 5. Homologia e analogia
	18. Bases biológicas da classificação	1. Entendendo a classificação dos seres vivos	1. Categorias taxonômicas; 2. Nomenclatura científica
		2. Reinos	-
		3. O significado biológico de espécie	1. Taxonomia e conceito de espécie
	19. Vírus, Monera e Fungi	1. Vírus	1. Importância
		2. Bactérias	1. Diversidade e classificação; 2. Importância
		3. Fungos	1. Importância
	20. Protistas	1. Algas	1. Estrutura e fisiologia; 2. Reprodução; 3. Importância das algas
		2. Protozoários	1. Estrutura e fisiologia; 2. Reprodução
	21. Vida e diversidade dos invertebrados	1. Poríferos	-
		2. Cnidários	-
		3. Plelmintos (vermes achatados)	-
		4. Nematódeos (vermes cilíndricos)	-
		5. Anelídeos (vermes segmentados)	-
		6. Artrópodes	1. Crustáceos; 2. Aracnídeos; 3. Insetos
		7. Moluscos	1. Formação de pérolas
		8. Equinodermos	-
	22. Vida e diversidade dos cordados	1. Cordados, uma apresentação	-
		2. Protocordados	1. Comparação entre protocordados e vertebrados
		3. Peixes	-
		4. Anfíbios	-
		5. Répteis	-
		6. Aves	-
		7. Mamíferos	-
	23. Parasitismo, uma estratégia de vida	1. O que é parasitismo?	1. Populações humanas e parasitas; 2. Penetração do parasita
		2. Doenças de Chagas	-
		3. Malária	-
		4. Teníases	1. Cisticercose humana
		5. Esquistossomose mansônica	-
		6. Ascaridíase	-
		7. Ancilostomíase	-
	24. Nutrição e digestão	1. Nutrição	1. Vitaminas; 2. Minerais
		2. O processamento dos alimentos	1. Digestão mecânica; 2. Digestão química
		3. Sistema digestório humano	-
		4. Etapas da digestão	1. Saliva; 2. Suco gástrico; 3. Bile; 4. Suco pancreático; 5. Absorção e distribuição de nutrientes
		5. Digestão em outros	-

	vertebrados	
25. Respiração e Excreção	1. Homeostase e trocas gasosas	1. Sistema respiratório humano; 2. Biomecânica e controle da respiração; 3. Aves e sacos aéreos; 4. Controle da respiração
	2. Equilíbrio hidrossalino e excreção	1. Rins e excreção; 2. Resíduos nitrogenados
	3. Sistema urinário humano	1. Formação da urina
26. Tecidos conjuntivos e Imunidade	1. Tecidos conjuntivos	1. Funções dos tecidos conjuntivos; 2. Tipos especiais de tecidos conjuntivos
	2. Ossos e esqueleto	-
	3. Sangue	1. Anemias
	4. Mecanismos de defesa	1. Resposta imune; 2. Imunidade passiva; 3. Imunidade ativa
	5. Síndrome da Imunodeficiência adquirida	-
27. Sistema cardiovascular	1. Distribuição de substâncias	-
	2. Componentes do sistema cardiovascular dos vertebrados	-
	3. Sistema linfático	-
	4. Circulação em vertebrados	1. Peixes; 2. Anfíbios; 3. Répteis; 4. Aves e mamíferos
	5. Controle da atividade circulatória	1. Medição da pressão arterial
	6. Transporte de gases	-
	7. Coagulação	1. Fatores de coagulação e anticoagulantes
28. Revestimento e locomoção	1. Tecidos de revestimento	1. Exemplos de epitélios de mamíferos; 2. Epitélios glandulares
	2. Tecido muscular	1. Contração muscular; 2. Energia para a contração; 3. Biomecânica da contração
29. Integração e coordenação	1. Sistema nervoso	1. Sistema nervoso em grupo animais; 2. Arco reflexo; 3. Sistema nervoso periférico; 4. Impulso nervoso
	2. Sistema endócrino	1. Hipotálamo; 2. Hipófise; 3. Tireóide; 4. Paratireóides; 5. Supra-renais; 6. Pâncreas
30. Bases da reprodução animal	1. Gametas e reprodução	1. Espermatogênese; 2. Ovogênese
	2. Fecundação	-
	3. Sistema genital masculino	1. Controle hormonal da sexualidade masculina; 2. Masturbação e poluição noturna; 3. Que são esteróides anabolizantes?
	4. Sistema genital feminino	-
31. Ciclo menstrual, gestação e anticoncepção	1. Modificações cíclicas do sistema genital feminino	-
	2. Gestação	1. Parto; 2. Amamentação
	3. Anticoncepção: necessidade e responsabilidade	1. Método que inibe a ovulação; 2. Métodos que impedem ou dificultam a fecundação; 3. Outros métodos
	4. Aborto	-
32. Desenvolvimento animal	1. Formação do novo indivíduo	1. Segmentação; 2. Gastrulação
	2. Anexos embrionários	-
33. Vida e reprodução das plantas	1. As plantas ocupam a Terra	1. Principais grupos de plantas; 2. A vida em ciclos
	2. Plantas avasculares	1. Ciclo de vida das briófitas
	3. Plantas vasculares sem sementes	1. Ciclo de vida das pteridófitas
	4. Gimnospermas	1. Ciclo de vida das gimnospermas
	5. Angiospermas	1. Flor de angiospermas; 2. Ciclo de vida das angiospermas; 3. Classificação das angiospermas
34. Tecidos vegetais e morfologia	1. Organização geral das plantas	1. Tecidos de sustentação
	2. Crescimento e estrutura das plantas	-

		3. Caule	1. <i>Periderme</i> ; 2. <i>Caule maduro</i>
		4. Raiz	-
		5. Morfologia externa das plantas	-
		6. Reprodução assexuada das plantas	-
	35. Princípios da fisiologia vegetal	1. Transpiração	1. <i>Estômatos</i>
		2. Condução de seiva	1. <i>Xilema</i> ; 2. <i>Floema</i>
	36. Hormônios vegetais e respostas a estímulos ambientais	1. Hormônios vegetais	1. <i>Auxinas</i> ; 2. <i>Giberelinas</i> ; 3. <i>Citocininas</i> ; 4. <i>Etileno</i>
		2. Principais ações dos fitormônios	-
		3. Respostas à estímulos ambientais	1. <i>Geotropismo</i> ; 2. <i>Fototropismo</i> ; 3. <i>Tigmotropismo</i> ; 4. <i>Nastismo</i>
		4. Fotoperiodismo	1. <i>Luz e obscuridade</i> ; 2. <i>Fotoblastismo e germinação</i>

(D) LINHARES e GEWANDSZNAJDER (2005)

LINHARES e GEWANDSZNAJDER (2005) - Biologia Volume Único			
Unidade	Capítulo	Tópicos	Sub-Tópicos
1. Uma visão geral da Biologia	1. O que a Biologia estuda	1. Características dos seres vivos	1. <i>Composição química complexa</i> ; 2. <i>Alto grau de organização</i> ; 3. <i>Nutrição, crescimento e metabolismo</i> ; 4. <i>Nutrição</i> ; 5. <i>Irritabilidade</i> ; 6. <i>Reprodução e hereditariedade</i> ; 7. <i>Reprodução assexuada e sexuada</i> ; 8. <i>Evolução</i>
		2. Método científico	1. <i>Teste controlado</i> ; 2. <i>Etapas do método científico</i>
2. Citologia	2. Os componentes químicos das células	1. Água e sais minerais	-
		2. Glicídios	-
		3. Lipídios	-
		4. Proteínas	1. <i>Aminoácidos</i> ; 2. <i>Estrutura da proteína</i> ; 3. <i>Desnaturação</i>
		5. Enzimas	1. <i>Fatores que influenciam a atividade enzimática</i>
		6. Vitaminas	-
	3. Uma visão geral da célula	1. Descoberta da célula	1. <i>Tamanho e forma das células</i>
		2. Método de estudo	1. <i>Centrifugação fracionada</i>
		3. Procariontes e eucariontes	1. <i>Vírus: um caso a parte</i>
	4. Membrana plasmática	1. Estrutura da membrana	-
		2. Transporte de substâncias pela membrana	1. <i>Difusão</i> ; 2. <i>Osmose</i> ; 3. <i>Difusão facilitada</i> ; 4. <i>Transporte ativo</i>
		3. Endocitose e exocitose	-
		4. Envoltórios da membrana e junções intercelulares	-
	5. O citoplasma e suas organelas	1. Citosol e citoesqueleto	-
		2. Centríolos, cílios e citoesqueleto	-
		3. Ribossomos	-
		4. Retículo endoplasmático	1. <i>Retículo endoplasmático granuloso</i> ; 2. <i>Retículo endoplasmático não-grnuloso</i>
		5. Complexo golgiense	1. <i>Secretando proteínas</i>
		6. Lisossomos	-
		7. Peroxissomas	-
		8. Vacúolos	-
	6. Mitocôndrias e respiração celular	1. Mitocôndrias	-
		2. Respiração aeróbia	1. <i>Glicólise</i> ; 2. <i>Ciclo de Krebs</i> ; 3. <i>Cadeia respiratória</i>

		3. Fermentação	1. Fermentação láctica e alcoólica; 2. Fermentação láctica no músculo; 3. Respiração anaeróbia
	7. Cloroplastos e fotossíntese	1. Cloroplasto	-
		2. Fotossíntese	1. Fase luminosa; 2. Fase escura; 3. Fatores que influenciam na velocidade da fotossíntese
		3. Quimiossíntese	-
	8. Núcleo, cromossomos e clonagem	1. Núcleo	1. Cromatina; 2. Primeiras evidências da função do núcleo
		2. Cromossomos	1. Tipos de cromossomos; 2. Cariótipo; 3. Cromatina sexual; 4. Cromossomos gigantes
		3. Clonagem	-
	9. Ácidos nucleicos e engenharia genética	1. Ácidos nucleicos	1. DNA; 2. Duplicação do DNA; 3. RNA: controle da síntese de proteína
		2. Mutações	-
		3. Engenharia genética	1. Enzimas de restrição; 2. Criando um novo organismo; 3. Transgênicos; 4. Diagnóstico e terapia gênica; 5. Análise do DNA
		4. Projeto Genoma Humana	-
	10. Divisão celular	1. Mitose	-
		2. Meiose	1. Primeira divisão da meiose; 2. Segunda divisão da meiose; 3. Subfases da prófase I
3. Histologia Animal	11. Tecido Epitelial	1. Tecido epitelial de revestimento	-
		2. Tecido epitelial glandular	-
	12. Tecidos conjuntivos	1. Tecido conjuntivo propriamente	-
		2. Tecido adiposo	-
		3. Tecido cartilaginoso	-
		4. Tecido ósseo	-
		5. Tecido hematopoiético	-
		6. Sangue	1. Hemáceas; 2. Glóbulos brancos; 3. Defesas artificiais e soros; 4. Plaquetas
		7. Linfa	-
	13. Tecido muscular	1. Tipos de tecido muscular	1. Contração muscular
	14. Tecido nervoso	1. Neurônio	1. Impulso nervoso, 2. Arco reflexo
4. A diversidade da vida	15. Classificação dos seres vivos	1. Grupos taxonômicos	1. Regras internacionais de nomenclatura
		2. O sistema de cinco reinos	1. Classificação e evolução
	16. Vírus	1. Organização do vírus	1. Reprodução; 2. Defesas contra os vírus; 3. Prions
		2. Doenças causadas por vírus	1. AIDS; 2. Outras viroses
	17. Reino Monera	1. Estrutura das bactérias	-
		2. Doenças causadas por bactérias	-
		3. Arqueobactérias	-
	18. Protistas	1. Protozoários	1. Sarcodíneos; 2. Cilióforos; 3. Mastigóforos; 4. Esporozoários
		2. Algas do reino Protista	-
	19. Fungos	1. Estrutura	-
		2. Fungos mais comuns	-
		3. Líquens	-
		4. Micorrizas	-
	20. Algas verdes, vermelhas e parda e ciclos reprodutivos	1. Ciclos reprodutivos	-
		2. Clorófitas	-
		3. Feófitas	-
		4. Rodófitas	-
	21. Briófitas e Pteridófitas	1. Briófitas	1. Ciclo reprodutivo do musgo
		2. Pteridófitas	1. Ciclo reprodutivo da samambaia
	22. Gimnospermas e Angiospermas	1. Gimnospermas	1. Reprodução
		2. Angiospermas	1. Flor, 2. Reprodução sexuada; 3. Polinização; 4. Reprodução assexuada; 5. Classificação

	23. Poríferos, Cnidários, Plelmintos e Nematódeos	1. Classificação dos animais	-
		2. Poríferos	-
		3. Cnidários	-
		4. Plelmintos	-
		5. Nematódeos	-
	24. Anelídeos, Artrópodes, Moluscos e Equinodermas	1. Anelídeos	-
		2. Artrópodes	1. Insetos; 2. Crustáceos; 3. Aracnídeos; 4. Quilópodes e diplópodes
		3. Moluscos	-
		4. Equinodermos	-
	25. Cordados	1. Cefalocordados	-
		2. Urocordados	-
		3. Vertebrados	1. Condrites; 2. Osteictes; 3. Anfíbios; 4. Répteis; 5. Répteis na era Mesozóica; 6. Aves; 7. Mamíferos
5. Anatomia e Fisiologia comparada dos animais	26. Nutrição	1. Nutrição dos invertebrados	-
		2. Sistema digestório humano	-
		3. Digestão em outros vertebrados	-
	27. Respiração	1. Respiração nos invertebrados	-
		2. Respiração nos vertebrados	-
		3. Respiração humana	1. Transporte de gases pelo sangue
	28. Circulação	1. Circulação nos invertebrados	-
		2. Circulação nos vertebrados	1. Peixes; 2. Anfíbios; 3. Répteis; 4. Aves e mamíferos
		3. Circulação humana	1. Circulação sistêmica e pulmonar
	29. Excreção	1. Produtos da excreção	-
		2. Excreção nos invertebrados	-
		3. Excreção nos vertebrados	1. Problemas osmóticos nos peixes e nas aves marítimas
		4. Sistema urinário humano	1. Funcionamento do néfron
	30. Sistema endócrino	1. Mecanismo de ação	1. Controle da produção hormonal
		2. Glândulas endócrinas humanas	1. Hipófise; 2. Tireóide; 3. Paratireóides; 4. Pâncreas; 5. Supra-renais
		3. Hormônios nos invertebrados	-
	31. Sistema nervoso	1. Coordenação nervosa	-
		2. Sistema nervoso dos vertebrados	1. Encéfalo; 2. Medula espinhal; 3. Sistema nervoso periférico; 4. Sistema nervoso autônomo
	32. Sistema sensorial, tegumentar, muscular e esquelético	1. Visão	1. O olho humano; 2. Problema nos olhos
		2. Audição e equilíbrio nos vertebrados	1. Audição e equilíbrio nos mamíferos; 2. Mantendo o equilíbrio
		3. Olfato e paladar	-
		4. Tegumento	-
		5. Esqueleto	-
		6. Músculos	-
	33. Reprodução	1. Reprodução assexuada	-
		2. Reprodução sexuada	1. Gametogênese; 2. Fecundação; 3. Sexo dos descendentes; 4. Hermafroditismo; 5. Partenogênese
		3. Reprodução humana	1. Sistema genital masculino; 2. Sistema genital feminino; 3. Ciclo menstrual
		4. Métodos anticoncepcionais	-
	34. Desenvolvimento embrionário	1. Local de desenvolvimento	-
		2. Início do desenvolvimento	1. Tipos de óvulos e de segmentação; 2. Desenvolvimento direto e indireto
		3. Folhetos e anexos embrionários	-
		4. Desenvolvimento embrionário humano	1. Formação dos gêmeos
6. Morfologia e Fisiologia Vegetal	35. Morfologia vegetal	1. Tecidos vegetais	1. Meristemas; 2. Tecidos de revestimento e proteção; 3. Arejamento da planta; 4.

7. Genética			<i>Tecidos de assimilação e reserva; 5. Tecidos de sustentação; 6. Tecidos condutores de seiva; 7. Tecidos secretores</i>
		2. Raiz	1. Morfologia externa; 2. Tipos de raiz
		3. Caule	1. Morfologia externa; 2. Tipos de caules; 3. Morfologia interna
		4. Folha	1. Morfologia externa e tipos de folha; 2. Morfologia interna
		5. Flor	-
		6. Fruto	1. Tipos de frutos
	36. Fisiologia Vegetal	1. Transporte de seiva bruta	1. Estômatos e controle da transpiração
		2. Transporte de seiva orgânica	-
		3. Hormônios vegetais	1. Fototropismo; 2. Geotropismo; 3. Nastias; 4. Fotoperiodismo
	37. Primeira Lei de Mendel	1. A experiência de Mendel	1. Conclusões de Mendel; 2. Interpretação atual da primeira lei de Mendel; 3. Genótipo e fenótipo; 4. Genes, meiose e fecundação
		2. Cruzamento-teste	-
		3. Ausência de dominância	-
		4. Genes letais	-
		5. Monoibridismo no ser humano	1. Aconselhamento genético
		6. Resolução de problemas de monoibridismo	1. Problemas com heredogramas
		7. Gene e ambiente: norma de reação	1. Caracteres hereditários, adquiridos e congênitos
		8. Probabilidade	1. Regra da multiplicação ou regra do "e"; 2. Regra da adição ou regra do "ou"; 3. Outros casos de probabilidade; 4. Casos de probabilidade condicional
	38. Segunda Lei de Mendel	1. Experiência de Mendel	1. Interpretação da segunda lei de Mendel; 2. Outra maneira de achar genótipos e fenótipos no diíbrido
		2. Resolução de problemas sobre diíbrido	-
		3. Triíbrido e poliíbrido	1. Hibridismo em geral
	39. Polialelia e grupos sanguíneos	1. Alelos múltiplos em coelhos	-
		2. Sistema ABO de grupos sanguíneos	1. Teste para determinar o grupo sanguíneo; 2. Acidentes nas transfusões; 3. Grupos sanguíneos e a exclusão de paternidade
		3. Sistema Rh de grupo sanguíneo	1. Sistema MN
		4. Resolução de problemas de polialelias	-
	40. Interação gênica	1. Forma da crista de galinhas	-
		2. Epistasia	1. Epistasia recessiva; 2. Epistasia dominante
		3. Poligenia	1. Número de genes e de fenótipo na polimeria
		4. Pleiotropia	-
		5. Resolução de problemas de interação gênica	-
	41. Ligação gênica	1. Identificação do linkage	1. Permutação ou crossing-over
		2. Taxa de crossing.	1. Cálculo da taxa de crossing; 2. Taxa de crossing e mapas genéticos
	42. Sexo e herança genética	1. Cromossomos sexuais	-
		2. Herança ligada ao sexo	1. Daltonismo; 2. Hemofilia
		3. Herança limitada ao sexo e herança influenciada pelo sexo	1. Herança ligada ao cromossomo Y; 2. Influência do sexo no efeito de um gene autossômico
		4. Análise de heredogramas	-
		5. Problemas resolvidos	-
	43. Alterações cromossômicas	1. Alterações numéricas	1. Síndrome de Down; 2. Alterações nos cromossomos sexuais

8. Evolução	44. Teorias evolutivas	2. Alterações estruturais	-
		3. Exames na gravidez	-
		1. Lamarckismo	-
		2. Darwinismo	1. <i>Evolução por seleção natural</i>
	45. A história dos seres vivos	3. Neodarwinismo	1. <i>Variedade genética: mutações e reprodução sexuada</i> ; 2. <i>Exemplos de seleção natural</i> ; 3. <i>Anemia falciforme</i> ; 4. <i>Seleção sexual</i> ; 5. <i>Formação de novas espécies</i> ; 6. <i>Mecanismos responsáveis pelo isolamento reprodutivo</i> ; 7. <i>Exemplo de especiação: os tentilhões de Darwin</i> ; 8. <i>Especiação por isolamento geográfico</i> ; 9. <i>Lei de Hardy-Weinberg</i> ; 10 <i>Deriva genética</i>
		4. Métodos de estudo	1. <i>Fósseis</i> ; 2. Anatomia e Embriologia Comparadas ; 3. <i>Órgãos vestigiais</i> ; 4. <i>Semelhanças embrionárias e bioquímicas</i>
		1. Origem da vida: primeiras teorias	-
		2. Teoria de Oparin e Haldane	1. <i>Formação de moléculas orgânicas complexas</i> ; 2. <i>Hipótese heterotrófica</i>
		3. Outras teorias sobre a origem da vida	-
		4. Evolução dos animais	1. <i>Peixes</i> ; 2. <i>Anfíbios e répteis</i> ; 3. <i>Dinossauros</i> ; 4. <i>Aves e mamíferos</i>
		5. Evolução das plantas	-
		6. Evolução da espécie humana	1. <i>Primeiros hominídeos</i>
9. Ecologia	46. O campo de estudo da Ecologia	1. Níveis de organização da vida	-
	47. Cadeias e teias alimentares	2. Habitat e nicho ecológico	-
		1. Cadeias alimentares	-
		2. Teia alimentar	-
	48. Ciclo biogeoquímicos	3. Fluxo de matéria e de energia	1. <i>Produtividade dos ecossistemas</i> ; 2. <i>Pirâmides ecológicas</i> ; 3. <i>Magnificação trófica</i>
		1. Ciclo do carbono	1. <i>Efeito estufa e aquecimento global</i>
		2. Ciclo do oxigênio	1. <i>Destruição da camada de ozônio</i>
		3. Ciclo da água	-
	49. Populações	4. Ciclo do nitrogênio	1. <i>Fertilização do solo</i>
		1. Crescimento das populações	1. <i>Estudo em laboratório</i> ; 2. <i>Crescimento das populações na natureza</i>
	50. Relações entre os seres vivos	1. Sociedades	-
		2. Colônias	-
		3. Mutualismo	-
		4. Protocooperação	-
		5. Comensalismo	-
		6. Canibalismo	-
		7. Competição intra-específica	-
		8. Competição interespecífica	-
		9. Amensalismo	-
		10. Predatismo	-
	51. Fatores abióticos	11. Parasitismo	1. <i>Adaptações dos parasitas</i> ; 2. <i>Controle biológico</i>
		1. Luz	-
		2. Temperatura	1. <i>Animais homeotérmicos e poiquilotérmicos</i> ; 2. <i>Animais ectotérmicos e endotérmicos</i> ; 3. <i>Controle da temperatura nas aves e nos mamíferos</i> ; 4. <i>Temperatura e taxa metabólica</i> ; 5. <i>Adaptações a regiões frias</i>
		3. Água	-
	52. Sucessão ecológica	1. Etapas da sucessão	-
		2. Sucessão primária e secundária	-
		3. Propriedades da comunidade clímax	1. <i>Culturas agrícolas</i>
	53. Distribuição dos	1. Talassociclo	1. <i>Comunidades marinhas</i> ; 2. <i>A vida nas</i>

	organismos na Biosfera		<i>profundezas do mar</i>
		2. Limnociclo	-
		3. Epinociclo	-
		4. Biomas brasileiros	1. Floresta Amazônica; 2. Mata Atlântica; 3. Caatinga; 4. Cerrado; 5. Pampas; 6. Pantanal; 7. Mata de araucária; 8. Mata dos cocais; 9. Manguezal
		5. Distribuição geográfica dos animais	-
	54. Poluição	1. Poluição do ar	1. Inversão térmica; 2. Soluções
		2. Poluição da água	1. Maré negra; 2. Eutrofização; 3. Poluição térmica; 4. Soluções
		3. Destruição dos solos	1. Defensivos agrícolas; 2. Soluções
		4. Lixo	1. Soluções
		5. Poluição radioativa	1. Soluções
		6. Poluição sonora	1. Soluções
		7. Destruição da Biodiversidade	-

(E) ADOLFO, CROZETTA e LAGO (2005)

ADOLFO, CROZETTA e LAGO (2005) - Biologia Volume Único			
Unidade	Capítulo	Tópicos	Sub-Tópicos
1. Origem da vida	1. A formação dos primeiros seres vivos	1. Hipótese do fixismo	-
		2. A hipótese da geração espontânea ou abiogênese	-
		3. A hipótese extraterrestre ou da panspermia	-
		4. A hipótese de Oparin ou heterotrófica	-
2. Ecologia	2. Conceitos básicos em Ecologia	-	1. Espécie; 2. População; 3. Comunidade ou biocenose; 4. Ecossistema ou sistema ecológico; 5. Biosfera
	3. Cadeia alimentar: viver é lutar!	1. Conceitos importantes	1. Habitat; 2. Nicho ecológico; 3. Ecótono
	4. Interações ecológicas entre os seres vivos: as relações ecológicas	-	1. Componentes das cadeias alimentares; 2. Teias alimentares; 3. Pirâmides ecológicas
	5. A Biosfera	-	1. Debatendo o valor da vida; 2. As relações ecológicas e o controle biológico
	6. Bioquímica Celular	-	1. Talassociclo; 2. Limnociclo; 3. Epinociclo
3. Biologia Molecular e Celular	6. Bioquímica Celular	1. Substâncias inorgânicas	1. A água; 2. Os sais minerais
		2. Substâncias orgânicas	1. Proteínas; 2. Glicídios ou carboidratos; 3. Lipídios; 4. Vitaminas
	7. Biologia Celular	1. Membrana plasmática	1. Composição química da membrana plasmática; 2. Especializações da membrana plasmática
		2. Fisiologia da membrana	1. Permeabilidade seletiva; 2. Transporte passivo; 3. Transporte ativo
	8. O citoplasma	1. O hialoplasma	-
		2. Organelas citoplasmáticas	1. Retículo endoplasmático celular; 2. Ribossomos; 3. Complexo golgiense; 4. Lisossomos; 5. Mitocôndrias
	9. Núcleo eu carionte	1. Núcleo interfásico	1. Estrutura
		2. Citogenética	1. Ácidos nucleicos; 2. DNA; 3. RNA; 4. Síntese do RNA (Transcrição)
		3. A expressão gênica - código genético	1. Dogma central da Biologia molecular
		4. Cromossomos dos eucariontes	1. Classificação dos cromossomos; 2. Número; 3. Cariótipo
	10. Ciclo celular	1. Intérfase	1. Período G1; 2. Período S; 3. Período G2
		2. Divisão celular - Mitose;	1. Etapas da mitose; 2. Diferenças entre mitose animal e vegetal
		3. Meiose	1. Meiose I ou reducional; 2. Meiose II ou

			equacional
4. Histologia animal	11. Características gerais dos tecidos animais e o tecido epitelial	1. Conceito	-
		2. Tecido epitelial	1. Tecido epitelial de revestimento; 2. Tecido epitelial simples ou uniestratificado; 3. Tecido epitelial estratificado ou pluriestratificado; 4. Tecido epitelial pseudo-estratificado
	12. Tecidos conjuntivos	1. Tecido conjuntivo propriamente dito	-
		2. Tecido conjuntivo adiposo	-
		3. Tecido conjuntivo cartilaginoso	-
		4. Tecido ósseo	-
		5. Tecido conjuntivo hematopoiético ou sanguíneo	1. O plasma sanguíneo
	13. Tecidos musculares e Tecido nervoso	1. Tecido muscular liso	-
		2. Tecido muscular estriado esquelético	-
		3. Tecido muscular estriado cardíaco	1. Ultra-estrutura da miofibrila estriada
4. Tecido nervoso		1. O neurônio; 2. Fibras nervosas	
5. Seres vivos	14. Os cinco grandes reinos	1. Os vírus	1. O que são os vírus?; 2. Replicação dos vírus; 3. Viroses
		2. AIDS	-
	15. Reino Monera	1. Bactérias	1. Importância das bactérias; 2. Doenças causadas pelas bactérias
		2. Cianobactérias (cianofíceas)	-
	16. Reino Protista	1. Algas	1. Classificação das algas
		2. Protozoários	1. Classificação dos protozoários; 2. Doença de Chagas
	17. Reino Fungi	-	1. Importância dos fungos
1. Os líquens		1. Importância dos líquens	
6. Reino Plantae/Metaphyta	18. Classificação dos vegetais	-	1. Briófitas (do grego bryon, musgo; phyton, planta); 2. Pteridófitas (do grego pteris, feto; phyton, planta); 3. Gimnospermas (do grego, gymnos, nu; sperma, semente); 4. Angiospermas (do grego angion, recipiente ou vaso; sperma, semente)
	19. Organização geral das plantas	1. Citologia vegetal	1. Parede celular; 2. Plasmodesmos; 3. Cloroplasto; 4. Vacúolo de suco celular
	20. Tecidos e organização vegetal	1. Tecidos meristemáticos (embrionários)	-
		2. Tecidos adultos (permanentes)	-
	21. Organologia vegetal I	1. Raiz	1. Regiões da raiz; 2. Tipos de raízes
		2. Caule	1. Regiões do caule; 2. Tipos de caules
		3. Folha	1. Regiões da folha; 2. Anatomia da folha
	22. Organologia vegetal II	1. Flor	1. Reprodução das angiospermas
		2. Fruto e Semente	1. Dispersão de sementes
	23. Fisiologia vegetal: regulação de nutrientes	1. Nutrição inorgânica: absorção	-
2. Transporte de nutrientes: condução		1. Condução da seiva bruta; 2. Condução da seiva elaborada	
3. Controlando a perda de água: transpiração		1. Demonstrando a transpiração	
24. Fisiologia vegetal: nutrição orgânica e crescimento	1. Fotossíntese: o fundamento da sobrevivência	1. A "cor" da luz: absorção luminosa; 2. Fatores externos: as variações da fotossíntese; 3. Ponto de compensação fótico (luminoso); quando a produção é igual ao consumo	
	2. Hormônios vegetais: os reguladores do crescimento	1. Auxinas; 2. Giberelinas; 3. Citocinas; 4. Etileno; 5. Ácido abscísico	
7. Reino Animalia	25. Classificação do Reino Animalia	-	1. Principais critérios de classificação dos animais
	26. A Biologia do Desenvolvimento:	1. Tipos de ovos	1. Oligolécito ou Isolécito; 2. Telolécito incompleto ou Heterolécito; 3. Telolécito

	Embriologia animal		completo ou Megalécito; 4. Centrolécito
		2. Embriogênese	1. Embriologia do anfióxico; 2. Segmentação; 3. Gastrulação
	27. Histogênese, organogênese e os anexos embrionários	1. A histogênese e a organogênese	1. Do Ectoderme; 2. Do Endoderme; 3. Do Mesoderme
		2. Anexos embrionários	1. Placenta e cordão umbilical
	28. Porífera e Cnidária	1. Poríferos (Espongiários)	1. Estrutura dos poríferos; 2. Tipos anatômicos de esponjas; 3. Reprodução
		2. Cnidários (Celenterados)	1. Estrutura dos cnidários; 2. Tipos morfológicos de cnidários; 3. Classificação dos cnidários; 4. Reprodução; 5. Alternância de gerações: um caso exclusivo de reprodução
	29. Os vermes	1. Platyhelminthes	1. Classificação dos platelmintos; 2. Platyhelminthes de interesse parasitológico; 3. Esquistossomose; 4. Teníase; 5. Cisticercose humana
		2. Nematelmintos	1. Nematelmintos de interesse parasitológico; 2. Ascariíase; 3. Ancilostomose (amarelão); 4. Enterobiose (Oxiurose); 5. Filariose (elefantíase); 6. Bicho geográfico
		3. Anelida	1. Modo de vida e habitat; 2. Classificação; 3. Estrutura dos anelídeos
	30. Arthropoda, Mollusca e Echinodermata	1. Artrópodes	1. Estrutura dos artrópodes; 2. Classificação; 3. Arachnida; 4. Crustacea; 5. Chilopoda e Diplopoda
		2. Moluscos	1. Classificação; 2. Formação das pérolas; 3. Importância dos moluscos
		3. Equinodermas	1. Classificação dos equinodermas; 2. Estrutura dos equinodermas
	31. Chordata	-	1. Classificação dos cordados
	32. Superclasse Pisces (Peixes)	-	1. Estrutura dos peixes; 2. Classe Condrichthyes; 3. Classe Osteichthyes
	33. Classe Amphibia	-	1. Características dos anfíbios; 2. Classificação
	34. Classe Reptília	1. A conquista da terra firme	1. Classificação
	35. Classe Aves	-	1. Adaptações para o voo; 2. Estrutura
	36. Classe Mammalia	-	1. Características dos mamíferos; 2. Classificação dos mamíferos
8. Genética	37. Introdução ao estudo de Genética	1. Conceitos fundamentais	1. Genética ; 2. Gene; 3. Genes alelos; 4. Cromossomos homólogos; 5. Homozigoto ou puro; 6. Heterozigoto ou híbrido; 7. Genótipo; 8. Fenótipo; 9. Caráter dominante; 10. Caráter recessivo
		2. Primeira Lei de Mendel	1. Enunciados; 2. Monoibridismo com dominância completa; 3. Proporções mendelianas com dominância; 4. Monoibridismo sem dominância
		3. Genealogias	-
	38. Segunda Lei de Mendel ou Princípio da distribuição independente dos vários caracteres	-	1. Diíbridismo com dominância
	39. Alelos múltiplos ou Polialelia	-	1. Cor da pelagem em coelhos; 2. Herança dos grupos sanguíneos - Sistema ABO; 3. Sistema RH (Fator Rh)
	40. Herança dos cromossomos sexuais	1. Determinação do sexo	1. Genes parcialmente ligados ao sexo; 2. Genes da porção ímpar de Y; 3. Genes da porção ímpar de X: herança ligada ao sexo
	41. Interação gênica	1. Herança quantitativa, poligênica ou Polimeria	1. Cor da pele
		2. Pleiotropia	1. Diferenças entre Polimeria e Pleiotropia
9. Evolução	42. As Teorias evolutivas	1. O Lamarquismo	-
		2. O Darwinismo	1. Princípios do darwinismo
		3. Neodarwinismo ou Teoria	1. Fatores evolutivos; 2. Exemplos de seleção

		Sintética da Evolução	natural
	43. Especiação	-	1. Mecanismo da especiação; 2. Irradiação adaptativa; 3. Convergência adaptativa
	44. Evidências da evolução	-	-
	45. Evolução dos Vertebrados	-	-
10. Fisiologia humana	46. Digestão	-	1. Boca; 2. Esôfago; 3. Estômago; 4. Digestão no intestino delgado; 5. Absorção no intestino delgado; 6. Fígado; 7. Intestino grosso; 8. Digestão química dos alimentos
	47. Respiração	1. Respiração humana	1. As vias respiratórias; 2. Movimentos respiratórios: a mecânica da respiração; 3. Controle dos movimentos respiratórios
	48. Circulação	1. Sistema circulatório humano	1. Sangue; 2. Vasos sanguíneos; 3. Coração; 4. Trajetória do sangue: as duas circulações; 5. A nutrição do miocárdio; 6. A circulação linfática
	49. Excreção	-	1. Sistema urinário humano; 2. As unidades dos rins: os néfrons; 3. Formação da urina; 4. A urina e a saúde humano
	50. Sistema endócrino	-	1. Órgãos-alvo; 2. Regulação da secreção hormonal: feedback ou retroalimentação; 3. Glândulas endócrinas; 4. Regulação dos hormônios sexuais; 5. O ciclo menstrual ou ovulatório
	51. Sistema nervoso	-	1. Os neurônios; 2. Sinapse
		1. Divisões do sistema nervoso	1. Sistema nervoso central (SNC); 2. Sistema nervoso periférico (SNP); 3. Os reflexos

(F) AMABIS e MARTHO (2005)

AMABIS e MARTHO (2005) - Biologia Volume 1: Biologia das Células			
Unidade		Tópicos	Sub-Tópicos
1. A natureza da vida	1. O que é vida?	1. A origem da Biologia	-
		2. Características dos seres vivos	1. Composição química; 2. Organização da matéria viva; 3. Metabolismo; 4. Reação e Movimento; 5. Crescimento e Reprodução; 6. Hereditariedade; 7. Variabilidade genética, seleção natural e adaptação; 8. Uma definição de vida
		3. Níveis de organização em Biologia	-
		4. A Biologia e algumas questões da atualidade	-
		5. A Biologia como ciência	1. A natureza do conhecimento científico; 2. O método hipotético-dedutivo em ciência
	2. Origem da vida na Terra	1. A formação da Terra	-
		2. Biogênese versus abiogênese	1. Experimento de Redi; 2. Polêmicas sobre a origem dos micróbios; 3. Pasteur e a derrubada da abiogênese
		3. Teorias modernas sobre a origem da vida	1. Panspermia e evolução química; 2. Condições na Terra primitiva; 3. Os primeiros vestígios de vida na Terra; 4. Origem pré-biótica de compostos orgânicos; 5. O "mundo do RNA"; 6. Evolução dos processos energéticos
		4. Evolução e diversificação da vida	1. Origem da célula eucariótica; 2. Origem da multicelularidade
	3. A base molecular da vida	1. A Química e a vida	-
		2. Constituintes da matéria viva	1. Principais elementos químicos dos seres vivos; 2. Principais moléculas dos seres vivos
		3. A água e os seres vivos	1. Estrutura molecular da água; 2. Importância da água para a vida

		4. Glicídios	1. Classificação dos glicídios; 2. Importância dos glicídios
		5. Lipídios	1. Classificação dos lipídios; 2. Fosfolipídios; 3. Carotenóides
		6. Proteínas	1. A descoberta das proteínas; 2. Composição molecular das proteínas; 3. Em que diferem as proteínas?; 4. Aminoácidos essenciais; 5. Arquitetura das proteínas; 6. Funções das proteínas
		7. Vitaminas	1. A descoberta das vitaminas; 2. Fontes naturais e avitaminoses
		8. Ácidos nucléicos	1. Tipos de ácidos nucléicos; 2. Componentes dos ácidos nucléicos
2. Organização e Processos celulares	4. A descoberta da célula	1. O mundo microscópico	1. Microscópio simples e microscópio composto; 2. Origem do termo "célula"; 3. Teoria celular
		2. A célula observada no microscópico óptico	1. Partes fundamentais da célula; 2. O funcionamento dos microscópios ópticos; 3. Técnicas para observação ao microscópio óptico
		3. A célula observada no microscópico eletrônico	1. O funcionamento dos microscópios eletrônicos; 2. Técnicas para observação em microscópio eletrônico; 3. Descobrimos o interior das células vivas
		4. Outros métodos de estudo da célula	1. Racionamento celular; 2. O uso de substâncias radioativas em Citologia
	5. As fronteiras das células	1. Membrana plasmática	1. Organização molecular da membrana
		2. Permeabilidade celular	1. Passagem de substâncias através da membrana
		3. Endocitose e Exocitose	1. Endocitose; 2. Exocitose
		4. Envoltórios externos à membrana plasmática	1. Glicocálix; 2. Paredes celulares
	6. O Citoplasma	1. Organização geral do citoplasma	-
		2. O citoplasma das células procarióticas	-
		3. O citoplasma das células eucarióticas	1. Retículo endoplasmático; 2. Complexos golgiense; 3. Lisossomos; 4. Peroxissomos; 5. Vacúolos da célula vegetal; 6. Citoesqueleto; 7. Citoesqueleto e movimentação celular; 8. Cílios e flagelos; 9. Mitocôndrias; 10. Plastos
	7. Núcleo e cromossomos	1. Aspectos gerais do núcleo celular	1. Descoberta do núcleo
		2. Componentes do núcleo celular	1. Carioteca ou envelope nuclear; 2. Cromatina; 3. Nucléolos; 4. Nucleoplasma ou cariolinfa
		3. Cromossomos das células eucarióticas	1. Arquitetura do cromossomo eucariótico; 2. Características gerais dos cromossomos; 3. Cromossomos e genes; 4. Cromossomos homólogos
		4. Cromossomos humanos	1. Cariótipo humano normal; 2. Alterações cromossômicas na espécie humana
	8. Divisão celular: mitose e meiose	1. A importância da divisão celular	-
		2. O ciclo celular	1. Interfase: G1, S e G2
		3. Mitose	1. Fases da Mitose; 2. Citocinese; 3. Divisão celular em bactérias
		4. Regulação do ciclo celular	-
		5. Meiose	1. Fases da Meiose; 2. Onde e quanto ocorre a meiose
3. O metabolismo celular	9. Metabolismo energético (I): respiração celular e fermentação	1. Energia para a vida	1. Anabolismo e catabolismo; 2. A energia nas reações químicas
		2. ATP: a "moeda energética" do mundo vivo	1. Estrutura química do ATP
		3. Respiração	1. Glicólise: a etapa extramitocondrial da respiração celular; 2. Ciclo de Krebs, ou ciclo do ácido cítrico; 3. Fosforilação oxidativa; 4. Fontes

4. A diversidade celular dos animais	10. Metabolismo energético (II): fotossíntese e quimiossíntese		<i>de energia para a respiração celular: glicídios e ácidos graxos</i>
		4. Fermentação	<i>1. Tipos de fermentação</i>
		1. Aspectos gerais da fotossíntese	<i>1. Estabelecendo a equação da fotossíntese; 2. Cloroplasto, a sede da fotossíntese</i>
		2. Etapas da fotossíntese	<i>1. Absorção de luz; 2. Transporte de elétrons; 3. Produção de ATP; 4. Fixação do carbono</i>
		3. Transformação de energia luminosa em energia química	<i>1. A natureza da luz; 2. Espectro da luz visível e a fotossíntese; 3. Pigmentos fotossintetizantes e fotossistemas; 4. Excitação da clorofila</i>
		4. Fotofosforilação acíclica e fotofosforilação cíclica	<i>1. Fotossistemas: PSI e PSII; 2. Fotofosforilação acíclica; 3. Fotofosforilação cíclica</i>
		5. Ciclo das pentoses	<i>1. Destino dos produtos do ciclo das pentoses</i>
		6. Quimiossíntese	-
	11. O controle gênico das atividades celulares	1. Natureza química do gene	<i>1. A descoberta do DNA; 2. Estrutura molecular do DNA; 3. Duplicação semiconservativa do DNA</i>
		2. Genes e RNA: a transcrição gênica	<i>1. Relações entre genes, cromossomos e DNA; 2. Transcrição gênica</i>
		3. Mecanismo de síntese das proteínas: tradução gênica	<i>1. Início da cadeia polipeptídica; 2. Crescimento da cadeia polipeptídica; 3. Término da síntese da cadeia polipeptídica</i>
	12. Tecidos epiteliais	1. A estratégia multicelular	<i>1. Vantagens da multicelularidade; 2. Tecidos corporais</i>
		2. Tecidos epiteliais	<i>1. Epitélios de revestimento; 2. Epitélios glandulares</i>
	13. Tecidos conjuntivos	1. Características gerais e tipos de tecido conjuntivo	-
		2. Tecidos conjuntivos propriamente ditos	<i>1. Componentes dos tecidos conjuntivos</i>
		3. Tecidos conjuntivos especiais	<i>1. Tecido adiposo; 2. Tecido cartilaginoso; 3. Tecido ósseo; 4. Tecido hematopoietico</i>
	14. Tecido sanguíneo	1. Características do sangue e origem das células sanguíneas	<i>1. Tecidos hemocitopoéticos ou hematopoieticos</i>
		2. Componentes do sangue humano	<i>1. Plasma sanguíneo; 2. Hemácias (glóbulos vermelhos); 3. Leucócitos (glóbulos brancos); 4. Plaquetas (ou trombócitos)</i>
	15. Tecidos musculares	1. Características gerais dos tecidos musculares	-
		2. Tecido muscular estriado esquelético	<i>1. Estrutura da fibra muscular estriada esquelética; 2. Dinâmica da contração muscular; 3. Músculo e exercício físico</i>
		3. Tecido muscular estriado cardíaco	-
		4. Tecido muscular não-estriado (ou tecido muscular liso)	-
	16. Tecido nervoso	1. Características gerais do tecido nervoso	-
		2. Células do tecido nervoso	<i>1. Neurônios; 2. Gliócitos; 3. Neurofibras mielinizadas e não mielinizadas</i>
		3. A natureza do impulso nervoso	<i>1. Propagação do impulso nervoso; 2. Sinapses nervosas</i>
5. Reprodução e desenvolvimento	17. Reprodução e ciclo de vida	1. Tipos de reprodução	<i>1. Reprodução assexuada; 2. Reprodução sexuada</i>
		2. Tipos de ciclo de vida	<i>1. Ciclo haplobionte diplonte; 2. Ciclo haplobionte haplonte; 3. Ciclo diplobionte</i>
		3. Reprodução humana	<i>1. Sistema genital feminino; 2. Sistema genital masculino; 3. Fecundação</i>
	18. Desenvolvimento embrionário dos animais	1. Aspectos gerais do desenvolvimento embrionário	<i>1. Primeiras idéias sobre desenvolvimento; 2. Do zigoto ao organismo: visão geral do organismo</i>
		2. Segmentação e formação da blástula	<i>1. Segmentação ou clivagem; 2. Formação da blástula</i>
		3. Gastrulação	<i>1. Tipos de movimentos na gastrulação; 2. Eixos corporais; 3. Formação dos folhetos germinativos</i>
		4. Formação dos tecidos e dos	<i>1. Tubo nervoso; 2. Notocorda; 3. Mesoderma; 4.</i>

		órgãos	Endoderma
	19. Desenvolvimento embrionário humano	1. Aspectos gerais do desenvolvimento em mamíferos	1. Desenvolvimento embrionário nas subclasses de mamíferos
		2. Embriologia dos mamíferos placentários	1. Segmentação e formação do blastocisto; 2. Formação dos folhetos germinativos e dos anexos embrionários; 3. Nidação; 4. Formação da placenta
		3. Parto	-
AMABIS e MARTHO (2005) - Biologia Volume 2: Biologia dos organismos			
1. A diversidade biológica	1. Sistemática , classificação e biodiversidade	1. O que é sistemática	-
		2. O desenvolvimento da classificação biológica	1. Primeiras classificações; 2. O sistema de classificação de Lineu; 3. O conceito de espécie biológica
		3. A sistemática moderna	1. Classificação e parentesco evolutivo; 2. Sistemas modernos de classificação biológica
		4. Os reinos de seres vivos	1. Reino Monera; 2. Reino Protocista; 3. Reino Fungi; 4. Reino Plantae; 5. Reino Animalia; 6. Vírus, um caso a parte
2. Vírus, Moneras, Protoctistas e Fungos	2. Vírus	1. Características gerais dos vírus	1. A descoberta dos vírus
		2. A estrutura dos vírus	1. O genoma viral; 2. Envoltoiros virais; 3. Vírus de plantas
		3. Diversidade do ciclo reprodutivo viral	1. Ciclo de um vírus bacteriófago; 2. Ciclo do vírus da gripe; 3. Ciclo do HIV
		4. Vírus e doenças humanas	1. Reservatórios virais; 2. Formas de transmissão de doenças virais; 3. Tratamento e prevenção de doenças virais
		5. Partículas subvirais: viróides e príons	1. Viróides; 2. Príons
	3. Os seres procarióticos: bactérias e arqueas	1. Características gerais de bactérias e arqueas	1. A descoberta dos microrganismos; 2. Bactérias e arqueas
		2. Características estruturais das bactérias	1. Organização interna da célula bacteriana; 2. Forma celular e tipos de agrupamentos bacterianos
		3. Características nutricionais das bactérias	1. Bactérias fotoautotróficas; 2. Bactérias fotoheterotróficas; 3. Bactérias quimioautotróficas; 4. Bactérias quimioheterotróficas
		4. Reprodução das bactérias	1. Endósporos bacterianos; 2. Recombinação genética em bactérias
		5. Classificação das bactérias	-
		6. Bactérias "exóticas"	1. Actinomicetos; 2. Mixobactérias; 3. Micoplasmas; 4. Clamídeas e rickétsias
		7. Importância das bactérias para a humanidade	1. Biotecnologia ; 2. Importância médica das bactérias
		8. Arqueas	-
	4. Protoctistas: algas e protozoários	1. O reino Protocista	1. Polêmicas sobre o reino Protocista
		2. As algas	1. Características gerais das algas; 2. Principais grupos de algas; 3. Reprodução das algas; 4. Importância ecológica e econômica das algas
		3. Os protozoários	1. Características gerais dos protozoários; 2. Principais grupos de protozoários; 3. Reprodução nos protozoários; 4. Doenças causadas pelos protozoários
	5. Fungos	1. Características gerais e estrutura dos fungos	1. Organização corporal dos fungos:hifas e micélio; 2. Nutrição dos fungos
		2. Principais grupos de fungos	1. Filo Chytridiomycota; 2. Filo Zygomycota; 3. Filo Ascomycota; 4. Filo Basidiomycota; 5. Filo Deuteromycota
		3. Reprodução nos fungos	1. Reprodução assexuada; 2. Reprodução sexuada
		4. Importância ecológica e econômica dos fungos	1. Decomposição de matéria orgânica; 2. Fungos e a produção de alimentos, bebidas e

			<i>medicamentos; 3. Fungos parasitas</i>
3. Diversidade, Anatomia e Fisiologia das plantas	6. Diversidade e reprodução das plantas	1. O reino Plantae	<i>1. A importância das plantas; 2. Características gerais das plantas; 3. Grandes grupos de plantas atuais</i>
		2. Plantas avasculares: briófitas	<i>1. Características gerais das briófitas; 2. Reprodução e ciclo de vida das briófitas</i>
		3. Plantas vasculares sem sementes: pteridófitas	<i>1. Características gerais das pteridófitas; 2. Reprodução e ciclo de vida das pteridófitas</i>
		4. Plantas vasculares com sementes nuas: gimnospermas	<i>1. Características gerais das gimnospermas; 2. Ciclo de vida de uma gimnosperma</i>
		5. Plantas vasculares com flores e frutos: angiospermas	<i>1. Ciclo de vida e reprodução sexuada em angiospermas</i>
	7. Desenvolvimento e morfologia das plantas angiospermas	1. Formação de tecidos e órgãos em angiospermas	<i>1. Morfogênese e diferenciação celular, 2. Germinação da semente</i>
		2. Raiz	<i>1. Partes da raiz; 2. Estrutura primária da raiz; 3. Crescimento secundário da raiz</i>
		3. Caule	<i>1. Partes do caule; 2. Estrutura primária do caule; 3. Crescimento secundário do caule</i>
		4. Folha	<i>1. Partes da folha; 2. Anatomia da folha</i>
	8. Fisiologia das plantas angiospermas	1. Nutrição mineral das plantas	<i>1. Necessidades nutricionais; 2. Absorção de água e de sais minerais pelas plantas</i>
		2. Condução da seiva bruta	<i>1. Teoria da coesão-tensão</i>
		3. Nutrição orgânica das plantas: fotossíntese	<i>1. Trocas gasosas pelos estômatos; 2. Fatores que afetam a fotossíntese e respiração; 3. Relação entre fotossíntese e respiração; 4. Plantas com metabolismo CAM</i>
		4. Condução da seiva elaborada	<i>1. Mecanismo de transporte pelo floema</i>
		5. Hormônios vegetais	<i>1. Auxina; 2. Giberelinas; 3. Citocininas; 4. Ácido abscísico; 5. Etileno</i>
		6. Controle os movimentos nas plantas	<i>1. Tropismos; 2. Movimentos e turgor da célula</i>
		7. Fitocromos e desenvolvimento	<i>1. Luz e germinação de sementes; 2. Luz e estiolamento; 3. Luz e floração</i>
4. A diversidade dos animais	9. Características dos animais	1. O que é um animal?	-
		2. Tendências evolutivas na estrutura corporal dos animais	<i>1. Tecidos corporais; 2. Simetria; 3. Cefalização; 4. Cavidades corporais; 5. Segmentação corporal ou metameria; 6. Sistemas esqueléticos</i>
		3. Tendências evolutivas na fisiologia animal	<i>1. Sistema digestório; 2. Sistema de transporte corporal; 3. Sistemas respiratórios; 4. Sistemas excretores</i>
		4. O parentesco evolutivo dos animais	<i>1. A explosão cambriana; 2. Os ancestrais dos animais</i>
	10. Poríferos e cnidários	1. Filo Porifera (poríferos ou esponjas)	<i>1. Características gerais dos poríferos; 2. Organização corporal dos poríferos; classificação dos poríferos</i>
		2. Filo Cnidaria (cnidários ou celenterados)	<i>1. Características gerais dos cnidários; 2. Organização corporal dos cnidários; 3. Alimentação e digestão; 4. Coordenação nervosa nos cnidários; 5. Classificação e relações evolutivas nos cnidários; 6. Reprodução dos cnidários</i>
	11. Platelminthos e nematelminthos	1. Filo Platyhelminthes (platelmintos ou vermes achatados)	<i>1. Características gerais dos platelmintos; 2. Relações evolutivas dos platelmintos; 3. Reprodução dos platelmintos; 4. Doenças humanas causadas por platelmintos</i>
		2. Filo Nematelminthes (nematelmintos ou vermes cilíndricos)	<i>1. Características gerais dos nematelminthos; 2. Anatomia dos nematelminthos; 3. Reprodução dos nematelminthos; 4. Doenças causadas por nematelminthos</i>
	12. Moluscos e anelídeos	1. Filo Mollusca (moluscos)	<i>1. Características gerais dos moluscos; 2. Classe de moluscos; 3. Anatomia e fisiologia dos moluscos; 4. Reprodução dos moluscos</i>
		2. Filo Annelida (anelídeos)	<i>1. Classes de anelídeos; 2. Anatomia e fisiologia dos anelídeos; 3. Reprodução dos anelídeos</i>

5. Anatomia e Fisiologia da espécie humana	13. Artrópodes	1. Características gerais dos artrópodes	1. Organização corporal básica
		2. Classificação e relações de parentesco nos artrópodes	1. Origem e evolução dos artrópodes; 2. Subfilos e classes de artrópodes; 3. Subfilo Crustacea; 4. Subfilo Chelicerata; 5. Subfilo Uniramia
		3. Anatomia e fisiologia dos artrópodes	1. Sistema muscular e movimentação; 2. Sistema digestório; 3. Sistema circulatório; 4. Sistema respiratório; 5. Sistema excretor; 6. Sistema nervoso e sistema sensorial
	14. Equinodermos e protocordados	1. Filo Echinodermata (equinodermos)	1. Reprodução dos crustáceos; 2. Reprodução dos aracnídeos; 3. Reprodução dos insetos
		2. Protocordados (cordados invertebrados)	1. Classes dos equinodermos; 2. Origem dos equinodermos; 3. Anatomia e fisiologia dos equinodermos; 4. Reprodução dos equinodermos
	15. Vertebrados	1. Características gerais dos vertebrados	1. Características gerais dos cordados; 2. Classificação dos cordados; 3. Subfilo Urochordata; 4. Subfilo Cephalochordata
		2. Classificação e parentesco evolutivo dos vertebrados	1. Classes de vertebrados; 2. Origem e parentesco evolutivo dos vertebrados
		3. Agnatos	1. Classe Myxine; 2. Classe Petromyzontida
		4. Classe dos Chondrichthyes (condrites ou peixes cartilagosos)	1. Características gerais dos condrites; 2. Estrutura e fisiologia dos condrites; 3. Reprodução dos condrites
		5. Classe Actinopterygii (peixes ósseos com nadadeiras radiais)	1. Estrutura e fisiologia dos actinopterígeos
		6. Classe Amphibia (anfíbios)	1. Características gerais dos anfíbios; 2. Estrutura e fisiologia dos anfíbios; 3. Reprodução dos anfíbios; 4. Origem evolutiva dos anfíbios
		7. Classe Reptilia (répteis)	1. Características gerais dos répteis; 2. Estrutura e fisiologia dos répteis; 3. Origem evolutiva dos répteis; 4. Características gerais das serpentes; 5. Dentes inoculadores de veneno; 6. Serpentes peçonhentas brasileiras de interesse médico; 7. Cuidados e providências em acidentes ofídicos
		8. Classes Aves (aves)	1. Características gerais das aves; 2. Estrutura e fisiologia das aves; 3. Reprodução das aves; 4. Origem evolutiva das aves
		9. Classe Mammalia (mamíferos)	1. Características gerais dos mamíferos; 2. Estrutura e fisiologia dos mamíferos; 3. Subclasses de mamíferos; 4. Origem evolutiva dos mamíferos
	16. Nutrição	1. Alimentos e nutrientes	1. Tipos de nutrientes; 2. Nutrição e necessidades energéticas
		2. Organização do sistema digestório	-
		3. O processo da digestão	1. Digestão na boca e deglutição; 2. Digestão no estômago; 3. Digestão no intestino delgado
		4. Destino dos produtos da digestão	1. Absorção de nutrientes; 2. Funções do intestino grosso
		5. Controle da digestão	-
	17. Circulação sanguínea	1. Sistema cardiovascular	1. Funções gerais do sistema cardiovascular; 2. Componentes do sistema cardiovascular
		2. Fisiologia da circulação sanguínea humana	1. O caminho do sangue pelo corpo; 2. O funcionamento do coração; 3. O movimento do sangue nos vasos
		3. Circulação e defesas corporais	1. Células do sistema imunitário; 2. Órgãos do sistema imunitário; 3. O sistema imunitário em ação; 4. Imunizações ativa e passiva: vacinas e soros
	18. Respiração e excreção	1. Sistema respiratório humano	1. Componentes do sistema respiratório; 2. Fisiologia da respiração
		2. Sistema urinário humano	1. Funções do sistema urinário; 2. Componentes do sistema urinário; 3. Controle hormonal da função renal

	19. Movimento e suporte do corpo humano	1. Os músculos do corpo humano	1. <i>Músculos em ação</i>
		2. Sistema esquelético	1. <i>Arquitetura do esqueleto humano</i>
	20. Integração e controle corporal: sistemas nervoso e endócrino	1. Sistema nervoso	1. <i>Sistema nervoso central (SNC); 2. Sistema nervoso periférico (SNP)</i>
		2. Os sentidos	1. <i>Fisiologia e classificação das células sensoriais;</i> 2. <i>Paladar e olfato;</i> 3. <i>Audição e equilíbrio, as funções da orelha;</i> 4. <i>O sentido da visão;</i> 5. <i>O sentido do tato</i>
		3. Sistema endócrino	1. <i>Principais glândulas endócrinas humanas;</i> 2. <i>Hormônios ligados à reprodução</i>
AMABIS e MARTHO (2005) - Biologia Volume 3: Biologia das populações			
1. Genética	1. As origens da Genética	1. Primeiras idéias sobre herança biológica	1. <i>Os filósofos gregos e a hereditariedade</i>
		2. As bases da hereditariedade	1. <i>Pré-formação versus epigênese;</i> 2. <i>A descoberta dos gametas;</i> 3. <i>Gametas e fecundação</i>
		3. Descoberta dos cromossomos e das divisões celulares	1. <i>Comportamento dos cromossomos na mitose;</i> 2. <i>A descoberta da meiose</i>
	2. Lei da segregação genética	1. A descoberta da lei da segregação	1. <i>O trabalho de Mendel</i>
		2. Bases celulares da segregação dos fatores genéticos	-
		3. A universalidade da primeira lei de Mendel	1. <i>Um exemplo de cruzamento genético;</i> 2. <i>Exemplos de herança monogênica</i>
	3. Relação entre genótipo e fenótipo	1. Os conceitos de genótipo e de fenótipo	1. <i>Fenótipo: genótipo e ambiente em interação;</i> 2. <i>Determinando o genótipo;</i> 3. <i>Construindo um heredograma</i>
		2. Interação entre alelos de um mesmo gene	1. <i>O conceito de dominância;</i> 2. <i>Pleiotropia;</i> 3. <i>Alelos múltiplos</i>
		3. Variação da expressão de genes	1. <i>Variação descontínua;</i> 2. <i>Norma de reação dos genes</i>
		4. Herança de grupos sanguíneos na espécie humana	1. <i>Sistema ABO de grupos sanguíneos;</i> 2. <i>Sistema MN de grupos sanguíneos;</i> 3. <i>Sistema Rh de grupos sanguíneos</i>
	4. Lei da segregação independente de genes	1. O conceito de segregação independente	1. <i>A base celular das segregação independente: meiose;</i> 2. <i>Exemplos de segregação independente</i>
		2. Interações de genes não-alelos	1. <i>O conceito de interação gênica;</i> 2. <i>Epistasia;</i> 3. <i>Outros tipos de interação gênica;</i> 4. <i>Herança quantitativa ou poligênica</i>
	5. O mapeamento de genes nos cromossomos	1. Teoria cromossômica da herança	1. <i>A descoberta do papel dos cromossomos na herança</i>
		2. Ligação gênica	1. <i>Genes em ligação e cromossomos</i>
		3. Mapeamento de cromossomos	1. <i>Estimativa da frequência de recombinação entre dois locos gênicos;</i> 2. <i>Princípio de construção dos mapas gênicos;</i> 3. <i>Unidade de distância dos mapas gênicos</i>
	6. Herança e sexo	1. Determinação cromossômica do sexo	1. <i>Sistema de determinação do sexo</i>
		2. Herança de genes localizados em cromossomos sexuais	1. <i>Herança ligado ao cromossomo sexual em aves</i>
		3. Outros tipos de herança relacionada ao sexo	1. <i>Herança ligada ao cromossomo Y: genes holândricos;</i> 2. <i>Genes como expressão limitada ao sexo;</i> 3. <i>Genes com expressão influenciada pelo sexo</i>
	7. Do genótipo ao fenótipo: como se expressam os genes	1. A natureza química dos genes	1. <i>Identificação do DNA como material hereditário</i>
		2. A descoberta do modo de ação dos genes	1. <i>Primeiras hipóteses sobre como atuam os genes;</i> 2. <i>A teoria "um gene-uma enzima";</i> 3. <i>Os genes e o controle da síntese de proteína</i>
		3. Relação entre gene, RNA e proteína	1. <i>Tipos de RNA</i>

		4. Organização dos genes procariótico e eucarioto	1. O que é um gene? 2. Unidade de transcrição gênica; 3. Diferenças entre genes bacterianos e genes eucarióticos
	8. Aplicações do conhecimento genético	1. Melhoramento genético	1. Produção de novas variedades; 2. Propagação de variedades úteis; 3. Problemas decorrentes do melhoramento
		2. Aconselhamento genético e prevenção de doenças hereditárias	1. Aconselhamento genético
		3. Genética molecular e suas aplicações	1. Enzimas de restrição; 2. Clonagem molecular do DNA; 3. Misturando genes entre espécies: transgênicos
		4. Desvendando o genoma humano	1. Projeto Genoma Humano; Terapia Gênica
2. Evolução Biológica	9. Breve história das idéias evolucionistas	1. O conceito de evolução biológica	-
		2. O pensamento evolucionista	1. O surgimento do evolucionismo; 2. As idéias evolucionistas de Lamarck; 3. As idéias evolucionistas de Charles Darwin
		3. Evidências da evolução biológica	1. O documento fóssil; 2. Adaptação; 3. Semelhanças anatômicas, fisiológicas e bioquímicas entre espécies
	10. Teoria moderna da evolução	1. Teoria moderna da evolução	-
		2. Os fatores evolutivos	1. Mutação gênica; 2. Recombinação gênica; 3. Seleção natural e adaptação
		3. Bases genéticas da evolução	1. O conceito de população mendeliana; 2. Frequências Gênicas nas populações; 3. O princípio de Hardy-Weinberg; 4. Fatores evolutivos e o equilíbrio gênico
	11. Origem das espécies e dos grandes grupos de seres vivos	1. Processo evolutivo e diversificação da vida	1. Os conceitos de anagênese e cladogênese; 2. Gradualismo e equilíbrio pontuado
		2. A origem de novas espécies	1. O conceito de espécie biológica; 2. O significado biológico de espécie; 3. Processos de especiação; 4. Isolamento reprodutivo
		3. Origem dos grandes grupos de seres vivos	1. Divisão do tempo geológico; 2. A vida nas diferentes era geológicas
	12. Evolução humana	1. Nosso parentesco com os animais	1. Evidências da evolução humana
		2. A classificação da espécie humana	1. A ordem primatas
		3. A ancestralidade humana	1. Estágio pré-humano: a vida nas árvores; 2. Estágio de adaptação à savana arbórea: australopithecus; 3 O estágio de savana arbustiva: a origem do Homo
		4. A espécie humana moderna: <i>Homo sapiens</i>	1. Evolução e cultura
3. Ecologia	13. Fundamentos em Ecologia	1. Conceitos básicos em Ecologia	1. O que é Ecologia ?; 2. Biosfera; 3. Populações, comunidades e biótopos; 4. Hábitat e nicho ecológico; 5. Ecossistema
		2. Cadeias e teias alimentares	1. O conceito de cadeia alimentar e de teia alimentar; 2. Produtores, consumidores e decompositores; 3. Níveis tróficos em ecossistemas terrestres e aquáticos
	14. Energia e matérias nos ecossistemas	1. Fluxo de energia e níveis tróficos	1. Pirâmides de energia; 2. Conceito de energia
		2. Ciclos biogeoquímicos	1. Ciclo da água; 2. Ciclo de carbono; 3. Ciclo do nitrogênio; 4. Ciclo do oxigênio; 5. Ciclo do fósforo
	15. Dinâmica de populações biológicas	1. Características das populações	1. Densidade populacional; 2. Taxas de crescimento populacional; 3. Curvas de crescimento populacional
		2. Fatores que regulam o tamanho de populações biológicas	1. O conceito de carga biótica máxima; 2. Competições entre populações de diferentes espécies; 3. Densidade e crescimento da população

		3. Oscilações em populações naturais	1. Fatores que limitam o crescimento populacional
16. Relações ecológicas entre os seres vivos		1. Tipos de relações ecológicas	-
		2. Relações intra-específicas	1. Competição intra-específica; 2. Cooperação intra-específica: colônias e sociedades
		3. Relações interespecíficas	-
17. Sucessão ecológica e biomas		1. Sucessão ecológica	1. Espécies pioneiras; 2. Sucessão primária e sucessão secundária; 3. Evolução das comunidades durante a sucessão
		2. Fatores que afetam a evolução dos ecossistemas	1. A insolação do planeta; 2. A circulação de calor na atmosfera; 3. As correntes oceânicas; 4. O solo
		3. Grandes biomas do mundo	1. O que é bioma?; 2. Tundra; 3. Taiga; 4. Floresta temperada decídua; 5. Floresta tropical; 6. Savana; 7. Pradaria; 8. Deserto
		4. Principais biomas brasileiros	1. Floresta amazônica; 2. Floresta pluvial costeira (floresta atlântica); 3. Floresta de araucárias; 4. Cerrado; 5. Pampa (campo); 6. Caatinga; 7. Floresta de cocais (babaçual); 8. Pantanal mato-grossense; 9. Manguezais
		5. Ecossistemas aquáticos	1. Ecossistemas de água doce; 2. Ecossistemas marinhos
18. Humanidade e ambiente		1. O impacto da espécie humana sobre a natureza	-
		2. Poluição ambiental	1. Poluição atmosférica; 2. Poluição das águas e do solo
		3. Interferência humana nos ecossistemas naturais	1. Desmatamento; 2. Introdução de espécies exóticas; 3. Extinção de espécies
		4 Caminhos e perspectivas	1. Alternativas energéticas

(G) PAULINO (2005)

PAULINO (2005) - Biologia Volume 1: Citologia; Histologia			
Unidade	Capítulo	Tópicos	Sub-Tópicos
1. A Biodiversidade	1. Biosfera, vida e organização celular	1. A biologia em nossa marcha na Terra	1. Avanços notáveis; 2. Uma das prioridades do novo milênio
		2. Biodiversidade: explosão de vida na Terra	-
		3. Os níveis de organização dos seres vivos	1. Célula, tecido, órgão, sistema e organismo; 2. População, comunidade, ecossistema e biosfera
		4. O que é equilíbrio biológico?	-
	2. Vida, matéria e energia	1. Matéria e energia para a vida	1. O que é metabolismo; 2. Como se obtém a energia contida nos alimentos
		2. Os seres vivos segundo a forma de obter alimentos	1. Autótrofos; 2. Heterótrofos
		3. A transferência de energia e de matéria no mundo vivo	1. O conceito de cadeia alimentar; 2. O papel biológico dos decompositores; 3. Teias alimentares
2. Bioquímica Celular e Origem da vida	3. Água, sais minerais, carboidratos e lipídios	1. Os componentes químicos da célula	-
		2. Os componentes inorgânicos da célula	1. Água; 2. Sais minerais
		2. Os componentes orgânicos da célula	1. Carboidratos; 2. Lipídios
	4. Proteínas	1. Aminoácidos naturais e aminoácidos essenciais	-
		2. Ligação peptídica: ligação entre aminoácidos	-
		3. Estrutura das proteínas	-
		4. Papel biológico das proteínas	1. Função estrutural; 2. Função hormonal; 3. Função nutritiva; 4. Função enzimática; 5. Função de defesa

3. Citologia	5. Vitaminas	4. Enzimas: proteínas reguladoras de reações biológicas	1. Propriedades das enzimas; 2. Como atuam as enzimas?
		5. Anticorpos: agentes de defesa da vida.	1. Vacinas - a prevenção da doença; 2. Soros - a cura da doença
		1. Vitaminas lipossolúveis	1. Vitamina A; 2. Vitamina D; 3. Vitamina E; 4. Vitamina K
		2. Vitaminas hidrossolúveis	1. Vitamina C; 2. Vitamina B1; 3. Vitamina B2; 4. Vitamina B12; 5. Vitamina PP
		1. Os ácidos nucleicos: classificação e constituição	1. Ácido desoxirribonucleico (DNA); 2. Ácido ribonucleico (RNA); 3. Diferenças entre o DNA e o RNA
		2. Os genes e a síntese de proteínas	1. O código genético tríplice
		3. Os tipos de RNA	1. RNA mensageiro (RNAm); 2. RNA transportador ou de transferência (RNAt); 3. RNA ribossômico (RNAr)
		4. A formação da cadeia polipeptídica	-
		5. As mutações e o código genético	1. As mutações sempre alteram as estrutura da proteína produzida?
		1. Geração espontânea ou abiogênese	-
	7. A origem da vida	2. Biogênese x abiogênese	-
		3. As primeiras formas de vida na Terra	1. Panspermia cósmica; 2. Hipótese autotrófica; 3. Hipótese heterotrófica
		1. O desenvolvimento do estudo das células	1. O microscópio, instrumento fundamental para o desenvolvimento da citologia
	8. A célula: teoria celular; padrões celulares	2. Células procariotas e células eucariotas	1. Células procariotas: as menos complexas; 2. Células eucariotas: as mais complexas
		3. As células e o sistema de classificação dos seres vivos	-
	9. Envoltórios celulares	1. Parede celular	1. Propriedades da parede celular
		2. Membrana plasmática	1. A estrutura e a permeabilidade da membrana plasmática; 2. Difusão: transporte passivo de partículas através da membrana; 3. Difusão facilitada: substâncias especiais transportando partículas; 4. Osmose: transporte passivo de solvente; 6. As endocitoses; 7. Transporte ativo - consumo de energia
	10. Citoplasma	1. Hialoplasma, líquido gelatinoso onde se inserem as organelas	1. Citoesqueleto - mantendo a forma da célula
		2. organelas, estruturas da células com funções específicas	1. Retículo endoplasmático - atuando como uma rede de distribuição de substância, entre outras funções; 2. Complexo golgiense, centro de armazenamento, transformação e "exportação" de substâncias; 5. Lisossomos, vesículas com enzimas digestórias; 6. Plastos - transformando e armazenando energia; 7. Mitocôndrias, "usinas de energia" da célula; 13. Vacúolos - promovendo o armazenamento de substâncias e a regulação osmótica; 14. Centríolos - desempenhando papel importante na divisão celular e na formação de cílios e flagelos
	11. Núcleo celular	1. Os experimentos de merotomia realizados por Balbiani	-
		2. Características gerais do núcleo celular	1. Variações quanto à forma e quanto ao número; 2. Componentes estruturais
		3. Cromossomos	1. A relação entre cromossomo e genes; 2. Os cromossomos sexuais e a cromátide sexual
	12. Divisão celular	1. Intérfase: o intervalo entre as divisões celulares	-

			2. Mitose: o processo equitativo de divisão celular	1. As etapas de mitose; 2. A mitose em células animal e vegetal: um resumo
			3. Meiose: o processo reducional de divisão celular	1. A meiose I; 2. A meiose II
		13. Biotecnologia do DNA: a engenharia genética	1. A biotecnologia do novo tempo	-
			2. O DNA recombinante	1. Bactérias e a manipulação genética
			3. Seres transgênicos: um tema polêmico	-
			4. Terapia gênica	-
			5. Projeto Genoma	-
		14. Fotossíntese	1. Fotossíntese: conceito e equação simplificada	-
			2. A importância da fotossíntese para a biosfera	1. Matéria e energia para os seres vivos; 2. Manutenção das taxas de gás carbônico e de gás oxigênio na atmosfera
			3. A folha, o órgão-sede da fotossíntese para a biosfera	-
			4. ATP, "bateria energética" da célula	-
			5. Etapas da fotossíntese	1. A etapa fotoquímica; 2. A etapa química
			6. Equação geral da fotossíntese	-
			7. A absorção de luz pela clorofila	-
			8. Quimiossíntese	-
		15. Respiração celular	1. Respiração celular: conceito e equação simplificada	-
			2. A importância biológica da respiração celular	-
			3. O ATP: transferência e transformações de sua energia química	-
			4. Respiração aeróbica e respiração anaeróbica - os dois tipos de respiração celular	1. Respiração aeróbica, processo gradativo de obtenção de energia com a utilização de gás oxigênio; 2. Respiração anaeróbica. processo de obtenção de energia sem a presença de oxigênio
4. Histologia animal	16. Tecido epitelial		1. O que é tecido?	1. Principais tipos de tecidos; 2. Origem dos tecidos animais
			2. Os tecidos epiteliais	1. A membrana basal e suas funções; 2. Tipos de tecidos epiteliais
			3. A pele humana	1. Queratina - impermeabilizando a pele; 2. Melanina - proteção contra a radiação ultravioleta; 3. Pêlos e glândulas sudoríparas - regulação térmica; 4. Glândulas sebáceas - lubrificando a pele
	17. Tecido conjuntivo		1. Constituição dos tecidos conjuntivos	1. Principais tipos de células dos tecidos conjuntivos
			2. Classificação dos tecidos conjuntivos	-
			3. O tecido conjuntivo propriamente dito (TCPD)	1. Tecido conjuntivo frouxo; 2. Tecidos conjuntivo denso; 3. Tecido conjuntivo hematopoiético; 4. Tecido adiposo
			4. Os tecidos conjuntivos de transporte	1. Tecido sanguíneo; 2. Plaquetas; 5. Tecido linfático
			5. Os tecidos conjuntivos de sustentação	1. Tecido cartilaginoso; 2. Tecido ósseo
	18. Tecido muscular		1. Tipo de tecido muscular	1. Tecido muscular não-estriado; 2. Tecido muscular estriado esquelético; 3. Tecido muscular estriado cardíaco
			2. Como os músculos contraem?	1. A energia para a contração muscular; 2. O papel do cálcio na contração muscular; 3. A fadiga muscular
	19. Tecido nervoso		1. O sistema nervoso e sua divisão	-
			2. Neurônios, as células nervosas	-

		3. Neurofibras: prolongamento dos neurônios formando os nervos	-
		4. Como se propaga o impulso nervoso	-
		5. Sinapses, regiões de transmissão dos impulsos nervosos	1. Como atuam os neurônios?
5. Histologia vegetal	20. Tecidos meristemáticos	1. As células dos tecidos meristemáticos	-
		2. Os dois tipos básicos de meristemas	1. Meristemas primários; 2. Meristemas secundários
	21. Tecidos permanentes	1. Tecidos de proteção ou revestimento	1. Epiderme; 2. Súber
		2. Tecidos parenquimáticos (parênquimas)	1. Parênquima clorofiliano; 2. Parênquima de reserva
		3. Tecidos de sustentação	1. Colênquima; 2. Esclerênquima
		4. Tecidos de transporte	1. Lenho ou xilema; 2. Líber ou floema
		5. Tecidos de secreção	-
		6. Os tecidos vegetais e a adaptação das plantas à vida terrestre	-
PAULINO (2005) - Biologia Volume 2: Seres vivos; Fisiologia			
1. Reinos do mundo vivo	1. A biodiversidade e o sistema de classificação dos seres vivos	1. Biosfera, porção da Terra onde a vida se desenvolve	-
		2. Classificando a vida - a espécie como uma unidade básica	1. Das espécies aos reinos; 2. Regras de nomenclatura
		3. Mundo vivo: apresentação dos reinos	1. Os critérios básicos de classificação; 2. Os cinco grandes reinos
	2. Vírus, um grupo sem reino	1. Características gerais dos vírus	-
		2. A reprodução dos vírus	-
		3. A importância dos vírus	-
		4. Principais viroses humanas	1. Aids; 2. Dengue; 3. Febre amarela; 4. Hepatite viral; 5. Raiva ou hidrofobia; 6. Poliomielite
	3. Reino Monera	1. A estrutura celular no reino Monera	-
		2. Bactérias	1. Nutrição bacteriana; 2. A importância das bactérias; 3. Os tipos morfológicos das bactérias; 4. A reprodução das bactérias; 5. As doenças bacterianas
		3. Cianobactérias ou cianofíceas	1. A importância das cianobactérias; 2. A reprodução das cianobactérias
	4. Reino Protista	1. Protozoários (filó Protozoa)	1. A classificação dos protozoários; 2. Principais protozoários causadores de doenças: resumo; 3. A reprodução dos protozoários
		2. Algas protistas	1. As euglenófitas; 2. As crisófitas; 3. As pirrófitas
	5. Reino Fungi	1. Características gerais dos fungos	-
		2. Classificação dos fungos	1. Ficomycetos; 2. Ascomycetos; 3. Basidiomycetos
		3. Associações mutualísticas: líquens e micorrizas	1. Líquens; 2. Micorrizas
		4. A importância dos fungos	1. Ação decompositora - reciclando a matéria; 2. Ação parasitária - causando enfermidade e combatendo seres daninhos às plantações; 3. Ação fermentativa - produzindo álcool, bebidas, pães e bolos; 4. Atuando na fabricação de antibióticos e de queijos; 5. Servindo de alimento ou atuando como veneno e alucinógeno
	6. Reino Plantae (I): Aspectos gerais	1. O reino Plantae ou Metaphyta: componentes e características básicas	1. Algas pluricelulares; 2. Briófitas; 3. Pteridófitas; 4. Gimnospermas; 5. Angiospermas
		2. Alguns critérios de classificação das plantas	1. Quanto à organização do corpo: talófitas e cormófitas; 2. Quanto aos tecidos especializados: avasculares e vasculares; 3. Quanto aos órgãos de

		reprodução: criptógamas e fanerógamas
	3. Ciclos reprodutivos das plantas	1. O ciclo haplôntico (n): meiose zigótica ou inicial; 2. O ciclo diplôntico (2n): meiose gamética ou final; 3. O ciclo haplôntico-diplôntico (n; 2n): alternância de geração
7. Reino Plantae (II): Algas pluricelulares, briófitas e pteridófitas	1. Algas pluricelulares	1. Clorófitas; 2. Rodófitas; 3. Feófitas; 4. A importância das algas; 5. Algas e desequilíbrios ambientais
	2. Briófitas	1. Musgos; 2. Hepáticas
	3. Pteridófitas	1. Reprodução das pteridófitas
	4. Briófitas e pteridófitas: semelhanças e diferenças	-
8. Reino Plantae (III): Gimnospermas e angiospermas	1. Gimnospermas: sementes nuas	1. Órgão de reprodução e mecanismo reprodutivo; 2. O tubo polínico e a independência da água para a fecundação
	2. Angiospermas: sementes em frutos	1. Importância das angiospermas; 2. Reprodução das angiospermas; 3. Frutos: estrutura e classificação; 4. Sementes: estrutura e dispersão
	3. Relação gametófito x esporófito	-
9. Reino Animalia (I): Aspectos gerais	1. Os filos do Reino Animalia	1. Reino Porífera; 2. Reino Coelenterata; 3. Filo Platyhelminthes; 4. Filo Annelida; 5. Filo Arthropoda; 6. Filo Mollusca; 7. Filo Echinodermata; 8. Filo Chordata
	2. Noções básicas de embriologia animal	1. Formação básica de embriologia animal; 2. Classificação dos animais pelo desenvolvimento embrionário
	3. Temperatura do corpo e atividade enzimática	1. A classificação animal pela temperatura corpórea
10. Reino Animalia (II): Poríferos, celenterados, platelmintos e nematelmintos	1. Porífero: os animais menos complexos	1. Estrutura, organização do corpo e características gerais dos poríferos; 2. Reprodução dos poríferos
	2. Celenterados: surge uma cavidade digestória	1. Estrutura, organização do corpo e características gerais dos celenterados; 2. Classificação dos celenterados; 3. Reprodução dos celenterados
	3. Platelmintos, vermes de corpo achatado	1. Características gerais dos platelmintos; 2. Classificação dos platelmintos; 3. Os principais platelmintos parasitas do ser humano
	4. Nematóides: surge o sistema digestório completo	1. Características gerais dos nematóides; 2. Principais nematóides parasitas do ser humano
11. Reino Animalia (III): Anelídeos, artrópodes, moluscos e equinodermos	1. Anelídeos, animais de corpo dividido em anéis	1. Características gerais dos anelídeos; 2. Classificação dos anelídeos; 3. Reprodução dos anelídeos
	2. Artrópodes, o grupo mais numeroso	1. Características gerais dos artrópodes; 2. Classificação dos artrópodes
	3. Molusco, animais de corpo mole, geralmente envolvido por conchas	1. Características gerais dos moluscos; 2. Classificação dos moluscos
	4. Equinodermos, invertebrados exclusivamente marinhos	1. Características gerais dos equinodermos; 2. Classes dos equinodermos
12. Reino Animalia (IV): Cordados	1. Os cordados: características gerais e divisão	1. As divisões do filo Chordata
	2. Protocordados: características gerais e divisão	1. As divisões dos protocordados
	3. Eucordados: características gerais, divisão e linha evolutiva	1. Divisão e linha evolutiva dos vertebrados
	4. Classe Cyclostomata (ciclostomados)	-
	5. Superclasse Pisces (peixes)	1. Características gerais dos peixes; 2. Os peixes cartilaginosos; 3. Os peixes ósseos; 4. Principais diferenças entre peixes cartilaginosos e peixes ósseos
	6. Classe Amphibia (anfíbios)	1. Características gerais dos anfíbios; 2. Ordens de

			anfíbios
		7. Classe Reptilia (répteis)	1. Características gerais dos répteis; 2. Características que tornaram possível a conquista da terra firme - um resumo; 3. Ordem de répteis
		8. Classes Aves (aves)	1. Características gerais das aves; 2. Ordens das aves
		9. Classe Mammalia (mamíferos)	1. Características gerais dos mamíferos; 2. Ordens de mamíferos
2. Fisiologia Vegetal	13. O equilíbrio hídrico nos vegetais	1. Absorção de água e sais minerais	1. Morfologia externa de uma raiz, estrutura de absorção e de fixação; 2. Outras estruturas de absorção; 3. Absorção de água; 4. Absorção de sais minerais; 5. A diversidade de raízes
		2. Transporte de seivas	1. O transporte de seiva bruta; 2. Teoria da tensão-coesão: seiva bruta em estado de tensão; 3. A pressão da raiz: seiva bruta com pressão negativa; 4. O transporte de seiva elaborada; 5. Fluxo da seiva orgânica: hipótese de Münch; 6. Fluxo descendente e ascendente; 7. Cintamento ou anel de casca; 8. A diversidade de caules
		3. Transpiração nos vegetais	1. Cutícula e estômatos; 2. A importância da transpiração; 3. A transpiração estomática; 4. A transpiração cuticular; 5. As folhas: morfologia externa e diversidade
		4. O equilíbrio hídrico e a conquista da terra firme	1. Adaptações para a vida terrestre; 2. Adaptações para climas secos
	14. Fotossíntese, hormônios, movimentos e fotoperiodismo	1. Fotossíntese	1. Fatores que interferem na fotossíntese; 2. Classificação das plantas em relação ao ponto de compensação luminoso
		2. Hormônios vegetais	1. Auxinas
		3. Movimentos vegetais	1. Os tropismos; 2. Os tactismos; 3. Os nastismos
		4. Fotoperiodismo	1. Classificação das plantas quanto à floração e ao foto período
3. Fisiologia Animal	15. A digestão	1. O que é digestão?	-
		2. Tipos de digestão	1. Digestão intracelular; 2. Digestão extracelular
		3. Aspectos gerais da digestão	1. Seres com digestão intracelular; 2. Seres com digestão intra e extracelular; 3. Seres com digestão extracelular; 4. Sistema digestório incompleto; 5. Sistema digestório completo
		4. Digestão humana	1. O tubo digestório humano; 2. Principais hidrólises na digestão humana
	16. A respiração	1. O que é respiração?	-
		2. Tipos de respiração animal	1. Respiração tegumentar ou cutânea; 2. Respiração branquial; 3. Respiração traqueal; 4. Respiração pulmonar
		3. A evolução dos órgãos respiratórios nos animais	-
		4. A respiração humana	1. Órgãos do tubo respiratório; 2. Inspiração e expiração; 3. O transporte de gases respiratórios; 4. O ritmo respiratório
	17. A circulação	1. Tipos de circulação	1. Circulação aberta e fechada; 2. Circulação simples e dupla; 3. Circulação completa e incompleta
		2. Circulação humana	1. Pequena circulação e grande circulação; 2. O coração humano
		3. O sistema linfático	1. Constituição e funções do sistema linfático
	18. A excreção	1. Excretas nitrogenados	1. A amônia; 2. A uréia; 3. O ácido úrico
		2. Classificação dos animais em relação ao excreta nitrogenado	-
		3. Ciclo da ornitina: transformação de amônia em uréia	1. Fígado e uréia; 2. Reagentes e produtos do ciclo da ornitina
		4. Excreção em alguns grupos de seres vivos	1. Células-flama; 2. Nefrídios; 3. Túbulos de Malpighi; 4. Glândulas verdes; 5. Rins
		5. Excreção humana	1. A constituição do rim humano; 2. A formação

			da urina; 3. Reabsorção renal
	19. A coordenação nervosa	1. O sistema nervoso dos invertebrados	-
		2. O sistema nervoso dos vertebrados	1. Sistema nervoso central (SNC); 2. Sistema nervoso periférico (SNP); 3. Substância cinzenta e substância branca; 4. O arco reflexo; 5. O que é sistema nervoso autônomo (SNA)?
		3. Os órgãos dos sentidos	1. Visão; 2. Audição; 3. Os receptores cutâneos; 4. Olfato; 5. Paladar
	20. A regulação hormonal	1. Glândulas endócrinas humana e a produção de hormônios	1. A regulação endócrina
		2. Glândulas endócrinas humanas e seus hormônios	1. A hipófise; 2. A glândula tireóide; 3. As glândulas paratireóides; 4. O pâncreas; 5. As supra-renais ou adrenais; 6. As glândulas sexuais
PAULINO (2005) - Biologia Volume 3: Genética; Evolução; Ecologia			
1. Reprodução e Desenvolvimento	1. A reprodução e seus tipos básicos	1. A reprodução assexuada ou agâmica	1. Cissiparidade; 2. Esporulação; 3. Gemiparidade ou brotamento; 4. Estrobilização; 5. Regeneração; 6. Propagação vegetativa
		2. A reprodução sexuada ou gâmica	1. Vantagens e desvantagens da propagação sexuada
		3. Casos especiais de reprodução	1. A partenogênese; 2. A poliembrião
	2. Reprodução humana	1. Sistema genital masculino	-
		2. Sistema genital feminino	-
		3. Gametogênese	1. A espermatogênese; 2. A ovogênese
		4. Fecundação	-
		5. Regulação hormonal	1. O controle hormonal masculino; 2. O controle hormonal feminino
	3. Embriologia	1. Tipos de óvulos	-
		2. Segmentação e clivagem	1. Tipos de segmentação; 2. Segmentação total ou holoblástica; 3. Segmentação parcial ou meroblástica
		3. Gastrulação	-
		4. Organogênese	-
		5. Anexos embrionários	1. Vesícula vitelínica; 2. Âmnio; 3. Córion ou serosa; 4. Alantóide; 5. Placenta
2. Genética	4. Conceitos básicos de genética e a Primeira Lei de Mendel	1. Engenharia genética : a manipulação do DNA	-
		2. O conceito de gene	1. Genes e cromossomos; 2. Cromossomos homólogos e genes alelos
		3. Mendel, o "pai" da genética moderna	1. O trabalho de Mendel; 2. Conclusão mendeliana: os fatores hereditários
		4. Formulação da Primeira Lei de Mendel	-
		5. Convenções da Genética	1. Genótipo; 2. Fenótipo; 3. Genótipo, fenótipo e meio ambiente
		6. Cruzamento-teste	-
		7. Exercícios comentados	-
		8. Ausência de dominância	1. Herança intermediária; 2. Co-dominância
		9. Noções de probabilidade	1. Fórmula e exemplos; 2. A regra da adição (regra do 'ou') e exemplos; 3. A regra da multiplicação (regra do 'e') e exemplos
	5. A Segunda Lei de Mendel	1. Um exemplo clássico de diíbrido	1. Interpretação dos resultados
		2. Formulação da Segunda Lei de Mendel	-
		3. Exercício comentados	-
	6. Polialelia: alelos múltiplos	1. A coloração da pelagem de coelhos	1. Exercícios comentados
		2. O sistema ABO	1. Recordando a relação antígeno x anticorpo; 2. Aglutinogênios e aglutininas no sistema ABO; 3. Transfusões sanguíneas; 4. Herança do sistema ABO
		3. O fator Rhesus (fator Rh)	1. O Rh+ e o Rh-; 2. A herança do fator Rh; 3.

			Eritoblastose fetal (EF) ou doença hemolítica do recém-nascido (DHRN)
		4. Grupos sanguíneos do sistema MN	1. Fenótipos e genótipos do sistema MN; 2. Exercícios comentados sobre grupos sanguíneos
	7. A herança do sexo	1. Os cromossomos sexuais	1. Sexo feminino: homogamético; 2. Sexo masculino heterogamético
		2. Herança ligada ao sexo	1. Daltonismo; 2. A hemofilia; 3. Exercícios comentados sobre daltonismo e hemofilia
		3. Herança restrita ao sexo	-
		4. Herança influenciada pelo sexo	-
		5. Algumas casos de alterações cromossômicas.	1. Síndrome de Turner; 2. Síndrome de Klinefelter; 3. Síndrome de Down; 4. Aneuploidias: o cariótipo alterado
	8. Interação gênica	1. Formas da crista de galinhas: um exemplo de interação gênica	1. Exercício comentado
		2. Epistasia	1. Exercício comentado
		3. Herança quantitativa	1. Exercício comentado
		4. Pleiotropia	-
	9. Linkage e mapeamento genético	1. Linkage total ou completo: cromossomos bivalentes e gametas parentais	-
		2. Linkage parcial ou incompleto: crossing-over e gametas recombinantes	-
		3. Teoria cromossômica da herança	-
		4. Método para descobrir a ocorrência de linkage	-
		5. Mapeamento genético	1. A determinação da ordem dos genes no mapa genético; 2. Exercícios comentados
3. Evolução	10. O mecanismo evolutivo	1. Conceito de adaptação	1. Um exemplo clássico de adaptação; 2. Adaptação e ambiente
		2. Lamarck e o mecanismo evolutivo	1. As leis básicas de Lamarck; 2. A explicação de Lamarck para sua hipótese; 3. Lamarckismo x fundamento científico
		3. Darwin e o mecanismo evolutivo	1. Observações preliminares de Darwin; 2. A seleção natural; 3. Darwin x Lamarck
		4. Neodarwinismo: ampliação das idéias de Darwin	1. Comparação esquemática entre darwinismo e neodarwinismo
		5. Especiação, a formação de novas espécies	-
	11. Evidências da evolução	1. Homologia	1. A irradiação adaptativa e os órgãos homólogos
		2. Analogia	1. Os órgãos análogos e adaptações convergentes
		3. Órgãos vestigiais	-
		4. Semelhanças embrionárias	-
		5. Os fósseis	-
		6. O ser humano e seus parentes mais próximos	1. Gênero Australopithecus; 2. Gênero Homo
	12. Genética de populações	1. População em equilíbrio	1. Teorema das populações em equilíbrio; 2. Demonstração do modelo de Hardy-Weinberg
		2. População em evolução	1. Fatores evolutivos: a alteração no pool gênico das populações
4. Ecologia	13. Introdução à ecologia	1. Equilíbrio biológico	-
		2. Ecologia, a ciência da sobrevivência	1. Conceitos básicos
		3. Componentes de um ecossistema	1. Os componentes bióticos; 2. Os componentes abióticos
	14. Cadeias alimentares: fluxo de energia e de matéria no ecossistema	1. Cadeias alimentares	1. Níveis tróficos da cadeia alimentar
		2. Características do fluxo energético	1. Fluxo decrescente e unidirecional; 2. Diferença entre fluxo de energia e de matéria
		3. Pirâmides ecológicas	1. A pirâmide de energia; 2. A pirâmide de biomassa; 3. A pirâmide de números

	15. Ciclos biogeoquímicos	1. Ciclo do carbono	-
		2. Ciclo do nitrogênio	1. A fixação biológica do N ₂ ; 2. A nitrificação
		3. Ciclo do oxigênio (O ₂)	-
		4. Ciclo da água	-
	16. As populações naturais	1. Aspectos de uma população	1. Densidade; 2. Taxas de natalidade, mortalidade, imigração e emigração
		2. Fatores limitantes do crescimento populacional	1. Predatismo; 2. Parasitismo; 3. Competição; 4. Disponibilidade de alimento e espaço; 5. Potencial biótico e resistência ambiental
		3. Habitat e nicho ecológico	-
	17. Relações ecológicas	1. Classificação das relações ecológicas	-
		2. As colônias	1. Colônias homomorfas; 2. Colônias heteromorfas
		3. Sociedades	1. Sociedade de abelhas; 2. Sociedade de saúvas; 3. Sociedade de cupins
		4. Inquilinismo	-
		5. Comensalismo	-
		6. Mutualismo	1. Mutualismo obrigatório; 2. Mutualismo não-obrigatório
		7. Antibiose ou amensalismo	-
		8. Predatismo, parasitismo e competição	-
		9. Uma representação das relações interespecíficas	-
	18. Sucessões ecológicas	1. As fases de uma sucessão ecológicas	1. Comunidade pioneira; 2. Comunidade intermediária; 3. Comunidade clímax
		2. Características das fases de uma sucessão	1. Produção primária bruta e produção primária líquida; 2. A diversidade de espécies e o surgimento de novos nichos
		3. Tipos principais de sucessões ecológicas	1. Sucessões primárias; 2. Sucessões secundárias
	19. A biosfera e suas divisões	1. Apresentação dos biociclos	-
		2. As formações vegetais da Terra	1. Tundra: a vegetação rasteira do Ártico; 2. Taiga: o predomínio de coníferas; 3. Florestas temperadas decíduas: a queda de folhas no inverno; 4. Florestas tropicais: quentes e úmidas; 5. Campo: predomínio das gramíneas; 6. Deserto: a escassez de água
		3. Principais formações vegetais do Brasil	1. Floresta amazônica; 2. Zona dos cocais; 3. Caatinga; 4. Campos cerrados; 5. Mata atlântica; 6. Mata das Araucárias; 7. Pampas; 8. Mangues
		4. Regiões faunísticas da Terra	1. Região neártica; 2. Região Paleártica; 3. Região etiópica; 4. Região australiana; 5. Região oriental; 6. Região neotropical
		5. Os ambientes aquáticos	1. Os seres aquáticos quanto à locomoção; 2. Ambientes marinhos
		1. Formas de desequilíbrios ambientais	-
	20. Desequilíbrios ambientais	2. Os principais tipos de poluição	1. Monóxido de carbono (CO); 2. Dióxido de carbono (CO ₂); 3. Dióxido de enxofre (SO ₂); 4. Óxidos de nitrogênio (Nox); 5. Eutrofização; 6. Agrotóxicos; 7. Radioatividade; 8. Metais pesados; 9. Petróleo; 10. Poluição térmica; 11. Detergentes; 12. Queimadas

(H) SILVA Jr. e SASSON (2005)

SILVA Jr. e SASSON (2005) - Biologia Volume 1: As características da vida; Biologia Celular; Vírus: entre moléculas e células; A origem da vida; Histologia animal			
Unidade	Capítulo	Tópicos	Sub-Tópicos
1. As características da	1. Características dos	1. Semelhantes e diferentes	

vida	seres vivos	2. Os seres vivos têm organização celular	1. <i>Células: as unidades da vida</i>
		3. Os seres vivos se desenvolvem	-
		4. Os seres vivos crescem	-
		5. Os seres vivos têm metabolismo	-
		6. Os seres vivos respondem a estímulos	-
		7. Os seres vivos se reproduzem	1. <i>O DNA é a marca da espécie; 2. Os dois tipos de reprodução</i>
		8. Os seres vivos evoluem	1. <i>Evoluir é mudar; 2. Evoluir é adaptar-se</i>
	2. Níveis de organização: os diferentes enfoques em Biologia	1. A vida sob diversos pontos de vista	-
		2. Dos átomos e moléculas ao organismo	1. <i>Átomos e moléculas; 2. Orgânulos e células; 3. Tecidos; 4. Órgãos; 5. Sistemas; 6. Organismo</i>
		3. Da população a Biosfera	1. <i>População; 2. Comunidade; 3. Ecossistema; 4. Biosfera</i>
		4. Os níveis de organização nos três volumes desta coleção	-
2. A química da célula	3. A água e os sais minerais	1. Introdução	-
		2. A composição química de um ser vivo	-
		3. Água: um solvente por excelência	-
		4. Sais minerais: funções diversificadas	-
	4. Açúcares e gorduras: a energia armazenada	1. Substâncias energéticas	-
		2. Carboidratos: principalmente energia	1. <i>Os monossacarídeos; 2. Os oligossacarídeos e os polissacarídeos</i>
		3. Lipídios: construção e reserva de energia	1. <i>Lipídios simples; 2. Lipídios compostos; 3. Esteróides</i>
	5. As substâncias da vida 1: as proteínas	1. As macromoléculas da vida	-
		2. Os três papéis das proteínas	-
		3. Aminoácidos: as unidades de construção da proteína	1. <i>Aminoácidos naturais e essenciais; 2. A ligação peptídica</i>
		4. A estrutura da proteína	-
		5. Proteínas: relação entre forma e função	1. <i>Proteína "deformada" perde a função</i>
		6. Proteínas: material de construção	-
		7. Enzimas: proteínas catalisadoras	-
		8. Proteínas de defesa: os anticorpos	-
	6. As substâncias da vida 2: os ácidos nucleicos	1. DNA e RNA: os ácidos nucleicos	-
		2. A duplicação do DNA mantém as características hereditárias	-
		3. O DNA fabrica o RNA, através do qual controla a atividade celular	-
		4. Duplicação, transcrição e tradução	-
3. A vida no nível da célula	7. A descoberta das células: os tipos de células	1. Células e microscópios	1. <i>A teoria celular; 2. Microscópio óptico e coloração; 3. O microscópio eletrônico: uma revolução na citologia; 4. Tamanho e poder de resolução</i>
		2. Células procarióticas e eucarióticas: dois modelos	1. <i>A bactéria: um exemplo de célula procariótica; 2. A célula eucariótica vegetal; 3. A célula eucariótica animal</i>
	8. As membranas celulares: entrada e saída de substâncias	1. Células: a manutenção da identidade	-
		2. Proteínas associadas a lipídios	-

		3. Trocas entre a célula e o meio	1. <i>Difusão: um fenômeno físico; 2. A difusão na células; 3. Osmose: uma caso especial de difusão; 4. Consequências da osmose em células animais</i>
		4. Osmose na célula vegetal: um caso à parte	1. <i>A arquitetura da célula vegetal; 2. Células flácidas, túrgidas, plasmolisadas e murchas ao ar; 3. Uma equação que descreve a osmose vegetal; 4. A difusão facilitada; 5. O transporte ativo; 6. A bomba de sódio e de potássio; 7. Características do transporte ativo</i>
		5. Um resumo: os tipos de transporte através da membrana	-
		6. Fagocitose e pinocitose: dois casos de endocitose	1. <i>Fagocitose; 2. Pinocitose</i>
	9. O citoplasma: onde as reações acontecem	1. Citoplasma: antes e depois do microscópio eletrônico	-
		2. Hialoplasma	-
		3. Retículo endoplasmático	1. <i>O retículo endoplasmático liso; 2. O retículos endoplasmático rugoso e os ribossomos</i>
		4. Sistema golgiense	1. <i>Papel do sistema golgiense; 2. outras funções do sistema golgiense</i>
		5. A relação entre o retículo e o sistema golgiense	-
		6. Os lisossomos e o seu papel	1. <i>Outros exemplos da ação dos lisossomos</i>
		7. Peroxissomos	-
		8. Mitocôndrias: as casas de força	-
		9. Os plastos	1. <i>Os cloroplastos: sua estrutura e sua função</i>
		10. Citoesqueleto: microfilamentos e microtúbulos	-
		11. Centríolos	-
		12. Os cílios e os flagelos: ocorrência	1. <i>A estrutura dos cílios e dos flagelos</i>
		13. Vacúolos	-
	10. O núcleo celular	1. Núcleo, memória e controle da célula	-
		2. Intérfase e divisão	-
		3. Os componentes do núcleo	1. <i>Carioteca, suco nuclear e nucléolos; 2. A cromatina vira cromossomo?</i>
		4. Cromossomos homólogos	1. <i>Origem dos homólogos e genes alelos</i>
		5. Célula haplóide e cariótipo	-
	11. Divisão celular	1. Os dois tipos de divisão	-
		2. Mitose	1. <i>Mitose e o número de cromossomos; 2. Etapas da mitose; 3. Mitoses em células vegetais</i>
		3. Atividade química da célula na interfase	-
		4. Colchicina: um bloqueador da mitose	-
		5. Meiose	1. <i>Meiose x fecundação; 2. Meiose e número de cromossomos; 3. Resumo das fases da meiose; 4. Descrição das etapas</i>
		6. A importância do crossing-over	-
4. O metabolismo celular	12. As enzimas e o metabolismo	1. O que é metabolismo	-
		2. Enzimas: a chave para uma fechadura	1. <i>As reações enzimáticas; 2. As enzimas agem em tubo de ensaio</i>
		3. Uma enzima sempre presente: a catalase	-
		4. Os fatores que influenciam o funcionamento das enzimas	1. <i>As enzimas e o pH; 2. As enzimas e a temperatura; 3. As enzimas e a concentração de substrato</i>
		5. Enzimas e coenzima	-

	13. Os seres vivos e a energia 1: fermentação e respiração	1. Células e energia	-
		2 A energia “escondida” nas moléculas	-
		3. Respiração e fermentação: duas maneiras diferentes de obter energia	-
		4. ATP: a moeda energética dos seres vivos	-
		5. Comparando respiração e fermentação	-
		6. Fermentação alcoólica: alguns detalhes	-
		7. Respiração aeróbia: uma visão do processo	-
		8. Respiração: detalhando os processos	1. O transporte de hidrogênios; 2. A glicólise; 3. O ciclo de Krebs: "moendo" o ácido acético; 4. A cadeia respiratória; 5. Por que se morre sem oxigênio?
		9. O balanço energético da respiração	-
		10. Localização das etapas da respiração na mitocôndria	-
		11.Os vários tipos de acceptor final	-
	14. Os seres vivos e a energia 2: fotossíntese	1. A equação da fotossíntese	-
		2. Sol, plantas, animais e ATP	-
		3. A origem do oxigênio	-
		4.Visão geral do processo fotossintético	1. Reações de claro; 2. Reações de "escuro"
		5. Detalhando as reações de claro	1. A fotólise da água; 2. A fosforilação
		6. Detalhando as reações de “escuro”	-
		7. Localização das etapas no cloroplasto	-
		8. A fotossíntese bacteriana	1. Quimiossíntese
	15. O metabolismo de controle: O DNA, O RNA e a síntese de proteínas	1. Compreendendo a estrutura do DNA e do RNA	1. Nucleotídeos: as unidades da macromolécula; 2. A molécula de DNA; 3. A individualidade da molécula de DNA; 4. Estrutura do RNA
		2. Como o DNA se duplica	1. A duplicação começa em vários pontos do cromossomo ao mesmo tempo; 2. Como o DNA fabrica o RNA; 3. Diferenças entre a duplicação de DNA e a síntese de RNA
		3. Síntese de proteínas	1. O código genético; 2. Os tipos de RNA que participam da síntese de proteínas; 3. As linhas de montagem de proteínas: os polirribossomos; 4. Um resumo do funcionamento dos ácidos nucleicos
		4. Uma definição de gene	-
		5. Mutações gênicas	-
	5. Vírus: entre moléculas e células	16. Os vírus	1. Como são os vírus
2. Vírus de DNA e de RNA: as diferenças no metabolismo			1. Bacteriófago: um DNA-vírus; 2. HIV: um RNA-vírus
3. Os vírus e as doenças			-
4. Nossas defesas contras os vírus			-
6. A origem da vida	17. A evolução das moléculas e o surgimento da vida	1. As três proposições sobre a origem da vida	-
		2. Orgânico x Inorgânico	-
		3. As idéias de Oparin	-
		4. Miller e Fox: a comprovação experimental	-
		5. Do coacervado ao organismo	-

		6. As idéias recentes: Oparin rediscutido	1. As condições primitivas foram outras; 2. Argila ou rochas quentes?; 3. Como apareceram os genes? 4. Células ou genes: o que veio primeiro; 5. Código genético: a grande dúvida		
		7. Os primeiros seres vivos	1. Os heterótrofos foram os primeiros?; 2. Os primeiros eram fermentadores; 3. A fotossíntese é "inventada"; 4. Aparece a respiração		
		8. A origem da célula: do procarionte ao eucarionte	-		
		9. Mitocôndrias e cloroplastos: antigas bactérias?	-		
		10. Combinando as duas hipóteses	-		
		7. Histologia animal	18. Os tecidos	1. Diferenciação celular e tecidos	-
				2. A caracterização dos tecidos	-
				3. A classificação dos tecidos	-
				4. Os epitélios	1. Os tipos de epitélios; 2. A epiderme: um epitélio muito especial; 3. Duas glândulas da pele
				5. As glândulas	-
19. Os tecidos conjuntivos	1. O colágeno		-		
	2 Tecido conjuntivo		1. Tecido conjuntivo frouxo; 2. Tecido conjuntivo denso		
	3. Tendões e ligamento		-		
	4. Tecido adiposo		-		
20. Os tecidos conjuntivos de sustentação	1. Cartilagens e ossos		-		
	2. O tecido cartilaginoso		-		
	3. O tecido ósseo		1. A composição química do tecido ósseo		
	4. As partes de um osso longo		1. A estrutura do osso compacto; 2. Osteoblastos x osteoclastos		
21. O sangue: um tecido conjuntivo líquido	1. Funções do sangue		-		
	2. Características do sangue		-		
	3. Componentes do sangue		1. As hemácias; 2. Os leucócitos; 3. As plaquetas		
	4. Hemocitopoese		-		
22. O tecido muscular	1. A fibra muscular		-		
	2. A composição química das fibras musculares		-		
	3. Os tipos de fibras musculares		1. A fibra muscular estriada		
	4 A química da contração		-		
	5 Os músculos		1. O músculo estriado		
	6. Noções de fisiologia muscular		-		
23. O tecido nervoso	1. Regulação e coordenação		-		
	2. Os neurônios		1. Tipos e localização dos neurônios		
	3. A mielina		-		
	4. A neuroglia		-		
	5. A fisiologia neuronal		-		
	6. A condução saltatória		-		
	7. As sinapses		1. Uma sinapse especial		
	8. Fibras nervosas		-		
	9. Gânglio		-		
SILVA Jr. e SASSON (2005) - Volume 2: Seres vivos: estrutura e função					
1. Biodiversidade e classificação	1. A biodiversidade	1. O que é biodiversidade?	-		
		2. Ainda biodiversidade	-		
		3. Uma estimativa da biodiversidade	-		
		4. A biodiversidade e a história geológica	-		
	2. A classificação biológica	1. Por que classificar?	-		
		2. A classificação de uma	-		

		espécie: o cão	
		3. Classificação e homologia	-
		4. O conceito de espécie	-
		5. A nomenclatura biológica	-
		6. O sistema de cinco reinos	-
		7. A caracterização dos reinos	-
2. Os reinos mais simples	3. O reino Bacteria (Monera)	1. As arqueobactérias	-
		2. As eubactérias	-
		3. Formas e funções	-
		4. A reprodução	-
		5. Os esporos	-
	4. O reino Protocista (Protista)	1. Introdução	-
		2. Caracterização dos protocistas	-
		3. Protocistas autótrofos unicelulares	1. A reprodução; 2. As gamófitas (conjugadas)
		4. Protocistas autótrofos pluricelulares	1. Protozoários de água doce; 2. Protozoários marinhos; 3. A reprodução; 4. Protozoários parasitas; 5. Os filamentos de protozoários
		5. Protocistas heterótrofos	-
	5. O reino Fungi	1. A ocorrência dos fungos	-
		2. A estrutura	-
		3. O heterotrofismo	-
		4. A reprodução	-
		5. Os grupos de fungos	1. Zigomicetos (ficomicetos); 2. Basidiomicetos; 3. Ascomicetos
		6. Os líquens	1. A estrutura
3. O reino Animalia	6. A caracterização dos animais	1. O que são animais?	-
		2. A organização dos animais	-
		3. Características anatômicas	1. A simetria; 2. A segmentação
		4. Características embriológicas	-
	7. Animais diblásticos	1. Os poríferos: animais filtradores	1. A reprodução
		2. Os cnidários (celenterados): animais urticantes	1. A locomoção; 2. A reprodução
	8. Os vermes	1. O que são vermes?	-
		2. Os platelmintos de vida livre	-
		3. Os platelmintos parasitas	-
		4. Os nematódeos	-
		5. Os anelídeos	1. A primeira ocorrência de um sistema circulatório; 2. Um complexo sistema nervoso; 3. A diversidade alimentar dos anelídeos; 4. A reprodução
	9. Moluscos e equinodermos	1. Os moluscos, animais de corpo mole	1. Moluscos filtradores; 2. Moluscos predadores; 3. As conchas; 4. A respiração, a circulação e a excreção; 5. O sistema nervoso; 6. A reprodução
		2. Os equinodermos, de novo a simetria radial	1. Um celoma especial; 2. O sistema ambulacrário, uma exclusividade; 3. Um forte e eficiente esqueleto; 4. A alimentação; 5. A reprodução
	10. Os artrópodes	1. A vida dos artrópodes	-
		2. As características dos artrópodes	-
		3. Os insetos	1. A estrutura; 2. As funções; 3. A reprodução; 4. A classificação
		4. Os quilópodos e os diplópodos	-
		5. Os crustáceos	1. A estrutura; 2. A reprodução
		6. Os aracnídeos	1. A estrutura; 2. As funções; 3. A reprodução
		7. Aranhas, escorpiões e ácaros	-
		8. Primeiras ocorrências	-

11. Os cordados	1. Introdução	-
	2. Os protocordados	1. <i>Cefalocordados</i> ; 2. <i>Urocordados</i>
	3. Os vertebrados (craniados)	1. <i>As características</i>
12. Ciclóstomos e peixes	1. Introdução	-
	2. Os ciclóstomos	-
	3. Os peixes	-
	4. Os condríctios	1. <i>As funções</i> ; 2. <i>A reprodução</i>
	5. Os osteíctios	1. <i>As funções</i> ; 2. <i>A reprodução</i>
13. Os anfíbios	1. Introdução	-
	2. As funções	-
	3. A reprodução	-
	4. A metamorfose	-
	5. As três ordens de anfíbios	-
14. Os répteis	1. Introdução	-
	2. As funções	-
	3. A reprodução	-
	4. As ordens de répteis	-
	5. Os ofídios	-
15. As aves	1. Introdução	-
	2. As penas	-
	3. Pulmões muito especiais	-
	4. A circulação	-
	5. A digestão	-
	6. O sistema nervoso e os órgãos sensoriais	-
	7. A reprodução	-
16. Os mamíferos	1. Introdução	-
	2. As funções	-
	3. A reprodução	-
	4. A classificação	-
17. As relações animais-seres humanos	1. Introdução	-
	2. Acidentes vulnerantes	1. <i>Acidentes vulnerantes com animais aquáticos</i>
	3. Anfíbios venenosos	-
	4. Animais aquáticos venenosos	-
	5. Animais que causam intoxicação alimentar	-
	6. Acidentes com insetos	1. <i>Himenópteros</i> ; 2. <i>Lepidópteros</i>
	7. Acidentes com aranhas	-
	8. Acidentes com escorpiões	-
	9. Acidentes com lacraias	-
	11. As cobras	1. <i>A identificação das peçonhentas e das não-peçonhentas</i> ; 2. <i>As peçonhentas mais comuns e seus venenos</i> ; 3. <i>Os princípios ativos dos venenos</i> ; 4. <i>A profilaxia</i> ; 5. <i>A extração do veneno</i>
18. O parasitismo	1. Introdução	-
	2. Os principais parasitas	-
	3. Um exemplo de parasitismo	-
	4. A ação dos parasitas sobre os hospedeiros	-
	5. As adaptações dos parasitas	-
	6. As adaptações dos hospedeiros	-
	7. Os vírus	-
	8. As bactérias parasitas	-
	9. As protozooses	1. <i>A doença de Chagas (trypanossomíase)</i> ; 2. <i>A malária</i> ; 3. <i>A amebíase</i>
	10. Os vermes parasitas	1. <i>O Schistosoma mansoni</i> ; 2. <i>As tênias</i> ; 3. <i>O Ascaris lumbricoides</i>
	11. Os artrópodes de importância parasitológica	1. <i>Os insetos</i>

4. Fisiologia humana	19. Homeostase e proteção	1. Introdução	-
		2. A homeostase	-
		3. A proteção pelo sistema tegumentar	-
	20. Metabolismo e nutrição	1. Introdução	-
		2. O metabolismo	-
		3. A nutrição	1. Os alimentos; 2. A alimentação diária; 3. A importância nutricional das proteínas; 4. As gorduras e o colesterol; 5. As vitaminas
	21. A digestão	1. O processo digestivo	-
		2. A digestão no ser humano	-
		3. Regulação da digestão	-
	22. A circulação	1. Introdução	-
		2. O sangue	1. Plasma; 2. Hemácias
		3. A circulação dupla	1. O coração e as válvulas; 2. Os vasos sanguíneos; 3. O trabalho cardíaco; 4. A linfa; 5. Os linfonodos
	23. A respiração	1. Introdução	-
		2. A solubilidade dos gases	-
		3. Os gases respiratórios	-
		4. O sistema respiratório	-
		5. As trocas gasosas	-
		6. O transporte de gases	-
		7. A hematose nos pulmões	-
		8. A regulação do ritmo respiratório	-
		9. A capacidade pulmonar	-
	24. A excreção	1. Introdução	-
		2. O sistema urinário	1. Néfrons
		3. A formação da urina	1. Filtração; 2. Reabsorção
		4. O volume da urina	-
		5. A composição da urina	-
		6. Regulação da diurese	-
	25. O sistema nervoso	1. Introdução	-
		2. A origem do sistema nervoso	-
		3. As funções do sistema nervoso	-
		4. A organização do sistema nervoso	-
		5. O sistema nervoso central (SNC)	1. O cérebro; 2. O cerebelo; 3. A medula espinhal
		6. O sistema nervoso periférico (SNP)	1. Os nervos e os gânglios; 2. Os nervos cranianos
		7. As meninges e o liquor	-
		8. O sistema nervoso autônomo (SNA)	1. A integração simpático-parassimpático
		9. Os reflexos	-
	26. O sistema endócrino	1. O que são hormônios?	-
		2. A ação hormonal	-
		3. Hormônios não-glandulares	-
		4. Glândulas endócrinas	1. A hipófise; 2. A tireóide; 3. O pâncreas; 4. As supra-renais (adrenais)
	27. Os sentidos	1. Introdução	-
		2. A fotorrecepção	1. O olho; 2. Formação da imagem; 3. As células fotorreceptoras
		3. A fonorrecepção	1. A orelha humana
		4. A quimiorrecepção	1. A gustação; 2. O olfato
		5. Receptores somatoviscerais	-
	28. A locomoção	1. Introdução	-
		2. Os músculos esqueléticos	-
		3. Os ossos	-
		4. As articulações	1. Uma diartrose complexa, o joelho

	29. A reprodução	5. Lesões articulares	-
		6. Fraturas	-
		1. Introdução	-
		2. Testículos e ovários	-
		3. A gametogênese	-
		4. A espermiogênese	-
		5. A fecundação	-
		6. A segmentação	-
		7. O sistema genital masculino	1. Os testículos e o esperma; 2. Os hormônios masculinos
		8. O sistema genital feminino	1. O ovário; 2. O ciclo menstrual; 3. O ciclo menstrual e fecundação; 4. Regulação hormonal na gravidez
	30. O sistema imune	1. Introdução	-
		2. A fagocitose	-
		3. Antígenos e anticorpos	-
		4. Os linfócitos	-
		5. A resposta imune	-
		6. Os tipos de imunidade	-
5. Reino Plantae	31. Os grupos vegetais e a reprodução	1. Introdução	-
		2. A evolução dos vegetais	-
		3. Os grande filós (divisões) do reino Plantae	-
		4. As briófitas	1. Os musgos; 2. As hepáticas; 3. Os antóceros
		5. As pteridófitas	1. O ciclo reprodutivo de uma samambaia; 2. Heterosporia
		6. As gimnospermas	1. Introdução; 2. A transição pteridófitas-gimnospermas; 3. Esporófito e gametófito; 4. Uma importante aquisição evolutiva; 5. O ciclo reprodutor em Pinus
		7. As angiospermas	1. O óvulo das angiospermas; 2. Estames e pólen; 3. A dupla fecundação; 4. O ciclo reprodutor de uma angiosperma
		8. A evolução do gametófito e esporófito nas plantas	-
	32. A flor, o fruto e a semente	1. A flor	1. Os verticilos; 2. As inflorescências
		2. O fruto	-
		3. A semente	1. Disseminação
	33. A raiz, o caule e a folhas	1. Introdução	-
		2. A raiz	-
		3. O caule	-
		4. A folha	-
		5. A reprodução assexuada nas angiospermas	-
	34. Os tecidos vegetais	1. Introdução	-
		2. Os meristemas	-
		3. Os parênquimas	-
		4. Os tecidos tegumentares	-
		5. Os tecidos secretores	-
		6. Os tecidos de sustentação	-
		7. O tecido condutor	-
	35. Anatomia microscópica das espermatófitas	1. Introdução	-
		2. Monocotiledôneas e Dicotiledôneas	-
		3. Estrutura da raiz	1. Estrutura interna da raiz
		4. Estrutura do caule	1. Estrutura secundária do caule
		5. Estrutura interna da folha	1. Folhas de estrutura especial
	36. Fisiologia 1: a água na planta	1. Introdução	-
		2. O solo	-
		3. A água no solo	-
		4. A absorção de água e sais	-
		5. O caminho da seiva	-

		6. A condução da seiva bruta	-
		7. O floema	-
		8. A teoria de Münch	-
		9. A velocidade e o sentido da condução	-
		10. Transpiração	1. Estruturas e órgãos transpirantes; 2. A medida da transpiração; 3. Provas da transpiração
		11. Os estômatos	1. o mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos; 2. Os fatores que influem nos movimentos dos estômatos
		13. Gutação e exsudação	-
	37. Fisiologia 2: a energia na planta	1. A fotossíntese	1. Introdução; 2. Reação fotossintética; 3. Clorofilas e absorção de luz; 4. Provas da fotossíntese; 5. Fatores que influem na fotossíntese; 6. Fator limitante; 7. Ponto de compensação; 8. Ciclo de Calvin
		2. A respiração	1. Introdução; 2. Prova da respiração; 3. Quociente respiratório
	38. Fisiologia 3: crescimento e desenvolvimento nas plantas	1. Hormônios vegetais	1. Introdução; 2. Auxinas; 3. Funções do AIA; 4. Giberelinas; 5. Citocininas; 6. Etileno; 7. Ácido abscísico (ABA)
		2. Fisiologia da reprodução	1. Introdução; 2. Fotoperiodismo e floração; 3. Fitocromo; 4. Temperatura e floração; 5. Luz e germinação; 6. Fitocromo e germinação
		3. Movimento nas plantas	1. Tropismo; 2. Tactismos; 3. Nastismos
SILVA Jr. e SASSON (2005) - Volume 3: Genética; Evolução; Ecologia			
1. Genética	1. Os trabalhos de Mendel: a primeira lei	1. O mecanismo da herança	-
		2. Os experimentos de Mendel	1. Escolha do material; 2. Escolha das características contrastantes; 3. Tratamento estatístico dos resultados
		3. Uma das experiências de Mendel	1. Os sete caracteres estudados por Mendel
		4. A primeira lei de Mendel	1. Os cromossomos e a primeira lei
		5. Os termos usados em Genética	-
		6. Cruzamento-teste e retrocruzamento	-
		7. Herança sem dominância e co-dominância	-
		8. Os genes letais	-
	2. A primeira lei e a espécie humana	1. A primeira lei e a espécie humana	-
		2. As genealogias	1. Os casamentos consanguíneos; 2. Os gêmeos nas famílias humanas; 3. O que são fenocópias?
	3. Genética e probabilidades	1. Um pouco mais sobre eventos aleatórios	-
		2. A certeza absoluta	-
		3. A regra do “ou”	-
		4. A regra do “e”	-
		5. A probabilidade condicional	-
		6. Desvio: quando o esperado não “bate” com o obtido	-
	4. Os alelos múltiplos	1. O sistema ABO: as substâncias envolvidas	1. Substâncias nas hemácias e no soro; 2. As transfusões possíveis
		2. Grupos sanguíneos: mais do que dois tipos de alelos	1. Os alelos múltiplos surgem por mutação
		3. O sistema MN	-
		4. O fator Rh	1. Eritroblastose fetal: a doença hemolítica do recém-nascido
		5. Genética do fator Rh	-
	5. Cromossomos sexuais	1. Cromossomos autossomos e	1. Menino ou menina?; 2. Cromossomos X e Y;

	e herança	cromossomos sexuais	<i>apenas parcialmente homólogos</i>
		2. Daltonismo: um caso clássico de herança ligada ao sexo	-
		3. Hemofilia: quando o sangramento pode matar	-
		4. Herança autossômica ou herança sexual: como reconhecer	1. Cromatina sexual: só nas fêmeas; 2. Herança influenciada pelo sexo; 3. Alguns sistemas de determinação do sexo; 4. Determinação do sexo pela temperatura
	6. Dois pares de genes 1: a segunda lei de Mendel	1. As experiências de Mendel	1. Interpretação dos resultados
		2. A segunda lei de Mendel	1. Os tipos de gametas e a segunda lei; 2. Usando as probabilidades para resolver problemas relacionados à segunda lei; 3. Descobrimos o número de tipos de gametas; 4. A meiose e a segunda lei de Mendel; 5. Nem sempre a segunda lei é válida
	7. Dois pares de genes 2: <i>linkage</i> , quando a segunda lei não vale	1. Genes ligados x segunda lei	1. Exemplo prático: o cruzamento-teste permite definir o tipo de herança; 2. Mapas genéticos; 3. Linkage: uma notação diferente; 4. Tipos de gametas para três genes ligados
	8. Interação gênica e herança quantitativa	1. O que é interação gênica	1. A forma da crista nas galinhas; 2. Outro tipo de interação: a epistasia; 3. Epistasia dominante; 4. Epistasia recessiva; 5. Interação gênica complementar
		2. Modificação das proporções na interação gênica	1. Herança quantitativa
	9. Anomalias genéticas na espécie humana	1. Anomalia hereditária: gene ou cromossomo?	1. Defeitos nos genes; 2. Defeitos nos cromossomos
		2. Algumas doenças causadas por genes	1. A fenilalanina e as doenças metabólicas
		3. Doenças causadas por aberrações nos cromossomos	1. Como surgem as anomalias numéricas?; 2. As aneuploidias sexuais mais comuns; 3. Cromatina sexual e aneuploidias; 4. O mosaïcismo
	10. Biotecnologia	1. A engenharia genética	1. A mais nova das biotecnologias; 2. Dolly; 3. As "ferramentas" da engenharia genética; 4. Os resultados da engenharia genética
		2. Fingerprints, impressões digitais de DNA	1. A técnica da eletroforese em gel
		3. Os genomas	1. O projeto Genoma Humano (PGH); 2. Uma descoberta brasileira: o genoma da <i>Xylella fastidiosa</i> ; 3. Outros genomas
		4. A clonagem	1. O que são clones; 2. A ovelha Dolly; 3. Clones humanos; 4. A clonagem reprodutora; 5. A clonagem terapêutica
		5. As células-tronco	-
2. Evolução	11. Evolução: a vida em transformação	1. Um fato científico	-
		2. As evidências da evolução	-
		3. A anatomia comparada	-
		4. A embriologia comparada	-
		5. Fósseis: o passado de volta	1. O que são fósseis?; 2. Os fósseis são mais uma evidência de evolução; 3. A idade dos fósseis; 4. Como se formam os fósseis?
		6. A bioquímica comparada	1. O relógio molecular
	12. As teorias da evolução: Lamarck, Darwin e a seleção natural	1. Buffon: as primeiras idéias	-
		2. As idéias de Lamarck	-
		3. As idéias de Darwin	1. A seleção natural
		4. Dois exemplos de seleção natural	1. A anemia falciforme; 2. A resistência de bactérias ao antibiótico: um experimento em seleção natural
		5. Seleção artificial	1. O ambiente segundo Lamarck e segundo Darwin
		6. O neodarwinismo	-
	13. As causas genéticas	1. Evolução e variação	-

2. Ecologia	da variação	2. Mutações: transmissíveis à descendência	1. <i>gênicas ou cromossômica?</i> ; 2. <i>Espontânea ou induzida?</i> ; 3. <i>Sempre ao acaso</i> ; 4. <i>Somática ou germinativa?</i>
		3. Aberrações cromossômicas	1. <i>Aberrações numéricas</i> ; 2. <i>Aberrações estruturais</i>
		4. A recombinação gênica	1. <i>Segregação meiótica e fecundação</i> ; 2. <i>Crossing-over</i>
		5. Mutação e recombinação gênica: qual a diferença?	-
	14. A formação de novas espécies	1. Os mecanismos de especiação	-
		2. Poliploidia: um método de especiação rápida	1. <i>Os tipos de isolamento reprodutivo</i>
		3. A irradiação adaptativa	-
		4. A convergência adaptativa	-
	15. A genética de populações: a evolução em miniatura	1. Evolução: uma mudança na porcentagem de genes	1. <i>Que fatores mudam a taxa dos genes?</i>
		2. O princípio de Hardy-Weinberg (ou as populações que não evoluem)	1. <i>A ilha, os genes e os genótipos</i> ; 2. <i>A população na segunda geração</i> ; 3. <i>Um equilíbrio impossível?</i> ; 4. <i>Como avaliar a frequência de um gene?</i>
		3. Migração: um outro fator de evolução	-
		4. Oscilação genética: o acaso na evolução	-
	16. As origens da espécie humana	1. Prossímios: primatas primitivos	-
		2. A linha evolutiva dos primatas	1. <i>Os primatas de hoje</i>
		3. As tendências na evolução dos primatas	1. <i>A evolução da mão</i> ; 2. <i>Visão em três dimensões</i> ; 3. <i>Os cuidados com a prole</i> ; 4. <i>A postura ereta</i>
		4. Australopithecus: os primeiros hominídeos	1. <i>Australopithecus afarensis</i> ; 2. <i>Australopithecus africanus</i> ; 3. <i>Australopithecus robustus</i> ; 4. <i>Australopithecus boisei</i>
		5. O primeiro Homo: utilizando ferramentas	-
		6. Homo erectus: domesticando o fogo	-
	17. Ecologia e ecossistemas	1. Ecologia e níveis de organização	1. A ciência ecologia ; 2. <i>Preocupação com o ambiente</i> ; 3. <i>Os níveis de organização em ecologia</i>
		2. Ecossistemas: a unidade ecológica	1. <i>Definição de ecossistema</i> ; 2. <i>A lagoa: um exemplo de ecossistema</i>
		3. Níveis trófico na comunidade	1. <i>Produtores</i> ; 2. <i>Consumidores</i> ; 3. <i>Decompositores</i>
		4. Cadeias e teias: as relações alimentares	-
		5. Hábitat e nicho ecológico: o endereço e a profissão	1. <i>A experiência dos paramécios</i>
	18. Energia e matéria nos ecossistemas	1. Cada vez menos energia ao longo da cadeia	-
		2. O fluxo de energia na lagoa: um esquema	-
		3. As pirâmides ecológicas	-
		4. Os ciclos de matéria	1. <i>O ciclo da água</i> ; 2. <i>O ciclo do carbono</i> ; 3. <i>O ciclo do nitrogênio</i> ; 4. <i>O ciclo do fósforo</i>
	19. Populações e comunidades: dois níveis ecológicos	1. I. A dinâmica das populações	-
		2. Equilíbrio e tamanho da população	-
		3. Os atributos da população	-
		4. Potencial biótico x resistência do ambiente	1. <i>Os fatores que mantêm o equilíbrio</i>
		5. Curvas de crescimento das populações	-

	6. II. Comunidade em mudança: a sucessão ecológica	-
	7. O que é sucessão ecológica?	1. A sucessão na lagoa; 2. A sucessão em ambiente terrestre; 3. O vocabulário nas sucessões ecológicas; 4. Um exemplo de sucessão secundária; 5. Tendências ao longo da sucessão; 6. A estabilidade na comunidade clímax
20. Interações biológicas na comunidade: relações entre os seres vivos	1. Interações positivas e negativas	1. O vocabulário usado em ecologia
	2. Mutualismo	1. Os líquens; 2. As bactérias fixadoras de nitrogênio e as raízes das leguminosas; 3. As micorrizas; 4. As bactérias e os ruminantes; 5. A anêmonas e o bernardo-eremita; 6. Os insetos e as flores
	3. Comensalismo	-
	4. Colônias	-
	5. Sociedades	1. Formigas; 2. Abelhas melíferas
	6. Competição	1. Competição intra-específica; 2. Competição interespecífica
	7. Predação	1. Lebres e línxes: a relação presa-predador na natureza; 2. Predador faz bem à presa?
	8. Parasitismo	-
	9. Amensalismo	-
21. Os biomas e a fitogeografia do Brasil: as paisagens biológicas	1. I. Os biomas	-
	2. O conceito de bioma	-
	3. Os fatores abióticos e os biomas	1. De que depende a intensidade de luz?; 2. A luz se transforma em calor; 3. O regime de chuvas do planeta; 4. O efeito da altitude sobre os biomas
	4. Os principais biomas	1. Floresta pluvial tropical; 2. Floresta decídua temperada; 3. Taiga: a floresta de coníferas; 4. Tundra; 5. Campos e desertos; 6. Os ecossistemas de água doce; 7. Ecossistemas marinhos
	5. II. A fitogeografia do Brasil	1. A Floresta Amazônica; 2. As caatingas do Nordeste; 3. Os campos cerrados; 4. O Pantanal; 5. As matas costeiras; 6. As matas de araucárias; 7. Outros tipos de vegetação
	6. As principais zonas de vegetação no Brasil	-
22. O ser humano no ambiente: um impacto na biosfera	1. Os padrões de crescimento populacional nas várias regiões do planeta	-
	2. Os motivos da explosão demográfica	-
	3. As consequências sobre a biosfera	-
	4. Quais são as soluções?	-
	5. O desenvolvimento sustentado	-
	6. A poluição e os poluentes do ar	1. A poluição do ar e a saúde; 2. Uma chuva ácida de ácido sulfúrico; 3. O efeito estufa; 4. O aquecimento global; 5. O protocolo de Kyoto; 6. O buraco na camada de ozônio; 7. A poluição pelo estrôncio 90
	7. Os impactos sobre a água	1. Água potável está acabando?; 2. Eutrofização: a morte por indigestão; 3. O que é DBO?; 4. A poluição pelo calor; 5. A poluição química; 6. Concentrando DDT ao longo da cadeia; 7. Banho de mar: um perigo para a saúde?; 8. Petróleo derramado; 9. O envenenamento do mar: o caso de Minamata
	8. O problema do lixo	1. Repensando o lixo

		9. Os impactos sobre a vida	1. A biodiversidade; 2. O desmatamento e a destruição de espécies; 3. Espécies brasileiras ameaçadas de extinção; 4. A responsabilidade do ser humano na natureza
--	--	-----------------------------	---

(I) FROTA-PESSOA (2005)

FROTA-PESSOA (2005) - Biologia Volume 1: Estrutura e ação			
Unidade	Capítulo	Tópicos	Sub-Tópicos
1. O homem e os micróbios	1. O retrato dos inimigos	1. A invenção do microscópio inaugurou nova era na biologia e na medicina	-
		2. Louis Pasteur e Robert Koch desenvolveram as bases da microbiologia	-
		3. Os vírus só se reproduzem no interior das células vivas, ajudados por elas	-
		4. Vários micróbios vivem no corpo humano: uns inócuos, outros nocivos	-
	2. Armas secretas	1. Os linfócitos atacam micróbios e células defeituosas de várias maneiras	-
		2. Os linfócitos B produzem anticorpos específicos contra os antígenos	-
		3. Os linfócitos T preparam outras células para atacar os micróbios	-
		4. Vacinas inofensivas e eficientes imunizam contra micróbios perigosos	-
		5. Certas infecções são tratadas com soro sanguíneo de animais vacinados	-
	3. Que significa ser vivo?	6. Os antibióticos curam doenças bacterianas, mas não agem contra vírus	-
		1. Composição	-
		2. Organização	-
		3. Metabolismo	-
		4. Excitabilidade	-
		5. Reprodução	-
		6. Crescimento	-
		7. Hereditariedade	-
		8. Evolução	-
		9. Relações com o ambiente	-
		10. Diversidade	-
		11. Vírus, viróides e príons têm certos atributos da vida, mas não outros	-
2. A química da vida	4. Os mistérios dos átomos	1. Os elementos diferem pelo número de prótons quem têm no núcleo atômico	-
		2. A energia dos elétrons é maior nas camadas mais distantes do núcleo	-
		3. Nas ligações covalentes, os átomos se juntam, compartilhando elétrons	-
		4. Na ligação iônica, um átomo cede elétrons a outro e fica carregado	-
		5. Certas reações químicas absorvem energia e outras a desprendem	-
	5. Moléculas gigantes	1. Além do ar e água, certos sais minerais são essenciais à vida das plantas	-
		2. O corpo dos seres vivos é formado por cerca de 12 elementos e seus compostos	-
		3. Os monômeros formam polímeros, como os elos formam uma corrente	-
		4. Os carboidratos são as substâncias orgânicas mais comuns na natureza	-
		5. Os lipídeos são substâncias gordurosas que não se dissolvem na água	-
		6. As proteínas regulam, transportam, sustentam, defendem e movimentam	-
		7. Os ácidos nucléicos determinam como as proteínas são sintetizadas	-
		8. Há quatro tipos de nucleotídeos, conforme a base nitrogenada	-

		presente	
	6. A vida íntima da água	1. A polaridade explica a ligação de hidrogênio, mais fraca que as outras	-
		2. Substâncias dissolvidas em água dissociam seus íons em ânions e cátions	-
		3. O pH mede a acidez ou a alcalinidade produzida pelos íons em um soluto	-
		4. Na difusão, o soluto vai para as zonas em que sua concentração é menor	-
		5. Osmose é a difusão da água através de membranas semipermeáveis	-
		6. Os colóides ocorrem quando existem partículas diminutas dentro d'água	-
3. Célula	7. Um universo agitado	1. A célula contém milhares de substâncias em atividade química constante	-
		2. Multiplicação e diferenciação celulares fazem do embrião um adulto	-
		3. Os fosfolípidios de membrana fazem com que ela seja semipermeável	-
		4. Moléculas grandes ou com carga elétrica só atravessam a membrana com ajuda	-
	8. As organelas	1. As células têm estruturas de suporte como nossos ossos, para mover-se	-
		2. Produção e armazenamento de substâncias acontecem na célula em organelas apropriadas	-
		3. As células também eliminam água em excesso e fazem a digestão de substâncias	-
		4. Nas plantas, a parede celular e o vacúolo central regulam a osmose	-
		5. Os cloroplastos e as mitocôndrias são as usinas que manipulam a energia	-
	9. Atividades	1. Dentro do núcleo ocorre a duplicação do DNA e sua transcrição em RNA	-
		2. Os ribossomos são fabricados no núcleo e migram para o citoplasma	-
		3. Durante a interfase, a célula cresce e seus cromossomos se duplicam	-
		4. A mitose, coordenada pelo fuso, separa os cromossomos equitativamente	-
		5. Muitas células se locomovem arrastando-se ou usando cílios ou flagelos	-
4. Tecidos e órgãos	10. Os tecidos dos animais	1. O tecido epitelial reveste superfícies e secreta ou absorve substâncias	-
		2. O tecido conjuntivo guarda e transporta substâncias e ataca micróbios	-
		3. Sangue e medula dos ossos são tecidos conjuntivos de substância intercelular líquida	-
		4. As cartilagens e ossos são duros por terem substância intercelular sólida	-
		5. As contrações das fibras musculares produzem os movimentos do corpo	-
	11. Órgãos e sistemas	1. O sistema tegumentar, além de proteger o corpo, regula sua temperatura	-
		2. O sistema esquelético dá rigidez, mas coopera na movimentação do corpo	-
		3. As articulações são alcochoadas e presas por ligamentos	-
		4. Moléculas motoras de miosina causam a contração das fibras musculares	-
		5. Os neurônios transmitem impulsos elétricos e geram sinais químicos	-
		6. O impulso nervoso é um potencial de ação que percorre o neurônio	-
		7. Os neurônios comunicam-se por sinais químicos através de sinapses	-
	12. Tecidos vegetais	1. A multiplicação contínua das células dos meristemas faz a planta crescer	-
		2. O parênquima faz fotossíntese, respira e acumula reservas alimentares	-
		3. Colênquima e esclerênquima são tecidos esqueléticos, de sustentação	-

		4. O sistema de tecidos vasculares conduz a seiva bruta e a elaborada	-
		5. A epiderme regula as trocas de água e ar entre a planta e o ambiente	-
5. Nutrição	13. Digestão, absorção e respiração	1. A digestão modifica quimicamente os alimentos e os torna absorvíveis	-
		2. A pepsina, no estômago, e a tripsina, no intestino, digerem as proteínas	-
		3. No tubo digestivo, polímeros nutritivos são decompostos em monômeros	-
		4. O sistema nervoso e vários hormônios coordenam as funções digestivas	-
		5. O sangue e a linfa dos capilares levam o que foi absorvido no intestino	-
		6. Precisamos ingerir nutrientes essenciais que não conseguimos sintetizar	-
		7. Dieta ricas em carne, leite e grãos evita a deficiências protéica infantil	-
		8. Vitaminas são coenzimas essenciais que catalisam reações metabólicas	-
		9. Vários minerais servem para construir o corpo e regular suas funções	-
		10. A difusão de O ₂ e CO ₂ através de membranas é a essência da respiração	-
	14. Circulação e excreção	1. O sangue leva nutrientes, excretas, hormônios, anticorpos, CO ₂ e O ₂	-
		2. O coração é uma bomba mecânica monitorada por sinais elétricos	-
		3. Os rins regulam a homeostase e a osmose, além de eliminar excretas	-
	15. Outros aspectos da nutrição	1. Os sistema digestivo apresenta adaptações às dietas e ao estilo de vida	-
		2. Os sistemas digestivo e circulatório tiveram origem evolutiva comum	-
		3. Nos vertebrados, as cavidades do coração passaram de duas para quatro	-
		4. O oxigênio do ar e da água entra nas células do corpo e produz energia	-
6. Metabolismo	16. Os manipuladores da energia	1. O sistema ADP/ATP fornece energia imediata, sempre que necessário	-
		2. Reações de oxidação e redução implicam transferência de elétrons	-
		3. O NADPH transfere energia junto com elétrons para outras moléculas	-
		5. Vários reagentes atuam na via metabólica endergônica da fotossíntese	-
	17. Fotossíntese	1. A clorofila quebra moléculas de água (fotólise), tirando-lhes elétrons	-
		2. Os elétrons (e ⁻) são transportados por uma cadeia de aceptores em fila	-
		3. Um fluxo de prótons (H ⁺) e a síntese promovem a fosforilação do ADP	-
		4. Elétrons energizados recebidos pelo NADP ⁺ o transformam em NADPH	-
		5. A fotossíntese converte a energia da luz em energia química disponível	-
		6. Na segunda fase da fotossíntese forma-se glicose a partir de CO ₂ e H ₂ O	-
		7. O difosfato de ribulose, que, de início, se juntou ao CO ₂ , é recuperado	-
	18. Respiração celular	1. As substâncias orgânicas produzidas pelas plantas alimentam os animais	-
		2. A energia armazenada na glicose é utilizada na respiração celular	-
		3. Vários microrganismos têm respiração celular anaeróbia permanente	-
		4. As cervejas resultam da fermentação alcoólica da maltose da cevada	-
		5. A fermentação da glicose da uva, feita pelo lêvedo, dá origem aos vinhos	-

		6. No mundo todo, os Alcoólicos Anônimos livram as pessoas do álcool	-
7. Os hormônios	19. A homeostase	1. A insulina e o glucagon comandam o equilíbrio homeostático da glicose	-
		2. Hormônios da tireóide e paratireóides regulam a concentração de cálcio no sangue	-
		3. A produção dos hormônios é auto-regulada pelos efeitos que provocam	-
		4. O controle di oxigênio que chega a nossas células é feito pelo bulbo cerebral	-
		5. Descobriram-se hormônios investigando os distúrbios que sua falta traz	-
		6. A hipófise e o hipotálamo controlam juntos muitas glândulas endócrinas	-
		7. O trabalho de parto ilustra a homeostase por retroalimentação positiva	-
	20. O eixo hipotálamo-hipófise	1. O hipotálamo sintetiza dois hormônios e os lança na hipófise posterior	-
		2. Hormônios liberadores e inibidores controlam a hipófise anterior	-
		3. O hormônio de crescimento promove o aumento das cartilagens e ossos	-
		4. O hormônio tireo-estimulante da hipófise anterior acelera a tireóide	-
		5. Muitas doenças resultam de falhas na manutenção da homeostase	-
		6. O ACTH da hipófise anterior estimula as glândulas cortico-adrenais	-
		7. FSH e LH estimulam as gônadas a produzirem os hormônios sexuais	-
	21. Outros hormônios	1. Os hormônios locais passam informações bioquímicas de alcance restrito	-
		2. O hormônio juvenil e a ecdisona regulam as mudas das larvas dos insetos	-
		3. As plantas também produzem hormônios que regulam suas funções vitais	-
		4. A auxina é a "influência" que orienta o fototropismo positivo dos ramos	-
		5. A interação entre a auxina e a citocina explica a forma de crescimento das árvores	-
8. O sistema nervoso	22. O comando geral	1. O sistema nervoso central (SNC) controla as funções do organismo	-
		2. O reflexo do joelho completa-se na medula sem interferência do cérebro	-
		3. Pela medula, passam mensagens do corpo para o cérebro e vice-versa	-
		4. O sistema nervoso recebe, elabora, coordena, decide, emite e promove	-
		5. O sistema nervoso autônomo (involuntário) regula as funções viscerais	-
	23. As funções do encéfalo	1. Bulbo, ponte e mesencéfalo controlam digestão, respiração e circulação	-
		2. O cerebelo recebe, elabora e passa ao cérebro dados sobre os movimentos	-
		3. O sistema límbico, na base do cérebro manipula os impulsos emocionais	-
		4. O córtex cerebral realiza tarefas complexas, como planejar e calcular	-
		5. A linguagem é, em geral, elaborada por áreas do hemisfério esquerdo	-
	24. Os órgãos do sentido	1. O globo ocular focaliza imagens	-
		2. Os cones e bastonetes, que absorvem a luz, ficam no fundo dos olhos	-
		3. A córnea e o cristalino focalizam a imagem do que vemos sobre a retina	-
		4. Os ossículos e a endolinfa levam a vibração sonora às células receptoras	-
		5. Além de captar os sons, o ouvido registra o estado de equilíbrio do corpo	-
		6. Os receptores de gosto e cheiro são sensíveis a substâncias químicas	-
		7. Há receptores na pele que são sensíveis ao tato, à temperatura e à	-

		dor	
Frota-Pessoa (2005) - Biologia Volume 2: Ecologia e Reprodução			
1. O ambiente em crise	1. A poluição global	1. A explosão populacional é uma causa básica de degradação do ambiente	-
		2. Excesso de dióxido de carbono na atmosfera eleva a temperatura global	-
		3. O ozônio protege a superfície da Terra contra a radiação ultravioleta	-
	2. Problemas localizados	1. O uso benéfico das radiações ionizantes deve ser controlada com rigor	-
		2. A poluição do ar pelas indústrias e veículos exige medidas preventivas	-
		3. Onde quer que a poluição se agrave, há sempre maneiras de combatê-la	-
		4. O hábito de fumar prejudica a saúde até mesmo de quem não fuma	-
	3. A destruição das matas	1. A recuperação das florestas corrigirá o ciclo do oxigênio, da água e do solo	-
		2. As agressões ao ambiente causam extinções que reduzem a biodiversidade	-
		3. O desenvolvimento sustentável produz bem-estar sem desgaste ambiental	-
2. A roupagem da Terra	4. Ambientes variados	1. Não conseguimos respirar dentro d'água, nem os peixes fora dela	-
		2. O meio atua sobre os organismos e estes, por sua vez, alteram o ambiente	-
		3. A ecologia estuda as relações das espécies entre si e com o ambiente	-
		4. Comunidades pioneiras preparam o ambiente para as formações seguintes	-
		5. A sucessão primária começa com a colonização de ambientes desabitados	-
		6. Os biomas resultam do aproveitamento máximo do clima e do solo	-
	5. Os biomas	1. Os biomas do mundo vão de florestas majestosas a desertos desnudos	-
		2. No Brasil, predominam biomas com enorme diversidade de espécies	-
		3. Os oceanos abrigam ecossistemas diversos, em suas três dimensões	-
		4. Os ecossistemas de água doce resultam de uma sucessão complexa	-
	6. Os ciclos	1. A energia que entra nos seres vivos e os mantém retorna ao ambiente	-
		2. A base da pirâmide alimentar é constituída pelos produtores	-
		3. O carbono volta à atmosfera, depois de passar pelo corpo dos organismos	-
		4. O oxigênio acompanha o carbono em suas andanças e tem ciclo próprio	-
		5. O nitrogênio, abundante no ar, não é utilizado diretamente pelas plantas	-
		6. A hipótese Gaia enfatiza a harmonia entre o ambiente e os seres vivos	-
3. Conflitos entre as espécies	7. Em busca da sobrevivência	1. As populações de predadores e presas se mantêm em equilíbrio oscilante	-
		2. O disfarce a imitação permitem que a presa se proteja, sem ter que fugir	-
		3. O esconderijo mais bem abastecido é o próprio corpo da vítima	-
		4. O ciclo com hospedeiros intermediários facilita disseminação do parasita	-
		5. Por outro lado, a ausência de intermediários simplifica o ciclo do parasita	-
	8. As endemias	1. Prevalências e incidências indicam a evolução das endemias	-
		2. A profilaxia combate agentes e vetores e imuniza a população	-
	9. Grandes endemias	1. A seleção natural complica os ciclos reprodutivos de muitos parasitas	-
		2. Para erradicar a esquistossomose não basta o combate ao molusco vetor	-
		3. A mudança de hábitos de vida está eliminando a doença de chagas	-

4. Cooperação	10. Simbioses harmoniosas	1. O mutualismo mostra como uma espécie pode se beneficiar ajudando outra	-
		2. O mutualismo é essencial para a sobrevivência de vários seres vivos	-
		3. A simbiose pode mudar de estilo ao longo da evolução	-
	11. A vida em sociedade	1. Os animais sociais dividem o trabalho e, às vezes, formam castas	-
		2. A eficácia das formigas baseia-se em extraordinárias adaptações	-
		3. Os térmitas se especializaram em partilhar socialmente a madeira que comem	-
	12. A comunicação entre abelhas	1. O trabalho na colméia é compartilhado de acordo com a idade das abelhas	-
		2. As abelhas indicam às companheiras, por mimica, onde está o alimento	-
5. Sexo e amor	13. Multiplicação	1. Os cromossomos, repletos de genes, comandam nosso desenvolvimento	-
		2. A mitose mantém, a meiose reduz e a fecundação duplica o número de cromossomos	-
		3. Na intérfase, as células crescem e fabricam cromossomos, na mitose, dividem-se	-
		4. A divisão por mitose distribui as cromátides entre as duas células-filhas	-
		5. Soma e germe são aliados que conspiram em favor da reprodução	-
	14. Somas que atraem	1. O namoro simboliza o ato sexual e harmoniza o amor romântico com o erótico	-
		2. O ato sexual pode levar o gameta masculino ao encontro do gameta feminino, fecundando-o	-
		3. O sistema reprodutor masculino fabrica e conduz os espermatozoides	-
		4. Os gametas femininos são fecundados nas trompas e o ovo aninha-se no útero	-
		5. Os hormônios sexuais regulam a interação entre os sexos e a função reprodutora	-
		6. O ciclo menstrual marca as fases alternadas férteis e estéreis da mulher	-
	15. Sexo seguro	1. Os genes determinam e a cultura modela os padrões de comportamento sexual	-
		2. A orientação sexual parece resultar da combinação de fatores genéticos e ambientais	-
		3. A união consanguínea aumenta a chance de encontro de alelos recessivos	-
		4. Alta fecundidade pode ser essencial, mas também pode ser nociva para as populações	-
		5. O planejamento familiar indica bom senso e evita a gravidez indesejada	-
		6. É essencial evitar doenças sexualmente transmissíveis, como a AIDS	-
6. A reprodução animal	16. Os prelúdios da fecundação	1. Na meiose, os cromossomos se duplicam apenas uma vez e a célula, duas vezes	-
		2. Cada gônia dá origem a quatro espermátides, que se transformam em gametas	-
		3. A oogônia produz um óvulo e dois corpúsculos polares que degeneram	-
	17. Variações alternativas	1. Nos peixes, milhões de óvulos compensam a mortalidade dos filhotes	-
		2. O ovo aquático nos lembra de que os seres vivos surgiram dentro d'água	-
		3. A conquista da terra firme exigiu a remodelação do sistema reprodutor	-
		4. A fecundação interna nos répteis permitiu o surgimento do ovo uterino	-
		5. A partenogênese mostra que os machos nem sempre são essenciais na reprodução	-
	18. Os estilos dos invertebrados	1. Os protozoários multiplicam-se por fissão, esporulação e até por sexo	-
		2. Reproduzir-se sexuada ou assexuadamente permite tirar proveito de dois ambientes	-

		3. O hermafroditismo duplica a taxa de reprodução e beneficia parasitas	-
		4. Certos insetos desenvolveram estratégias de reprodução surpreendentes	-
7. O embrião	19. A mensagem e o produto	1. O programa que transforma o zigoto em adulto é determinado pelos genes	-
		2. Os genomas de duas pessoas se reúnem e, assim, formam uma terceira	-
		3. No embrião, as células crescem, dividem-se por mitose, migram e diferenciam-se	-
		4. O tipo de segmentação depende essencialmente da distribuição do vitelo	-
	20. Temas reiterados	1. O desenvolvimento embrionário do ouriço-do-mar lembra o do homem	-
		2. Os anfioxos têm tubo neural e notocorda como nós	-
		3. Cada folheto origina órgãos que são semelhantes em diferentes grupos animais	-
		4. O mesmo plano embrionário forma os órgãos reprodutores dos dois sexos	-
	21. O controle do desenvolvimento	1. A comunicação química entre as células garante a organização do embrião	-
		2. A regulação faz um segmento do embrião produzir um ser completo	-
3. O mergulho no mundo testa se o bebê está preparado para viver no ar		-	
8. O sexo nos outros reinos	22. A iniciação sexual das plantas	1. As outras diferenças entre os reinos resultaram do aprimoramento do estilo de cada um	-
		2. As plantas têm dupla personalidade, com fase haplóide extensa	-
		3. Nas briófitas, predomina o gametófito, que parasitado pelo esporófito	-
	23. A revolução diplóide	1. Nas pteridófitas, inverteu-se a supremacia: quem domina é o esporófito	-
		2. Certas pteridófitas tem protalos unissexuados e até heterosporangiaados	-
		3. O parasitismo do gametófito permitiu a fecundação fora d'água	-
		4. Nas plantas com sementes, os anterozóides chegam às oosferas pelo ar	-
		5. O ovário da flor das angiospermas torna-se fruto e protege a semente	-
	24. Variações em torno do tema	1. A co-evolução das flores e polinizadores coroou a história das plantas	-
		2. Os fungos, em geral haplóides fundem hifas e formam núcleos duplos	-
		3. Sem mitose, as moneras duplicam seu DNA e o passam às células-filhas	-
		4. As células invadidas por vírus sintetizam novos vírus dentro delas	-
		5. Há organismos que se reproduzem sem sexo, sempre ou eventualmente	-
		6. A reprodução assexuada em seres vivos multicelulares restringe-se a poucos grupos	-
Frota-Pessoa (2005) - Biologia Volume 3: Genética e Evolução			
1. A genética molecular	1. Dissecando o gene	1. Mostrou-se, em bactérias e fagos, que o DNA contém o código genético	-
		2. Cada nucleotídeo tem um fosfato, uma açúcar (pentose) e uma base nitrogenada	-
		3. Os genes se ligam uns aos outros no cromossomo, como os vagões de um trem	-
		4. Watson e Crick seguiram todas as pistas existentes para construir seu modelo de DNA	-
	2. Do DNA à proteína	1. Na duplicação do DNA, as hélices separadas se unem a hélices novas	-
		2. Uma hélice do DNA serve de molde para transcrever o DNA em RNA	-
		3. A síntese artificial de RNA ajudou a desvendar seu código genético	-
		4. A mensagem do RNA é traduzida em aminoácidos, que formam proteínas	-

		5. A proteína é sintetizada no ribossomo com ajuda do RNAm e do RNAt	-
	3. O DNA recombinante	1. Os plasmídeos são veículos que levam DNA de uma bactéria para outra	-
		2. Cada enzima de restrição corta o DNA junto a determinada sequência de bases	-
		3. De uma bactéria, nascem milhões com os mesmos genes: um clone	-
		4. Localiza-se um gene na biblioteca genômica, hibridizando-se com uma sonda	-
		5. A eletroforese separa os fragmentos de DNA segundo o tamanho	-
2. A transmissão dos genes	4. As leis de Mendel	1. Uma boa escolha das plantas ajudou a descoberta das leis de Mendel	-
		2. No heterozigoto, o alelo dominante se exprime, mas o alelo recessivo não	-
		3. A segregação resulta da separação dos cromossomos durante a meiose	-
		4. Há casos de segregação de alelos que não perturbam a de outros pares	-
	5. Análise do mendelismo	1. O retrocruzamento revela a constituição genética das plantas de F2	-
		2. A dominância incompleta torna as proporções fenotípicas iguais às genotípicas	-
		3. A frequência observada sugere a frequência esperada (probabilidade do evento)	-
		4. Compondo probabilidade, chega-se à frequência esperada do evento	-
		5. De passagem, Mendel também sugeriu pleiotropia e herança poligênica	-
		6. Mendel construiu a plataforma de lançamento de uma nova ciência	-
	6. Outros mecanismos	1. A lei da segregação independente não é geral, como pensava Mendel	-
		2. As mutações espontâneas facilitaram o estudo da ligação e da permuta	-
		3. Nos casos de ligação, a permuta pode produzir certa taxa de recombinação	-
		4. Em Drosophila melanogaster, não ocorre permuta na gametogênese dos machos	-
		5. A descoberta da ligação tornou possível o mapeamento dos cromossomos das drosófilas	-
		6. As taxas de recombinação indicam as distâncias relativas que separam os locos	-
3. Genética humana	7. Genes em ação	1. As fenocópias são traços ambientais que imitam caracteres genéticos	-
		2. Locos que somam efeitos idênticos promovem variação quantitativa	-
		3. A cor da pele humana depende de poligenes e de fatores do ambiente	-
		4. Um loco pode ter alelos múltiplos, como no caso dos grupos sanguíneos	-
		5. A incompatibilidade quanto ao sistema Rh pode prejudicar o feto	-
	8. Sexo: causas e consequências	1. Os sexos diferem porque os homens têm o cromossomo Y, mas as mulheres não	-
		2. O sexo masculino é determinado por um gene do cromossomo Y	-
		3. Há doenças causadas por defeitos visíveis dos cromossomos	-
		4. Alelos recessivos explicam a herança ligada ao X: é o caso da hemofilia	-
		5. O fenótipo resulta da interação do genótipo com fatores ambientais	-
		6. A comparação de gêmeos monozigóticos com dizigóticos mostra se uma doença é genética	-
	9. O comportamento	1. O comportamento depende de sinais do ambiente e da influência dos genes	-
		2. A inteligência varia entre as pessoas de maneira multifatorial poligênica	-
		3. O QI dos filhos se torna mais semelhante ao dos pais a partir dos 7 anos	-

		4. Os componentes da personalidade também sofrem influência multifatorial	-
		5. A própria personalidade dos monozigóticos pode torná-los mais semelhantes	-
		6. No homem, a cultura contribui muito para a manifestação do fenótipo	-
		7. Os genes preparam a base para as regras epigenéticas do comportamento	-
		8. O alcoolismo e o tabagismo ilustram comportamentos multifatoriais	-
		9. As leis emanam dos cidadãos, que, por isso, devem ponderar e opinar	-
		10. A ética não deve limitar a pesquisa, e sim controlar seus métodos e aplicações	-
		11. O aconselhamento genético trata dos riscos de anomalias nas famílias	-
4. Aplicações da genética	10. Melhoramento genético	1. As espécies submetidas a melhoramento genético ficam menos rústicas	-
		2. As técnicas de melhoramento proporcionaram avanços na genética e vice-versa	-
		3. O melhoramento genético rende mais quando parte de ampla variação inicial	-
		4. O tipo de melhoramento a ser feito depende da espécie e do que se pretende obter	-
		5. No Brasil, o melhoramento genético das plantas de largo consumo tem sido notável	-
	11. O vigor híbrido	1. A técnica do milho híbrido produziu uma revolução na produção rural	-
		2. A qualidade do milho híbrido depende do esquema de cruzamento	-
	12. A nova engenharia	1. Hoje, bactérias com genes humanos produzem medicamentos e vacinas	-
		2. A engenharia genética tem melhorado a qualidade de várias espécies	-
		3. O método brasileiro de melhorar leguminosas tem lugar de destaque	-
		4. Camundongos transgênicos produzem hormônio de crescimento de rato	-
		5. A paternidade contestada pode ser resolvida pelo exame de DNA	-
		6. O projeto Genoma Humano sequenciou todos os nossos genes	-
		7. É possível surpreender a diferenciação de novas espécies na natureza	-
		8. A genética vem em socorro de uma arara brasileira em extinção	-
		9. A engenharia genética pode produzir benefícios acompanhados de pequenos inconvenientes	-
5. Mecanismos de evolução	13. Variação e seleção natural	1. Os alelos que sofrem mutação sobrevivem ou se extinguem conforme o valor adaptativo	-
		2. É mais fácil reconhecer mutações dominantes do que mutações recessivas	-
		3. Fatores físicos e químicos aumentam a frequência das mutações	-
		4. Outros fatores, como a radiação ultravioleta, também elevam a frequência das mutações	-
		5. As mutações provocadas contribuem para aumentar a variação de plantas cultivadas	-
		6. Não é apenas o aumento da taxa de mutações que produz a adaptação ao ambiente	-
		7. As alterações do ambiente orientam indiretamente o caminho da evolução	-
		8. A seleção natural eleva a frequência dos alelos mais adequados e reduz a dos outros	-
		9. Mudanças do ambiente podem alterar a composição genética das populações	-
		10. Imitando-se a seleção natural, criam-se novas variedades de animais e plantas	-
	14. Raças e espécies	1. As frequências alélicas só mudam sob a influência dos fatores de evolução	-

6. Métodos de estudo		2. A deriva genética altera as frequências alélicas, em populações pequenas	-
		3. As migrações alteram maciçamente as frequências de alelos de vários locos	-
		4. A união preferencial pode expor alelos recessivos à ação da seleção natural	-
		5. Sempre existe fatores de evolução atuando em qualquer população real	-
		6. Calcula-se a frequência dos genótipos a partir da frequência dos alelos e vice-versa	-
		7. A seleção natural exclui os alelos ruins que as mutações criam na população	-
		8. Espécie é um conjunto de indivíduos capazes de se cruzar, dando prole fértil	-
		9. Só diferenças genéticas contam para distinguir raças	-
		10. A divisão da humanidade em determinado número de raças é arbitrária	-
		11. O conceito de raça é apenas comparativa só se define uma raça em relação a outra	-
		12. Os nomes das raças devem ser aplicados a populações e não a indivíduos	-
		13. O racismo deriva de instintos agressivos, ainda não controlados de todo	-
		14. Na espécie humana não existem raças puras	-
		15. As raças podem originar espécies distintas ou confluir em uma espécie com maior variabilidade	-
		16. A diferenciação crescente das espécies forma gêneros, famílias, ordens, classes e filos	-
	15. A evolução do evolucionismo	1. A evolução explica tanto as semelhanças como as diferenças entre as espécies	-
		2. O mecanismo lamarckista foi demolido experimental e conceitualmente	-
		3. Os indivíduos de uma espécie diferem entre si por fatores genéticos e ambientais	-
		4. Darwin demonstrou que a seleção natural é o principal mecanismo evolutivo	-
		5. As mutações e recombinações gênicas alimentam a variabilidade genética	-
	16. O testemunho das rochas	1. A idade relativa de uma camada geológica é calculada em relação à de outra	-
		2. Descobre-se a idade dos fósseis, estudando-se o decaimento de isótopos radioativos	-
		3. As idades dos fósseis sugerem que certos grupos de espécies geraram outros	-
		4. As sequências dos fósseis e da anatomia comparada se correspondem	-
	17. Comparações	1. A anatomia comparada ajuda, às vezes, a descobrir a escala dos seres vivos	-
		2. Os embriões de espécies diferentes são mais semelhantes entre si que os adultos	-
		3. Órgãos de duas espécies que são homólogos derivam de um mesmo órgão ancestral	-
		4. Órgãos análogos têm a mesma função em diferentes espécies	-
		5. A adaptação individual depende da homeostase, que promove ajustamentos	-
		6. A adaptação das espécies resulta de alterações nas frequências de alelos	-
		7. A adaptação divergente diferencia as espécies e a convergente as torna mais parecidas	-
		8. Espécies diferentes que adotam o mesmo hábitat ficam mais semelhantes	-
		9. A distribuição geográfica das espécies fósseis e atuais esclarece as filogenias	-
		10. O isolamento e o fluxo gênico combinados são importantes fatores	-

		evolutivos	
		11. O aparecimento e o desaparecimento de barreiras influenciam os caminhos da evolução	-
	18. A medida da evolução	1. Os tentilhões de Galápagos revelaram diretamente a ação da seleção natural	-
		2. Os critérios de escolha de parceiros sexuais influem na frequência alélica	-
		3. Seleção natural e seleção sexual colaboram, mas, às vezes, se antagonizam	-
		4. Em uma ilha do Brasil, evidenciou-se o efeito fundador na frequência de albinos	-
7. A seqüência das espécies	19. O início da vida	1. As condições da Terra eram muito estranhas quando surgiram os primeiros seres vivos	-
		2. A seleção natural de compostos inertes preparou o advento dos organismos	-
		3. A pré-célula evoluiu muito devagar antes de formar a célula procariótica	-
		4. Procariotos unicelulares, sem envelope nuclear, formam o reino dos moneras	-
		5. O oxigênio livre e a fotossíntese originaram novos tipos de seres vivos	-
	20. Os eucariotos	1. Com o aparecimento das células eucarióticas, desabrocharam quatro novos reinos	-
		2. O reino dos protistas, formado por eucariotos unicelulares, é variadíssimo	-
		3. As algas, que são protistas clorofilados, podem ter uma ou muitas células	-
		4. As algas alternam gerações haplóides e diplóides, de duração variável	-
	21. Animais aquáticos	1. Um protista que formava colônias deve ter sido o ancestral do Reino Animal	-
		2. Os cnidários e os ctenóforos são filos cujo corpo tem simetria radiada	-
		3. Os platelmintos formam o primeiro filo animal com mesoderma, mas sem celoma	-
		4. Os nematódios e rotíferos têm tubo digestivo completo e pseudoceloma	-
		5. Muitos moluscos têm um manto que secreta uma concha calcária protetora	-
		6. Os deuterostomados mudaram, no embrião, a posição de sua futura boca	-
		7. Os anelídeos e artrópodes inauguraram o corpo segmentado, formado por anéis	-
		8. Os artrópodes têm patas articuladas e são cobertos de cutícula quitinosa	-
		9. Os artrópodes vivem nos mais diversos ambientes	-
		10. As cinco classes principais de artrópodes são facilmente distinguíveis	-
		11. Os equinodermos, tornando-se sedentários reverteram à simetria radiada	-
		12. Os equinodermos e cordados são os únicos celomados deuterostomados	-
		13. Só os cordados têm notocorda, tubo neural, sulcos faringianos e cauda	-
8. A construção do homem	22. Terra e ar	1. Instalados no continente, os insetos realizaram uma majestosa radiação	-
		2. Os vertebrados surgiram de protocordados agnatas, sem ossos ou nadadeira	-
		3. O surgimento dos maxilares provocou a radiação adaptativa dos vertebrados	-
		4. O esqueleto interno é cartilaginoso nos condrícties e ósseo nos osteícties	-
		5. A bexiga natatória, órgão estabilizador, é homólogo dos pulmões dos peixes	-

		6. Os anfíbios, primeiros vertebrados terrestres, derivaram dos peixes crossopterígeos	-
		7. Os anfíbios foram os primeiros vertebrados a ocuparem o hábitat terrestre	-
	23. O ovo terrestre	1. Os répteis se tornaram concorrentes implacáveis de seus ancestrais anfíbios	-
		2. Os dinossauros dominaram a era Mesozóica e se extinguíram "de repente"	-
		3. Aves e mamíferos surgiram dos répteis arcossauros e apresentam convergências	-
		4. Os mamíferos ocuparam o espaço deixado pelos répteis na era Cenozóica	-
	24. Os ancestrais do homem	1. O homem e os grandes símios pertencem à superfamília dos hominóides	-
		2. Thomas H. Huxley e Charles Darwin divulgaram nossa relação evolutiva com os grandes símios	-
		3. Várias espécies humanas?	-
		4. Australopithecus habilis, que deu origem a H. erectus, que deu origem a H. sapiens..	-
		5. Lucy, representante da espécie Praeanthropus africanus simbolizava até recentemente o elo perdido	-
		6. O Homo sapiens ocupou as Américas em duas grandes ondas migratórias	-

Anexo 4. Registro do número de páginas das unidades e das respectivas porcentagens dos nove livros didáticos aprovados e recomendados pelo PNLEM 2007/2009.

LOPES e ROSSO (2005)				
VOLUME	UNIDADE	Nº pgs.	% (vol.)	% (col.)
ÚNICO	1	28	4,61	4,61
	2	90	14,80	14,80
	3	52	8,55	8,55
	4	244	40,13	40,13
	5	86	14,14	14,14
	6	30	4,93	4,93
	7	51	8,39	8,39
Sumário e Apresentação		8	1,32	1,32
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		19	3,13	3,13
LIVRO DO ALUNO		608		
LIVRO DO PROFESSOR		95		

LAURENCE (2005)				
VOLUME	UNIDADE	Nº pgs.	% (vol.)	% (col.)
ÚNICO	1	80	11,49	11,49
	2	84	12,07	12,07
	3	46	6,61	6,61
	4	298	42,82	42,82
	5	74	10,63	10,63
	6	96	13,79	13,79
Sumário e Apresentação		11	1,58	1,58
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		7	1,01	1,01
LIVRO DO ALUNO		696		
LIVRO DO PROFESSOR		95		

FAVARETTO e MERCADANTE (2005)				
VOLUME	UNIDADE	Nº pgs.	% (vol.)	% (col.)
ÚNICO	1	58	15,76	15,76
	2	118	32,07	32,07
	3	183	49,73	49,73
Sumário e Apresentação		7	1,90	1,90
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		2	0,54	0,54
LIVRO DO ALUNO		368		
LIVRO DO PROFESSOR		95		

LINHARES e GEWANDSZNAJDER (2005)				
VOLUME	UNIDADE	Nº pgs.	% (vol.)	% (col.)
ÚNICO	1	9	1,63	1,63
	2	92	16,67	16,67
	3	28	5,07	5,07
	4	107	19,38	19,38
	5	78	14,13	14,13
	6	32	5,80	5,80
	7	64	11,59	11,59
	8	31	5,62	5,62
	9	78	14,13	14,13
Sumário e Apresentação		9	1,63	1,63
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		24	4,35	4,35
LIVRO DO ALUNO		552		
LIVRO DO PROFESSOR		88		

ADOLFO, CROZETTA e LAGO (2005)				
VOLUME	UNIDADE	Nº pgs.	% (vol.)	% (col.)
ÚNICO	1	6	1,74	1,74
	2	22	6,40	6,40
	3	54	15,70	15,70
	4	18	5,23	5,23
	5	20	5,81	5,81
	6	42	12,21	12,21
	7	88	25,58	25,58
	8	28	8,14	8,14
	9	20	5,81	5,81
	10	38	11,05	11,05
Sumário e Apresentação		6	1,74	1,74
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		2	0,58	0,58
LIVRO DO ALUNO		344		
LIVRO DO PROFESSOR		88		

AMABIS e MARTHO (2005)				
VOLUME	UNIDADE	Nº pgs.	% (vol.)	% (col.)
1	1	88	18,68	5,73
	2	112	23,78	7,29
	3	64	13,59	4,17
	4	86	18,26	5,60
	5	82	17,41	5,34
Sumário e Apresentação		7	1,49	0,46
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		32	6,79	2,08
LIVRO DO ALUNO		471		
LIVRO DO PROFESSOR		87		
2	1	26	4,21	1,69
	2	108	17,50	7,03
	3	130	21,07	8,46
	4	204	33,06	13,28
	5	115	18,64	7,49
Sumário e Apresentação		7	1,13	0,46
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		27	4,38	1,76
LIVRO DO ALUNO		617		
LIVRO DO PROFESSOR		104		
3	1	182	40,63	11,85
	2	104	23,21	6,77
	3	127	28,35	8,27
Sumário e Apresentação		10	2,23	0,65
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		25	5,58	1,63
LIVRO DO ALUNO		448		
LIVRO DO PROFESSOR		78		
COLEÇÃO DO ALUNO		1536		

PAULINO (2005)				
VOLUME	UNIDADE	Nº pgs.	% (vol.)	% (col.)
1	1	27	8,44	2,74
	2	69	21,56	7,01
	3	128	40,00	12,99
	4	45	14,06	4,57
	5	23	7,19	2,34
Sumário e Apresentação		10	3,13	1,02
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		18	5,63	1,83
LIVRO DO ALUNO		320		

LIVRO DO PROFESSOR		39		
2	1	221	61,05	22,44
	2	40	11,05	4,06
	3	78	21,55	7,92
Sumário e Apresentação		12	3,31	1,22
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		11	3,04	1,12
LIVRO DO ALUNO		362		
LIVRO DO PROFESSOR		39		
3	1	45	14,85	4,57
	2	71	23,43	7,21
	3	36	11,88	3,65
	4	130	42,90	13,20
Sumário e Apresentação		12	3,96	1,22
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		9	2,97	0,91
LIVRO DO ALUNO		303		
LIVRO DO PROFESSOR		39		
COLEÇÃO DO ALUNO		985		

SILVA Jr. e SASSON (2005)				
VOLUME	UNIDADE	Nº pgs.	% (vol.)	% (col.)
1	1	28	7,00	1,99
	2	48	12,00	3,41
	3	102	25,50	7,25
	4	88	22,00	6,25
	5	22	5,50	1,56
	6	22	5,50	1,56
	7	68	17,00	4,83
Sumário e Apresentação		9	2,25	0,64
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		13	3,25	0,92
LIVRO DO ALUNO		400		
LIVRO DO PROFESSOR		47		
2	1	24	4,55	1,71
	2	36	6,83	2,56
	3	166	31,50	11,80
	4	144	27,32	10,23
	5	132	25,05	9,38
Sumário e Apresentação		9	1,71	0,64
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		16	3,04	1,14
LIVRO DO ALUNO		527		
LIVRO DO PROFESSOR		48		
3	1	186	38,75	13,22
	2	104	21,67	7,39
	3	170	35,42	12,08
Sumário e Apresentação		9	1,88	0,64
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		11	2,29	0,78
LIVRO DO ALUNO		480		
LIVRO DO PROFESSOR		62		
COLEÇÃO DO ALUNO		1407		

SILVA Jr. e SASSON (2005)				
VOLUME	UNIDADE	Nº pgs.	% (vol.)	% (col.)
1	1	30	8,72	3,10
	2	31	9,01	3,20
	3	35	10,17	3,62
	4	28	8,14	2,89
	5	33	9,59	3,41

	6	30	8,72	3,10
	7	28	8,14	2,89
	8	33	9,59	3,41
Sumário, Apresentação e 'Ver, fazer e Pensar'		40	11,63	4,13
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		56	16,28	5,79
LIVRO DO ALUNO		344		
LIVRO DO PROFESSOR		64		
2	1	29	9,06	3,00
	2	46	14,38	4,75
	3	35	10,94	3,62
	4	22	6,88	2,27
	5	29	9,06	3,00
	6	28	8,75	2,89
	7	24	7,50	2,48
	8	31	9,69	3,20
Sumário, Apresentação e 'Ver, fazer e Pensar'		32	10,00	3,31
Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		44	13,75	4,55
LIVRO DO ALUNO		320		
LIVRO DO PROFESSOR		43		
3	1	28	9,21	2,89
	2	27	8,88	2,79
	3	33	10,86	3,41
	4	24	7,89	2,48
	5	33	10,86	3,41
	6	28	9,21	2,89
	7	33	10,86	3,41
	8	32	10,53	3,31
Sumário, Apresentação e 'Ver, fazer e Pensar'		23	7,57	2,38
Epílogo, Anexos, bibliografia, índice remissivo, etc.		43	14,14	4,44
LIVRO DO ALUNO		304		
LIVRO DO PROFESSOR		48		
COLEÇÃO DO ALUNO		968		

Anexo 5. Registro do número de páginas e da respectiva porcentagem referentes aos objetos de estudo distribuídos nos nove livros didáticos aprovados pelo PNLEM 2007/2009.

(A) Relação do número de páginas por objeto de estudo

	LR	La	FM	LG	ACL	AM	Pa	SS	FP
TOTAL pgs	608	696	368	552	344	1536	985	1407	968
CSVi	2	7	7	7	0	5	0	17	11
Moi	18	9	10	16	15	38	57	47	31
Ce	72	79	41	76	40	176	128	190	62
TAn	19	22	11	28	18	86	45	68	18
ERAn	33	33	28	22	13	82	49	22	74
OCBio	169	254	59	107	107	392	207	230	27
AFAAn	45	57	49	58	38	115	78	122	111
ACHFVe	31	44	29	32	36	76	63	105	13
MGHe	86	63	38	64	28	182	71	186	112
EBio	30	38	14	31	20	104	36	104	101
Eco	51	60	51	78	22	127	130	170	133
OVi	14	12	7	4	6	29	13	22	6

(B) Porcentagem referente ao número de páginas por objeto de estudo

	LR	La	FM	LG	ACL	AM	Pa	SS	FP
CSVi	0,33	1,01	1,90	1,27	0,00	0,33	0,00	1,21	1,14
Moi	2,96	1,29	2,72	2,90	4,36	2,47	5,79	3,34	3,20
Ce	11,84	11,35	11,14	13,77	11,63	11,46	12,99	13,50	6,40
TAn	3,13	3,16	2,99	5,07	5,23	5,60	4,57	4,83	1,86
ERAn	5,43	4,74	7,61	3,99	3,78	5,34	4,97	1,56	7,64
OCBio	27,80	36,49	16,03	19,38	31,10	25,52	21,02	16,35	2,79
AFAAn	7,40	8,19	13,32	10,51	11,05	7,49	7,92	8,67	11,47
ACHFVe	5,10	6,32	7,88	5,80	10,47	4,95	6,40	7,46	1,34
MGHe	14,14	9,05	10,33	11,59	8,14	11,85	7,21	13,22	11,57
EBio	4,93	5,46	3,80	5,62	5,81	6,77	3,65	7,39	10,43
Eco	8,39	8,62	13,86	14,13	6,40	8,27	13,20	12,08	13,74
OVi	2,30	1,72	1,90	0,72	1,74	1,89	1,32	1,56	0,62

SIGLA: (1) Identificação da amostra de livros didáticos: **LR** = Lopes e Rosso (2005); **La** = Laurence (2005); **FM** = Favaretto e Mercadante (2005); **LG** = Linhares e Gewandsznajder (2005); **ACL** = Adolfo, Crozeta e Lago (2005); **AM** = Amabis e Martho (2005); **Pa** = Paulino (2005); **SS** = Silva Jr e Sasson (2005); **FR** = Frota-Pessoa (2005). **Freq.** = Indica a frequência de presença da área em relação ao número total de livros amostrados. **(2)** Objetos de estudo: **CSVi** = estudo das características dos seres vivos (da vida); **Moi** = estudo das moléculas orgânicas e inorgânicas; **Ce** = estudo das células; **TAn** = estudo dos tecidos animais; **ERAn** = estudo do embrião e da reprodução animal; **OCBio** = estudo dos organismos; **AFAAn** = estudo da morfo-anatomia e da fisiologia animal; **ACHFVe** = estudo da morfo-anatomia, da citologia, da histologia e da fisiologia vegetal; **MGHe** = estudo dos mecanismos genéticos da hereditariedade; **EBio** = estudo da evolução biológica; **Eco** = estudo das interações ecológicas entre os organismos e o ambiente; **[OVi]** = estudo da origem da vida.

Anexo 6. Número de registro dos tópicos que contém unidades perceptíveis por objetos de estudo dos nove livros didáticos aprovados e recomendados pelo PNLEM 2007/2009.

	LR		La		FM		LG		ACL		AM		Pa		SS		FP	
	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R
CSVi	1	1	2	2	3	2	1	1	0	0	1	1	-	-	8	1	11	2
Moi	9	0	1	0	6	0	6	0	2	0	8	0	13	1	19	0	14	0
Ce	41	3	16	1	14	0	30	4	11	1	32	3	28	2	61	2	19	0
TAn	6	0	5	0	3	0	11	0	11	0	14	1	15	1	32	2	4	0
ERAn	20	3	6	1	10	1	8	0	4	0	10	2	13	2	8	0	35	7
OCBio	52	22	61	20	28	5	33	4	24	13	53	29	46	14	89	33	14	2
AFAAn	11	1	11	3	21	2	24	1	7	0	15	0	21	2	56	5	55	8
AHFVe	19	5	15	2	12	1	9	3	13	3	11	3	16	6	38	8	8	0
MGHe	54	0	22	0	19	0	30	0	8	0	25	1	29	0	38	1	67	0
EBio	12	12	10	10	4	4	7	7	6	6	13	13	13	11	30	30	59	51
Eco	18	1	18	0	26	4	39	5	5	2	19	4	35	4	40	5	42	13
OVi	9	6	5	3	2	1	3	2	4	1	4	3	3	1	10	4	5	5
TOTAL	252	54	172	42	148	20	201	27	95	26	205	60	232	44	429	91	333	88

SIGLA: (1) T = número total de tópicos; R = número de registros. **(2)** Identificação da amostra de livros didáticos: **LR** = Lopes e Rosso (2005); **La** = Laurence (2005); **FM** = Favaretto e Mercadante (2005); **LG** = Linhares e Gewandszajder (2005); **ACL** = Adolfo, Crozeta e Lago (2005); **AM** = Amabis e Martho (2005); **Pa** = Paulino (2005); **SS** = Silva Jr e Sasson (2005); **FR** = Frota-Pessoa (2005). **Freq.** = Indica a frequência de presença da área em relação ao número total de livros amostrados. **(3)** Objetos de estudo: **CSVi** = estudo das características dos seres vivos (da vida); **Moi** = estudo das moléculas orgânicas e inorgânicas; **Ce** = estudo das células; **TAn** = estudo dos tecidos animais; **ERAn** = estudo do embrião e da reprodução animal; **OCBio** = estudo dos organismos; **AFAAn** = estudo da morfo-anatomia e da fisiologia animal; **ACHFVe** = estudo da morfo-anatomia, da citologia, da histologia e da fisiologia vegetal; **MGHe** = estudo dos mecanismos genéticos da hereditariedade; **EBio** = estudo da evolução biológica; **Eco** = estudo das interações ecológicas entre os organismos e o ambiente; **[OVi]** = estudo da origem da vida.

Anexo 7. Registro dos tópicos que contêm unidades perceptíveis dos nove livros didáticos aprovados e recomendados pelo PNLEM 2007/2009.

(A) LOPES e ROSSO (2005)

LOPES e ROSSO (2005) - BIOLOGIA Volume Único									
Unidades perceptíveis	pg.	Sub-Tópico	Tópico	Capítulo	Unidade	Obj. Estudo			
evolução dos seres vivos; evolução	10	-	1. O que é Biologia	1. Biologia: visão geral e origem da vida	1. Introdução à Biologia e origem da vida	-			
relações evolutivas dos seres vivos; história evolutiva em comum; evolução do ser humano; à medida que foi evoluindo [espécie humana]									
evolução da espécie humana; evolução cultural e tecnológica; espécie evoluiu									
Evolução	11	-	2. As áreas de estudo da Biologia				CSVi		
Evolução	12								
evoluem [características dos seres vivos]	13	-	4. O objeto de estudo da Biologia: os seres vivos					OVi	
evoluído [seres vivos]; diversidade de formas vivas	15	-	5. A origem dos seres vivos						
história da evolução do nosso planeta	18	-	8. Hipóteses sobre a origem da vida						
origem por evolução química; Hipótese da evolução gradual dos sistemas químicos									
evolução gradual dos sistemas químicos	19	-	10. O experimento de Miller						
evolução das vias metabólicas dos seres vivos	20	-	11. A evolução do metabolismo						
evolução do metabolismo	22	2. Hipótese heterotrófica							
procariontes anaeróbios ancestrais [derivação de organismos com estrutura celular mais complexa]	27	-	2. O surgimento das células mais complexas: as eucarióticas	2. Das origens até os dias de hoje					OCBio
momento da evolução desses organismos [dos primeiros eucariontes anaeróbios]									
tempo evolutivo	28								
ancestral comum [das aves ratitas]; evoluíram [ancestrais das aves ratitas]	32	-	3. Tempo geológico	4. Introdução à Citologia e superfície das células	2. Citologia	Ce			
relações evolutivas entre os seres vivos [proposta de classificação]	33	-	5. Os reinos de seres vivos						
evolução dos seres vivos; evolução da célula; evoluíram [os seres vivos]; evoluiu [a célula]	55	-	1. Citologia: seu surgimento e desenvolvimento	5. Citoplasma					
ao longo da evolução dos seres vivos	61	2. Envoltórios externos à membrana plasmática	7. Os envoltórios celulares						
evolução das células	73	-	1. Comparando células procarióticas com eucarióticas	9. Reprodução	3. Reprodução, Embriologia e Histologia	ERAn			
variabilidade genética	129	-	3. Reprodução sexuada						
evolução das células da crista neural	151	-	6. Organogênese em rã	10. O desenvolvimento embrionário					
Durante a evolução dos grupos animais [surgimento dos primeiros vertebrados]	151	1. Vesícula vitelina	7. Anexos embrionários						
idéias sobre evolução por seleção natural	180	-	1. A diversidade dos seres vivos	12. Introdução ao estudo dos	4. Seres vivos	OCBio			
relações de parentesco evolutivo									

aceitação das idéias evolutivas; enfoque evolutivo [classificação dos seres vivos]				seres vivos
hipótese de relações de parentesco evolutivo; filogenia; filogênese; linhas de evolução [grupos de seres vivos]				
filogenia				
aceitação das idéias evolutivas	182	-	2. Noções de Sistemática	
processos evolutivos				
novidades evolutivas (2); seleção natural; variabilidade genética da população; selecionando organismos mais bem adaptados				
própria história evolutiva; mantidas por seleção natural [características vantajosas]				
evolução dos seres vivos; evolução [classificação]				
princípios evolutivos	183	-	3. Sistemática evolutiva e filogenética	
relações evolutivas entre os diferentes grupos de seres vivos				
relações evolutivas entre os organismos				
grupo ancestral comum e exclusivo; ancestral; novidades evolutivas				
informação evolutiva				
história evolutiva desses organismos [grupos aparentados com a borboletas]				
ancestral comum exclusivo; ancestral exclusivo				
ancestrais comuns hipotéticos				
populações ancestrais				
próximos evolutivamente [grupos de um mesmo nó do cladograma]; novidades evolutivas	184	1. Construindo um cladograma		
interpretação da evolução				
relações filogenéticas	184			
ancestral comum exclusivo	185			
análises filogenéticas				
relações filogenéticas entre vários grupos de seres vivos	185	-	4. Sistemática: uma área em constante modificação	
relações filogenéticas de grupos de seres vivos				
relações filogenéticas entre esses grupos				
relações evolutivas entre os seres vivos				
curso da evolução [protozoários como os primeiros eucariontes a surgir]	213	-	1. Introdução	15. Reino Protista
relações filogenéticas	213	-	2. Os grupos de protozoários	
evoluíram [os fungos] a partir de ancestrais protistas	230	-	2. Classificação dos fungos	16. Reino Fungi
grupo ancestral [ancestrais protistas aquáticos que possuíam flagelo em seu ciclo de vida]				
início da evolução dos fungos; linhas evolutivas				
duas condições de seus ancestrais [os fungos do grupo Chytridiomycota]				
grupo ancestral de algas verdes	239	-	1. Origem e classificação das plantas	17. Reino Plantae
passagem evolutiva das algas verdes para as plantas; seleção natural; muito adaptativas à vida no ambiente terrestre [algumas características]				
passos da evolução das plantas				
evolução dos processos sexuais e dos ciclos de vida nas plantas	240			
evolução das plantas				

[briófitas] estruturas adaptadas para evitar transpiração intensa	241	-	2. Briófitas	18. Histologia, anatomia e morfologia das angiospermas
[angiospermas] espécies adaptadas a ambientes áridos	244	-	5. Angiospermas	
[folhas] adaptações a condições climáticas mais rigorosas; adaptação a condições adversas de temperatura e umidade	260	-	7. Disposição dos tecidos nas folhas	
[sistemas radiculares] adaptação das plantas a diferentes condições ecológicas	261	-	8. Sistema radiculares	
[caules] adaptações especiais	261	-	9. Sistemas caulinares	
adaptações morfológicas especiais [folhas]	264	1. <i>Adaptações especiais das folhas</i>	10. Morfologia da folha	
adaptações das próprias sementes ou dos frutos que as contém [mecanismos de dispersão]	266	-	12. Disseminação das sementes e dos frutos	20. Introdução aos animais e estudo de Porifera e de Cnidaria
adaptação de organismos a modos de vida especiais	283	-	1. Introdução	
interpretações filogenéticas; evolução desses organismos [animais]	283	-	2. Origem e evolução dos animais	
filogenia	284			
relações evolutivas entre os animais				
hipótese filogenética [adotada]; relações de parentesco evolutivo [entre nove filos de animais]				
evolução dos animais				
evolução desses organismos [animais]				
ancestrais [dos grupos multicelulares]; linhas evolutivas	284	1. <i>Multicelularidade e desenvolvimento embrionário</i>		
início da evolução desses organismos [animais]; linhas evolutivas		2. <i>O significado evolutivo de gastrulação</i>		
condição considerada secundária em função de adaptação a certos modos de vida	285			
na evolução dos animais				
uma série de vantagens adaptativas	286	2.3. <i>Presença de cavidade no corpo</i>		
evolução dos animais	286	5. <i>Simetria</i>		
adaptações dos adultos a modos de vida especiais				
ponto de vista taxonômico-evolutivo				
duas linhas evolutivas	287	6. <i>Metameria</i>		
duas linhas evolutivas independentes	288			
uma das adaptações [ambiente terrestre e surgimento de pulmão]; evolução de algumas espécies [de gastrópode]	315	-	1. Filo Mollusca	22. Mollusca e Annelida
adaptações ao hábito nadador				
em sua evolução [Gastropoda]	316			
evolução dos bivalves	318			
evolução [dos artrópodes]	325	-	1. Filo Arthropoda	23. Arthropoda e Echinodermata
várias hipóteses filogenéticas; quatro grandes linhas evolutivas [de artrópodes]	326	-		
evolução do vôo; adaptações ao vôo [de insetos]				
evolução do grupo [dos insetos]	328			
[aparelho mastigador] adaptado para cortar e manipular pedaços de alimentos				
grande valor adaptativo ao ambiente terrestre [mecanismo de retenção de água no interior do corpo]	329			
na sua evolução [dos insetos ametábolos]	330			

[grupo de ácaros] adaptados secundariamente aos ambientes de água doce e marinho	334													
evolução dos deuterostômios	344	-	1. Características gerais dos cordados	24. Chordata I										
evolução dos cordados; linhagem evolutiva dos protostômios														
evolução dos cordados														
ancestral comum [dos vertebrados]	345	-	4. Subfilo Vertebrata: características gerais											
surgiu evolutivamente [o crânio]														
uma das hipóteses sobre como eles evoluíram [cordados]														
adaptados aos ambientes aquáticos [representantes de vertebrados]	347	-	6. Peixes cartilaginosos											
hipótese filogenética	348													
evolução desses organismos e suas adaptações ao meio [vertebrados]														
história evolutiva dos vertebrados	349	-	7. Peixes ósseos											
ao longo da evolução [Holocephali]														
como uma adaptação à respiração aérea; outros peixes evoluíram	351	7.1. <i>Actinopterygeos</i>	8. Anfíbios											
estruturas auxiliares da respiração adaptadas à respiração aérea														
evoluíram a partir de peixes sarcopterígeos [anfíbios]	354	-	1. Répteis											
[estruturas] adaptabilidade [ao ambiente terrestre]	355													
corpo adaptado para saltar	356													
característica importante na evolução desses animais [excreção de ácido úrico]	361	-	2. Aves											
curso da evolução [perda de patas das serpentes]	364	1.2. <i>Lepidosauria</i>												
linha evolutiva	366	-	3. Mamíferos											
ancestral comum mais recente														
evolução das aves; positivamente selecionadas [características que levaram à redução de densidade]	367	-	2. Sustentação e locomoção: sistema esquelético e muscular											
espécies adaptadas ao voo [como os morcegos]	368	-												
[dentes caninos] adaptados a rasgar e a perfurar a carne	371	3.3. <i>Eutheria</i>	26. Sustentação, digestão e respiração											
[dentes incisivos] adaptados para roer alimentos														
evolução dos vertebrados	378	-	1. O pensamento evolutivo											
mudanças evolutivas [no esqueleto apendicular]														
[músculos esqueléticos] adaptados à realização de movimentos descontínuos; [células musculares esqueléticas] adaptações especiais	379	-	36. Evolução - teorias e evidências											
evolução	510	-												
idéias sobre evolução	510	1. <i>Homologia</i>	2. Evidências evolutivas		6. Evolução	EBio								
teoria evolutiva														
ancestral comum e exclusivo; relações de parentesco evolutivo														
ancestral comum entre aves e insetos														
evolução convergente; convergência evolutiva; adaptação a uma condição ecológica semelhante; estruturas evoluem independentemente em dois ou mais grupo de seres vivos; ancestral comum exclusivo														
ancestral comum exclusivo														
grupo ancestral; divergência evolutiva														
adaptadas a uma mesma função	511													

relações de parentesco evolutivo; grupo ancestral; ancestral					
relações evolutivas entre grupos de seres vivos					
importância evolutiva [órgãos vestigiais]; indicação de parentesco evolutivo	511	2. <i>Órgãos vestigiais</i>			
evolução [estudo dos fósseis como indicio de parentesco]	513	3. <i>Estudo dos fósseis</i>			
processo da evolução; grau de parentesco evolutivo entre elas [espécies]	513	4. <i>Evidências moleculares</i>			
teoria sistemática da evolução					
adaptar-se a ele [modificações ambientais e os seres vivos]					
processo de adaptação					
princípio evolutivo	513	-	3. As idéias de Lamarck		
abordagem lamarquista para a evolução					
evolução					
idéias sobre evolução; conceito de adaptação; entendimento da evolução					
idéias sobre evolução [Darwin]					
atuação da seleção natural; grupo ancestral comum; seleção natural; adaptar-se a diferentes modos de vida [espécies de tentilhões]	514				
meio atuaria selecionando naturalmente os organismos mais adaptados a ele					
idéias sobre evolução					
evolução por seleção natural					
idéias a respeito de seleção natural					
Teoria da evolução por seleção natural (2)					
ancestrais comuns					
seleção natural					
organismos mais bem adaptados ao meio; naturalmente selecionados pelo ambiente; menos adaptados ao meio	515	-	4. A teoria da seleção natural		
variações em todos os caracteres; indivíduos mais adaptados ou menos adaptados ao meio em que vivem					
evoluindo por seleção natural [modificações nas populações]					
origem da variabilidade nas populações					
mecanismos da evolução das espécies					
responsáveis pela evolução [mutações], seleção natural					
idéias sobre a seleção natural					
unidade evolutiva [população]					
fatores evolutivos; variabilidade genética	516				
fatores evolutivos; variabilidade genética (2); seleção natural					
evoluindo [análise da frequência gênica populacional]					
evolução (2)	517		5. A Teoria sintética da evolução		
Teoria sintética da evolução					
fontes primárias de variabilidade					
adaptar o indivíduo ao ambiente; seleção natural; adaptativas [mutação mantida se positiva]; seleção positiva; seleção negativa; fundamental importância para a evolução	517	1. <i>Mutação</i>			
variedade de tipos de gametas; variedade de gametas; variedade genotípica nos indivíduos das gerações seguintes; fator evolutivo importante	517	2. <i>Permutação</i>			
variabilidade genotípica dessa população	517	3. <i>Migração</i>			

ação da seleção natural; selecionar indivíduos mais adaptados a determinada condição ecológica	517	4. Seleção natural				
expressão mais adaptado						
seleção natural (2)						
diferentes pressões seletivas sobre o conjunto gênico da população; variabilidade genética						
pouco adaptativos						
efeito seletivo negativo [alelo da anemia falciforme]	518					
vantagem adaptativa [anemia falciforme e malária]						
não à seleção natural	520	5. Deriva genética				
variabilidade genética da população de origem; seleção natural						
unidade evolutiva [população]; fatores evolutivos (2); teoria sintética da evolução; seleção natural; evolução humana	524	-	1. Introdução	37. Genética de populações e especiação		
atuação de fatores evolutivos	525	-	3. Teorema de Hardy-Weinberg			
fatores evolutivos; seleção natural						
fatores evolutivos; evoluindo (2) [populações]						
evoluindo	525	-	4. Gradualismo e equilíbrio pontuado			
teorias de evolução						
evolução	526	-	5. Anagênese e cladogênese			
novidades evolutivas; seleção natural	527					
história evolutiva	527	-	6. Especiação por isolamento geográfico			
novas variabilidades genéticas	527					
diferentes pressões seletivas	528	-	7. Os mecanismos de isolamento reprodutivo			
histórias evolutivas próprias; fatores evolutivos	528					
evolução humana	528	-	8. Evolução humana			
história evolutiva						
evoluíram em linhas diferentes [grupos de mamíferos]; linha evolutiva						
evolução [complexidade do comportamento social em primatas]						
relação evolutiva entre primatas	530	1. Os hominídeos				
evolução do ser humano	531					
continuidade na evolução das espécies dentro do gênero <i>Homo</i>	532					
evolução do Gênero <i>Homo</i>						
evolução	535					
evoluiu [<i>Homo sapiens</i>]; evolução						
campo de ação para a evolução; seleção natural						
seleção adaptativa [processo de extinção]	578	2. Extinção das espécies	2. Alterações bióticas	41. Quebra de equilíbrio ambiental	7. Ecologia	Eco

(B) Laurence (2005)

LAURENCE (2005) - BIOLOGIA Volume único						
Unidades perceptíveis	pg.	Sub-Tópico	Tópico	Capítulo	Unidade	Obj. Estudo
evolução [características dos seres vivos]	14	-	1. Como definir	1. Vida e	1. Introdução à	CSVi

			"vida"?	composição química dos seres vivos	Biologia e Princípios de Ecologia	
variabilidade [modificações no patrimônio genético]						
selecionadas pelas condições do ambiente [características de um grupo de indivíduos]; seleção natural						
ação da seleção natural; evolução [características dos seres vivos]	18	7. Evolução	2. Características gerais dos seres vivos			
origem evolutiva dos elefantes; ancestrais de períodos geológicos passados; ancestrais; ancestrais dos elefantes						
evolução [características dos seres vivos]; evolução dos seres vivos						
evolução; história evolutiva dos seres; parentesco evolutivo	93	-	1. Universo, sistema solar e planeta Terra			
bilhões de anos de evolução						
hipótese da evolução gradual dos sistemas químicos	98	-	4. E os primeiros seres vivos, como surgiram?	6. Origem da vida	2. Origem da vida e Biologia Celular	Ovi
positivamente selecionado [organismos capazes de tolerar O ₂]	100	-	5. A hipótese heterotrófica sobre a origem da vida			
surgido na evolução das células eucarióticas [cloroplastos e mitocôndrias]	135	7. Mitocôndrias	6. Organelas membranosas	8. Citoplasma e organelas		Ce
evolução dos vertebrados						
curso da evolução	190	-	4. Anexos embrionários	11. Embriologia animal	3. Embriologia e histologia animal	ERAn
grupos de parentesco evolutivo						
espécies próximas evolutivamente; relações de parentesco evolutivo entre os seres vivos	223	-	1. Classificação dos seres vivos	13. Os seres vivos e os vírus		OCBio
variabilidade genética de moneras	246	1. Bactérias	2. Eubactérias	14. Moneras		
adaptações do caule						
adaptações de folhas						
adaptação dessas plantas a ambientes onde há restrição de água [espinhos dos cactos]	319	1. Tipos de caules	3. O caule	18. Morfologia das angiospermas		AHFVe
adaptação de certas plantas a ambientes de restrição de água [xilopódios]	320					
adaptação do limbo [Gênero <i>Nepenthes</i>]	323	-	4. As folhas			
árvore filogenética; hipóteses de relação de parentesco evolutivo; ao longo da evolução dos grupos animais	358	-	1. Classificação e nomenclatura	21. Introdução ao reino animal; Porifera e Cnidária		
evidência de parentesco evolutivo entre anelídeos e moluscos [larva trocófora]	397	1. Diversidade de anelídeos	2. Filo dos anelídeos	23. Mollusca e Annelida	4. Os seres vivos	
pernas anteriores adaptadas [decápodos]						
adaptados à diferentes funções [pernas dos artrópodes]	407	-	2. Classificação dos artrópodes	24. Arthropoda		
ponto de vista evolutivo	414	1. Insetos	6. Os grupos de artrópodes			
evolução de alguns tetrápodes; descendem de ancestrais que possuíam pernas [cobras e serpentes]	440	-	1. Peixes e tetrápodes			
selecionados ao longo de sua evolução [peixes com fecundação externa]; seleção natural	445	-	2. Características gerais dos peixes com mandíbulas	26. Peixes		
adaptação à diferença de densidade	451	3. Osteíctes	3. Os grupos de peixes			
patas adaptadas ao salto	461	-	3. Anuros	27. Anfíbios		
bem adaptados ao ambiente terrestre	468	-	1. A origem	28. Répteis		

[répteis]			dos répteis					
répteis adaptados à vida do mar								
ancestrais que possuíam pernas [serpentes]	469	-	2. Os répteis atuais e suas principais característica					
adaptação à vida no meio terrestre [excreção de ácido úrico]	473	-	3. Anatomia e fisiologia dos répteis					
glândulas salivares adaptadas para a produção de veneno	480	4. Escamosos	4. Classificação dos répteis					
não são adaptadas ao voo [aves ratitas]								
adaptação ao voo [carena]	492	-	1. Características gerais das aves	29. Aves				
fator de adaptação ao voo	494	-	4. Fisiologia					
outra adaptação relacionada ao voo	495	-						
prováveis répteis ancestrais	496	-	5. Origem das aves					
adaptados ao nado [patas do ornitorrinco]	508	-	4. Fisiologia	30. Mamíferos				
adaptação ao voo [morcego]								
adaptação a uma alimentação constituída de carne	510	-	6. Eutérios					
membros anteriores adaptados ao nado	512							
durante a evolução								
grupos ancestrais de répteis	515	-	7. A origem evolutiva dos mamíferos					
evolução humana; história da evolução dos seres vivos	521	-		31. Evolução humana; Fisiologia humana I: coordenação nervosa e locomoção	5. O ser humano: evolução, fisiologia e saúde	EBio		
parentesco evolutivo próximo entre ser humano e outros primatas; proximidade evolutiva entre homens e chimpanzés	522							
grau de parentesco evolutivo com o ser humano moderno	523	2. Os primeiros homínídeos					AFAn	
evolução (2); espécie humana continua a evoluir	524							
sucesso evolutivo								
adaptações do esqueleto bípede; adaptações	525	1. Sistema locomotor	2. Anatomia e fisiologia humana					
sucesso evolutivo da espécie humana	530	2. Sistema Nervoso						
adaptações ao nosso hábito alimentar; selecionados ao longo da evolução da nossa espécie	543	-	2. O sistema digestório humano	32. Fisiologia humana II: digestão e nutrição				
pensamento evolutivo; parentesco evolutivo; história evolutiva dos seres vivos; processo evolutivo	662	-	1. Introdução	40. Evolução: conceito e evidências	6. Genética e evolução	EBio		
evidências evolutivas								
relações evolutivas entre organismos; parentesco evolutivo	663						2. Evidências da evolução	
parentesco evolutivo								
ancestral comum exclusivo								
relações de parentesco evolutivo								
estudo da evolução; hipótese evolutivas propostas; evidências da ocorrência de evolução								
mesma condição ancestral								
ancestral comum exclusivo; parentesco evolutivo; relação de ancestralidade	665	2. Comparação anatômica entre seres vivos atuais						
relações de parentesco evolutivo; convergência evolutiva								
grau de parentesco evolutivo; condição ancestral comum exclusiva; estudo da evolução	666							

ancestral comum exclusivo [homologia]					
grupo ancestral de mamíferos					
relação de ancestralidade; estudo da evolução	667	3. Órgãos vestigiais			
ancestralidade comum; relações evolutivas entre as espécies consideradas					
grau de parentesco evolutivo entre eles [análise de proteínas e os grupos de vertebrados]	667	4. Comparação entre moléculas			
parentesco evolutivo					
grau de parentesco evolutivo entre elas [sequência gênica entre espécies]					
[animais] adaptados ao ambiente em que vivem	667	-			
adaptação; conceito evolutivo de adaptação					
conceito evolutivo de adaptação					
explicação da evolução					
proposta de mecanismo de evolução	668	1. Jean 'Baptiste Lamarck			
teoria evolutiva de Lamarck; evolução (2); exemplos de adaptação					
interpretação sobre evolução por seleção natural	668				
evolução das aves pernaltas [explicação darwiniana]					
natureza seleciona as formas mais bem adaptadas; formas menos adaptadas					
seleção natural	669	2. Charles Darwin	3. Adaptação e teorias evolutivas		
evolução por seleção natural					
A origem das espécies por meio da seleção natural					
teoria da seleção natural					
origem a partir de um ancestral comum [tentilhões de Galápagos]	671				
resultado do processo de seleção natural					
adaptados					
processo de seleção natural	672				
teoria da evolução por seleção natural					
processo de seleção; evolução					
processo evolutivo; teoria da evolução por seleção natural					
ancestral comum; irradiação adaptativa; divergência evolutiva; seleção de variações de características	672	-	4. Irradiação adaptativa e evolução convergente		
irradiação adaptativa; evolução convergente; história evolutivas distintas; ancestral comum exclusivo; processo de seleção natural					
processo de seleção natural					
indivíduos menos adaptados	673	-	5. Potencial biótico e resistência do meio		
unidade evolutiva [população]					
variações que ocorrem nas diferentes populações de uma comunidade; teoria da evolução por seleção natural; variações vantajosas para a sobrevivência dos organismos; selecionadas positivamente	678	-	1. Introdução		
ocorrência de variações nos indivíduos de uma população; teoria da seleção natural					
variabilidade na descendência					
variabilidade dentro de uma população; seleção natural; evolução; teoria sintética da evolução	679				
variabilidade genética	679	-	2. Teoria		

fatores evolutivos	680		sintética da evolução
seleção dos indivíduos; seleção natural; fator evolutivo			
fatores evolutivos; seleção natural			
ponto de vista evolutivo	680	1. <i>Mutação gênica</i>	
fontes primárias de variabilidade genética [mutações gênicas]			
variabilidade genética [contida em um gameta]	681	2. <i>Recombinação gênica</i>	
variabilidade genética; evolução das espécies			
seleção natural; variabilidade genética de uma população; variabilidade genética; variabilidade de características fenotípicas	682	4. <i>Seleção natural</i>	
selecionadas positivamente; seleção natural; processo de seleção natural em população; variabilidade genética			
seleção natural			
selecionada na evolução da espécie humana			
indivíduos ancestrais			
processo evolutivo; adaptações; resultado da seleção natural			
fatores evolutivos; seleção natural; ação de fatores evolutivos	684	-	3. Genética de populações
ocorrendo a evolução			
seleção natural	684	-	4. Especiação: o processo de formação de novas espécies
processo evolutivo			
estudos em evolução; conceito filogenético de espécie	685		
processos evolutivos			
seleção natural			
seleção natural	686		

(C) Favaretto e Mercadante (2005).

FAVARETTO e MERCADANTE (2005) - BIOLOGIA Volume único						
Unidades perceptíveis	pg.	Sub-Tópico	Tópico	Capítulo	Unidade	Obj. Estudo
Adaptação e evolução; variações nas espécies; variações favoráveis; mais adaptados ao ambiente	4	Unidade da vida	1. Do que trata a Biologia?	1. Biologia, a ciência da vida	1. O cenário da vida	CSVi
um organismo está adaptado ao seu meio; variabilidade genética	6	-	3. A continuidade da vida			
indivíduos com variações; ancestrais	6	1. Seres vivos e evolução				
evolução; adaptação dos seres vivos ao ambiente						
variações [devem ser transmitidas aos descendentes]; seleção natural						
indivíduos adaptados ao ambiente; ação da seleção natural sobre as variações; a partir de ancestrais comuns	7					
evolução						
espécies estão adaptadas a seus habitats	10	-	1. Organismos e ambiente	2. Seres vivos, ambiente e energia	ECO	
[seres vivos] adaptados às condições ambientais; adaptado [urso polar e tolerância a baixas temperaturas]						
espécies mais bem adaptada; menos adaptada [espécie]	18	-	1. Relações entre os seres vivos	3. Seres vivos em interação: comunidades e populações		
adaptação dos seres vivos a seus ambientes; evolução de estruturas e funções	29	-	1. Estrutura da Terra	4. Ambiente, preservação e biodiversidade		
adaptações úteis nos difíceis tempos pós-impacto	30	-	3. Extinções naturais e			

			antropogênicas			
seleção de linhagens resistentes	53	-	2. Pragas agrícolas: estratégias de combate	6. Ambiente e sociedade: solo e resíduos sólidos		
evoluído [maioria dos eucariontes que requer O2 depois do surgimento dos procariontes fotossintetizantes]	115	4. <i>Energia para a vida</i>	2. Formação de compostos orgânicos	12. A origem da vida e das células		OVi
variações [devem ser transmitidas aos descendentes]; seleção natural	156	-				
vantagem adaptativas; selecionadas e incorporadas ao patrimônio genético da espécie [mutações favoráveis]	156	1. <i>Mutações gênicas</i>	1. Mutações			
ancestral comum		2. <i>Cruzamentos consanguíneos</i>	2. Genética de populações			
ancestral comum	158					
evolucionismo; conceitos básicos sobre evolução biológica						
perfeitamente adaptados a seu ambiente; seres vivos evoluem, adaptando-se ao ambiente de forma contínua e dinâmicas	159	-				
evolucionismo; primeiros evolucionistas						
ancestral comum [anatomia comparada]						
parentesco evolutivo						
hipotético ancestral comum	160					
evolução biológica						
adaptação ao ambiente	160	1. <i>As idéias de Lamarck</i>				
adaptando-se ao ambiente [seres vivos que se modificam]; mecanismos de adaptação dos seres vivos ao ambiente	160		3. Idéias evolucionistas			
entre indivíduos de uma espécie havia grande variabilidade; variabilidade era transmitida; seleção natural						
evolução das espécies						
evolução; variabilidade genética						
evolucionistas [Lamarck e Darwin]; origem das adaptações como resultado de mudanças nos seres vivos; mudanças adaptativas; seleção natural; diversidade da espécie	161	2. <i>As idéias de Darwin</i>				
adaptação; [as aves] estão adaptadas a seu ambiente e modo de vida	161	-				
evolução; forma de adaptação dos seres vivos ao ambiente						
teoria sintética da evolução						
diversidade intra-específica; variabilidade genética de uma espécie; menos adaptados, selecionando os mais adaptados; seleção natural (2); variações adaptativas; organismos bem adaptados	161	1. <i>O processo evolutivo</i>				
evoluem continuamente [as populações]; pressões da seleção natural; evolução						
seleção natural (2); adaptação das espécies						
variabilidade genética; seleção natural	162					
ação da seleção natural						
seleção de bactérias resistentes	162					
genótipos diferentes; agente de seleção [DDT]	163	2. <i>Exemplos de processos evolutivos</i>				
seleção natural						
grupo ancestral						
seleção natural; variações adaptativas						
variações favoráveis [dos organismos]; adaptadas aos ambientes em que se desenvolvem; ancestral comum	163	3. <i>Irradiação adaptativa</i>				

ancestral comum; irradiação adaptativa						
ação da seleção natural	163	4. <i>Especiação</i>				
descendem de ancestrais diferentes que ocuparam o mesmo ambiente; aspectos adaptativos semelhantes; evolução; convergência adaptativa	164	5. <i>Convergência adaptativa</i>				
ancestralidade comum						
ancestral comum						
convergência adaptativa	164	6. <i>Homologia e analogia</i>				
ancestrais diferentes						
pressões da seleção natural						
ancestralidade comum	171	2. <i>Nomenclatura científica</i>	1. Entendendo a classificação dos seres vivos	18. Bases biológicas da classificação		
ancestrais comuns; adaptação a diferentes ambientes [seres vivos]	171	-	2. Reinos			
importância ecológica e evolutiva [algas]	187	-	1. Algas	20. Protistas		
adaptaram-se à vida parasitária [protozoários]	189	-	2. Protozoários			
linha evolutiva [dos platelmintos]	195		3. Platelmintos (vermes achatados)	21. Vida e diversidade dos invertebrados		
inovação evolutiva [cefalização]	196	-				
avanços evolutivos	212	-	4. Anfíbios			
inovações evolutivas [relacionadas a conquista do ambiente terrestre]	213	-	5. Répteis	22. Vida e diversidade dos cordados		
adaptações dos répteis a ambientes secos						
inovações evolutivas [homeotermia, ossos pneumáticos e penas]	215	-	6. Aves			
adaptações [do tubo digestório de aves]	216					
adaptação a ambientes secos						
características adaptativas [dos mamíferos]	216	-	7. Mamíferos			
evolução do parasita e do hospedeiro; seleção natural; coevolução	220	-		23. Parasitismo, uma estratégia de vida		
um parasita bem adaptado	220	1. <i>Populações humanas e parasitas</i>	1. O que é parasitismo?			
adaptações [tubo digestório de peixes cartilaginosos]	241	-	5. Digestão em outros vertebrados	24. Nutrição e digestão		
parte do conjunto de adaptações das aves ao voo	250	<i>Aves e sacos aéreos</i>	1. Homeostase e trocas gasosas	25. Respiração e excreção		
não está adaptada à vida marinha [maioria dos anfíbios adultos]	252	-	2. Equilíbrio hidrossalino e excreção			
adaptação evolutiva [leite materno dos mamíferos]				31. Ciclo menstrual, gestação e anticoncepção		
adaptação evolutiva [amamentação]	308	<i>Amamentação</i>	2. Gestação			
seleção natural						
estruturas adaptativas [das plantas]	323	-	1. As plantas ocupam a Terra	33. Vida e reprodução das plantas		
importância evolutiva [plantas vasculares com semente]						
evolução de outras plantas	325	<i>Ciclo de vida das gimnospermas</i>	3. Plantas vasculares sem semente			
adaptação às necessidades progressivas maiores de sustentação e de condução [das plantas]	333	-	2. Crescimento e estrutura das plantas	34. Tecidos vegetais e morfologia		

LINHARES e GEWANDSZNAJDER (2005) - BIOLOGIA Volume único						
Unidades perceptíveis	pg.	Sub-Tópico	Tópico	Capítulo	Unidade	Obj. Estudo
evolução [característica dos seres vivos]	10	-	1. Características dos seres vivos	1. O que a Biologia estuda	1. Uma visão geral da Biologia	CSVi
evolução	15	8. Evolução				
seleção natural; idéia da seleção natural; evolução						
menos adaptado; seleção natural [resistência de bactérias a antibióticos]	16					
evolução	39	1. vírus: um caso a parte	3. Procariontes e eucariontes	3. Uma visão geral da célula	2. Citologia	Ce
seleção natural; evolução das espécies; evolução	92	-	2. Mutações	9. Ácidos nucleicos e engenharia genética		
grau de parentesco evolutivo; evolução dos grupos e das espécies; exame de ancestralidade genômica	95	-	4. Projeto Genoma Humano			
grande variedade genética; evolução das espécies	106	3. Subfases da prófase I	2. Meiose	10. Divisão celular		
filogênese; filogenia; história evolutiva de cada grupo [seres vivos]	139	-	-	15. Classificação dos seres vivos	4. A diversidade da vida	OCBio
grau de parentesco evolutivo entre os diversos grupos de seres vivos; origem evolutiva; ancestral comum						
relações evolutivas [Sistemática]; espécies não evoluíam [teoria fixista]; idéia de evolução						
evolução; mesmo ancestral [classificação]	141	1. Classificação e evolução	2. O sistema de cinco reinos			
grau de parentesco evolutivo entre os grupos; maior distância evolutiva entre duas espécies						
relações filogenéticas entre grupos de seres vivos; árvores filogenéticas; espécies ancestrais; evolução; ancestral comum exclusivo						
ancestral exclusivo comum [algas verdes e plantas]	175	-	-	20. Algas verdes, vermelhas e pardas e ciclos reprodutivos		
adaptação à vida sedentária ou com pouca movimentação [cnidários]	199	-	3. Cnidários	23. Poríferos, cnidários, platelmintos e nematódeos		
adaptadas ao salto [pernas dos gafanhotos]	215	1. Insetos	2. Artrópodes	24. Anelídeos, artrópodes, moluscos e equinodermas		
mecanismos de adaptação às variações de temperatura [vertebrados]	229	-	3. Vertebrados	25. Cordados		
ancestrais dos répteis de hoje; adaptaram-se à vida aquática [répteis]	238	6. Répteis na era Mesozóica				
série de adaptações ao voo; membros posteriores adaptados à corrida [ema e avestruz]	238	7. Aves				
adaptação à vida aquática [ausência de pêlos nas baleias e golfinhos]	241	8. Mamíferos				
[caninos] adaptados para furar e rasgar carne	242					
adaptações relacionadas à vida em árvores [primatas]						
filhos com variedade genética muito grande	304	-	2. Reprodução sexuada	33. Reprodução	5. Anatomia e fisiologia comparada dos animais	AFAn
vantagem evolutiva da reprodução sexuada; combinações genéticas						
redução da variedade genética	308	4.				

[mecanismos que inibem a autofecundação]		Hermafroditismo					
adaptações ao modo autotrófico de vida	324	-	-	35. Morfologia vegetal	6. Morfologia e fisiologia vegetal	AFHVe	
série de adaptações a situações específicas	330	2. Tipos de raiz	2. Raiz				
adaptação à vida em regiões secas [espinho do cactus]	338	1. Morfologia externa e tipos de folha	4. Folha				
adaptados à dispersão pelo vento ou pela água [endocarpo]	341	-	6. Fruto				
leis do mecanismo da evolução	420	-	1. Lamarckismo	44. Teorias evolutivas	8. Evolução	EBio	
variações de animais e plantas	421		2. Darwinismo				
variações favoráveis	422						
mecanismo da evolução							
seleção natural (2)							
mais adaptadas ao ambiente em que vivem [espécies]							
mecanismo da evolução por seleção natural; variações na forma e na fisiologia [indivíduos da mesma espécie]; seleção natural	422	1. Evolução por seleção natural					
transmissão das variações							
evolução	422	-	3. Neodarwinismo				
evolução; seleção natural; estudo matemática da evolução							
teoria da evolução							
seleção natural	423	1. Variedade genética: mutações e reprodução sexuada					
selecionada positivamente [mutação favorável]							
bem adaptada ao seu ambiente [população]; seleção natural; melhor adaptação do organismo ao seu ambiente							
variedade genética; seleção natural (2); evolução; velocidade do processo evolutivo; indivíduo menos adaptado em determinado ambiente; mais adaptado em outro [ambiente]							
seleção natural	423	2. Exemplos de seleção natural					
seleção natural							
indivíduo menos adaptado; seleção natural	424						
seleção natural; populações bem adaptadas a um ambiente relativamente estável							
seleção natural	424	3. Anemia falciforme					
seleção natural	424	4. Seleção sexual					
evoluirá	245	5. Formação de novas espécies					
mudanças evolutivas [anagênese]	426						
adaptado ao tipo de alimentação do pássaro [bico]	426	7. Exemplo de especiação: os tentilhões de Darwin					
irradiação adaptativa	427						
único tipo ancestral; adaptadas aos mais variados modos de vida [diferentes espécies]							
mecanismo da evolução; seleção natural	427	9.Lei de Hardy-Weinberg					
seleção natural							
fatores evolutivos							
ausência de fatores evolutivos							
seleção natural							
valor adaptativo; seleção natural	428	10. Deriva genética					
evoluíram de um mesmo órgão; adaptou a funções diferentes	428	2.Anatomia e embriologia comparadas					4. Métodos de estudo
ancestral comum exclusivo; divergência evolutiva							

parentesco evolutivo; evolução convergente; adaptaram-se de forma semelhante ao mesmo tipo de ambiente							
evidência da evolução							
relações evolutivas entre espécies; adaptaram a um novo modo de vida [baleias]	429	3. Órgãos vestigiais					
distância evolutiva (2)	429						
afastados evolutivamente							
sequência evolutiva	430	4. Semelhanças embrionárias e bioquímicas					
evolução de determinado gene ao longo das espécies							
estudo da evolução da vida	435	-	-				
[capacidade] de evoluir [coacervado]	437	1. Formação de moléculas orgânicas complexas	2. Teoria de Oparin e Haldane				
seleção natural	438	2. Hipótese heterotrófica					
evolução da vida	438	-	3. Outras teorias sobre a origem da vida				
fósseis de ancestrais dos atuais moluscos e dos artrópodes	438	-					
evoluiu [bolsa respiratória dos peixes e bexiga natatória]							
evoluíram [nadadeiras lobadas dos crossopterígeos em patas]	439	1. Peixes	4. Evolução dos animais				
ancestral direto das aves [Archeopteryx]	441	4. Aves e mamíferos					
grupo ancestral de algas verdes; fator de seleção natural; plantas com adaptações ao meio terrestre; adaptações	442	-	5. Evolução das plantas				
ancestrais dos musgos e das samambaias							
adaptação a vários climas	443						
mesmo ancestral [humanos e chimpanzés]; evoluíram separadamente [cladogênese entre humanos e chimpanzés]	443	-					
ancestral direto da espécie humana [Ranapithecus]; possível ancestral [Aegyptopithecus]	444	1. Primeiros homínídeos	6. Evolução da espécie humana				
ancestrais mais antigos da linhagem dos homínídeos							
evolução cultural	447						
adaptado de acordo com as funções que realizam [corpos dos insetos sociais]	477	-	1. Sociedades	50. Relações entre os seres vivos			
série de adaptações	483	1. Adaptações dos parasitas	11. Parasitismo				
adaptação dos endotérmicos [capacidade de regular a quantidade de sangue por meio da contração muscular]	490	3. Controle de temperatura nas aves e nos mamíferos	2. Temperatura				
série de adaptações ao frio [animais polares]		5. Adaptações a regiões frias					
adaptadas a regiões úmidas [plantas higrófitas]	491	-	3. Água	51. Fatores abióticos			
várias adaptações que facilitam a sua sobrevivência [peixes de profundezas]	501	2. A vida nas profundezas do mar	1. Talassociclo	53. Distribuição dos organismos na biosfera			

(E) Adolfo, Crozetta e Lago (2005)

ADOLFO, CROZETTA e LAGO (2005) - BIOLOGIA Volume único						
Unidades perceptíveis	pg.	Sub-Tópico	Tópico	Capítulo	Unidade	Obj. Estudo
adaptaram [certos tipos de microrganismos]	10	-	3. A hipótese extraterrestre ou da panspermia	1. A formação dos primeiros seres vivos	1. Origem da vida	OVi
evoluindo para [de coacervados para protocélulas]	11					
ancestral vivo; ancestral de todas as formas de vidas	11					
fator evolutivo [competição intra-específica]; descendentes mais adaptados [machos em competição]	21	-	-	4. Interações entre os seres vivos: as relações ecológicas	2. Ecologia	Eco
perfeitamente adaptados às condições climáticas [fauna e flora de um bioma]	30	3. <i>Epinociclo</i>	-	5. A Biosfera		
variabilidade (as diferenças) das espécies de seres vivos	84	1. <i>Meiose I ou reducional</i>	3. Meiose	10. Ciclo Celular	3. Biologia Molecular e Celular	Ce
evolução do reino vegetal [algas deram origem às plantas]	117	1. <i>Classificação das algas</i>	1. Algas	16. Reino Protista	5. Seres vivos	OCBio
muito evoluídas [algas pardas pluricelulares]	118					
evoluíram a partir de algas clorófitas [briófitas]; período evolutivo	128	1. <i>Briófitas (do grego bryon, musgo; phyton, planta)</i>	-	18. Classificação dos vegetais	6. Reino Plantae/ Metaphyta	
mais evoluídas [espermatófitas]; importante inovação evolutiva [semente]	131	3. <i>Gimnospermas (do grego gymnos, nu; sperma, semente)</i>	-			
adaptaram bem na região [Pinus no sul do Brasil]						
mais evoluídas [angiospermas]	132	4. <i>Angiospermas (do grego angion, recipiente ou vaso; sperma, semente)</i>	-			
mais evoluída [planta que tem todos os órgãos vegetativos e reprodutivos]	138	-	-	21. Organologia vegetal I	AHFVe	
evolução das plantas vasculares	138	-	1. Raiz			
evolução das espécies vegetais; novas combinações genéticas entre as plantas [polinização cruzada]	145	1. <i>Reprodução das angiospermas</i>	1. Flor	22. Organologia vegetal II		
importante adaptação das plantas [tubo polínico]; evolução em ambiente terrestre	146					
tipo mais evoluído de esponja [lêucon]	187	2. <i>Tipos anatômicos de esponjas</i>	1. Poríferos (Espongiários)	28. Porífera e Cnidaria	7. Reino Animalia	OCBio
mais evoluídos que as esponjas	189	-	2. Cnidários [Celenterados]			
escala evolutiva [presença de sistema nervoso]	189	1. <i>Estrutura dos cnidários</i>	1. <i>Platyhelminthes</i>	29. Os vermes		
bem mais evoluídos; evolução animal [simetria bilateral]	193					
sucesso adaptativo dos artrópodes	210	1. <i>Estrutura dos artrópodes</i>	1. Artrópodes	30. Arthropoda, Mollusca e Echinodermata		
sucesso evolutivo desses animais [insetos]; grande capacidade de adaptação	210	2. <i>Classificação</i>				
espécies adaptadas aos mais diferentes locais [crustáceos]	216					
vertebrados mais evoluídos; inovação evolutiva [mandíbulas]	229	1. <i>Classificação dos cordados</i>	-	31. Chordata		
animais mais adaptados para a vida em terra	235	-	-	33. Classe		

seca				Amphibia		
muito bem adaptados à vida terrestre	240	-	-	34. Classe Reptilia		
puderam evoluir [mamíferos]						
evolução dos pulmões	241	-	1. A conquista da terra firma	35. Classe Aves		
adaptação à vida terrestre [ácido úrico]	244	1. Classificação				
mudanças evolutivas	245	-	-			
adaptações ao voo	246	1. Adaptações ao voo	-			
órgão adaptado ao canto [siringe]						
adaptações ao voo [rins metafenos]	248					
evolução biológica						
adaptarem [organismos]	286	-	1. O lamarquismo	42. As Teorias evolutivas		
questões da evolução						
seleção natural; mais adaptados	288	1. Princípios do darwinismo	2. O darwinismo			
aspecto da variabilidade						
importância evolutiva [mutações que ocorre nas células reprodutivas]		-				
seleção natural; adaptação do organismo	289					
variedade da população; seleção natural (2); processo evolutivo; mais adaptados (3); menos adaptado; variedade genética						
Teoria Sintética da evolução; fatores evolutivos; seleção natural	290	1. Fatores evolutivos	3. Neodarwinismo ou Teoria Sintética da Evolução			
fator evolutivo [mutação]						
seleção natural	291					
seleção natural (2); fator evolutivo; variações da população; indivíduos mais bem adaptados; genótipos bem adaptados						
variabilidade (2) [colônia de bactérias]	291	2. Exemplos de seleção natural				
seleção natural	292					
evolução	293	-				
seleção natural; adaptadas a ambientes diferentes [raças]; evoluírem [organismos de raças distintas]	293	1. Mecanismo da especiação	-			
pressões de seleção natural distintas						
seleção natural diferenciada; genes favoráveis ou adaptativos	294					
adaptados ao ambiente aquático [golfinhos e tubarões]	295	2. Irradiação adaptativa		44. Evidências da evolução		
evolução; evidências da evolução	295	-	-			
prova em favor da evolução						
ancestralidade comum [estruturas vestigiais]						
evolução; processo de irradiação adaptativa; ancestral comum	296					
ancestral comum a todos	297					
evidência evolutiva; conhecimento da evolução biológica		-	-			
evidências evolutivas [registros moleculares]; fatores evolutivos; distância evolutiva	298					
evoluíram [estágio larvário dos equinodermas e a origem dos cordados]	300	-	-	45. Evolução dos vertebrados		
evoluíram [celacanto e peixes crossopterígeos]						
evoluíram [répteis de um grupo de anfíbios]	301					
evoluíram [aves a partir de répteis]						
evoluiu [populações humanas]; ancestrais do homem; sequência de mudanças adaptativas	302					

(F) AMABIS e MARTHO (2005).

Unidades perceptíveis	pg.	Sub-Tópico	Tópico	Capítulo	Unidade	Obj. Estudo	
variabilidade genética (2); seleção natural	6	7. Variabilidade genética, seleção natural e adaptação	2. Características dos seres vivos	1. O que é vida?		CSVi	
seleção natural; adaptam-se [espécies de seres vivos ajustam-se ao ambiente]; Adaptação (2); espécies ancestrais [surgimento de novas espécies]	7						
biólogo evolucionista [John Maynard Smith]; através da evolução [definição de vida]	7						8. Uma definição de vida
garantir a evolução por seleção natural; capacidade de evoluir; adaptando-se aos ambientes [capacidade intrínseca à vida]							
ancestrais [genes de uma espécie]	10	-	4. A Biologia e algumas questões de atualidade			-	
teoria evolucionista [Charles Darwin]; ancestralidade comum [todos os seres vivos]	23	-	1. A formação da Terra	2. Origem da vida na Terra	1. A Natureza da vida	OVi	
teoria da evolução química; teoria da evolução molecular; processo de evolução química	30	1. Panspermia e evolução química	3. Teorias modernas sobre a origem da vida				
evolução molecular; seres ancestrais	34	5. O "mundo do RNA"					
seleção natural [surgimento do RNA como momento de atuação de]							
hipotéticos ancestrais	35	6. Evolução de processos energéticos					
evolução da fotossíntese							
ancestrais das cianobactérias atuais [primeiras bactérias fotossintetizantes]							
capacidade de adaptar [a vida]; seres ancestrais das cianobactérias	36						
evoluíram [primeiras formas de vida e a Terra primitiva]	37	-	4. Evolução e diversificação da vida				
ancestral procariótico [origem dos compartimentos intracelulares]	37	1. Origem da célula eucariótica					
ancestrais das mitocôndrias [origem dos plastos]	39						
ancestrais diretos das mitocôndrias; ancestrais dos plastos							
evoluíram a partir de [algas e plantas - células eucarióticas portadores de mitocôndrias e plastos]							
durante sua evolução [englobamentos endossimbióticos sucessivos]							
célula eucariótica ancestral							
origem evolutiva das mitocôndrias				145	6. Mitocôndrias	3. O citoplasma das células eucarióticas	6. O citoplasma
evoluído de mitocôndrias [hidrossomos e mitossomos]; adaptação a ambientes anaeróbios [organismos que habitam ambientes anóxicos]							
seres eucarióticos ancestrais das algas e plantas [origem endossimbiótica dos plastos; bactéria ancestral	148	7. Plastos					
ancestral protista heterotrófico							
maior variedade de gametas [permuta na meiose]	190	1. Fases da meiose	5. Meiose	8. Divisão celular: mitose e meiose			
ao longo da evolução [perda de	249	1.Relação entre	2. Genes e RNA: a	11. O controle	3. O		

função do DNA não-codificante}		genes, cromossomos e DNA	transcrição gênica	gênico das atividades celulares	metabolismo celular	
[protozoários semelhantes a coanócitos] ancestrais [esponjas]	267	1. <i>Vantagens da multicelularidade</i>	1. A estratégia multicelular	12. Tecidos epiteliais	4. A diversidade celular dos animais	TAn
evolução do padrão multicelular						
evolução para a multicelularidade	268					
variabilidade genética da descendência [reprodução sexuada]; descendência variada; se adaptar às diferentes condições; características adaptativas; base da evolução biológica	354	2. <i>Reprodução sexuada</i>	1. Tipos de reprodução	17. Reprodução e ciclos de vida	5. Reprodução e desenvolvimento	ERAn
variabilidade genética	355					
herança evolutiva [desenvolvimento embrionário dos mamíferos]; herdadas de ancestrais répteis; adaptações à grande quantidade de vitelo dos avos [movimentos celulares da gastrulação]	417	2. <i>Formação dos folhetos germinativos e dos anexos embrionários</i>	1. Aspectos gerais do desenvolvimento em mamíferos	19. Desenvolvimento embrionário humano		
AMABIS e MARTHO (2005) - BIOLOGIA Volume 2: Biologia dos Organismos						
[híbridos] mais bem adaptados que as espécies que os originaram	9	3. <i>O conceito de espécie biológica</i>	2. O desenvolvimento da classificação biológica	1. Sistemática, classificação e Biodiversidade	1. A diversidade biológica	OCBio
teoria evolucionista [Charles Darwin]; evolução biológica	9	-	3. A Sistemática moderna			
explicação evolucionista para a diversidade biológica; idéias de evolução						
evolução dos seres vivos	16	1. <i>Classificação e parentesco evolutivo</i>				
idéia de parentesco evolutivo entre as espécies [concepção de Darwin]; história evolutiva; ancestral mais recente; ancestrais mais remotos; aceitação da teoria evolucionista; relações de parentesco evolutivo entre as espécies						
ancestrais comuns; processo de evolução						
árvores filogenéticas (2); filogenias; relações de parentesco evolutivo entre os grupos de seres vivos; árvore filogenética; espécie ancestral; ancestral mais recente						
árvore filogenética (2); relações de parentesco evolutivo; ancestral do gênero <i>Equus</i> ; ancestral dos equinos; espécie ancestral comum						
convergência adaptativa devido à adaptação; parentesco evolutivo						
idéia de ancestralidade comum; teoria evolucionista de Darwin	18	2. <i>Sistemas modernos de classificação biológica</i>				
história evolutiva de um grupo						
relações de parentesco evolutivo; ancestralidade comum entre os grupos; convergência evolutiva						
ponto de vista evolutivo; espécie ancestral						
história evolutiva; ancestral comum						
novidades evolutivas						
estudos evolutivos; relações filogenéticas entre os grupos de seres considerados: árvores						

filogenéticas; espécie ancestral					
espécie ancestral; ancestral comum exclusivo					
árvores filogenéticas; filogenias					
análise filogenética; separação evolutiva [entre chimpanzés e humanos]	19				
corrente filogenética; relações de parentesco evolutivo entre os grupos de seres vivos; história evolutiva	20	-	4. Os reinos de seres vivos		
origens evolutivas	22	2. Reino <i>Protoctista</i>			
história evolutiva da vida na Terra					
[arqueas] evolutivamente mais relacionadas [organismos eucarióticos]	55	2. <i>Bactérias e arqueas</i>	1. Características gerais de bactérias e arqueas	3. Os seres procarióticos: Bactérias e Arqueas	
relações de parentesco evolutivo entre espécies bacterianas					
relações de parentesco evolutivo entre alguns grupos de bactérias	68	-	5. Classificação das bactérias		
parentesco evolutivo; mesmo ancestral					
ancestralidades distintas [algas e protozoários]	84	1. <i>Polêmicas sobre o reino Protoctista</i>	1. O reino Protoctista		2. Vírus, Moneras, Protoctistas e Fungos
curso da evolução [euglenóides e perda dos cloroplastos]	89	2. <i>Principais grupos de algas</i>	2. As algas	4. Protoctistas: algas e protozoários	
várias linhagens ancestrais [hipótese de protozoários como grupo parafilético]	96	1. <i>Características gerais</i>			
ancestrais de algas e plantas [zooxantelas]	98	2. <i>Principais grupos de protozoários</i>	3. Os protozoários		
ancestrais das plantas atuais [[algas verdes primitivas]					
ancestrais dos insetos e dos aracnídeos atuais [artrópodes primitivos e os primeiros animais a habitarem a terra]	136	1. <i>A importância das plantas</i>	1. O Reino Plantae		
ao longo de sua evolução [estratégia de sobrevivência das plantas]; incrível capacidade de adaptação da vida					
parentesco evolutivo entre espécies [separação entre algas e plantas]	137	2. <i>Características gerais das plantas</i>			
decorrer da evolução das plantas [redução da fase haplóide do ciclo vital]	138				
evidência de parentesco evolutivo das briófitas; algas verdes ancestrais das plantas	141	1. <i>Características gerais das briófitas</i>		6. Diversidade e reprodução das plantas	3. Diversidade, anatomia e fisiologia das plantas
processo da evolução biológica [surgimento das plantas e da matrotrofia]; ancestrais das plantas; diversidade genética [meiose]; maior chance de adaptação à prole; esporos variados do ponto de vista genético; sucesso evolutivo das plantas	146	2. <i>Reprodução e ciclo de vida das briófitas</i>	2. Plantas avasculares: briófitas		
origem evolutivas das sementes [compreensão do ciclo de vida das selaginelas]	151	2. <i>Reprodução e ciclo de vida das pteridófitas</i>	3. Plantas vasculares sem sementes: pteridófitas		
novidade evolutiva [redução dos gametófitos]	154				
adaptadas ao frio [coníferas]	154	-	4. Plantas		

novidade evolutiva das plantas vasculares com semente [independência da água em estado líquido para a fecundação]	156	1. <i>Características gerais das gimnospermas</i>	vasculares com sementes nuas: gimnospermas			
[folhas de <i>Pinus</i>] adaptadas a condições de escassez de água	158	2. <i>Ciclo de vida de uma gimnosperma</i>				
mesmo ancestral [hipótese monofilética para angiospermas atuais]	160	-				
novas combinações gênicas na descendência [importância da fecundação cruzada]; adaptação da prole	169	1. <i>Ciclo de vida e reprodução sexuada em angiospermas</i>				
aquisição evolutiva das angiospermas [fruto]	177					
história evolutiva das plantas; adaptações [fruto e a disseminação de sementes]						
adaptada à captação de luz [estrutura laminar das folhas]	212	1. <i>Partes da folha</i>	4. Folha	7. Desenvolvimento e morfologia das plantas angiospermas		AHFVe
adaptação a diferentes tipos de ambientes [forma externa e histologia interna da folha]						
adaptação à economia de água nos ambiente de baixa umidade [folhas de plantas xerófitas]	213					
Diversas espécies de plantas adaptadas a climas secos	236	4. <i>Plantas com metabolismo CAM</i>	3. Nutrição orgânica das plantas: fotossíntese	8. Fisiologia das plantas angiospermas		
processo adaptativo [estiolamento]	251	2. <i>Luz e estiolamento</i>	7. Fitocromos e desenvolvimento			
novidade evolutiva [blástula]; ancestral comum exclusivo [hipótese monofilética dos animais]	270	1 <i>Desenvolvimento embrionário dos animais</i>	1. O que é um animal?	9. Características gerais dos animais	4. A diversidade dos animais	OCBio
caminho que levou à evolução dos animais [multicelularidade]; ancestral de todos os animais [colônia de protozoários primitivos]; história evolutiva dos animais (2)	273	-	2. Tendências evolutivas na estrutura corporal dos animais			
ancestrais dos equinodermos; adaptação ao modo de vida sésil [simetria radial das espécies atuais dos equinodermos]	273	2. <i>Simetria</i>				
Durante a evolução dos animais	275	3. <i>Cefalização</i>				
herança evolutiva de nossos ancestrais peixes [padrão segmentado]	276	5. <i>Segmentação corporal ou metameria</i>	3. Tendências evolutivas na fisiologia animal			
ao longo da evolução [dos animais e o surgimento do sistema digestório]	279	1. <i>Sistema digestório</i>				
Ao longo da evolução das espécies [animais e a excreção de substâncias nitrogenadas menos tóxicas]	284	4. <i>Sistemas excretores</i>				
animais multicelulares ancestrais dos filos atuais; ancestrais de todos os filos animais atuais	285	1. <i>A explosão cambriana</i>	4. O parentesco evolutivo dos animais			
sequência evolutiva de aparecimento dos diversos filos; mesmo ancestral comum [registro fóssil e origem monofilética dos animais]						
ancestral de todos os animais; ancestral comum; ancestral de todos	285	2. <i>Os ancestrais dos animais</i>				

os outros animais						
evoluído [duas linhagens evolutivas quanto ao número de folhetos germinativos]	286					
árvore filogenética animal						
adaptação contra predadores [produção de substâncias tóxicas pelas esponjas]	293	1. <i>Características gerais dos poríferos</i>	1. Filo Porifera (poríferos ou esponjas)	10. Poríferos e Cnidários		
grande novidade evolutiva dos cnidários; ancestrais poríferos [aparecimento de gástrula]	305	5. <i>Classificação e relações evolutivas nos cnidários</i>	2. Filo Cnidaria (cnidários ou celenterados)			
ancestral comum de Hydrozoa, Cubozoa e Scyphozoa						
ao longo da evolução dos animais; "estratégia evolutiva"; ancestrais ainda desconhecidos; estratégia evolutiva "porífera"	315	2. <i>Relações evolutivas dos platelmintos</i>	1. Filo Platyhelminthes (platelmintos ou vermes achatados)	11. Platelminotos e Nematelmintos		
adaptações do parasita para sua fixação ao hospedeiro	318	3. <i>Classes de platelmintos</i>				
larvas adaptadas à vida aquática	321	4. <i>Reprodução dos platelmintos</i>				
ancestral semelhante a um platelminto; novidades evolutivas [pseudoceloma e sistema digestório completo]; prováveis ancestrais	326	1. <i>Características gerais dos nematelmintos</i>	2. Filo Nematelminthes (nematelmintos ou vermes cilíndricos)			
grande adaptação à vida parasitária	328	3. <i>Doenças humanas causadas por nematelmintos</i>				
adaptação do verme aos hospedeiros [filaríase]						
evoluíram para os nematelmintos atuais; ancestrais dos moluscos, dos anelídeos e dos artrópodes [linhagens antigas de animais pseudocelomados]	340	1. <i>Características gerais dos moluscos</i>	1. Filo Mollusca (moluscos)	12. Moluscos e Anelídeos		
novidade evolutiva (2) [celoma e sistema digestório]	345	3. <i>Anatomia e fisiologia dos moluscos</i>				
novidade evolutiva [metameria]	353	2. <i>Anatomia e fisiologia dos anelídeos</i>	2. Filo Annelida (anelídeos)			
[larva trocófora] evidência de parentesco evolutivo entre os filos [de anelídeos]	356	3. <i>Reprodução nos anelídeos</i>				
indício do parentesco evolutivo com os anelídeos	363	1. <i>Organização corporal básica</i>	1. Características gerais dos artrópodes	13. Artrópodes		
artrópodes ancestrais; durante a evolução [apêndices articulados dos artrópodes]; adaptaram-se à alimentação [apêndices na cabeça dos artrópodes]						
ancestrais das espécies atuais [artrópodes primitivos]	364	1. <i>Origem e evolução dos artrópodes</i>	2. Classificação e relações de parentesco nos artrópodes			
estreitas relações de parentesco evolutivo com os anelídeos	365					
filogenia desses animais [dos anelídeos]; ancestral comum exclusivo						
adaptados a ambientes de terra firme [aracnídeos]	371	4. <i>Subfilo Chelicerata (quelicerados)</i>				
adaptadas à ingestão de alimentos sólidos [aparelho bucal os gafanhotos]	377	5. <i>Subfilo Uniramia (insetos,</i>				

adaptados para funções reprodutivas; adaptada à deposição dos ovos		quilópodes e diplópodes]						
ao logo da evolução [modificações nas asas dos inseto]	378	1. Sistema muscular movimentação	3. Anatomia e fisiologia dos artrópodes					
adaptação ao tipo de alimentação	379	2. Sistema digestório						
adaptação ao ambiente aquático [respiração branquial]	380	4. Sistema respiratório						
durante sua evolução [equinodermos e o ambiente de fundo marinho]	399	2. Origem dos equinodermos	1. Filo Echinodermata (equinodermos)	14. Equinodermos e Protocordados				
adaptação ao modo de vida bentônico; tipo de simetria herdada de seus ancestrais; reflexo da adaptação ao ambiente bentônico	400							
origem evolutiva dos equinodermos								
mais semelhantes ancestrais do grupo [protocordados]	407	2. Classificação dos cordados	2. Protocordados (cordados invertebrados)					
organismo ancestral [larva de urocordados]	409							
durante a evolução dos vertebrados [aparecimento do esplanocrânio]	419	1. Endoesqueleto	1. Características gerais dos vertebrados	15. Vertebrados				
AMABIS e MARTHO (2005) - BIOLOGIA Volume 3: Biologia das Populações								
teoria da evolução [teoria da pangênese e críticas ao trabalho de Darwin]	3	1. Os filósofos gregos e a hereditariedade	1. Primeiras idéias sobre herança biológica	1. As origens da genética	1. Genética			
ancestrais remotos								
adaptação; evolução biológica [inerente a própria vida]	184	-	1. O conceito de evolução biológica	9. Breve história das idéias evolucionistas	2. Evolução biológica	EBio		
evolução dos seres vivos; seleção natural [título de livro]; teoria evolucionista; evolucionismo								
contexto evolutivo [estudo da diversidade biológica]; luz da evolução; evolução; diversificação de outras [espécies] ancestrais; história evolutiva; teorias evolucionistas; evidências da evolução biológica	185							
espécies ancestrais; base da teoria evolucionista; evolucionismo	185	1. O surgimento do evolucionismo						
evolucionismo; teoria da evolução biológica								
Idéias evolucionistas (2); evolução biológica	185	2. As idéias evolucionistas de Lamarck	2. O pensamento evolucionista					
ovo se desenvolve e evolui para um organismo adulto; mundo orgânico também evoluiu de organismos mais simples para os mais complexos [Lamarck]								
evolução	186							
ancestrais desses animais [ausência de pernas das serpentes]; adaptação a um modo de vida rastejante								
adaptação dos seres vivos ao ambiente; evolução biológica; relações de parentesco evolutivo; idéias evolucionistas [Darwin]								
evolucionista alemão [Mayr]; evolução biológica; evolução	186	3. As idéias evolucionistas de Charles Darwin						
teoria evolucionista de Darwin [Darwinismo]	187							

adaptação às condições ambientes; seleção natural						
adaptação (2); seleção natural						
teoria evolucionista de Darwin						
evolução da vida						
evolução biológica						
espécies ancestrais comuns; adaptações específicas; diferentes variedades	189					
seleção natural						
seleção dos mais aptos						
seleção que a natureza exerce sobre as espécies selvagens; natureza seleciona; indivíduos mais adaptados às condições reinantes; seleção natural	190					
seleção natural						
seleção natural						
teoria da evolução (2); seleção natural						
aspectos fundamentais da evolução; características primitivas dos ancestrais; evolução; espécie ancestral	191					
evolução biológica; adaptação dos seres vivos	191	-				
evidências da evolução biológica	191	1. O				
possíveis ancestrais da espécie humana	192	documentário fóssil				
adaptação(2); evolucionismo; características adaptativas						
adaptação (2); ao longo de sua evolução [camuflagem]; evolucionismo	196	2. Adaptação				
adaptação [mimetismo]						
resultado da adaptação das falsa-coral; ancestrais; seleção natural; ancestrais das falsa-corais						
evolucionismo; mesma espécie ancestral; Durante a evolução de cada grupo de vertebrado; adaptação das espécies a modos de vida diferentes; projeto básico ancestral; parentesco evolutivo [membros anteriores dos vertebrados]	197					
ancestral comum						
adaptadas ao voo [asas do morcego]; adaptadas à natação [nadadeiras peitorais dos golfinhos]; adaptação à função de voar [aves e insetos]	198	3. Semelhanças anatômicas, fisiológicas e bioquímicas entre espécies				
teoria da evolução; ancestral comum das espécies; ao longo da evolução; adaptação; adaptação a modos de vida diferentes; divergência evolutiva	199					
adaptações a modos de vida semelhantes/ estruturas adaptativas; durante a evolução; adaptação; convergência evolutiva						
durante o processo evolutivo [órgãos vestigiais]						
répteis ancestrais	200					
biólogos evolucionistas; herdaram de seus ancestrais [proteínas]						

semelhantes dos seres vivos]					
evolucionismo; ancestral					
teoria evolucionista de Darwin; síntese evolucionária; teoria moderna da evolução	207	-	1. Teoria moderna da evolução	10. Teoria moderna da evolução	
evolucionismo					
síntese evolucionária; evolução (2); seleção natural (2); fenômeno evolutivo					
idéias evolucionistas	208				
teoria moderna da evolução; fatores evolutivos; seleção natural (2); origem das variações hereditárias; geneticamente variados a cada geração [reprodução sexuada]; variabilidade genética; diversidade genética; história evolutiva	208	-			
seleção natural	208	1. <i>Mutação gênica</i>	2. Os fatores evolutivos		
seleção natural (2); bilhões de anos de evolução biológica					
seleção natural	213	2. <i>Recombinação gênica</i>			
seleção natural	217	3. <i>Seleção natural e adaptação</i>			
mais bem adaptados; seleção [do meio]					
estudioso da evolução; seleção natural					
seleção natural (3); evolução					
média os indivíduos está bem adaptada às condições ambientais; seleção natural					
agente seletivo [tempestade]					
diversificação da população					
adaptado (2)	220				
variação contínua na forma das asas					
seleção natural (3)	221				
adaptação (2)	222				
adaptação (2); adaptação evolutiva; seleção natural					
seleção natural; vantagens seletivas; selecionados positivamente; imitação evolutiva; imitado evolutivamente					
adaptação da espécie a cada região	224				
imitação evolutiva; imitado evolutivamente	225				
indivíduos geneticamente variados de uma população; seleção natural; conjuntos gênico adaptativos; fatores evolutivos (2)	226				-
fator evolutivo	226		3. <i>O princípio de Hardy-Weinberg</i>		
fatores evolutivos	227				
fatores evolutivos (3)					
seleção natural	227	4. <i>Fatores evolutivos e equilíbrio gênico</i>			
adaptação ao ambiente	229				
população ancestral	230				
fatores seletivos ambientais					
princípios fundamentais da evolução; processos evolutivos	241	-	1. Processo evolutivo e a diversificação da vida	11. Origem das espécies e dos grandes grupos de seres vivos	
adaptação evolutiva; fatores evolutivos; seleção natural; evolução; microevolução	241	1. <i>Os conceitos de anagênese e cladogênese</i>			
linhagens filogenéticas					

maioria dos evolucionistas; transformações evolutivas	242					
evolução, seres vivos adaptando-se gradualmente aos ambientes; pensamento evolutivo; mudanças evolutivas	242	2. Gradualismo e equilíbrio pontuado				
tempo evolutivo; evolução						
evolução; evoluindo lentamente; fases evolutivas; características de populações bem adaptadas						
bem adaptadas aos seus ambientes	243					
processo evolutivo	243	1. O conceito de espécie biológica				
evoluindo independentemente [espécie como unidade genética]						
caminho evolutivo próprio; unidade evolutiva [população de uma espécie]; adaptando-se ao ambiente	244	2. O significado biológico de espécie				
irradiação adaptativa; seleção de diferentes combinações gênicas						
história evolutiva da vida						
espécie ancestral; adaptativas [mutações não compartilhada entre populações]; seleção natural; adaptação particular	245	3. Processos de especiação		2. A origem de novas espécies		
espécie ancestral						
processo evolutivo						
graças à adaptação prévia						
processo evolutivo [papel da especiação simpátrica]	246					
espécie ancestral						
animais precisam adaptar-se à presença um do outro	247	4. Isolamento reprodutivo				
trajetória evolutiva particular [isolamento reprodutivo]	248					
evoluiu [a vida na Terra]	249	-				
evolução						
ancestrais da maioria dos filos animais atuais	249	1. Divisão do tempo geológico				
evolução biológicas	252					
evolução biológicas						
ancestrais das células vivas	253					
primeiras formas de vida evoluíram						
primeiras plantas dotadas de adaptações que lhes permitam viver fora d'água						
adaptar-se ao ambiente de terra firme [linhagem de peixes primitivos]						
ancestrais diretos dos peixes agnatos atuais	254	2. A vida nas diferentes eras geológicas		3. Origem dos grandes grupos de seres vivos		
sucesso evolutivo						
adaptando às condições do meio aéreo [crossopterígeos]; nadadeiras evoluíram [surgimento das pernas]						
inovação evolutiva(2) [vasos condutores e surgimento da semente em plantas]	255					
aquisição evolutiva importante [ovos dotados de cascas dos répteis]	256					
ancestral dos monotremados						
evoluíram [placentários na Europa e América do Norte]	258					
evoluíram as espécies modernas de mamíferos placentários; ancestrais						

dos cavalos, dos elefantes, dos ursos e da espécie humana						
evolucionistas atuais; ancestral comum [antropóides e humanos]	265	-				
história evolutiva dos organismos; estudo da evolução humana						
vestígios de ancestrais humanos; ancestrais comuns à espécie humana e a esses animais [gorilas e chimpanzés]	266	1. Evidências da evolução humana	1. Nosso parentesco com os animais			
história evolutiva humana						
história evolutiva humana						
adaptados aos mais diversos habitats da Terra [mamíferos]						
sucesso adaptativo [estratégia placentária]	267	-				
ancestral de todos os primatas						
adaptaram à vida nas florestas em expansão [primeiros primatas]						
bem adaptados à vida nas árvores [társios]; relações de parentesco evolutivo	268					
mesmo ancestral que originou prossímios e társios [macacos]						
ancestral dos catarrinos	269	1. A ordem Primates	2. A classificação da espécie humana			
ancestrais dos Hominoidea atuais						
árvores filogenéticas dos primatas; filogenia						
evolução dos primatas; adaptação à vida arborícola	270					
adaptação dos primatas à vida nas árvores [proximidade entre os olhos]						
evolução dos primatas; evolução cultural da humanidade	272					
adaptação de nossos ancestrais arborícolas; estágio inicial de sua evolução [humanos]; adaptação da linhagem primata ao ambiente de savana; evoluiu nas florestas tropicais africanas	273	1. Estágio pré-humano: a vida nas árvores				
adaptaram-se muito bem a um novo ambiente	273					
ancestral do gênero <i>Homo</i>						
evoluíram nas savanas arbóreas [australopitecos]						
ancestrais dos australopitecos; adaptações ao ambiente arborícola	274	2. Estágio de adaptação à savana arbórea: australopitecos	3. A ancestralidade humana			
adaptações na dentição [australopitecos]						
história da evolução humana						
evolução de muitos tipos de mamíferos herbívoros						
adaptações	276					
pressões seletivas sobre is australopitecos						
evolução humana; adaptação à vida no solo; grandes desafios aos ancestrais da espécie humana; marcas registradas da evolução hominídea [manufatura de objetos]	279	1. Evolução e cultura	4. A espécie humana moderna: <i>Homo sapiens</i>			
passagem evolutiva de australopitecos; história evolutiva humana						
linhagem evolutiva hominídea	280					

adaptada a seu hábitat; adaptação; interações adaptativas	290	4. <i>Hábitat e nicho ecológico</i>	1. Conceitos básicos em Ecologia	13. Fundamentos da Ecologia	3. Ecologia	Eco
biólogo evolucionista [Mayr]	291	-	1. Características das populações	15. Dinâmicas das populações biológicas		
evolui e adapta ao ambiente [população em um ecossistema]			3. Relações interespecíficas	16. Relações ecológicas entre seres vivos		
bem adaptadas uma às outras [espécies parasitas e hospedeiras]; adaptando-se; co-adaptação	353	-	3. Interferência humana em ecossistemas naturais	18. Humanidade e ambiente		
seleção natural [coelho na Austrália e a miximatose]	403	2. <i>Introdução de espécies exóticas</i>				

(G) PAULINO (2005)

PAULINO (2005) - BIOLOGIA Volume 1: Citologia; Histologia						
Unidades perceptíveis	pg.	Sub-Tópico	Tópico	Capítulo	Unidade	Obj. Estudo
adaptação humana aos mais diversos ambientes	12	-	1. A biologia em nossa marcha na Terra	1. Biosfera, vida e organização biológica	1. A biodiversidade	-
mecanismos evolutivos das espécies	14	2. Uma das prioridades do novo milênio				
adaptação ao ambiente em que vive; adaptadas àqueles antibióticos [bactérias]; mecanismo evolutivo das espécies; notável fonte de variabilidade genética para os seres vivos	85	-	5. As mutações e o código genético	6. Os ácidos nucleicos e a síntese de proteínas	2. Bioquímica celular e origem da vida	MOI
lento e progressivo processo evolutivo	97	2. Hipótese autotrófica	3. As primeiras formas de vida na Terra	7. A origem da vida		Ovi
evolução de complexos químicos inanimados em matéria viva	97	3. Hipótese heterotrófica				
variabilidade genética as células	175	1. A meiose I	3. Meiose: processo reducional de divisão celular	12. Divisão celular	3. Citologia	Ce
processo evolutivo da espécie						
série de adaptações morfofisiológicas [aves e mamífero e a manutenção da temperatura]	218	-	2. A importância biológica da respiração celular	15. Respiração celular		
adaptação à vida terrestre [répteis, aves e mamíferos]	241	1. Queratina - impermeabilidade da pele	3. A pele humana	16. Tecido epitelial	4. Histologia animal	TAn
adaptação dos vegetais à vida terrestre	287	-	1. Tecidos de proteção ou revestimento	21. Tecidos permanentes	5. Histologia vegetal	AHFVe
adaptação dos vegetais à vida terrestre	288	4. Os pêlos				
adaptações [das plantas xerófitas]	295	-	6. Os tecidos vegetais e a adaptação das plantas à vida terrestre			
série de outras adaptações [conquista do ambiente terrestre pela plantas]						
PAULINO (2005) - BIOLOGIA Volume 2: Seres vivos; Fisiologia						
variabilidade genética da população bacteriana; adaptação a um ambiente	44	4. A reprodução das bactérias	2. Bactérias	3. Reino Monera	1. Reinos do mundo vivo	OCBio
adaptação das plantas à vida terrestre	83	4. Gimnospermas	1. O reino Plantae ou Metaphyta: componentes e	6. Reino Plantae (I): aspectos gerais		

			características básicas	
aquisição evolutiva que contribui para a adaptação das plantas à vida terrestre	86	3. Se há tecidos de transporte: plantas vasculares	2. Alguns critérios de classificação das plantas	
aquisição evolutiva; adaptação das gimnospermas à vida terrestre	111	1. Órgãos de reprodução e mecanismo reprodutivo	1. Gimnospermas: sementes nuas	8. Reino Plantae (III): Gimnospermas e angiospermas
variabilidade genética na espécie; adaptação em um determinado ambiente [polinização e processo de reprodução sexuado em plantas]	116	3. As etapas do processo reprodutivo: polinização, germinação e fertilização	2. Angiospermas: sementes em frutos	
sucesso adaptativo	121	7. A dispersão de sementes		
ao longo da escala evolutiva das plantas [redução do gametófito]	122	-	3. A relação gametófito x esporófito	
notável aquisição evolutiva animal; adaptações das aves e dos mamíferos aos mais variados tipos de habitats; adaptações morfofisiológicas	139	2. Homeotermia: importância e adaptações	3. Temperatura do corpo e atividade enzimática	9. Reino Animalia (I): Aspectos gerais
adaptações requeridas pela homeotermia	140			
escala evolutiva animal	148	1. Estrutura, organização do corpo e características gerais dos celenterados	2. Celenterados: surge a cavidade digestória	10. Reino Animalia (II): Poríferos, celenterados, platelmintos e nematelmintos
escala evolutiva dos animais	149			
escala evolutiva dos animais	153	1. Características gerais dos platelmintos	3. Platelmintos, vermes de corpo achatado	
aprimoramento evolutivo [simetria bilateral]; adaptação do grupo ao meio em que vive				
escala evolutiva animal				
adaptadas para a vida na terra, no solo, em água doce e salgada	170	-	2. Artrópodes, o grupo mais numeroso	11. Reino Animalia (III): Anelídeos, artrópodes, moluscos e equinodermos
espécies adaptadas para explorar os mais variados tipos de hábitat	172			
adaptação à vida terrestre [insetos com asas]	173	2. Classificação dos artrópodes		
importante adaptação à vida terrestre [excreção de ácido úrico]				
grande poder adaptativo dos insetos à vida terrestre				
animais adaptados à vida na água doce, na água salgada e em ambientes terrestres	192	1. Características gerais dos peixes	1. Os cordados: características gerais e divisão	12. Reino Animalia (IV): Cordados
adaptação para a natação [corpo fusiforme]	196		5. Superclasse Pisces (peixes)	
vantagem adaptativa [presença de mandíbula]	196		7. Classe Reptilia (répteis)	
ao longo da evolução {conquista do ambiente terrestre pelos répteis}; inúmeras adaptações	203			
adaptações dos répteis à vida terrestre [pele seca e rica em queratina]	204	1. Características gerais dos répteis		
adaptação à vida terrestre [ovos com casca grossa]				
adaptação à vida terrestre [excreção de ácido úrico]				
adaptação dos répteis para a	205	2. Características que		

vida terrestre em lugares secos		<i>tornaram possível a conquista da terra firme - um resumo</i>					
adaptação para a natação [pés com membranas entre dos dígitos]	209	1. Características gerais das aves	8. Classe Aves (aves)				
adaptação desses animais aos mais variados tipos de hábitat							
adaptação para o voo							
adaptação dos vegetais à vida terrestre [pêlos absorventes]	226	1. Morfologia externa de uma raiz, estrutura de absorção e de fixação	1. Absorção de água e sais minerais	13. O equilíbrio hídrico nos vegetais	2. Fisiologia Vegetal	AHFVe	
adaptação para economia de água [espinhos]	235	3. A diversidade de caules	2. Transportes de seivas				
adaptação dessas plantas para a economia hídrica [espinhos]; folhas adaptadas para a captura de certos insetos e outros animais pequenas [folhas insetívoras]	238	5. As folhas: morfologia externa e diversidade	3. Transpiração nos vegetais				
adaptações dos vegetais para a vida em terra firme	238	1. Adaptações para a vida terrestre	4. O equilíbrio hídrico e a conquista da terra firme				
adaptação ao voo [sacos aéreos]	283	-	3. A evolução dos órgãos respiratórios	16. A respiração	3. Fisiologia Animal	AFAn	
evolução pulmonar nos vertebrados							
escala evolutiva animal	316	-	1. O sistema nervoso dos invertebrados	19. A coordenação nervosa			
escala evolutiva animal							
adaptação do indivíduo no ambiente em que vive	322	-	3. Os órgãos do sentido				
PAULINO (2005) - BIOLOGIA Volume 3: Genética; Evolução; Ecologia							
adaptada num meio estável [reprodução assexuada]	14	-	1. A reprodução assexuada ou agâmica	1. A reprodução e seus tipos básicos	1. Reprodução e desenvolvimento	ERAn	
pressões seletivas do ambiente							
pressões seletivas exercidas pelo ambiente; agente seletivo do ambiente	18	6. Propagação vegetativa					
notável variabilidade genética entre os descendentes [reprodução sexuada]; variabilidade genética entre si	19	-	2. A reprodução sexuada ou gâmica	10. O mecanismo evolutivo	3. Evolução	EBio	
grande variabilidade genética							
adaptação (2)	130	-	1. Conceito de adaptação				
adaptação nesse ambiente [bois-almiscarados na tundra]	131			1. Um exemplo clássico de adaptação			
seres vivos encontram-se normalmente bem adaptados ao ambiente em que vivem; características adaptativas							
adaptação ocorrida entre as mariposas [Biston betularia]	131	2. Adaptação e ambiente	2. Lamarck e o mecanismo evolutivo				
grupo mais bem adaptado	132						
conceito de adaptação							
adaptação às novas condições vigentes [necessidade de modificação em resposta a mudanças ambientais]	133	-					
adaptação da espécie ao meio em que vive [ambiente como indutor de mudanças]	133	2. A explicação de Lamarck para sua hipótese					
mecanismo evolutivo das	134	3. Lamarckismo x					

espécies; adaptação como um processo necessário para o sucesso evolutivo de uma espécie num determinado meio ambiente		<i>fundamento científico</i>				
variações na forma e no comportamento [organismos de uma população natural]; variações podem ser transmitidas de uma geração para a outra	134	1. Observações preliminares de Darwin				
variações "favoráveis"; indivíduos portadores de variações "desfavoráveis"	135	2. A seleção natural		3. Darwin e o mecanismo evolutivo		
selecionadas naturalmente pelo ambiente; fator de seleção [ambiente]; indivíduos portadores de variações "favoráveis"; indivíduos portadores de variações "desfavoráveis"						
exemplo da evolução da girafa	135	3. Darwin x Lamarck				
ancestrais das atuais girafas; variações "favoráveis"; seleção natural						
variação "favorável" [tamanho da orelha de coelhos]						
adaptando-se com sucesso ao ambiente em que vivem						
selecionadas pelo ambiente; causador das variações intra-específica {Lamarck}; ambiente selecionaria as variações já existentes [Darwin]	136	-				
causas das variações existentes entre os componentes de uma certa população						
principais fatores responsáveis pela variabilidade nos seres vivos						
causas das variações nos seres vivos	137	1. Comparação esquemática entre darwinismo e neodarwinismo		4. Neodarwinismo: ampliação das idéias de Darwin		
teoria sintética da evolução; mecanismo de evolução						
principais causas da variabilidade genética nos seres vivos; seleção natural (2); processo evolutivo; escolha das variações "favoráveis" ou adaptativas num determinado ambiente; variabilidade genética dos seres vivos; genes não-adaptativos; variações desfavoráveis num certo ambiente	138	-		5. Especiação, a formação de novas espécies		
seleção natural diferencial						
genes favoráveis ou adaptativos de acordo com o ambiente em que vivem; certas diferenças genéticas entre os componentes das populações A e B						
a partir de uma população ancestral						
mesma população ancestral;						

seleções naturais diferenciais						
argumento favorável à evolução [homologia]; parentesco evolutivo entre espécies diferentes; indício de ancestralidade comum	146	-				
irradiação adaptativa; a partir de uma espécie ancestral comum; adaptações que permitem a exploração de recursos	146	1. A irradiação adaptativa e os órgãos homólogos	1. Homologia			
adaptações resultantes de um processo evolutivo gradual; membros adaptados para a vida arborícola (macacos, preguiça)						
adaptações convergentes; convergências adaptativas; critérios comuns de seleção acabam exibindo características adaptativas semelhantes				11. Evidências da evolução		
exemplos de adaptações convergentes; corpo fusiforme adaptado à natação [baleias e golfinhos]	147	2. Os órgãos análogos e as adaptações convergentes	2. Analogia			
convergência adaptativa; sinais de parentesco evolutivo; indícios de adaptações funcionais de estruturas que evoluíram independentemente; seleção natural						
parentesco evolutivo entre espécies diferentes; ancestralidade comum; evidência evolutiva	147	-	3. Órgãos vestigiais			
existência de parentesco evolutivo entre as espécies consideradas; existência de ancestrais comuns	148	-	4. Semelhanças embrionárias			
encontra-se em evolução	158	-				
fatores evolutivos	158	1. Teorema das populações em equilíbrio	1. População em equilíbrio			
efeitos da seleção natural (2)						
processo de evolução	159	-				
principais fatores evolutivos; seleção natural	159					
fatores evolutivos; aumentam a variabilidade genética das populações; respeitável fonte de variabilidade genética [mutações]				12. Genética de populações		
fator evolutivo diminui a variabilidade genética das populações; mais adaptativo [gene A]; seleção natural	160	1. Fatores evolutivos: a alteração no pool gênico das populações	2. População em evolução			
fator evolutivo [oscilação genética]						
Série de adaptações morfofisiológicas [predadores e presas]	207	1. Predatismo	2. Fatores limitantes do crescimento populacional	16. As populações naturais	4. Ecologia	Eco
adaptações						
características adaptativas						
processo seletivo						
mais bem adaptadas ao ambiente	209	3. Competição				

baixo poder adaptativo				19. A biosfera e suas divisões
adaptações	212	-	3. Hábitat e nicho ecológico	
extinção da espécie menos adaptada o ambiente	213			
seres vivos não-adaptados a seus efeitos	247	1. <i>Tundra, a vegetação rasteira do Ártico</i>	2. As formações vegetais da Terra	
várias adaptações termorreguladoras	248	2. <i>Adaptações animais ao frio</i>		
adaptação ao frio intenso	249			
várias adaptações à escassez de água	253	6. <i>Desertos: a escassez de água</i>		
muitas adaptações à falta de água				
espécies não-adaptadas às condições oferecidas por uma determinada região	258	-	4. Regiões faunísticas da Terra	
várias adaptações	263	2. <i>Os ambientes marinhos</i>	5. Os ambientes aquáticos	

(H) Silva Jr. e Sasson (2005)

SILVA Jr e SASSON (2005) - BIOLOGIA Volume 1: As características da vida; Biologia celular; Vírus: entre moléculas e células; A origem da vida; Histologia animal						
Unidades perceptíveis	pg.	Sub-Tópico	Tópico	Capítulo	Unidade	Obj. Estudo
evoluem [as espécies vivas]	20	1. <i>Evoluir é mudar</i>	8. Os seres vivos evoluem	1. Características dos seres vivos	1. As características da vida	CSVi
maior adaptação da espécie ao ambiente	20	2. <i>Evoluir é adaptar-se</i>				
bem adaptadas ao ambiente específico [espécies animais e vegetais atuais]						
evolução das espécies	32	-	4. Os níveis de organização nos três volumes desta coleção	2. NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO: os diferentes enfoques em Biologia		-
variabilidade genética [das células formadas durante o Diplóteno da Meiose]	177	4. <i>A descrição das etapas</i>	5. Meiose	11. Divisão celular	3. A vida no nível da célula	Ce
variabilidade genética [dos gametas]; fator no mecanismo da evolução	178	-	6. A importância do <i>crossing-over</i>			
passo da evolução [do material genético]	307	3. <i>Como apareceram os genes?</i>	6. As idéias recentes: Oparin rediscutido	17. A evolução das moléculas e o surgimento da vida	6. A origem da vida	OVi
evoluído ["sopa" orgânica]	307	4. <i>Células ou genes: o que veio primeiro?</i>				
evolução [dos primeiros autótrofos fotossintetizantes]	308	3. <i>A fotossíntese é "inventada"</i>	7. Os primeiros seres vivos			
evolução [dos primeiros seres aeróbicos]	309	4. <i>Aparece a respiração</i>				
evolução [da membrana]	309	-	8. A origem da célula: do procarionte ao eucarionte			
durante a evolução [células eucariontes]						
ancestrais dos procariontes atuais						
ao longo da evolução [origem da carioteca]; evoluído [células com mitocôndrias]	310	-	10. Combinando as duas hipóteses			
adaptação para execução de suas principais funções [tecidos]	324	-	2. A caracterização dos tecidos	18. Os tecidos	7. Histologia animal	TAn
reações adaptativas do animal [epitélios]	325	-	4. Os epitélios			

muito especializados]						
adaptação do organismo ao ambiente [pele humana]	327	2. A epiderme: um epitélio muito especial				
SILVA Jr e SASSON (2005) - BIOLOGIA Volume 2: Seres vivos: estrutura e função						
adaptações a diferentes funções [diferentes espécies]	13	-	1. O que é Biodiversidade?	1. A Biodiversidade	1. Biodiversidade e Classificação	OCBio
variedade de indivíduos [qualquer população]; diversidade genética	15	-	2. Ainda Biodiversidade			
marcantes adaptações aos diferentes habitats e nichos [diversidade de espécies]						
continuidade natural do processo de evolução biológica [conservação da biodiversidade]						
condições para a evolução de outras [extinções]	17	-	4. A Biodiversidade na história geológica			
origens evolutivas	23	-	1. Por que classificar	2. A classificação biológica		
teoria da evolução biológica						
teorias de evolução; evolução; origens evolutivas dos grupos estudados [classificação atual]; parentescos naturais, evolutivos						
origem evolutiva; adaptações a diferentes funções [membros dos vertebrados]	24	-	3. Classificação e homologia			
origem evolutiva; propostas de filogenias; relações evolutivas entre grupos	25					
teoria da evolução; evolução	25	-	4. O conceito de espécie			
adaptadas a condições ambientais severas [arqueobactérias]	28	-	7. A caracterização dos Reinos			
variabilidade genética [conjugação das bactérias]	39	-	4. A reprodução	3. O Reino Bacteria (Monera)	2. Os Reinos mais simples	
estrutura típica de adaptação a esse meio [vacúolo contrátil]	51	1. Protozoários de água doce	5. Protoctistas heterótrofos	4. O reino Protoctista (Protista)		
visão do caminho evolutivo; relações evolutivas entre grupos; filogenias	74	-	2. A organização dos animais	6. A caracterização dos animais	3. O reino Animalia	
linha evolutiva	81	-	2. Os cnidários (Celenterados): animais urticantes	7. Animais diblásticos		
espécies adaptadas à vida aquática	90	-	2. Os platelmintos de vida livre	8. Os vermes		
extrema adaptação à vida parasitária	91	-	3. Os platelmintos parasitas			
milhões de anos de evolução; capacidade de adaptação aos mais variados ambientes e modos de vida; bem adaptadas ao campos, desertos e matas [maior números de artrópodes terrestres]	115	-	1. A vida dos artrópodes	10. Os artrópodes		
evoluído	115	-	2. As características dos artrópodes			
adaptadas às mais diferentes funções [extremidades articuladas]	116					
notáveis adaptadas para obtenção, o preparo e a digestão dos mais diversos tipo de alimentos	117	2. As funções	3. Os insetos			
ótima adaptação ao meio aquático	121	-	5. Os			

adaptadas a várias funções [forma dos ramos dos crustáceos]	122	1. A estrutura	crustáceos			
linhas evolutivas	123	-	6. Os aracnídeos			
discussões filogenéticas [sem a preocupação]	124					
boas adaptações para a captura de insetos, vermes e até vertebrados	125	1. As funções				
espécies adaptadas aos mais diferentes meios e modos de vida	126	-	7. Aranhas, escorpiões e ácaros			
adaptações à vida aquática; adaptação ao voo; evolução tenha levado	138	-	3. Os vertebrados (craniados)	11. Os cordados		
notável adaptação à vida aquática; adaptações relacionadas à forma hidrodinâmica do corpo e às glândulas mucosas da pele	146	-	3. Os peixes	12. Ciclóstomos e peixes		
importante adaptação à vida aquática [respiração branquial]						
adaptações [dos anfíbios]	157	-	1. Introdução	13. Os anfíbios		
linhas evolutivas	163	-	1. Introdução	14. Os répteis		
várias importantes adaptações						
importante adaptação bioquímica à vida terrestre [eliminação de ácido úrico]						
adaptação ao voo; adaptações [esqueleto]	172	-	1. Introdução	15. As aves		
adaptação a uma grande variedade de tipos de alimentação [bicos das aves]	174	-	5. A digestão			
adaptados à natação [dedos palmados]	184	-	4. A classificação	16. Os mamíferos		
adaptação à natação	185					
adaptados à alimentação onívora [dentes molares com tubérculo dos primatas]; evolutivamente os mais próximos [pongídeos e homínídeos]	186					
ao longo de milhares de anos de evolução; importantes adaptações [parasitas e hospedeiros]; capacidade adaptativa	208	-	1. Introdução	18. O parasitismo		
adaptações [dos parasitas]; durante a evolução	210	-	5. As adaptações dos parasitas			
curso da evolução; evolução das adaptações dos parasitas; desenvolveram adaptações	211	-	6. As adaptações dos hospedeiros			
ao longo da evolução; bem-adaptados aos ambientes que vivem [animais]	239	-	1. Introdução	19. Homeostase e proteção		
com a evolução	269	-	1. Introdução	22. A circulação		
adaptação do organismo	310	-	8. Os reflexos	25. O sistema nervoso		
adaptação	328	-	1. Introdução	27. Os sentidos		
adaptação às novas condições						
ótimas adaptações aos mais diferentes meios terrestres e aquáticos	342	-	1. Introdução	28. A locomoção		
história evolutiva; capacidade adaptativa adaptações garantem o processo de fecundação; adaptações	383	-	1. Introdução	31. Os grupos vegetais e a reprodução		
aquisições evolutivas; história evolutiva	384	-	2. A evolução dos vegetais			
adaptação ao meio terrestre						
adaptação ao meio terrestre	386	-	4. As briófitas			
grande passo evolutivo	388	-	5. As pteridófitas			
aquisição evolutiva	392	2. A transição pteridófitas-gimnospermas	6. As gimnospermas			
história evolutiva dos vegetais; recente	396	-	7. As			

evolução desses seres			angiospermas			
evolução dos vegetais	399	-	8. A evolução de gametófitos e esporófitos nas plantas			
história evolutiva das angiospermas; grande diversidade de adaptações dessas plantas	414	1. Disseminação	3. A semente	32. A flor, o fruto e a semente		
grande capacidade de adaptação das angiospermas aos mais diferentes meios	423	-	2. A raiz	33. A raiz, o caule e a folha		AHFVe
ao longo de milhares de anos de evolução	423	-	3. O caule			
adaptados à proteção [caules modificados]	425	-	4. A folha			
adaptações a diferentes meios	425	-	5. A reprodução assexuada nas angiospermas			
variabilidade genética dentro da espécie [reprodução sexuada]	427	-				
no interior de plantas adaptadas a charcos e mangues						
adaptada ao clima árido	448	-	1. Introdução	35. Anatomia microscópica dos espermatófitos		
adaptações ao meio [estudo da anatomia microscópica]						
folhas adaptadas à flutuabilidade; adaptadas ao clima árido [xeromorfas]	453	1. Folhas de estrutura especial	5. Estrutura interna da folha			
reações adaptativas	502	-	3. Movimentos nas plantas	38. Fisiologia 3		
SILVA Jr e SASSON (2005) - BIOLOGIA Volume 3: Genética; Evolução; Ecologia						
ao longo da evolução	63	1. Os alelos múltiplos surgem por mutação	2. Grupos sanguíneos: mais do que dois tipos de alelos	4. Os alelos múltiplos	1. Genética	MGHe
evolução [como um fato]	200	-	1. Um fato científico	11. Evolução: a vida em transformação	2. Evolução	EBio
mudanças que as espécies sofrem por evolução; adaptação (4); adaptação evolutiva; mais adaptadas			2. As evidências da evolução			
evolução	200	-	3. A anatomia comparada			
idéia de evolução	200	-	4. A embriologia comparada			
adaptada ao ambiente em que o animal vive; mesma origem evolutiva	201					
população ancestral comum;	202					
evidência anatômica da evolução [órgãos vestigiais]						
importante evidência da evolução	203	-	5. Fósseis: o passado de volta			
evidências do parentesco evolutivo entre diferentes grupos de cordados						
evidência do processo evolutivo	204	2. Os fósseis são mais uma evidência da evolução	6. A bioquímica comparada			
estudo da evolução; espécies próximas evolutivamente; ancestral comum; parentesco evolutivo; termos evolutivos separaram evolutivamente [acúmulo de mutações]	206	-				
a partir de um ancestral comum; estudos de evolução	208	1. O relógio molecular				
teorias da evolução; fator importante na variação hereditária [clima]	218	-	1. Buffon: as primeiras idéias	12. As teorias da evolução		
gradação evolutiva; evolução	218	-	2. As idéias de Lamarck			
idéias sobre os mecanismos da evolução	220	-	3. As idéias de Darwin			
seleção natural (2)						
idéia de seleção natural; variações	221	1. A seleção				

hereditárias dentro de um mesmo grupo; variações mais favoráveis; mais adaptada às condições do ambiente [organismo]		<i>natural</i>				
adaptação	223	2. A resistência de bactérias ao antibiótico: um experimento em seleção natural	4. Dois exemplos de seleção natural			
[ambientes] selecionar, naturalmente; mais adaptativos àquele meio	224	-				
mudanças evolutiva; características adaptativas		1. O ambiente segundo Lamarck e segundo Darwin	5. Seleção artificial			
variações mais interessantes; população cada vez mais adaptada; adaptação por meio da seleção natural	225					
variabilidade; ação seletiva do ambiente; origem das variações hereditárias; origem da variabilidade						
teorias atuais da evolução; teoria sintética da evolução; binômio variação/seleção; seleção natural; variabilidade; evolução humana	225	-	6. O Neodarwinismo			
variação; variabilidade						
noção de variabilidade; idéia de seleção natural; indivíduos portadores das variações mais bem-adaptadas						
mecanismos fundamentais causadores de variação; existência de variação nas populações; idéia de seleção natural; origem das variações	240	-	1. Evolução e variação			
variação genética nos organismos	241	-	2. Mutações: transmissíveis à descendência			
termos de evolução	242	4. Somática ou germinativa	3. Aberrações cromossômicas			
espécie ancestral	246	2. Aberrações estruturais				
importante fonte de variabilidade; seleção natural	246	-	4. A recombinação gênica			
fator de variabilidade	247	2. Crossing-over				
fonte de variabilidade						
fonte de variabilidade	248		5. Mutações e recombinação gênica: qual a diferença?			
seleção natural; genótipos mais adaptados; a partir de uma espécie ancestral	255					
espécie ancestral		-	1. Os mecanismos de especiação			
evoluirão separadamente [isolamento reprodutivo]	256					
seleção natural; se adapta a um ambiente diferente; adaptada a certo conjunto de condições de vida [variedade de espécies]; irradiação adaptativa	258					
irradiação adaptativa; evoluíram de ancestrais comuns [tentilhões de Galápagos]; adaptado a certo tipo de alimento	259	-	3. A irradiação adaptativa			
convergência adaptativa; evolução convergente; pressões de seleção semelhantes; ação da seleção natural						
forma do seu corpo [animais aquáticos] adaptada à natação; selecionados favoravelmente	260	-	4. A convergência adaptativa			
microevolução						
está acontecendo a evolução	270	-	1. Evolução: uma mudança			
				13. As causas genéticas da variação		
					14. A formação de novas espécies	
						15. A genética de populações:

tipo de pressão evolutiva			nas	a evolução em		
evolução			porcentagens	miniatura		
fator evolutivo; fatores evolutivos; seleção natural	271	1. <i>Que fatores mudam a taxa dos genes</i>	de genes			
fatores evolutivos						
fator evolutivo	271	-	2. O princípio de Hardy-Weinberg (ou as populações que não evoluem)			
fator evolutivo						
população sofreu evolução; fator evolutivo	273	3. <i>Um equilíbrio impossível?</i>				
fator evolutivo	275	-	3. Migração: um outro fator de evolução			
população não evolui; população pequena pode evoluir	275	-	4. Oscilação genética: o acaso na evolução			
bem adaptados à vida nas árvores [prossímios]	283	-	1. Prossímios: primatas humanos			
hipótese atualizada sobre a evolução dos primatas	283					
ancestrais dos primatas atuais; evolução não ocorre de forma linear						
ancestral comum [gorilas, chimpanzés e homens]; a partir desse ancestral; linhas evolutivas; espécie ancestral comum a homens e chimpanzés	284	-	2. A linha evolutiva dos primatas			
linhas evolutivas; ancestrais comuns						
ao longo da evolução dos primatas	285	1. <i>A evolução da mão</i>	3. As tendências na evolução dos primatas	16. As origens da espécie humana		
ancestral hominídeo mais semelhante aos macacos	287	-	4. Australopitecos, os primeiros hominídeos			
escala de tempo da evolução humana	289	-	5. O primeiro <i>Homo</i> : utilizando ferramentas			
evolução da espécie humana						
história de variabilidade	293	-	9. Tentando entender o enredo inteiro			
linha evolutiva; evoluem						
evolução biológica	304	1. <i>A ciência ecologia</i>	1. Ecologia e níveis de organização			
um das espécies tem o bico adaptado para extrair carne macia ou vísceras	312	-	5. Hábitat e nicho ecológico: o endereço e a profissão	17. Ecologia e ecossistemas		
apresentam algumas adaptações [orquídeas, bromélias, samambaias e líquens]	413	1. <i>Floresta pluvial tropical</i>			3. Ecologia	Eco
adaptações especiais para fazer fotossíntese com tão pouca luz						
adaptações especiais para resistir à falta de água [animais de deserto]	417	7. <i>Desertos</i>	4. Os principais biomas	21. Os biomas e a fitogeografia do Brasil		
organismos adaptados ao seu movimento constante [animais de rios]	418	8. <i>Os ecossistemas de água doce</i>				
várias adaptações que lhes permitem sobreviver na estação seca [plantas da	423	2. <i>As caatingas do Nordeste</i>	6. As principais zonas de			

caatinga]			vegetação no Brasil			
vegetais com adaptações ao terreno lamacento	427	7. Outros tipos de vegetação				
variabilidade genética						
fenômeno evolutivo normal [extinção de espécies]; não estarem adaptadas a mudanças no clima; capacidade de adaptação biológica de qualquer espécie; seleção natural	456	2. O desmatamento e a destruição de espécies	10. Os impactos sobre a vida	22. O ser humano no ambiente		

(I) FROTA-PESSOA (2005)

FROTA-PESSOA (2005) - BIOLOGIA Volume 1: Estrutura e ação						
Unidades perceptíveis	pg.	Sub-Tópico	Tópico	Capítulo	Unidade	Obj. Estudo
evolução						
novas variantes dos genes (alelos); seleção natural (2); evoluírem em direções divergentes [indivíduos da mesma espécie]; evolução	63	-	8. Evolução	3. O que significa ser vivo	1. O homem e os micróbios	CSVi
espécies ancestrais	64	-	10. Diversidade			
ao longo da evolução; um órgão adaptar-se a uma nova função	177	-	10. A difusão de O ₂ e CO ₂ através de membranas é a essência da respiração	13. Digestão, absorção e respiração		
adaptações do sistema excretor a diferentes tipos de vida e de ambiente	186	-	3. Os rins regulam a homeostase e a osmose, além de eliminarem excretas	14. Circulação e excreção	5. Nutrição	
adaptações para aproveitar a celulose [mamíferos herbívoros]	189	-	1. O sistema digestivo apresenta adaptações à dietas e ao estilo de vida	15. Outros aspectos da nutrição		
descendentes de anfíbios ancestrais; adaptação [separação do sangue]	192	-	3. Nos vertebrados, as cavidades do coração passaram de duas para quatro			
seleção natural	260	-	1. O sistema nervoso central (SNC) controla as funções do organismo	22. O comando geral		AFAn
ao longo do processo de evolução [sistema nervoso]; seleção natural	266	-	4. O sistema nervoso recebe, elabora, coordena, decide, emite e promove		8. O sistema nervoso	
capacidade de adaptar						
adaptação [olhos de animais noturnos]	279	-	2. Os cones e bastonetes, que absorvem a luz, ficam no fundo dos olhos	24. Os órgãos dos sentidos		
adaptação [cristalino]	279	-	3. A córnea e o cristalino focalizam a imagem do que vemos sobre a retina			
FROTA-PESSOA (2005) - BIOLOGIA Volume 2: Ecologia e Reprodução						
seleção natural [não favoreceu sistemas defensivos contra radiação intensa]	38	-	3. O ozônio protege a superfície da Terra contra a radiação ultravioleta	1. A poluição global	1. O ambiente em crise	Eco

remotíssimos ancestrais	65	-	1. Não conseguimos respirar dentro d'água, nem os peixes fora dela	4. Ambientes variados	2. A roupagem da Terra	
evolução crias muitas soluções para um mesmo problema						
mecanismo da evolução; seleção natural; variação das espécies; adaptação ao meio físico e biológico						
espécies mais adaptadas [comunidade clímax e saturação de espécies]	73	-	6. Os biomas resultam do aproveitamento máximo do clima e do solo	5. Os biomas		
adaptou-se perfeitamente [pirarucu amazônico no nordeste]	75					
adaptadas à neve e ao congelamento da água nos solos {coníferas}	77					
adaptações dos organismos do deserto á falta de água	79	Deserto	1. Os biomas do mundo vão de florestas majestosas desertos desnudos			
evolução das espécies; orientou a evolução [ambiente da Terra]	102	-	6. A hipótese de Gaia enfatiza a harmonia entre o ambiente e os seres vivos	6. Os ciclos		
seleção natural (2) [Biston betularia]	115	-	2. O disfarce e a imitação permitem que a presa se proteja, sem ter que fugir	7. Em busca da sobrevivência	3. Conflitos entre espécies	
obra da seleção natural						
ocorreu a evolução	116					
favorecidas pela seleção natural [lagartas de cores vivas e pouco palatáveis]						
teoria de evolução						
o parasita se adapta	118	-	3. O esconderijo mais bem abastecido é o próprio corpo da vítima			
alterações evolutivas; aparecimentos de novas adaptações; evolução; seleção natural	119	-	4. O ciclo do hospedeiros intermediários facilita a disseminação do parasita			
curiosas adaptações	120					
curioso trabalho da evolução	122	-	5. Por outro lado, a ausência de intermediários simplifica o ciclo do parasita			
evolução das espécies; filtro da seleção natural	127	-	2. A profilaxia combate agentes e vetores e imuniza a população			8. As endemias
resulta de adaptações aos dois ambientes	130	-	1. A seleção natural complica os ciclos reprodutivos de muitos parasitas			9. Grandes endemias
processo adaptativo advém da seleção natural						
evolução conjunta; co-evolução	145	-	1. O mutualismo mostra como uma espécie pode se beneficiar ajudando outra	10. Simbioses harmoniosas	4. Cooperação	
adaptações especiais [insetos e flores]; co-evolução; a partir de espécies ancestrais						
duas espécies evoluem [relação entre simbioses]; espécies ancestrais de vida independente	149	-	3. A simbiose pode mudar de estilo ao longo da evolução			
evolução; surgir por evolução						
; favorecidas pela seleção natural [mutações de parasitas menos nocivos]período evolutivo; adaptando um ao outro [parasita e hospedeiro]; co-evolução						
épocas evolucionariamente recentes; uma						

longa história de co-evolução [parasita e hospedeiro]						
co-adaptação						
adaptação mais comum [fecundação externa]	201	-	1. Nos peixes, milhões de óvulos compensam a mortalidade dos filhotes	17. Variações e alternativas	5. Sexo e amor	ERAn
completa adaptação do mecanismo reprodutor [antes da conquista terrestre]; evolução	202	-	2. O ovo aquático nos lembra de que os seres vivos surgiram dentro d'água			
peixes ancestrais	203					
arranjos evolutivos	205	-	3. A conquista da terra firme exigiu a remodelação do sistema reprodutor			
adaptação importante [parada do desenvolvimento do embrião das aves]						
linhas evolutivas independentes	205	-	4. A fecundação interna nos répteis permitiu o surgimento do ovo uterino			
Avanços evolutivos; promovem a variação [mutações genéticas]; seleção natural; aumenta a frequências dos indivíduos mais bem adaptados	206					
alta variabilidade genética [reprodução sexuada]	208		-	5. A partenogênese mostra que os machos sem sempre são essenciais na reprodução		
grande variabilidade						
aumenta a variabilidade genética da população	210	-	1. Os protozoários multiplicam-se por fissão, esporulação e até por sexo	18. Os estilos dos invertebrados		
evoluiu [mecanismo reprodutor]	215	-	4. Certos insetos desenvolveram estratégias de reprodução surpreendentes			
tendência frequente na evolução [proteção do embrião]						
adaptações [que favoreçam o encontro casual de reprodutores]						
prováveis ancestrais [dos insetos]	216					
oportunidade evolutiva	267	-	1. A co-evolução das flores e polinizadores coroou a história das plantas	24. Variações em torno do tema	8. O sexo nos outros reinos	-
uma longa co-evolução [interação inseto planta]	268					
seleção natural						
seleção natural; co-evolução [2]						
co-evolução						
variabilidade genética [transformação, transdução e conjugação em bactérias]; adaptar a ambientes diferentes [as bactérias]	269	-	3. Sem mitose, as moneras duplicam seu DNA e passam às células-filhas			
[vírus] ancestrais de todos os outros [organismos]; ao longo da evolução [hipótese de origem dos vírus]	270	-	4. As células invadidas por vírus sintetizam novos vírus dentro delas			
FROTA-PESSOA (2005) - BIOLOGIA Volume 3: Genética e Evolução						
ao longo da evolução [genes sem função]	29	-	3. Os genes se ligam uns aos outros no cromossomo, como vagões de trem	1. Dissecando o gene	1. A genética molecular	MGHe
seleção natural	43	-	2. Cada enzima de restrição corta o DNA junto a determinada sequência de bases	3. O DNA recombinante		
aspectos evolutivos	99	-	7. Os genes preparam a base	9. O comportamento	3. Genética humana	

			para as regras epigenéticas do comportamento			
ajustada através da evolução	113	-	1. As espécies submetidas a melhoramento genético ficam menos rústicas	10. Melhoramento genético	4. Aplicações da genética	EBio
variação genética	114	-	3. O melhoramento genético rende mais quando parte de ampla variação inicial			
variação genética	115					
variação fenotípica de origem ambiental	115	-	4. O tipo de melhoramento a ser feito depende da espécie e do que se pretende obter			
diminuir a variabilidade; aumentar a variabilidade [endocruzamento]	116					
diminuir a variabilidade	119	-	1. A técnica do milho híbrido produziu uma revolução na produção rural	11. O vigor híbrido		
teoria evolutiva	128	-	6. É possível surpreender a diferenciação de novas espécies na natureza	12. A nova engenharia		
variação cromossômica; evoluem [raças que ainda se cruzam]	129					
plasticidade genética; adaptação a novas situações	130	-	8. A engenharia genética pode produzir benefícios acompanhados de pequenos inconvenientes			
fonte primária de diversidade biológica [mutação]; valor adaptativo [para alelos prejudiciais]	138	-	1. Os alelos que sofrem mutação sobrevivem ou se extinguem conforme seu valor adaptativo	13. Variação e seleção natural	5. Mecanismos de evolução	
valor adaptativo [para alelos neutros]						
alelos recém-mutados são benéficos (adaptativos)						
espécies atuais resultaram de uma longa evolução; selecionou combinações gênicas convenientes para os organismos que viveram em seu ambiente	142	-	5. As mutações provocadas contribuem para aumentar a variação de plantas cultivadas			
adaptá-la melhor ao ambiente [mutações]; evolução						
decorre da seleção natural [aumento da frequência de genes de resistência]	143	-	6. Não é apenas o aumento da taxa de mutações que produz adaptação ao ambiente			
valor adaptativo						
ancestrais das cianobactérias	144	-	7. As alterações do ambiente orientam indiretamente o caminho da evolução			
alelos adaptativos; essência da seleção natural	144	-	8. A seleção natural eleva a frequência dos alelos mais adequados e reduz a dos outros			
seleção natural						
imita a seleção natural [seleção artificial]	146	-	9. Imitando-se a seleção natural, criam-se novas variedades de			
orientar a evolução no sentido de criar uma variedade bem adaptada no cerrado						

			animais e plantas	
fator de evolução				
seleção natural; baixo valor adaptativo	147	-	1. As frequências alélicas só mudam sob a influência dos fatores de evolução	
seleção natural (2); valor adaptativo	148	-	2. A deriva genética altera as frequências alélicas, em populações pequenas	
agentes de evolução	149	-	3. As migrações alteram maciçamente as frequências de alelos de vários locos	
seleção natural (2)	149	-	4. A união preferencial pode expor alelos recessivos à ação da seleção natural	
fator de evolução; fatores de evolução				
seleção natural (2); valor adaptativo (2)	149			
fatores de evolução	150	-	5. Sempre existem fatores de evolução atuando em qualquer população real	
fator de evolução				
fatores de evolução; não está evoluindo [equilíbrio de Hardy-Weinberg]	150	-	6. Calcula-se a frequência dos genótipos a partir das frequências dos alelos e vice-versa	
seleção natural				
valor adaptativo; seleção natural (2)	151	-	7. A seleção natural exclui os alelos ruins que as mutações criam na população	14. Raças e espécies
evolução	151	-	8. Espécie é um conjunto de indivíduos capazes de se cruzar, dando prole fértil	
[raças] estágios de evolução; variabilidade maior	153	-	9. Só diferenças genéticas contam para distinguir raças	
estágio evolutivo	153	-	10. A divisão da humanidade em determinado número de raças é arbitrário	
enorme diversidade genética				
enriquecida pela diversidade genética que a raciação promoveu	154	-	12. Os nomes das raças devem ser aplicados a populações e não a indivíduos	
Ao longo da evolução social	155	-	13. O racismo deriva de instintos agressivos, ainda não controlados de todo	
seleção natural [forma raças homogêneas]	155	-	14. Na espécie humana não existem raças puras	
indivíduo era geneticamente diferente dos demais; combinações gênicas				
seleção natural (2); população cada vez mais adaptada ao novo ambiente	155	-	15. As raças podem originar espécies distintas ou confluir em uma espécie	

maior variabilidade genética			com maior variabilidade			
enriquecida pela diversidade genética que a raciação promoveu						
árvore filogenética	156					
espécie polimórfica (com maior variabilidade) [abelha americana-africanizada]	157	-	16. A diferenciação crescente das espécies forma gêneros, famílias ordens, classes e filos			
descendem de espécies ancestrais mais recentes [psitacídeos da América tropical]						
filogenia dos psitacídeos	158					
mesma espécie ancestral						
evolucionismo						
teoria evolucionista	160	-	1. A evolução explica tanto as semelhanças como as diferenças entre as espécies			
[células germinativas] ligam os ancestrais aos descendentes	161	-	2. O mecanismos lamarckista foi demolido experimentalmente e conceitualmente			
variabilidade dentro de uma população de plantas ou animais						
tipos de adaptação; adaptação genética; seleção natural; população se adaptar melhor, em média, ao ambiente em que está	161	-	3. Os indivíduos de uma espécie diferem entre si por fatores genéticos e ambientais			
causas da variação; adaptação genética						
evolução, baseado na seleção natural; fundador do evolucionismo						
mais bem adaptados; espécies ficam cada vez mais adaptadas	162	-	4. Darwin demonstrou que a seleção natural é o principal mecanismo evolutivo	15. A evolução do evolucionismo		
seleção natural (2); mecanismo alternativo para a evolução [hipótese de herança de caracteres adquiridos]						
alicerces da teoria da evolução [mutação]; seleção natural	162					
adaptação de um organismo ao seu ambiente; seleção natural						
teoria da evolução	163	-	5. As mutações e recombinações gênicas alimentam a variabilidade genética			
fonte de variação hereditária [mutações e recombinação gênica]						
estudo da evolução [princípio de Hardy-Weinberg; evolução gradual de populações ancestrais; evolução (2); primórdios do evolucionismo; seleção natural]	164					
idéias evolucionistas; evolução						
fóssil ancestral da nossa espécie	174	-	2. Descobre-se a idade dos fósseis, estudando-se o decaimento de isótopos radioativos			
ancestrais dos peixes atuais	175	-	3. As idades dos fósseis sugerem que certos grupos de espécies geraram outros	16. O testemunho das rochas		
teoria da evolução; evolucionistas	176	-	4. As sequências dos fósseis e da anatomia comparada se correspondem		6. Métodos de estudo	
grande passo evolutivo [surgimento de asas não articuladas dos insetos]						
filogenia dos vegetais; evolução de seu	177	-	1. A anatomia comparada ajuda, às vezes, a descobrir a escala dos seres	17. Comparações		

sistema reprodutivo [das plantas]			vivos	
escala evolutiva	178	-	2. Os embriões de espécies diferentes são mais semelhantes entre si que os adultos	
ao longo da filogenia; mesmo órgão ancestral	180	-	3. Órgãos de duas espécies que são homólogos derivam de um mesmo ancestral	
transcurso da evolução [aquisição de flores pelas plantas]	181			
história evolutiva das espécies; mesma adaptação	181	-	4. Órgãos análogos têm a mesma função em diferentes espécies	
adaptar-se (2); caracteres adaptativos (2); essência do problema da evolução	181	-	5. A adaptação individual depende da homeostase, que promove ajustamentos	
adaptação das espécies	182			
[espécie de pinguim] adaptada à vida no gelo; ancestrais comuns; transcurso da evolução; adaptaram a ambientes diversos	182	-	6. A adaptação das espécies resulta de alterações nas frequências de alelos	
mecanismo dessa adaptação [da espécie]; adaptação das espécies; ancestrais dos pinguins				
adaptação das espécies (2); influenciada pela seleção natural; mecanismos distintos de adaptação [individual e da espécie]				
ambiente orienta a evolução; adaptação da espécie	183	-	7. A adaptação divergente diferencia as espécies e a convergente as torna mais parecidas	
adaptação convergente				
ambiente a que diferentes espécies se adaptaram				
radiação adaptativa; adaptação divergente	184			
radiação adaptativa [caso dos insetos]; adaptados aos mais diversos modos de vida				
adaptação convergente				
exemplos de adaptação convergente	184	-	8. Espécies diferentes que adotam o mesmo hábitat ficam mais semelhantes	
adaptação restrita ao oceano [caso dos cetáceos]; adaptaram a água [foca e lobo marinho]				
adaptação convergente à vida aquática				
evoluiu convergentemente [caso das rãs, crocodilos e hipopótamos]				
adaptação convergentes	185	-	9. A distribuição geográfica das espécies fósseis e atuais esclarece as filogenias	
história evolutiva dos equídeos; fósseis europeus dos ancestrais do cavalo; linha evolutiva; evolução dos equídeos; maior parte da evolução dos equídeos	186			
evolução dos mamíferos	187			-
consequências evolutivas [movimentos migratórios]; novo ambiente orienta a seleção natural				
variedade de espécies portadoras de adaptações peculiares [organismos de Galápagos]	188	-	1. Os tentilhões de Galápagos revelaram diretamente a ação da seleção natural	18. A medida da evolução
fatores de evolução	189			
tipos de seleção natural [seleção sexual]	189	-	2. Os critérios de escolha de parceiros sexuais influenciam	

			nas frequências alélicas					
seleção natural	190	-	3. Seleção natural e seleção sexual colaboram, mas às vezes, se antagonizam					
seleção natural								
evolução [frequência de alelos]	191	-	4. Em uma ilha do Brasil, evidenciou-se o efeito do fundador na frequência de albinos					
evolução química	198	-	1. As condições da Terra eram muito estranhas quando surgiram os primeiros seres vivos	19. O início da vida	7. A sequência das espécies	OVi		
evolução puramente química; seleção natural (2); evolução dos seres vivos; progresso evolutivo	200	-	2. A seleção natural de compostos inertes preparou o advento dos organismos					
evolução da pré-célula	200	-	3. A pré-célula evoluiu muito devagar antes de formar a célula procariótica					
grandes troncos evolutivos dos animais; ancestral protista	219	-	6. Os deuterostômios mudaram, no embrião, a posição de sua futura boca	21. Os eucariotos		OCBio		
inovação evolutiva importantíssima [segmentação do corpo]	220	-	7. Os anelídeos e artrópodes inauguraram o corpo segmentado, formado por anéis					
pré-adaptados [insetos]	231	-	1. Instalados nos continentes, os insetos realizaram uma majestosa irradiação	22. Terra e ar		8. A construção do homem	EBio	
ao longo da evolução; pulmões evoluíram	235	-	5. A bexiga natatória, órgão estabilizador, é homólogo dos pulmões dos peixes					
tronco ancestral dos anfíbios [relação de ancestralidade com crossopterígeos]	236	-	6. Os anfíbios, primeiros vertebrados terrestre, derivaram dos peixes crossopterígeos					
ancestrais dos anfíbios; sede de inovações evolutivas; linha principal de evolução dos peixes; adaptação cada vez mais perfeita à vida aquática; rica radiação adaptativa [actinopterígeos]								
ancestrais dos anfíbios; seleção natural	237	-	7. Os anfíbios foram os primeiros vertebrados a ocuparem o hábitat terrestre					
radiação adaptativa [anfíbios]								
mais bem adaptados [répteis]	239	-						
evolução do sistema respiratório dos anfíbios								
ancestrais [dos répteis, os anfíbios]								
notável radiação adaptativa [répteis]	241	-	1. Os répteis se tornaram concorrentes	23. O ovo terrestre				
começo de sua evolução [arcossauros]	243							
readaptados à vida semi-aquática								

[crocodilianos atuais]			implacáveis de seus ancestrais anfíbios	
linhas de evolução [dinossauros]; adaptaram à dieta vegetal	243	-	2. Os dinossauros dominaram a era Mesozóica e se extinguiram "de repente"	
ancestrais reptilianos [das aves]; adaptações ao extenuante exercício do voo	246	-	3. Aves e mamíferos surgiram dos répteis arcossauros e apresentam convergências	
adaptações que tornam possível o voo				
linha evolutiva completamente independente da dos mamíferos [aves]; evolução convergente [temperatura constante e coração com 4 cavidades]				
mais completa adaptação à vida aquática [pinguins]	247			
conclui sua evolução [marsupiais]	249	-	4. Os mamíferos ocuparam o espaço deixado pelos répteis na era Cenozóica	
ancestrais dos placentários				
formas adaptadas aos mais diversos modos de vida [placentários]	250			
adaptação à vida noturna [társio]	252	-	1. O homem e os grandes símios pertencem à superfamília dos hominóides	
evolução, a partir de espécies não humanas; seleção natural; evolução humana	253	-	2. Thomas H. Huxley e Charles Darwin divulgaram nossa relação evolutiva com os grandes símios	
evolução contínua	254	-	3. Várias espécies humanas	
ancestral	254		4. <i>Australopithecus habilis</i> , que deu origem a <i>H. erectus</i> , que deu origem a <i>H. sapiens</i> ...	
evolução humana com a dos outros primatas	255