

O conteúdo de evolução nos livros didáticos utilizados nas aulas de Biologia do ensino médio, da Escola Estadual Eldorado do município de Eldorado, Mato Grosso do Sul.

Flávia Ramos Barbosa

Graduanda em Ciências Biológicas – UEMS/Mundo Novo

Darque Ratier Bitencourt

Professora no curso de Ciências Biológicas – UEMS/Mundo Novo

flamccuems@hotmail.com

Resumo

O livro didático é a principal ferramenta no processo ensino-aprendizagem, deste modo é importante uma constante avaliação do mesmo por parte do professor. Um tema de importância central do ensino de Biologia é a origem e evolução da vida. E, visto que o conteúdo de evolução é extenso e causa algumas dúvidas entre os alunos, a intenção deste trabalho foi conhecer como este tema é aplicado dentro da sala de aula. E para realização do mesmo foram utilizados seis livros didáticos de Biologia, do ensino médio, todos da Escola Estadual Eldorado, no município de Eldorado, Mato Grosso do Sul. Após a avaliação do material didático concluímos que os livros didáticos de biologia do ensino médio escolhidos apresentaram o conteúdo de evolução de forma muito resumida e em muitos casos, os autores apenas citam os conceitos, quando poderiam ser mais explorados por parte dos autores.

Palavras – Chaves: Biologia Evolutiva, Educação, Teorias Evolutivas.

Abstract

The textbook is the main tool in the teaching-learning process, so a constant evaluation by the teacher is important. The origin and evolution of life is a central theme in the biology teaching. And, since the contents of evolution is extensive and causes some doubts among the students, the intent of this paper was to know how this theme is applied inside the classroom. And to achieve this, six biology textbooks were used, all of State's high school in the town of Eldorado, Mato Grosso do Sul State. After evaluation of the teaching material we conclude that the chosen high school biology textbooks showed the evolution content very briefly and in many cases, the authors only mention the concepts, when they could be more explored by the authors.

Word – Key: Biology Evolution, Education, Theory Evolution.

Introdução

O livro didático é um dos principais recursos utilizados pelo professor, e por isso é importante para escolas públicas e também para escolas particulares. O livro didático é um recurso metodológico que proporciona ao aluno uma visão crítica da sociedade que o cerca, e lembrando que é um dos recursos mais antigos, que auxilia o trabalho do professor em sala de aula (COLOMBO & JÚNIOR, 2008, p.155).

Em 1985, aconteceu um importante passo na avaliação do livro didático, que foi a implementação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), pelo Ministério da Educação (MEC), cuja a finalidade é assegurar a qualidade dos livros que são distribuídos gratuitamente em escolas públicas brasileiras (VASCONCELO & SOUTO, 2003, p.94).

Bellini (2006, p.18) ressalta a evidência da superficialidade com a qual a teoria da evolução é tratada nos livros didáticos, e destaca que análises mais criteriosas dos livros de ensino médio são relativamente recentes, sendo assim necessários mais estudos que detalhem e problematizem os livros disponíveis no mercado, afim de aprimorá-los cada vez mais e adequá-los as realidades brasileiras.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) mostram que o tema Evolução propõe aos alunos confrontar diferentes explicações sobre o assunto, da natureza científica, religiosa ou mitológica, elaboradas em diferentes épocas. Conceitos relativos a esse assunto são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas (MEC, 2006, p.50).

O conjunto de princípios que descreve os processos causais da evolução, tais como a mutação, a deriva genética e a seleção natural, constitui a Teoria da Evolução. A teoria da evolução é um conjunto de afirmações à respeito dos processos evolutivos, que abrange de tudo, desde estudos moleculares até os estudos em paleontologia (FUTUYMA, 2002, p.11).

A princípio a Teoria da Evolução foi elaborada por dois naturalistas, Jean Baptiste Lamarck e Charles Darwin. Lamarck acreditava que o ambiente seria o responsável direto pelas modificações nos seres vivos, que transmitiriam essas mudanças aos seus descendentes. E para Darwin a adaptação é resultado de um processo de escolha que é efetuada pelo meio, a Seleção Natural, ou seja, quem não se adapta, desaparece. Mas Darwin não foi o único a pensar dessa maneira, na verdade esta idéia tem como co-autor Alfred Russel Wallace, e ambos foram reconhecidos como autores da Teoria da Evolução, (LOPES & ROSSO, 2005, p.513,515).

E mesmo hoje, após muitas demonstrações experimentais, evidências fósseis, anatômicas, moleculares, embriológicas, a Teoria da Evolução ainda gera discórdia entre vários pensadores. Isso se deve ao fato, dela questionar bases muito sólidas do pensamento criacionista, sendo ainda de difícil aceitação pela população em geral (ABRANTES & ALMEIDA, 2006, p.3).

Um tema de importância central do ensino de Biologia é a origem e evolução da vida. E, foi esse tema que analisamos nos livros utilizados na Escola Estadual Eldorado. Os conceitos

relativos a esse assunto são tão importantes que devem compor não apenas blocos dos conteúdos tratados em algumas aulas, mas contribuir uma linha orientadora das discussões de todos outros temas que estão incluídos nos PCN (BRASIL, 2006, p.22).

Foram analisados os livros didáticos de biologia utilizados pelos professores do ensino médio da rede estadual do município de Eldorado, Mato Grosso do Sul, com a intenção de descrever, como o conteúdo de evolução, está sendo apresentando dentro da sala de aula. As principais características propostas para observação nos livros didáticos foram: a maneira como o tema é abordado nos livros escolhidos, bem como a sua divisão em capítulos e o número de páginas dedicadas ao assunto em cada um dos livros.

Observamos o conteúdo teórico, a fim de verificar a coerência das informações e objetividades do assunto, verificamos também a qualidade e o grau de relação dos recursos visuais com o conteúdo estudado, apresentação de leituras complementares, atividades, testes e recursos adicionais como glossários e atlas para melhor fixação de conteúdo.

Metodologia

Esta pesquisa é do tipo qualitativa descritiva, cujo objetivo foi avaliar seis livros de biologia, utilizados na Rede Estadual do Município de Eldorado, Mato Grosso do Sul. Os livros escolhidos para a avaliação do conteúdo de evolução, foram retirados da biblioteca da Escola Estadual Eldorado, sendo cinco livros de volume único e um livro que corresponde ao volume 3 (que é indicado para o terceiro ano do ensino médio).

Os livros escolhidos para avaliação foram identificados pelas letras A, B, C, D, E e F, conforme a ordem apresentada na tabela 1. A avaliação dos livros didáticos de biologia selecionados, ocorreu através de um questionário representado na ficha de avaliação que está presente na figura 1.

Siglas	Livro	Autor (s)	Editora /Ano
A	Biologia em foco	Wanderley Carvalho	FTD 2002
B	Biologia de olho no mundo do trabalho	Sídio Machado	Scipione 2003
C	Biologia	Augusto Adolfo, Marcos Crozetta e Samuel Lago	IBEP 2005
D Volume único	Biologia – volume 3	César Junior e Sezar Sasson	Saraiva 2005
E	Biologia	Sônia Lopes e Sergio Rosso	Saraiva 2005
F	Biologia	Sérgio Linhares e Fernando Gewandsznajder	Ática 2008

Tabela 1 - Relação dos livros utilizados para avaliar o conteúdo de evolução.

1. Como os livros avaliados introduziram o assunto de evolução.
2. O número de capítulos e páginas dedicada ao conteúdo de evolução está especificado? (Sim/Não).
3. A linguagem do livro tem clareza e objetividade? (Sim/Não).
4. Os livros didáticos escolhidos apresentam textos complementares? (Sim/Não).
5. Os livros didáticos apresentam atividades para melhor fixação de conteúdo? (Sim/Não).
6. Quais os tipos de atividades de fixação que os livros didáticos apresentam?
 - a) Atividades práticas.
 - b) Questões discursivas e para estudo.
 - c) Questões de múltiplas escolhas.
 - d) Testes.
7. Os livros didáticos apresentam recursos visuais? (Sim/Não).
8. Quais são os recursos visuais que o livro didático apresenta?
 - a) Figuras
 - b) Gráficos
 - c) Tabelas
 - d) Mapas
9. Os livros didáticos apresentam recursos adicionais?
 - a) Atlas
 - b) Bibliografia
 - c) Glossários
 - d) Índice remissivo
 - e) Significado de siglas
 - f) Manual do Professor

Figura 1 - Questionário utilizado para avaliar o conteúdo de evolução das escolas estaduais do município de Eldorado, Mato Grosso do Sul.

A quantidade de páginas, textos complementares, recursos visuais, atividades, recursos adicionais e tópicos encontrados em cada um dos livros didáticos avaliados, estão especificado na tabela 2.

Livros	Páginas	Textos Complementares	Recursos visuais	Atividades	Recursos adicionais	Tópicos
A	26	0	31	89	1	12
B	31	13	51	32	1	12
C	24	1	36	24	2	14
D	102	14	90	214	3	12
E	40	11	50	73	4	14
F	31	7	42	65	5	14

Tabela 2. Quantidade de dados obtidos a partir do questionário aplicado para a avaliação dos livros didáticos de biologia utilizado na Escola Estadual Eldorado – MS.

Resultados e discussões

Para realizar a análise dos resultados obtidos, procuramos saber como os livros avaliados introduziram o assunto de evolução.

No livro A – O autor apresenta uma unidade e três capítulos dedicados ao assunto. O primeiro capítulo traz de forma bem resumida a origem da vida e suas várias hipóteses. No segundo

capítulo, apresenta as teorias e algumas evidências da evolução. No último capítulo dedicado ao assunto de evolução, estão apresentadas as eras geológicas, o surgimento e a evolução da espécie humana.

Entre um capítulo e outro, são oferecidos alguns exercícios como questões de múltipla escolha e questões discursivas presente na figura 2, e os recursos visuais proporcionam uma boa relação com o conteúdo, possui uma boa linguagem e não podemos esquecer que o livro não apresenta nenhum texto complementar.

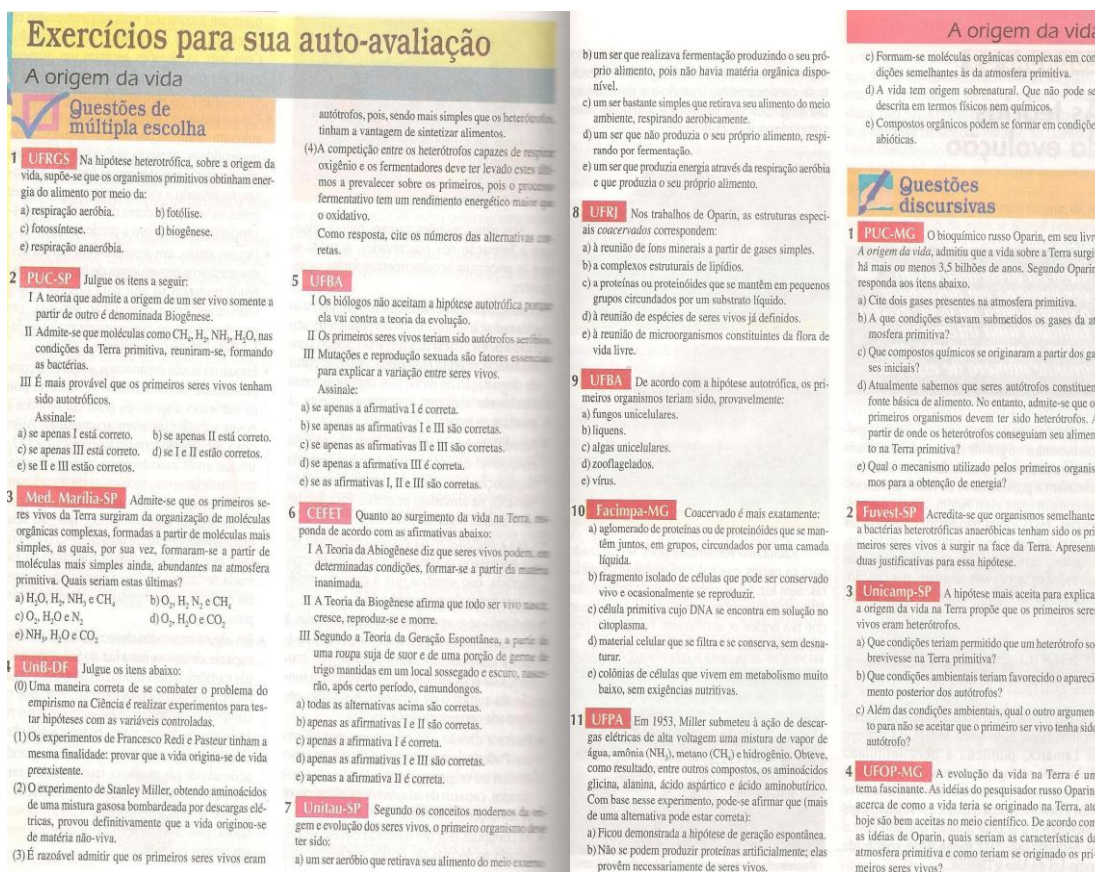


Figura 2 – Exemplo de Questões de múltipla escolha e discursivas, presente no livro A.

No livro B - O autor apresenta o conteúdo de evolução em duas unidades, compostas por três capítulos. Na primeira unidade do livro é apresentado um capítulo que traz a origem da vida.

Na segunda unidade, o primeiro capítulo apresenta as teorias da evolução biológica, como o conjunto de transformações adaptativas que ocorrem ao longo do tempo nos seres vivos. Nesse mesmo capítulo encontramos as evidências da evolução, os fatores evolutivos. No segundo capítulo fala sobre a genética de populações, especiação e evolução do homem.

O conteúdo em si, apresenta de forma bem resumida, possui uma boa linguagem e recursos visuais que ajudam a esclarecer o texto, possui algumas atividades como testes de ENEM e questões discursivas. Traz ainda algumas sugestões de estudos como: uma busca de fontes de pesquisa, biodescobertas, termos de biologia e de olho no contexto, presente na figura 3 que acabam enriquecendo ainda mais o conhecimento dos alunos e ajudando mais na fixação do conteúdo.

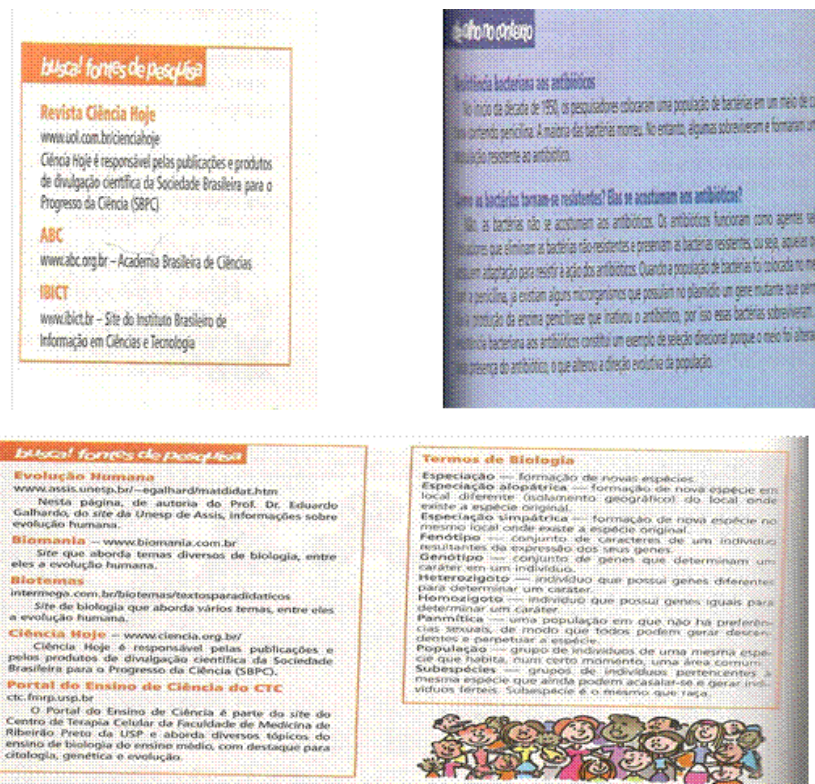


Figura 3 – Exemplos de Algumas das sugestões de estudos presente no livro B.

No livro C - Os autores dividem o conteúdo de evolução em duas unidades: sendo que na primeira unidade ele apresenta um capítulo referente a origem da vida que trata da formação dos primeiros seres vivos.

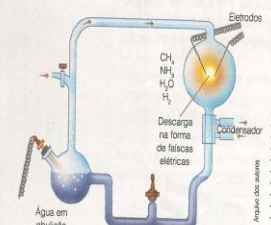
Os autores apresentaram uma pequena introdução sobre a origem da vida facilitando a aprendizagem do aluno, porém não possui muitas atividades, sendo que as únicas atividades de fixação que encontramos nas duas unidades estão presentes na figura 3.

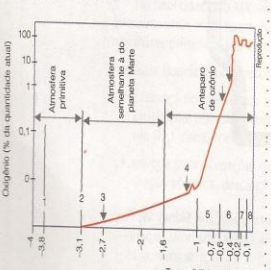
O livro tem uma boa linguagem e figuras adequadas, mais poderia apresentar mais textos que complementassem o conteúdo, pois só encontramos um texto complementar relacionado ao tema de evolução.

Destacamos também que o livro deveria oferecer mais atividades para melhor fixação de conteúdo por parte dos alunos.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO

- Na figura a seguir temos a representação do aparelho projetado por Stanley Miller, no início da década de 1950. Por esse aparelho circulavam metano, amônia, vapor de água e hidrogênio e, através de energia fornecida por descarga elétrica, produtos de reações químicas, como aminoácidos, eram coletados no alçaço.
 

O que Miller pôde comprovar com essa experiência?
- O gráfico a seguir representa o aumento da quantidade de oxigênio na atmosfera no decorrer de 4 bilhões de anos. O número 100 mostra a quantidade atual de oxigênio na atmosfera e os demais valores indicam diferentes porcentagens dessa quantidade.
 

Com base no gráfico, responda em seu caderno:

 - Qual é a importância do anteparo de ózônio para a evolução dos seres vivos?
 - Qual foi a importância do trabalho de Louis Pasteur, no qual utilizou frascos com "pescoço de cisne".
 - Segundo a teoria de Oparin, a vida na Terra poderia ter sido originada a partir de substâncias orgânicas formadas pela combinação de moléculas, como metano, amônia, hidrogênio e vapor d'água, que compunham a atmosfera primitiva da Terra. Esse processo seguiram-se a síntese protéica nos mares primitivos, a formação dos coacervados e o surgimento das primeiras células. Considerando os processos de formação e as formas de utilização dos gases oxigênio e dióxido de carbono, por que podemos dizer que os primeiros seres vivos eram anaeróbios?
 - Existem teorias sobre a origem da vida na Terra que relacionam a constituição química de componentes celulares dos seres vivos da atualidade com evidências geológicas. A presença de átomos de hidrogênio, oxigênio, carbono e nitrogênio nas moléculas dos seres vivos pode estar relacionada com a abundância, na atmosfera primitiva da Terra, de algumas substâncias. Quais são essas substâncias?
 - A hipótese mais aceita para explicar a origem da vida sobre a Terra propõe que os primeiros seres vivos eram heterotróficos.
 - Que condições teriam permitido que um heterotrófo sobrevivesse na Terra primitiva?
 - Que condições ambientais teriam favorecido o aparecimento posterior dos autótrofos?
 - Além das condições ambientais, qual o outro argumento para não se aceitar que o primeiro ser vivo tenha sido autótrofo?
 - Considere os seguintes eventos relativos à origem das primeiras formas de vida.
 - Aparecimento do processo de fermentação.
 - Formação de coacervados.
 - Surgimento dos processos de fotossíntese e respiração aeróbia.
 - Equilíbrio entre os seres heterotróficos e autótrofos.
 Qual seria a ordem lógica em que esses eventos teriam ocorrido?
 - Qual é a principal diferença entre as idéias sobre as hipóteses da Geração Espontânea e da Biogênese para explicar a origem da vida?
 - Estudos em rochas muito antigas demonstram que embora a Terra tenha algo em torno de 4,5 bilhões de anos, o oxigênio somente apareceu na atmosfera 1 bilhão de anos depois. Com relação à origem dos seres vivos, existe alguma relação do surgimento do oxigênio com o aparecimento das primeiras formas de vida? Justifique.
 - (UFJuz de Fora - MG) Sobre a origem e a evolução dos primeiros seres vivos é correto afirmar que:
 - a atmosfera da Terra primitiva era composta principalmente de metano, oxigênio e vapor d'água.
 - os primeiros organismos eram autótrofos.
 - os primeiros organismos a conquistar o ambiente terrestre foram os répteis.
 - os primeiros invertebrados viviam exclusivamente no mar.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO

- Racismo injustificado

Os estudos de Biologia Molecular nos provam que não existem raças ou subespécies diferentes entre os seres humanos. Isso significa que todos os indivíduos da espécie humana são biologicamente muito semelhantes e pertencentes a uma única raça.

Homo sapiens	sapiens
Espécie	raça (subespécie)

Na verdade, podemos observar apenas pequenas variações, que não justificam nenhum tipo de discriminação ou de superioridade dentro da nossa raça. Historicamente, as desigualdades raciais surgiram por razões econômicas, quando se achou conveniente escravizar e desmoralizar as pessoas por apresentarem certos traços genéticos, como o tipo de cabelo, a cor dos olhos ou a tonalidade da pele.

Com base no exposto acima e utilizando os seus conhecimentos cotidianos, elabore um texto que responda às seguintes questões:

 - Que fatos históricos marcam a discriminação racial na espécie humana?
 - Qual é a sua opinião pessoal sobre o racismo que existe nos dias de hoje?
 - Como a ciência foi usada ao longo da história para justificar as práticas da discriminação e do aprimoramento racial (eugenia humana)?

Não se esqueça de dar um título ao seu texto e pedir a ajuda de seus professores de História, Geografia, Filosofia e Biologia.

Uma boa sugestão é assistir o filme *GATTACA - a experiência genética*.

Após a produção dos textos, sugerimos um debate, mediado pelo professor.

Análise o texto a seguir:
No balcão da farmácia um indivíduo pergunta: - Amigo, por que eu ainda estou com esta infecção da garganta? Será que o remédio que tomei está vencido?
 Responde o balconista:
 - Bem, as bactérias causadoras da infecção se acostumaram ao antibiótico e tornaram-se resistentes a ele. Olhe, a data do vencimento! Ainda faltam dois anos.
 O cliente, desesperado, interroga:
 - E agora, eu vou morrer?
 O balconista responde:
 - Não! Vamos trocar por outro antibiótico mais potente, e acabaremos com elas.
 O cliente, apavorado, grita:
 - E se elas também se acostumarem, o que fazer?
 O balconista ironiza:
 - Comece a rezar...
 O texto acima está relacionado ao lamarquismo ou ao darwinismo? Justifique.

Acredita-se que um quarto da população europeia dos meados do século XIX tenha morrido de tuberculose. A progressiva melhoria da qualidade de vida, a descoberta de medicamentos eficientes contra a tuberculose e o desenvolvimento da vacina BCG fizeram com que o número de casos da doença diminuísse na maioria dos países. No entanto, estudos recentes mostram o aumento assustador da incidência de tuberculose no mundo, devido à diminuição da eficácia das drogas usadas e à piora das condições sanitárias em diversos países.

Com base no texto e de acordo com os aspectos evolutivos, justifique o motivo da diminuição da eficiência das drogas usadas contra a tuberculose.
- (FURG - RS) Jean Baptiste Lamarck foi o primeiro que tentou abordar cientificamente o processo pelo qual os organismos vivos se modificam e se diversificam no decorrer dos tempos. O que diz o lamarquismo?

(FESP - PE) Fragmentos de *On the origin of species*:
 ...Contudo subsiste ainda uma dificuldade. Depois que um órgão deixou de desempenhar alguma função e que por esse motivo reduziu-se em proporções, como pode ainda sofrer uma diminuição posterior até não deixar mais vestígios perceptíveis e, por fim, desaparecer. Não é possível que a falta de uso possa continuar a produzir novos efeitos sobre um órgão que cessou de desempenhar todas as funções...
 Charles Darwin, 1859.

De acordo com o texto, que teoria evolucionista Darwin critica?
- Qual dentre os fatores básicos que atuam no processo evolutivo, o único que fornece material genético novo ao conjunto gênico preexistente?

O fenômeno do melanismo industrial, na época da Revolução Industrial, provocou a diminuição da frequência das mariposas de cor clara. A que se deve essa diminuição?
- Considere a seguinte frase a ser completada: "Sem I não há variabilidade; sem variabilidade não há II e, consequentemente, não há III."
 Quais são os termos que, substituindo as lacunas, tornam essa frase logicamente correta?

Duas espécies vegetais pertencentes a grupos taxonômicos diferentes habitam uma região árida, apresentando semelhanças morfológicas quanto ao porte, presença de espinhos e caule suculento. É um típico caso de:
- (UNICAMP) Em um arquipélago oceânico, todas as ilhas são habitadas por aves de um mesmo gênero. Cada ilha possui uma única espécie desse gênero e as diferenças morfológicas principais entre elas são o tamanho e o formato do bico.
 - Qual foi a primeira etapa do processo de especiação?
 - Que pressão seletiva deve ter determinado a presença de aves com bicos diferentes em diferentes ilhas?

A mão humana e a pata anterior do cavalo, do ponto de vista embriológico e funcional, são estruturas anatômicas:
- O ovo terrestre foi uma "grande invenção" dos vertebrados que, assim, puderam conquistar o ambiente terrestre. Em que grupo animal essa conquista ocorreu pela primeira vez?

Figura 4 – Atividades encontradas no livro C relacionada ao assunto de evolução.

Na segunda unidade os autores apresentam o tema de evolução dividido em quatro capítulos da seguinte maneira: No primeiro capítulo, citam as teorias evolutivas, falando sobre o Lamarquismo, o Darwinismo, os princípios do darwinismo, o Neodarwismo ou Teoria Sintética da Evolução, a seleção natural e os fatores evolutivos.

No segundo capítulo, é apresentado a especiação ou seja os mecanismos de especiação, a irradiação adaptativa e a convergência adaptativa. O terceiro capítulo traz as evidências da evolução e no quarto capítulo ele apresenta a evolução dos vertebrados. Somente no final da unidade é apresentado um texto complementar.

O livro tem uma boa linguagem e figuras adequadas, mas poderia apresentar mais textos que complementassem o conteúdo, pois só encontramos um texto complementar relacionado ao tema evolução na figura 5, destacamos também que o livro deveria oferecer mais atividades para melhor fixação de conteúdo por parte dos alunos.

LEITURA COMPLEMENTAR

A HISTÓRIA DA VIDA EM UM ÚNICO ANO

As mais rudimentares formas de vida surgiram entre 3 e 4 bilhões de anos atrás. Vamos agora equiparar os bilhões de anos da história da vida na Terra a uma estrada de um quilômetro de comprimento para representar a idade de nosso planeta.

Numa ponta estaria o dia de hoje e na outra o primeiro dia da existência do planeta Terra. Se recuarmos cerca de 500 anos, estaremos na época em que os primeiros portugueses chegaram ao Brasil.

Qual o comprimento do pedaço dessa estrada que corresponderia ao intervalo de 500 anos? Cada milímetro desta linha do tempo equivaleria a 5 mil anos, ou seja, o intervalo dos últimos 500 anos seria apenas um décimo de um milímetro.

Se estivéssemos no início dessa linha do tempo, percorreríamos os primeiros 400 metros sem encontrar uma única forma de vida no planeta. Continuando nossa caminhada por mais 500 metros, veríamos apenas estranhos microorganismos nos oceanos.

Tudo que se sabe sobre os seres vivos, inclusive o ser humano, estaria somente nos 100 metros finais. Nesse ponto apareceriam as esponjas, as medusas e corais, bem parecidos com as que vivem hoje nos oceanos. Os trilobitas (um tipo artrópode) surgiriam logo a seguir.

Andando mais 20 metros, começaríamos a encontrar as primeiras criaturas parecidas com peixes. Alguns centímetros à frente, e teríamos aquele que é um dos maiores de ter dado origem aos vertebrados terrestres: o *Eusthenopteron*. Esse se parecia com um peixe, tinha barbatanas muito fortes e provavelmente respirava através de brânquias e pulmões primitivos. Mais 20 metros e veríamos os primeiros vertebrados terrestres: os anfíbios.

Vinte metros adiante, começariam a aparecer os primeiros dinossauros e os primeiros mamíferos. Os mais de 100 milhões de anos que os dinossauros viveram no planeta corresponderiam a apenas 27 metros de caminhada.

Assim, restam apenas 13 metros de caminhada e será nesse relativamente pequeno espaço de tempo que se desenvolverá o resto da vida dos seres vivos, com a diversificação das aves e dos mamíferos ao mesmo tempo.

Nos últimos 60 centímetros, surgiriam os primatas muito parecidos com os homens, como o *Australopithecus*. Nos últimos 2 centímetros, o Homem de Naenderthal, e apenas nos últimos 8 milímetros apareceria o homem moderno, o *Homo sapiens*, tal qual nós o conhecemos hoje. Este nosso ser humano passaria mais de 6 milímetros falando e desenhando, para então inventar a escrita.

Desta forma, nossa linha do tempo de um quilômetro de extensão, o segmento a que corresponde ao tempo que o homem escreve e pensa tem apenas um milímetro e meio aproximadamente. Este é o período que chamamos de História. Todo o restante da linha corresponde à Pré-História.

BIZZO, Nélio. *Evolução dos seres vivos*. São Paulo: Ática, 1998. (Adaptado)

Converse com os professores de Educação Artística, História, Geografia e Biologia para responder em seu caderno às seguintes questões relacionadas ao texto e à evolução humana.

- Podemos considerar no decorrer da evolução que o ser humano (*Homo sapiens*) é uma espécie relativamente nova? Justifique.
- Na Pré-História mencionada no texto, que tipo de “produção artística” o ser humano utilizava para a defesa contra os predadores, o ataque às presas, a comunicação e a confecção de vestimentas?
- Uma boa sugestão é assistir o filme *A Guerra do Fogo* e debater a evolução humana, por meio da mediação do professor.

Figura 5 – Texto complementar presente no livro C.

No livro D - A segunda unidade do livro é dedicada ao tema evolução, contendo seis capítulos referente ao assunto. No primeiro capítulo, os autores apresentam a evolução: a vida em transformação, desde o fixismo, passando pelas evidências da evolução e a anatomia e biologia comparada, traz também o estudo dos fósseis, finalizando o capítulo com a bioquímica comparada.

O segundo capítulo, traz as teorias da evolução, passando superficialmente pelo tempo geológico em uma das leituras complementares. O terceiro capítulo entra nas causas genéticas da variação. O quarto capítulo apresenta a formação de novas espécies. O quinto capítulo aborda o tema genética de populações e o último capítulo, entra nas origens da espécie humana.

Entre um capítulo e outro encontra-se textos complementares com interpretação da leitura, algumas história da biologia como na figura 6, e algumas atividades como questões e propostas para discussão e alguns teste para melhor fixação do conteúdo. O livro apresenta uma grande quantidade de recursos visuais e apresentam uma boa linguagem.

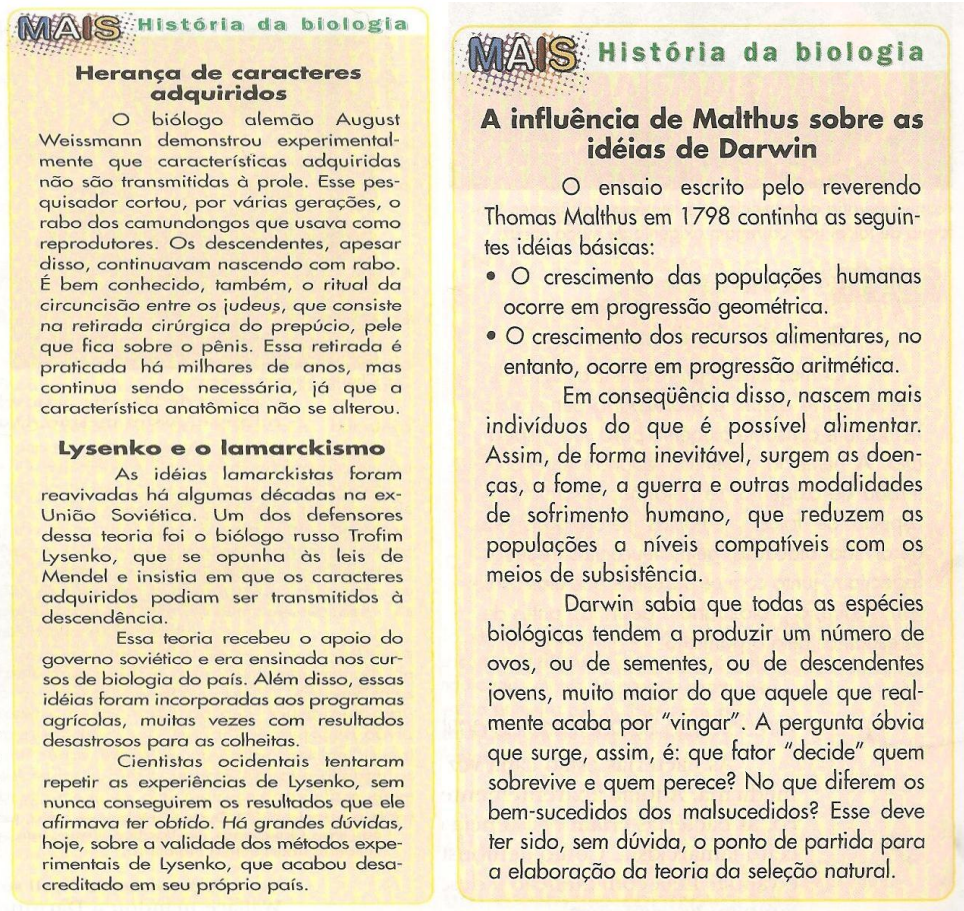


Figura 6 – Exemplo de leitura mais história da biologia presente no livro D.

No livro E - Os autores introduziram o assunto na primeira unidade com a introdução à biologia e origem da vida em dois capítulos. O primeiro capítulo traz uma visão geral da biologia e da origem da vida, e, traz também os métodos científicos, a origem dos seres vivos com suas várias hipóteses.

No segundo capítulo ele fala das origens até os dias atuais, ou seja, desde as bactérias, até o surgimento de células mais complexas: as eucarióticas, passando pelo tempo geológico, indo para a biosfera e terminando nos cinco reinos. A unidade seguinte é dedicada ao assunto de evolução, apresenta dois capítulos referente ao assunto.

O primeiro capítulo, traz as teorias e evidências da evolução de forma bem resumida, dando mais ênfase a teoria de Lamarck, a teoria da Seleção Natural e a Teoria Sintética da Evolução. Já o segundo capítulo, entra em genética de populações, depois especiação e por último entra em evolução humana. No final de cada capítulo, traz questões para estudo e um texto para discussão, além de testes e mais questões discursivas, que são apresentados na figura 7.

O livro apresenta o conteúdo de forma muito resumida, principalmente na parte que discute sobre as teorias evolutivas. Um ponto positivo observado é a grande quantidade de recursos visuais relacionadas ao assunto e a apresentação de sugestões de atividades para melhor fixação de conteúdo, isso contribui muito com trabalho do professor e o aprendizado do aluno.



QUESTÕES PARA ESTUDO

1. Conceitue frequência gênica e frequência genotípica.
2. Enuncie o teorema de Hardy-Weinberg e escreva sua fórmula.
3. Especifique em que condições esse teorema pode ser aplicado e diga quais as suas aplicações em populações naturais.
4. Diga o que é anagênese e cladogênese.
5. Caracterize isolamento geográfico e explique como esse evento pode ser responsável pelo processo de especiação.
6. Dê um exemplo em que o isolamento reprodutivo está relacionado com o comportamento animal, impedindo o fluxo gênico.
7. Caracterize os mecanismos de isolamento reprodutivo pré-zigóticos e pós-zigóticos e dê um exemplo de cada.
8. Explique como pode ocorrer especiação por isolamento geográfico.
9. Explique a especiação por mutações cromossômicas.
10. Relacione e explique os tipos de mecanismo de isolamento reprodutivo.



TEXTO PARA DISCUSSÃO

Seleção artificial e melhoramento genético

A seleção artificial já vem sendo feita há tempos pelo ser humano com o intuito de realizar o chamado melhoramento genético dos organismos de interesse comercial. Como exemplos, podem ser citados o aprimoramento do gado de corte ou leiteiro, a geração de diferentes variedades de milho, trigo, soja, tomate etc.

Com relação às plantas, a seleção artificial é um mecanismo comum utilizado há muito tempo pelos agricultores. Atualmente uma nova técnica tem sido utilizada para promover o surgimento de plantas geneticamente idênticas: a cultura de tecidos. Nesse caso, pedaços de folhas, de sementes ou de outras partes das plantas são fragmentados e cultivados em meios que contêm hormônios de crescimento; nascem assim plantas idênticas e geneticamente idênticas entre si.

- É comum, em algumas raças puras de cães, o surgimento de indivíduos cegos ou com outras anomalias. Como você explicaria isso sob o ponto de vista genético?

Apesar de muito úteis, a seleção artificial e a clonagem promovidas, como comentado aqui, levam ao surgimento de organismos com pouca variabilidade genética. Exatidão: se apenas cruzarmos os melhores indivíduos de um mesmo grupo (endogamia), há maior chance de surgirem descendentes com genes deletérios recessivos em homozigose. Além disso, populações de indivíduos com menor variabilidade genética têm menores chances de sobreviver a alterações do ambiente. Esse é um problema sério nas criações de animais e nas culturas de plantas, pois podem surgir pragas que dizimam todos os organismos, uma vez que são muito semelhantes entre si. Se a variabilidade genética fosse maior, poderia ser que, dentre os indivíduos, alguns já fossem resistentes a essas pragas, sobrevivendo a elas.



TESTES

1. (UFSE) Em uma população em equilíbrio de Hardy-Weinberg, a frequência de certo alelo recessivo é 0,60. A frequência esperada desse alelo após duas gerações é:
- a) 0,20.
 - b) 0,15.
 - c) 0,15.
 - d) X e Z continuaram a pertencer à mesma espécie e Y tornou-se uma espécie diferente.
 - e) X e Y continuaram a pertencer à mesma espécie e Z tornou-se uma espécie diferente.
2. (Fuvest-SP) Considere os seguintes eventos evolutivos:
- I — Extinção dos dinossauros.
 - II — Origem das plantas gimnospermas.
 - III — Origem da espécie humana.
- Qual das alternativas indica a ordem temporal correta em que esses eventos aconteceram?
- a) I — II — III
 - b) I — III — II
 - c) II — I — III
 - d) II — III — I
 - e) III — I — II
3. (UFPE) Em relação à evolução do Homem, avalie as seguintes proposições:
- I — O Gênero *Homo* tem como ancestrais os australopitecos.
 - II — Os primeiros homens anatomicamente idênticos ao homem atual, provavelmente, surgiram há mais de 500 000 anos.
 - III — Todos os fósseis atribuídos a ancestrais do Homem são de gêneros diferentes.
 - IV — O desenvolvimento da capacidade de comunicação propiciou a evolução cultural.
 - V — O *Homo sapiens* se relaciona estreitamente com chimpanzés e gorilas.
4. (Unesp-SP) A especiação do *Homo sapiens* tem pouca chance de ocorrer, considerando-se a atual condição da espécie humana. Indique a afirmação que melhor sustenta esta hipótese.
- a) A ciência moderna tem eliminado as mutações humanas.
 - b) Os medicamentos atuais diminuem a incidência de doenças.
 - c) Os postulados de Darwin não se aplicam à espécie humana.
 - d) As alterações ambientais que favorecem a especiação são cada vez menores.
 - e) Os meios modernos de locomoção e comunicação têm diminuído ou eliminado os isolamentos geográficos.
5. Leia o seguinte texto para responder aos testes 6 e 7.
- "Se compararmos a idade do planeta Terra, avaliada em quatro e meio bilhões de anos ($4,5 \times 10^9$ anos), com a de uma pessoa de 45 anos, então, quando começaram a florescer os primeiros vegetais, a Terra já teria 42 anos. Ela só conviveu com o homem moderno nas últimas quatro horas e, há cerca de uma hora, viu-o começar a plantar e a colher. Há menos de um minuto percebeu o ruído de máquinas e de indústrias e, como denuncia uma ONG de defesa do meio ambiente, foi nesses últimos segundos que se produziu todo o lixo do planeta."
6. (ENEM) O texto acima, ao estabelecer um paralelo entre a idade da Terra e a de uma pessoa, pretende mostrar que:
- a) a agricultura surgiu logo em seguida aos vegetais, perturbando desde então seu desenvolvimento.
 - b) o ser humano só se tornou moderno ao dominar a agricultura e a indústria, em suma, ao poluir.
 - c) desde o surgimento da Terra, são devidas ao ser humano todas as transformações e perturbações.
 - d) o surgimento do ser humano e da poluição é cerca de dez vezes mais recente que o do nosso planeta.
 - e) a industrialização também não foi um processo vertiginoso em precedentes em termos de dano ambiental.
7. (ENEM) O texto permite concluir que a agricultura começou a ser praticada há cerca de:
- a) 365 anos.
 - b) 460 anos.
 - c) 900 anos.
 - d) 10 000 anos.
 - e) 460 000 anos.

1. (UnB-DF) Em uma população, um determinado gene apresenta-se em duas formas, a dominante e a recessiva. Se 36% dos indivíduos recessivos. Considerando que tal população se encontra em equilíbrio genético, podendo-se aplicar o Princípio de Hardy-Weinberg, calcule, em porcentagem, a frequência do referido gene na população. Despreze a parte fracionária de seu resultado, caso exista.
2. (UFRJ) A frequência gênica de dois alelos em uma população, numa dada geração, foi de $A = 80\%$ e $a = 20\%$. Na geração seguinte foi observada uma frequência de $A = 60\%$ e $a = 40\%$. Alguns mecanismos evolutivos que alteram a frequência dos genes são:
 - 1) seleção natural;
 - 2) taxa de mutação gênica;
 - 3) deriva ao acaso da frequência gênica, principalmente em populações pequenas.
 Qual das três possibilidades apresentadas não pode ser aceita para explicar a variação na frequência dos genes citados? Justifique sua resposta.
3. (Fuvest-SP) Um determinado gene de herança autossômica recessiva causa a morte das pessoas homozigóticas ainda na infância. As pessoas heterozigóticas **Aa** são resistentes a uma doença infecciosa causada por um protozoário, qual é letal para as pessoas homozigóticas **AA**. Considere regiões geográficas em que a doença infecciosa é endêmica e regiões livres dessa infecção. Espera-se encontrar diferença na frequência de nascimento de crianças **aa** entre essas regiões? Por quê?
4. (Unicamp-SP) Uma amostra de uma população humana revela que 60 pessoas são do grupo sanguíneo M, 100 do tipo MN e 40 indivíduos do grupo N. Considerando que se trata de uma espécie diplóide, qual o número de alelos do gene M nessa amostra?
5. (UFV-MG) Por que se diz que a reprodução sexuada é mais vantajosa do que a assexuada para populações que habitam ambientes com mudanças climáticas constantes e severas?
6. (Fuvest-SP) É comum o cruzamento entre jumento e égua para se obter o híbrido conhecido como burro. Este, apesar de seu vigor físico, é estéril.
 - a) Sabendo-se que o número diplóide de cromossomos do jumento é 62 e o da égua 64, quantos cromossomos devem estar presentes em cada célula somática do burro?
 - b) Com base no conceito biológico de espécie, o jumento e a égua pertencem à mesma espécie? Por quê?
7. (UFMA) Dentre os primatas, algumas tendências evolutivas são citadas como as principais características adaptativas que levaram à formação da nossa espécie *Homo sapiens*. Cite 4 dessas tendências e comente as vantagens adaptativas das mesmas.
8. (UFRJ) O metilmercúrio é um poluente que surge da organificação do mercúrio que é jogado nos rios, em grandes quantidades, pelo homem. O metilmercúrio se acumula no sistema nervoso. Caso surgisse um gene mutante na população humana, capaz de formar uma enzima eficiente na metabolização e conseqüente eliminação do metilmercúrio (como ocorre em certas bactérias), os indivíduos portadores dessa mutação estariam protegidos da intoxicação por esse poluente. Explique como a seleção natural poderia agir sobre a frequência desse gene mutante nas seguintes situações:
 - a) população humana, portadora do mutante, vivendo em ambiente não-poluído por mercúrio;
 - b) população humana, portadora do mutante, vivendo em ambiente poluído por mercúrio.



QUESTÕES DISCURSIVAS

1. (UnB-DF) Em uma população, um determinado gene apresenta-se em duas formas, a dominante e a recessiva. Se 36% dos indivíduos recessivos. Considerando que tal população se encontra em equilíbrio genético, podendo-se aplicar o Princípio de Hardy-Weinberg, calcule, em porcentagem, a frequência do referido gene na população. Despreze a parte fracionária de seu resultado, caso exista.
2. (UFRJ) A frequência gênica de dois alelos em uma população, numa dada geração, foi de $A = 80\%$ e $a = 20\%$. Na geração seguinte foi observada uma frequência de $A = 60\%$ e $a = 40\%$. Alguns mecanismos evolutivos que alteram a frequência dos genes são:
 - 1) seleção natural;
 - 2) taxa de mutação gênica;
 - 3) deriva ao acaso da frequência gênica, principalmente em populações pequenas.
 Qual das três possibilidades apresentadas não pode ser aceita para explicar a variação na frequência dos genes citados? Justifique sua resposta.
3. (Fuvest-SP) Um determinado gene de herança autossômica recessiva causa a morte das pessoas homozigóticas ainda na infância. As pessoas heterozigóticas **Aa** são resistentes a uma doença infecciosa causada por um protozoário, qual é letal para as pessoas homozigóticas **AA**. Considere regiões geográficas em que a doença infecciosa é endêmica e regiões livres dessa infecção. Espera-se encontrar diferença na frequência de nascimento de crianças **aa** entre essas regiões? Por quê?
4. (Unicamp-SP) Uma amostra de uma população humana revela que 60 pessoas são do grupo sanguíneo M, 100 do tipo MN e 40 indivíduos do grupo N. Considerando que se trata de uma espécie diplóide, qual o número de alelos do gene M nessa amostra?
5. (UFV-MG) Por que se diz que a reprodução sexuada é mais vantajosa do que a assexuada para populações que habitam ambientes com mudanças climáticas constantes e severas?
6. (Fuvest-SP) É comum o cruzamento entre jumento e égua para se obter o híbrido conhecido como burro. Este, apesar de seu vigor físico, é estéril.
 - a) Sabendo-se que o número diplóide de cromossomos do jumento é 62 e o da égua 64, quantos cromossomos devem estar presentes em cada célula somática do burro?
 - b) Com base no conceito biológico de espécie, o jumento e a égua pertencem à mesma espécie? Por quê?
7. (UFMA) Dentre os primatas, algumas tendências evolutivas são citadas como as principais características adaptativas que levaram à formação da nossa espécie *Homo sapiens*. Cite 4 dessas tendências e comente as vantagens adaptativas das mesmas.
8. (UFRJ) O metilmercúrio é um poluente que surge da organificação do mercúrio que é jogado nos rios, em grandes quantidades, pelo homem. O metilmercúrio se acumula no sistema nervoso. Caso surgisse um gene mutante na população humana, capaz de formar uma enzima eficiente na metabolização e conseqüente eliminação do metilmercúrio (como ocorre em certas bactérias), os indivíduos portadores dessa mutação estariam protegidos da intoxicação por esse poluente. Explique como a seleção natural poderia agir sobre a frequência desse gene mutante nas seguintes situações:
 - a) população humana, portadora do mutante, vivendo em ambiente não-poluído por mercúrio;
 - b) população humana, portadora do mutante, vivendo em ambiente poluído por mercúrio.

Figura 7 — Exemplo de atividades e texto para discussão presentes no livro E.

No livro F – Segundo os autores com “*a teoria da evolução é possível explicar como os seres vivos se transformam, se adaptam ao ambiente em que vivem e originam novas espécies*”. Dessa forma, apresenta uma unidade com dois capítulos referentes ao tema evolução. O primeiro capítulo traz as teorias evolutivas, como ocorre a evolução das espécies e os seus métodos de estudo.

No segundo capítulo é apresentada a história dos seres vivos. O livro apresenta o conteúdo de forma bem explicada, com vários exercícios do tipo testes, questões de análises, questões do ENEM e alguns textos complementares presente na figura 8.

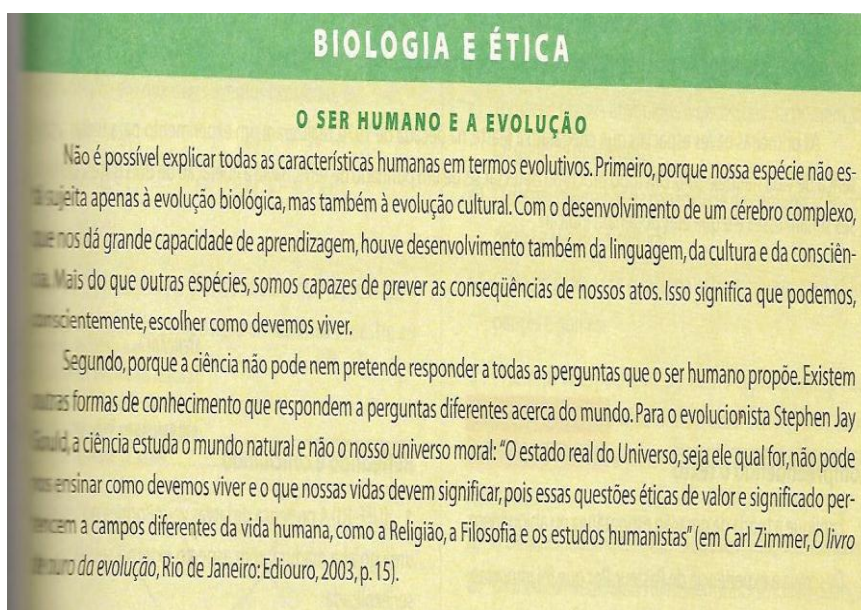


Figura 8 – Exemplo de texto complementares presente no livro F.

Dentre todo o material didático avaliado, o livro D apresentou o maior número de páginas dedicadas ao assunto de evolução. Em relação a representação do número de páginas dedicadas ao conteúdo de evolução, obtivemos os seguintes resultados: Considerando-se a soma de todas as páginas destinadas à Biologia nos seis materiais didáticos avaliados, totalizamos 3033 páginas, o conteúdo de evolução ocupa um total de 254 páginas do total dos 6 livros analisados. Esses valores representam números maiores do que os encontrados por Dias & Bortolozzi (2009), que forneceram valores inferiores em uma pesquisa realizada com 7 livros didáticos estudados, considerando a soma de todas as páginas destinadas à Biologia nos 7 materiais didáticos avaliados, que totaliza 3.364 páginas, o tema de evolução ocupou 141 páginas.

Com exceção do livro A, os demais livros avaliados nesta pesquisa apresentam textos complementares, no final da unidade ou entre um capítulo e outro referente ao assunto de evolução, isso é um ponto positivo para ser destacado. Na figura 9 podemos ver um desses textos.

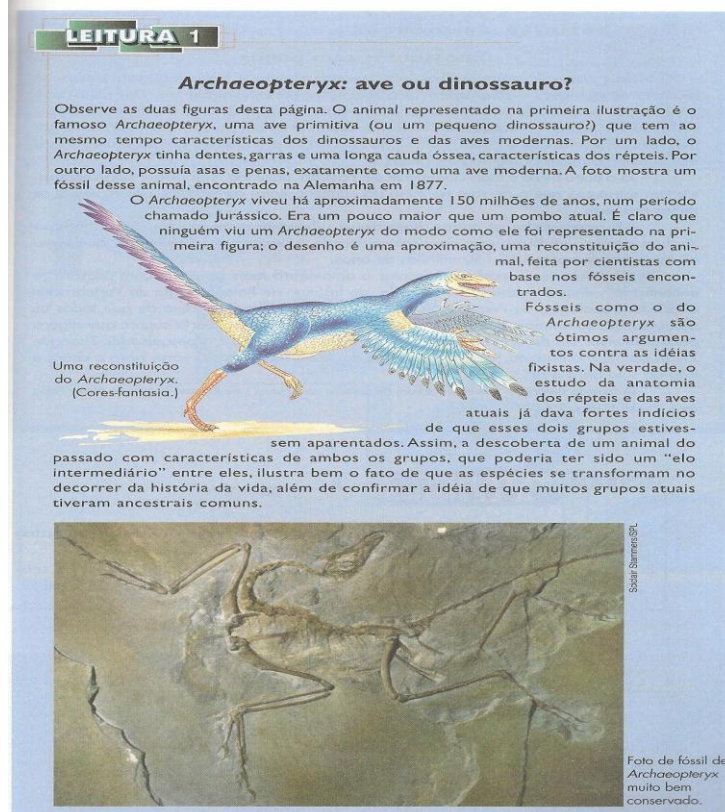


Figura 9 – Texto complementar retirado do livro D.

Em todos os livros avaliados observamos recursos visuais (gráficos, figuras, tabelas e mapas), e que todos esses recursos visuais encontrado nos livros didáticos, possuem uma legenda explicativa e estão de acordo com o texto e o conteúdo. Apenas o livro B apresenta todos os tipos de recursos visuais citados, já o livro F apresenta apenas figuras e os demais livros apresentam tanto figuras quanto tabelas, mapas e gráficos.

No total somamos 300 ilustrações nos materiais analisados, com uma média de 50 ilustrações por livro didático, resultados semelhantes aos de Dias & Bortolozzi (2009) que analisaram a incidência de 202 ilustrações nos materiais didáticos pesquisados, encontrando diferenças entre eles, nos livros didáticos, a média foi de 26 figuras.

Destacamos que todos os livros avaliados apresentam atividades para melhor fixação de conteúdo por parte dos alunos. Apenas o livro F é o único que proporciona atividade prática. Todos os livros oferecem questões do tipo discursiva. Os livros A, C, D e F apresentam questões de múltipla escolha e os livros B, D, E e F incluem alguns testes. Dessa maneira, podemos compreender que todos os livros oferecem diversas formas de atividades auxiliando de certa forma a aprendizagem do aluno.

Todos os livros apresentam algum tipo de recurso adicional (glossários, atlas ilustrativo, significado de siglas, manual do professor, referências bibliográficas). Esses recursos servem para direcionar a interação entre o livro, os professores e os alunos, complementando a necessidade do aluno e oferecendo novas oportunidades de exercitar o conhecimento em construção e proporcionando uma melhor compreensão das informações trabalhadas ao longo do texto (VASCONCELOS & SOUTO, 2003, p.100).

No geral, destacamos 15 tópicos mais mencionados durante o estudo do material didático nomeados na figura 10.

1. Origem da vida
2. Evidências evolutivas fósseis
3. Estruturas homólogas
4. Estruturas análogas
5. Estruturas vestigiais
6. Fixismo
7. Lamarck
8. Darwin
9. Neodarwinismo
10. Mutação gênica
11. Seleção natural
12. Isolamento reprodutivo
13. Especiação
14. Irradiação adaptativa
15. Evolução humana

Figura 10 - Relação dos tópicos encontrado nos livros didáticos

Com relação ao número de tópicos encontrados nos livros didáticos avaliados referentes ao conteúdo de evolução, os livros C, E e F apresentaram 14 tópicos pautados no assunto de evolução, enquanto que os livros A, B e D apresentaram um número menor de tópicos abordando o tema evolução .

Dias & Bortolozzi (2009), concordam que todos os livros didáticos deixam de constar alguns conteúdos sobre o assunto de evolução. Apesar da objetividade e clareza dos conteúdos apresentados constatamos que ainda existem alguns pontos que necessitam revisão , por exemplo, muitos conceitos relativos ao assunto de evolução são apresentados de forma muito superficial, os autores poderiam apresentar mais textos que completassem o conteúdo a ser estudado, facilitando assim o trabalho do professor e o aprendizado do aluno.

Considerações Finais

Destacamos que o conteúdo de evolução é muito extenso e vem sendo apresentado de forma muito resumida nos livros didáticos de biologia do ensino médio, Todos os livros avaliados tem clareza e objetividade de texto, mais deveriam ter uma maior compreensão do conteúdo, como a presença de mais textos complementares, sugestões de atividades práticas e até páginas virtuais que poderiam estar auxiliando os alunos e os professores em suas pesquisas.

Diante do exposto, ressaltamos que a avaliação desses conceitos de evolução é mais do que uma revisão de conteúdos, é um alerta para buscar a melhoria do livro didático, visto que em muitas escolas o livro didático é o único material disponível para o professor trabalhar em sala de aula.

Referências Bibliográficas

ABRANTES, Paulo. ALMEIDA, Fábio. P. L. “Criacionismo e Darwinismo confrontam-se nos tribunais da razão e do direito”. Porto Alegre: **Episteme**, vol. 11, n. 24, 2006, p. 357-401.

BRASIL. “Orientações Curriculares Para o Ensino Médio”. Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). “PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e sua Tecnologia”. Brasília: MEC/Semtec, 2006. 141p. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2011.

BELLINI, Luzia. M. “Avaliação do conceito de Evolução nos livros didáticos”. Estudos em Avaliação Educacional vol. 17, n. 33, jan./abr. 2006.

COLOMBO, Tatiana. C. & JÚNIOR, Carlos. A. M. O. “Análise dos conteúdos sobre animais peçonhentos em livros didáticos de ensino de ciências”. Umuarama: EDUCERE, v. 8, n. 2, p. 153-169, jul./dez 2008.

DIAS, Fernanda M. G. & BORTOLOZZI, Jehud. “Como a evolução biológica é tratada nos livros didáticos do ensino médio”. VII EMPEC, 2009.

FUTUYMA, Douglas. J. “Evolução, Ciência e Sociedade”. 2. ed. São Paulo : Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

LOPES, Sônia & ROSSO, Sergio. “Biologia”. 1. ed. São Paulo:Saraiva, 2005.

SED/MS. “Referencial Curricular da Educação Básica da Rede Estadual de Ensino/MS”. Campo Grande: Secretaria do Estado de Educação de Mato Grosso do Sul, 2008.

VASCONCELOS, Simão D. & SOUTO, Emanuel. “O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico”. Ciência e Educação. vol. 9, n. 1, 2003, p. 93-104.