

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE TEORIAS DO ENSINO E PRÁTICAS
EDUCACIONAIS

JERONYMO DALAPICOLLA

VICTOR DE ALMEIDA SILVA

O USO DA EVOLUÇÃO COMO EIXO INTEGRADOR DA
BIOLOGIA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO

VITÓRIA

2011

0

JERONYMO DALAPICOLLA
VICTOR DE ALMEIDA SILVA

**O USO DA EVOLUÇÃO COMO EIXO INTEGRADOR DA
BIOLOGIA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II da Licenciatura.

Orientadora: Prof^a. Ms. Junia Freguglia Machado Garcia.

VITÓRIA

2011

JERONYMO DALAPICOLLA
VICTOR DE ALMEIDA SILVA

O USO DA EVOLUÇÃO COMO EIXO INTEGRADOR DA BIOLOGIA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II da Licenciatura.

Apresentada em 07 de julho de 2011.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof.^a Ms. Junia Freguglia Machado Garcia
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

Prof.^a. Dr.^a. Maria do Carmo Pimentel Batitucci
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof.^o. Ms. Jair de Almeida Silva
Prefeitura Municipal de Vila Velha

Agradecimentos

Agradecemos a todos as pessoas que estiveram envolvidas conosco durante todo esse tempo, nos ajudando e incentivando na realização deste trabalho. Particularmente, agradecemos a algumas pessoas que tiveram uma contribuição direta na construção deste trabalho:

À professora Junia Freguglia Machado Garcia, pela paciência, disponibilidade, empenho, compreensão, competência e profissionalismo durante a orientação.

A Edna Fernandes e André Cupertino por terem emprestado os livros que nós utilizamos durante a construção deste trabalho.

Aos professores componentes da banca, pela disponibilidade de tempo para avaliar esse trabalho, o que será de grande valia para melhorar essa monografia.

Resumo

O livro didático é uma ferramenta importante para a melhoria da educação no Brasil. Estudos que abordam esse material, além das políticas nacionais como o Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) contribuem muito para o aprimoramento dos livros didáticos. Para o nível médio da educação básica, os PCNs aconselham que o ensino de Biologia seja pautado em explicações ecológicas e evolutivas, de forma interdisciplinar. Além disso, os PCNs afirmam que a evolução deve ser enfatizada dentro dos demais conteúdos como um item central e unificador da biologia. Mayr em seus trabalhos sobre a estrutura conceitual da biologia acreditava, porém que os fenômenos biológicos podem ser explicados de duas formas distintas, não apenas pela evolução. De acordo com esse autor um mesmo fenômeno pode ser elucidado por meio de suas causas próximas (enfatizando a fisiologia) ou por meio de suas causas últimas (enfatizando a evolução). Dessa forma, se os livros didáticos seguirem os preceitos dos PCNs, as explicações biológicas apresentadas por eles deveriam ser em suma, voltadas para as causas últimas, utilizando assim a evolução como um eixo central. A partir da Análise de Conteúdo de Bardin foram examinados os conteúdos referentes ao filo dos cordados em três coleções didáticas, aprovadas pelo PNLEM, para o nível médio da educação básica. A intenção foi avaliar como esses materiais, aprovados para o uso de alunos, abordam a evolução e se ela está inserida em seu conteúdo como um elemento central. Para isso classificou-se as unidades de sentido encontradas no texto didático em duas grandes categorias: causas próximas, se elas usavam a fisiologia em seu contexto; e causas últimas se empregavam a evolução para explicação de algum fenômeno. O trabalho demonstrou que os livros didáticos utilizam a evolução entre os vários conteúdos abordados, mesmo sendo em pouca quantidade. A forma mais comum de sua utilização é em descrições, com o acréscimo de termos evolutivos ou que remetem à evolução.

Abstract

The textbook is an important tool for improving education in Brazil. Studies dealing with this material in addition to national politics such as National Program of Textbook for Secondary School (PNLEM) and the National Curricular Parameters (PCN) contribute greatly to the improvement of textbooks. In the teaching of biology to the secondary school, PCN advise that taught contents should be guided by ecological and evolutionary explanations in an interdisciplinary way. In addition PCN affirm that evolution should be emphasized within the other contents like a central and unifier item of biology. Mayr in his work on the conceptual structure of biology however have believed that biological phenomena can be explained by two ways not just by evolution. According to this author the same phenomenon can be elucidated using its proximate causes (emphasizing the physiology) or through their ultimate causes (emphasizing the evolution). Therefore if the textbooks follow the precepts of the PCN, the biological explanations given by them should be in short focused on the ultimate causes using evolution as a central axis. Using Bardin's content analysis the contents of chordate phylum had been examined in three collections approved by the PNLEM to secondary school. The objective was to evaluate how these materials approved for use by students address the evolution and if it is embedded in its content as a central element. For this we had classified the units of meaning found in the textbook into two major categories: proximate causes if they relied on physiology in its context and ultimate causes when they employed the evolution to explain some phenomenon. This study has showed that textbooks use the evolution between various content covered, albeit in small quantities. The most common use is in descriptions adding evolutionary terms or words that refer to evolution.

SUMÁRIO

Agradecimentos	3
Resumo	4
Abstract.....	5
1. Introdução	7
2. Referencial Teórico	11
3. Metodologia	13
3.1. Pré-análise	13
3.2. Codificação.....	14
3.2.1. As categorias de análise do conteúdo de cordados.....	14
3.2.2. O conteúdo de evolução nas coleções analisadas	16
4. Resultados e Discussão.....	17
4.1. As categorias de análise do conteúdo de cordados.....	17
4.1.1. Sentido fisiológico (causas próximas).....	17
4.1.2. Sentido evolutivo (causas últimas).....	19
4.1.3. Análise sequencial.....	23
4.1.4. Impressões adicionais	23
4.2. Termos definidores do sentido evolutivo.....	24
4.2.1. Termos que remetem à evolução sendo usados em um contexto fisiológico.....	25
4.2.2. Termos incertos quanto ao sentido apresentado	27
4.2.3. Palavras do cotidiano com significados e/ou usos distintos na linguagem científica	28
4.3. O conteúdo de evolução nas coleções analisadas.....	29
4.3.1. Textos complementares e cladogramas	32
4.3.2. Considerações sobre as coleções analisadas	34
5. Conclusões	38
6. Referências Bibliográficas.....	39

1. Introdução

Os manuais e os livros têm sido empregados como guias para o ensino de diversos assuntos. Organizar as idéias em um livro didático (LD), como fontes de consulta e aprendizado, de modo a transmitir informações a outras pessoas, torna-se cada vez mais necessário devido ao aumento do volume de informação e conhecimentos produzidos pela humanidade (ENGELKE, [2009?]).

O uso do LD em sala de aula como um dos meios de informação da matéria lecionada deveria ser algo positivo, entretanto essa prática nem sempre produz os resultados esperados. Freitag *et al.* (1997 *apud* ENGELKE, [2009?]) realçam que “o livro didático não funciona em sala de aula como instrumento auxiliar para conduzir o processo de ensino e transmissão do conhecimento, mas como o modelo-padrão, a autoridade absoluta, o critério último da verdade” (p.12). De fato o LD perdeu a função de ser mais uma fonte de consulta entre outras disponíveis, e passou a ser a fonte indispensável de informações nas escolas brasileiras, como uma cartilha a ser seguida (AGUIAR, 2008 *apud* ENGELKE, [2009?]).

Por isso, a qualidade do LD ainda é fundamental para melhorias na educação brasileira já que ele é o principal recurso disponível para apoiar os professores e os alunos no cotidiano escolar e, em alguns casos, o único (VASCONCELOS & SOUTO, 2003). Para ostentar essa importância alguns fatores são primordiais, como por exemplo, a ampla distribuição desses materiais pelo território nacional que permite a divulgação de conhecimentos científicos em diversas camadas sociais (NARDI *et al.* 2004). Essa ampla distribuição, além da facilidade de aquisição dos livros didáticos nas escolas públicas brasileiras, ascendeu com a criação do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) em 1985 (NASCIMENTO & MARTINS, 2005).

Além de distribuir e adquirir os LD para as escolas, o PNLD, a partir de 1995, passou a assumir outra função: a de avaliar os livros didáticos para melhorar a qualidade dos mesmos (NASCIMENTO & MARTINS, 2005). Com isso, vários livros foram desconsiderados para a seleção dos professores por não se encaixarem nos parâmetros de escolha definidos pelo PNLD. Em 2004, foi

implantado o PNLEM (Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio), com propostas similares ao PNLD (universalização e avaliação do livro didático) só que voltado apenas para o ensino médio da educação básica (FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2009).

O modo de avaliação governamental é dividido em duas fases: a fase eliminatória e a fase de qualificação. Os livros são eliminados se apresentarem informações básicas incorretas, inadequações metodológicas, riscos a integridade física do aluno – basicamente no que se refere aos experimentos e manipulação de reagentes e equipamentos perigosos – além de qualquer forma de preconceito ou prejuízo à formação cidadã do aluno. Se os livros não forem desqualificados por esses critérios, então ele está apto a entrar nas escolas públicas brasileiras, caso os professores responsáveis pela disciplina o adotarem. Para ajudar na escolha, o governo classifica os livros aprovados de acordo com a adequação de conteúdos, com as atividades propostas, com a integração entre os temas nos capítulos, com a valorização da experiência dos alunos, e com aspectos relacionados ao *layout* das páginas, como ilustrações, letras, recursos visuais, além do manual do professor (MEGID NETO & FRANCALANZA, 2003; NASCIMENTO & MARTINS, 2005; SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA, 2008). A partir daí, os livros são classificados em “recomendados com ressalvas”, “recomendados” e “recomendados com distinção” (VASCONCELOS & SOUTO, 2003).

Além das avaliações feitas pelo governo, para melhorar a qualidade dos LD disponíveis, diversos estudos têm sido lançados apontando suas deficiências e buscando soluções para os problemas mais alarmantes (MEGID NETO & FRANCALANZA, 2003). Os trabalhos não apenas buscam analisar o conteúdo do LD identificando erros conceituais (VASCONCELOS & SOUTO, 2003), mas buscam também analisar o discurso empregado nos livros (BRAGA, 2003 *apud* NASCIMENTO & MARTINS, 2005), a retórica (NASCIMENTO & MARTINS, 2005), além de ilustrações (MARTINS *et al* 2003 *apud* NASCIMENTO & MARTINS, 2005) e outros temas.

Com isso percebe-se que a análise dos LD é uma área rica em estudos, mas que de acordo com Martins (2006) ainda necessita de pesquisas sobre temas relevantes como, por exemplo: a elaboração dos livros textos, a

heterogeneidade do discurso, a utilização dos livros pelas audiências alvo, além de estudos do uso da retórica, entre outros.

Paralelamente a essas medidas avaliativas, a adoção dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) também ajudou a melhorar a qualidade dos LD (NASCIMENTO & MARTINS, 2005). Os PCNs são usados como critérios de eliminação dos livros pelo PNLEM, juntamente com a Constituição Federal, o Estatuto da Criança e do Adolescente e outras leis e documentos oficiais, onde os LD devem cumprir os preceitos legais e jurídicos (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA, 2008). Por isso, a maioria dos atuais LD (os reformulados após os PCN) dá muita importância às sugestões dos PCN, pois é comum encontrarmos nas folhas de rosto ou até mesmo na capa dos livros frases como, por exemplo: “*De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais*” ou “*Reformulados de acordo com os PCN*”. Esses tipos de frases, segundo Nascimento & Martins (2005), podem estar sendo dirigidas aos professores de modo a adequar o ensino aos documentos oficiais:

Além disso, a inserção de tais frases indica a tentativa por parte das editoras das coleções didáticas em agregar valor ao produto; isso está relacionado ao interesse econômico das editoras em fazerem com que seus livros sejam escolhidos por professores das escolas públicas [...] (p. 265).

Os PCNs não devem ser usados como regra, como um currículo estruturado. Na verdade, eles são modelos propostos pela esfera federal para nortear o ensino em todo país, apresentando desde os objetivos a serem alcançados pelos alunos em cada nível de ensino até quais são os conteúdos e como eles devem ser ensinados em cada disciplina.

No ensino de biologia para o nível médio da educação básica, os PCNs aconselham que os conteúdos ensinados sejam pautados em explicações ecológicas e evolutivas, de forma interdisciplinar (SANTOS & CALOR, 2007; SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA, 2006). Além disso, os PCNs afirmam que a evolução “*deve ser enfocada dentro de outros conteúdos, [...] como elemento central e unificador no estudo da Biologia*” (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA, 2006, p. 22). Porém, muitos livros didáticos em uso pelo país ainda apresentam, para certos fenômenos biológicos, explicações sem

fundamentação na ecologia e/ou evolução. Esse tipo de abordagem alternativa faz com que os professores busquem outras explicações para os fatos, que não são científicas, comprometendo a aprendizagem dos alunos (AZEVEDO, 2007; BELLINI, 2006).

Dessa forma o objetivo desse trabalho é, por meio da análise de conteúdo, examinar como livros didáticos de Biologia, aprovados pelo PNLEM, abordam a evolução biológica em um conteúdo da zoologia, ratificando a evolução como possibilidade de eixo integrador de conteúdos biológicos.

2. Referencial Teórico

Harrison (2001 *apud* RIDLEY, 2006) definiu a evolução como ‘*mudança ao longo do tempo por meio da descendência com modificação*’ (p. 16). E a sua importância não fica restrita apenas ao campo da biologia evolutiva. Alguns autores como Dobzhansky, Futuyma e Gould destacam a evolução como elemento unificador dos conhecimentos de toda a Biologia (GOEDERT, 2004). “*Ela afeta, por extensão, quase todos os outros campos do conhecimento e deve ser considerado um dos conceitos mais influentes do pensamento ocidental*” (FUTUYMA, 2006, p. 16). Porém, seus princípios têm sido frequentemente mal interpretados, por exemplo, em alguns casos ‘*evolução*’ é geralmente equiparada a ‘*progresso*’ (FUTUYMA, 2006; BELLINI, 2006).

Ernst Mayr considerado por muitos como o “Darwin do século XX” sempre defende em seus trabalhos sobre filosofia da ciência (MAYR, 1998; 2005) que a biologia poderia ser dividida em dois campos, o da Biologia Funcional e o da Biologia Evolutiva, afirmando que há duas formas de compreender os fenômenos, uma através das causas fisiológicas (próximas) e outra através das causas evolutivas (últimas).

Todos os processos biológicos têm ao mesmo tempo uma causa próxima e uma causa evolutiva. Muita confusão se originou na história da biologia, pelo fato de os autores terem-se concentrado exclusivamente ou numa ou noutra. (MAYR, 1998, p. 93).

As causas próximas, objeto das ciências fisiológicas, diz respeito às funções de um organismo e ao seu desenvolvimento; já o estudo das causas últimas (evolutivas), objeto da história natural, “*procura explicar por que um organismo é do jeito que é*” (MAYR, 1961 *apud* MAYR, 1998, p. 88). Assim, um fenômeno biológico suscita questões que podem ser indagadas em relação a sua função e, também, às causas que respondem pela origem e pela evolução do processo (FREGUGLIA, 2009).

As duas biologias, decorrentes dos dois tipos de causalidade, são marcadamente auto-suficientes. As causas próximas dizem respeito às funções de um organismo e às suas partes bem como ao seu desenvolvimento, desde a morfologia funcional, até a bioquímica. Por outro lado, as causas evolutivas, históricas ou últimas, procuram explicar porque um organismo é do jeito que é. (MAYR, 1998, p. 88).

Mayr ainda afirma que nenhum fenômeno biológico pode ser plenamente resolvido sem a elucidação das suas causas próximas e últimas (MAYR, 1998).

Por essa visão, os *porquês* da biologia nos LD poderiam ser explicados pelas causas próximas, não associando a evolução aos diversos assuntos tratados nesse material, ou pelas causas últimas, o que estaria coerente com os preceitos dos PCNs relativo ao tratamento da evolução como eixo integrador do conhecimento biológico.

Espera-se assim, que os livros didáticos de Biologia aprovados pelo PNLEM sigam as recomendações dos PCNs, um dos critérios de eliminação do programa, e tentem usar a evolução como um eixo para o ensino de biologia, baseando as explicações dos fenômenos biológicos em causas ecológicas e evolutivas, isto é, em causas últimas ou históricas.

3. Metodologia

Segundo Bardin (2004), a análise de conteúdo não é apenas uma descrição dos conteúdos, mas um conjunto de técnicas com um campo de atuação muito vasto cuja intenção é desvendar as informações e os significados presentes nas mensagens.

[A análise de conteúdo] é um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos a condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens. (p. 37).

Nesse tipo de análise há três etapas imprescindíveis. A primeira delas é a descrição ou pré-análise que consiste na “*enunciação das características do texto*” (FRANCO, 2005, p. 25). A última etapa da análise é a interpretação que é a significação concedida a essas características enunciadas inicialmente. A segunda etapa, que comportará o caminho da descrição à interpretação, é a inferência que deduz ideias que excedem o conteúdo explícito nas mensagens e que podem estar agregados a outros elementos (FRANCO, 2005; DOMINGUINI & ORTIGARA, 2010).

Essas inferências são originadas a partir de qualquer componente da comunicação: emissor, receptor, características da mensagem (FRANCO, 2005). Com isso o analista ao manipular as mensagens, pode inferir, de forma coerente, conhecimentos e mensagens que extrapolem o conteúdo explícito e que podem estar associados a outros elementos (BARDIN, 2004; FRANCO, 2005).

3.1. Pré-análise

As listas de livros didáticos aprovados pelo MEC para serem adotados pelos professores estão disponíveis na página *online* do Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação. Destas listas foram selecionadas três coleções, de acordo com a disponibilidade das obras para empréstimos ou aquisição,

independente do ano em que estas foram avaliadas pelo governo. As obras utilizadas pertenciam às listas divulgadas nos anos de 2008 e 2011.

Os capítulos usados para a análise foram os referentes ao filo *Chordata* (Cordados), tendo em vista que o tema oferece maior possibilidade para explicações evolutivas (como as explicações sobre a origem e a diversificação dos grupos) e que a experiência dos autores do trabalho nessa área é maior já que eles participam de pesquisas, há três anos no Laboratório de Mastozoologia e Biogeografia (LAMAB) da Universidade Federal do Espírito Santo que estuda três dos grandes grupos dos tetrápodes. Além disso, foi avaliado de que forma as coleções trazem o conteúdo de evolução, já que é imprescindível saber como o autor trata este assunto para analisarmos de que maneira ele a insere como eixo integrador nos demais conteúdos.

3.2. Codificação

3.2.1. *As categorias de análise do conteúdo de cordados*

A definição das unidades de análise se deu em função da identificação de sequências, a chamada análise sequencial, de acordo com a proposição de Bardin (2004). Segundo o autor, é possível distinguir novas sequências quando há *“mudança de assunto, ou existe a passagem da narração à descrição, à explicação, etc”* (p.169). É possível fazer tal distinção a partir de rupturas presentes no texto as quais o autor identifica através de palavras que mostram a transição de um assunto para outro, por exemplo.

Nesse sentido, a troca da abordagem fisiológica pela evolutiva e vice-versa, indica uma ruptura na sequência do tema abordado. Essas rupturas mostram se o autor usa a evolução e/ou a fisiologia para explicar ou descrever os fenômenos biológicos. Dependendo da existência ou não das rupturas e de sua frequência, o autor pode usar a evolução em toda sua obra ou limitá-la apenas a capítulos específicos.

Para esta análise, foi feita a leitura dos capítulos que abordavam o filo dos cordados com o intuito de identificar e classificar as unidades de registro¹ (BARDIN, 2004; FRANCO, 2005) presentes no texto que foram definidos em: descrição, explicação e narração. A definição das unidades de registro nem sempre foi simples, por isso optou-se pelo nível semântico (temático) (BARDIN, 2004) para delimitá-las dentro do texto.

Definimos a descrição como sendo um período, frase ou parágrafo que apresenta uma temática voltada para a descrição de partes, processos ou características dos seres vivos estudados. Por sua vez, as explicações apareciam como partes do texto que enfatizavam e esclareciam o *porquê* da ocorrência de certos fenômenos biológicos. A narração estava presente no texto quando havia uma ideia de tempo, sujeito, e espaço.

Nessas unidades de registros foram detectadas palavras e/ou expressões que se referiam a processos evolutivos ou a conceitos trabalhados em evolução, para que estes fossem classificados na categoria das causas últimas de acordo com a teoria da causalidade de Mayr. O mesmo foi feito para palavras e/ou expressões que remetessem à idéia de fisiologia, ou seja, das causas próximas dos fenômenos. Essas categorias advindas da estrutura conceitual da biologia de Mayr correspondem às unidades de contexto² (BARDIN, 2004; FRANCO, 2005). Segundo esses autores, as unidades de contexto devem ser definidas e utilizadas como base para o entendimento da classificação da unidade de registro. A tabela 1 sistematiza os critérios para categorização dos conteúdos.

Tabela 1: Critérios de detecção das unidades de contexto (sentido fisiológico ou evolutivo) nas unidades de registro (descrições, explicações ou narrações) presentes nos LD analisados:

<i>Sentido Fisiológico está presente quando o(s) autor(es):</i>	<i>Sentido Evolutivo está presente quando o(s) autor(es):</i>
--	--

¹ Segundo esses autores as unidades de registro são segmentos do conteúdo que servem como base para a categorização e a contagem frequencial. Elas podem estar num nível semântico (tema) ou linguístico (palavra ou frase).

² As unidades de contexto servem para a compreensão e codificação das unidades de registros. Elas correspondem a um segmento do conteúdo que possibilita compreender as significações exatas das unidades de registro.

Explica(m) para que serve uma determina estrutura	Descreve(m) características, fenômenos ou processos, porém utilizando palavras que remetem à evolução, por exemplo: Adaptação, Novidade Evolutiva, Primitivo, Ancestral, Surgimento, Aquisição
Compara(m) certas características morfológicas e fisiológicas entre os grupos	
Descreve(m) as partes do corpo	Compara(m) as características dos seres vivos apresentando quais são as ancestrais e as derivadas
Descreve(m) os processos/fenômenos e como eles acontecem	Explica(m) ou Narra(m) o surgimento de determinada característica ou grupo de animais

3.2.2. O conteúdo de evolução nas coleções analisadas

Foi analisada ainda a divisão dos conteúdos entre os volumes das coleções para verificar se havia capítulos que abordavam temas evolutivos fora da unidade referente à evolução biológica. Além disso, foi verificado em qual volume e unidade estava o maior conjunto de informações a respeito dos processos evolutivos. Por fim, os textos que não compunham o corpo principal da obra também foram contemplados por essa análise.

4. Resultados e Discussão

4.1. As categorias de análise do conteúdo de cordados

O conteúdo de cordados, na coleção A, contém 54 páginas e é dividido em seis capítulos. Já na coleção B o conteúdo de cordados está alocado em um único capítulo contendo 31 páginas e finalmente, no volume 2 da coleção C o capítulo 11 aborda o conteúdo-alvo do estudo, que abrange 47 páginas.

Foram identificadas e analisadas as sequências evolutivas e fisiológicas presentes nas unidades de registro das coleções, sendo que dentre essas as descrições estiveram mais presentes.

4.1.1. *Sentido fisiológico (causas próximas)*

De acordo com Mayr, na biologia, os assuntos podem ser abordados a partir de suas causas próximas, usando a fisiologia para explicá-los. Nesse trabalho, das três unidades de registro utilizadas, apenas duas foram empregadas para expressar idéias fisiológicas: a descrição e a explicação.

Nas coleções A e B grande parte do conteúdo está concentrada em descrições fisiológicas, com uso excessivo de vírgulas ou pontos entre citações de características. Além disso, há interrupções repentinas no assunto, como nos exemplos abaixo, em que os autores da coleção A, depois de descreverem o tegumento dos répteis comentam sobre a respiração, e os autores da coleção B que falam da estrutura óssea e da respiração no mesmo parágrafo:

[...] A pele é seca, sem glândulas e completamente impermeável, com camada externa, de escamas ou placas córneas, formada por uma proteína, a queratina. A respiração é exclusivamente pulmonar, mesmo nas espécies aquáticas, [...] (Cap.14, p. 163). **Coleção A.**

Os ciclóstomos são destituídos de mandíbulas e de vértebras típicas. A caixa craniana e as vértebras são cartilaginosas. Apresentam respiração branquial, possuindo de seis a catorze pares de brânquias. (Cap. 12, p. 196). **Coleção B.**

Na coleção C, o que chama atenção é que os autores tentam limitar cada parágrafo a um determinado assunto, ou a assuntos relacionados, diferente

das demais coleções em que um mesmo período é utilizado para transmitir vários conteúdos. No exemplo abaixo, o parágrafo descritivo aborda somente a reprodução e o desenvolvimento.

Os gametas [*dos urocordados*] são liberados no átrio e eliminados para fora do corpo pelo sifão exalante. Ocorre fecundação externa, na água do mar, e o zigoto desenvolve-se em uma larva livre-natante, semelhante a um girino de sapo, com todas as características típicas de um cordado. O desenvolvimento, portanto, é indireto. (Cap. 11, p. 297). **Coleção C.**

As explicações, presentes em todas as coleções, são poucas quando comparadas às descrições e elas estão situadas após a introdução de algum conceito, sendo usadas para elucidar o funcionamento ou a importância de uma estrutura ou um hábito do animal estudado. Porém, na coleção B são muito mais escassas quando comparadas às descrições ou às explicações presentes na coleção A e C.

[...] O significado biológico da viviparidade nessas espécies é que ela dá às fêmeas melhores condições de controlar a temperatura dos embriões, reduzindo o seu tempo de desenvolvimento. [...] (Cap. 14, p. 164). **Coleção A.**

[As fossetas loreais são] importantes na percepção do calor emanado do corpo de presas de sangue quente, como pequenos roedores em suas tocas. (Cap. 14, p.167). **Coleção A.**

[...] O esqueleto cartilaginoso relativamente leve e o elevado teor de óleo no fígado contribuem para reduzir a densidade do corpo desses animais, facilitando a natação. (Cap. 12, p. 197). **Coleção B.**

[...] Em virtude da carência de queratina, a pele é relativamente permeável. Assim, esses animais [*os anfíbios*] têm pouca defesa contra a perda de água para o meio externo e vivem geralmente restritos a ambientes úmidos. (Cap. 12, p. 201). **Coleção B.**

Os olhos dos anfíbios são bem desenvolvidos, mas só conseguem enxergar objetos em movimento. Essa é a razão pela qual eles se alimentam apenas de animais vivos. (Cap. 11, p. 315). **Coleção C**

4.1.2. Sentido evolutivo (causas últimas)

Além do sentido fisiológico, a biologia pode ser tratada enfatizando as causas últimas, ou evolutivas (MAYR, 1998; 2005). Nesse contexto, foram encontradas, em todas as coleções, as três unidades de registro, sendo as descrições mais frequentes, com características estruturais semelhantes às descrições fisiológicas. Contudo, na coleção C o diferencial foi a presença de tópicos a respeito da origem evolutiva de alguns grupos de vertebrados no decorrer do capítulo. Por sua vez, na coleção B houve pouco uso do sentido evolutivo pelo autor, tanto nas descrições quanto nas explicações.

A principal diferença entre as descrições evolutivas e as fisiológicas, é que nas unidades de registro evolutivas há presença de expressões, de palavras ou de conceitos ligados a evolução biológica, como: adaptação, novidade evolutiva, primitivo, ancestral, surgimento, aquisição.

As nove mil espécies de aves existentes formam um grupo de anatomia muito uniforme, revelando uma excepcional **adaptação** ao voo. De todas as **adaptações**, a mais marcante é o esqueleto [...] (Cap. 15, p. 172), [Grifos nossos]. Coleção A.

Animais aquáticos, os peixes têm o corpo geralmente fusiforme e dotado de nadadeiras, o que constitui uma **adaptação** para a natação. (Cap. 12, p. 196), [Grifos nossos]. Coleção B.

A pele dos mamíferos apresenta uma **apomorfia**, isto é, uma **novidade evolutiva** típica do grupo: a presença de pelos. (Cap. 11, p. 335), [Grifos nossos]. Coleção C.

Essa forma de escrita produz sínteses que podem ser úteis no contexto de produção de livros didáticos. Se os autores agregassem idéias evolutivas a todos os conteúdos, narrando-os, o produto final seria inviável do ponto de vista econômico, pois os livros ficariam volumosos, aumentando os custos. Assim a intenção de colocar esses termos que remetem a evolução resume de forma hábil toda a explicação evolutiva por trás do fenômeno ou da

característica. Mesmo que à primeira vista, os exemplos não apresentem um sentido evolutivo claro, pois trazem idéias voltadas à anatomia e morfologia, a presença das palavras destacadas produz outro sentido nas frases tornando a evolução o foco principal.

As explicações evolutivas também estão em menor número quando comparadas às descrições da mesma unidade de contexto, e não estão necessariamente após a introdução de um conceito como ocorria nas explicações fisiológicas.

É a notável **adaptação** à vida aquática, no entanto, o que mais marca o grupo. Para locomoção nesse meio, esses grandes nadadores têm alto gasto energético, em parte reduzido **por causa** das **adaptações** relacionadas a forma hidrodinâmica do corpo e as glândulas da pele, que lhes permitem vencer melhor a resistência da água [...] (Cap. 12, p. 146), [**Grifos nossos**]. **Coleção A.**

Os peixes são gnatostomados, isto é, apresentam mandíbulas. A presença de mandíbulas contribui para a captura de presas, favorecendo a aquisição de porções relativamente grandes de alimento conferindo **vantagens adaptativas** em relação a predadores competidores menores [...]. (Cap. 12, p. 196), [**Grifos nossos**]. **Coleção B.**

As penas estão atualmente presentes apenas nas aves, mas não constituem uma **característica exclusiva** do grupo, pois elas também faziam parte do corpo de répteis hoje **extintos**. Esse é um dos argumentos utilizados por alguns sistematas da **escola cladista** para sugerir a colocação de aves e répteis em um mesmo grupo taxonômico. (Cap. 11, p. 330), [**Grifos nossos**]. **Coleção C.**

Da mesma forma que nas descrições, nas explicações, algumas palavras, como adaptação, trazem todo um conjunto de ideias que expressam a evolução. Na coleção A, os autores usam as adaptações adquiridas na evolução para explicar como os peixes se locomovem de forma eficiente na água. No exemplo encontrado na coleção B, os autores enfatizam o sentido

evolutivo expressando a ideia de que os peixes gnatostomados tiveram mais vantagens durante a competição com os ciclóstomos, pois nos primeiros evoluiu a mandíbula, o que aumentou as possibilidades de alimentação no grupo. Já no exemplo da coleção C, os autores explicam que a presença das penas nas aves e também no reptéis já extintos, mostra que esses grupos possuem semelhanças e que por isso alguns cientistas defendem a ideia de agrupá-los em um mesmo táxon.

Para se ter uma ideia da importância das palavras que remetem à evolução para construção do sentido evolutivo, se esses termos que envolvem as causas últimas forem retirados, em muitas unidades de registro, o sentido da unidade muda para o contexto fisiológico.

O exemplo abaixo retirado da coleção A, explica que as peças cartilaginosas são, na verdade, vértebras com características primitivas presentes nas lampreias atuais e que também apareciam nos ancestrais dos peixes, dando à frase um sentido evolutivo. Entretanto, se a palavra “*primitivas*” fosse omitida, o exemplo traria um contexto fisiológico e não evolutivo.

*[...] junto a ela [notocorda] há pequenas peças cartilaginosas – as vértebras **primitivas** – dispostas como arcos incompletos ao redor da medula espinhal [...] (Cap. 12, p. 145), [Grifos nossos]. Sentido Evolutivo, presente na obra. Coleção A*

[...] junto a ela [notocorda] há pequenas peças cartilaginosas – as vértebras – dispostas como arcos incompletos ao redor da medula espinhal [...] (Cap. 12, p. 145). Sentido Fisiológico, sem a palavra ‘primitivas’. Coleção A

As narrações evolutivas estiveram presentes em todas as coleções, e se voltavam apenas à origem dos grupos ou a sua diversificação e colonização em outros continentes, como mostra os exemplos a seguir:

*Os primeiros cordados **surgiram** na Terra a cerca de 500 milhões de anos (era Paleozoica). Desde então, esses animais se **expandiram** de forma extraordinária, **partindo** do meio aquático e ocupando os mais diversos ambientes terrestres **até a última conquista, a capacidade de vôo**. (Cap. 11, p. 73), [Grifos nossos]. Coleção A.*

Os anfíbios são vertebrados terrestres que provavelmente **surgiram** na Terra no período Devoriano, há cerca de 350 milhões de anos, **a partir** de peixes pulmonados [...]. (Cap. 12, p. 200), [**Grifos nossos**]. **Coleção B.**

Acredita-se que, no **passado**, os marsupiais viviam em diversos continentes e eram muito numerosos, mas a **competição** com os mamíferos placentários determinou a **extinção** da maioria das espécies. O continente australiano, que apresenta uma grande quantidade de marsupiais, não foi invadido pelos placentários por estar separado dos demais. Na América do Sul também existiu uma fauna diversificada de marsupiais, em grande parte extinta pela competição com placentários. Um dos poucos sobreviventes foi o gambá, que se expandiu em direção inversa e invadiu a América do Norte. (Cap. 11, p. 337), [**Grifos nossos**]. **Coleção C.**

No exemplo da coleção A, a sequência de palavras '*surgiram, partiram – expandiram – conquista*' remete às ideias evolutivas, ou seja, o aparecimento de um grupo, a sua diversificação e adaptação para a conquista de vários ambientes. Entretanto, o autor, ao afirmar que a última conquista dos cordados foi a capacidade de vôo, diminui o caráter dinâmico e mutável da evolução, fazendo parecer que depois da conquista do vôo os cordados não se modificarão mais, chegando assim ao último estágio³.

³ Essa ideia lembra uma opinião vigente até os anos de 1960 sobre a evolução, o Gradismo, em que a classificação devia refletir etapas (graus ou *grade* em inglês) na evolução dos grupos (AMORIM, 2002). Com isso, para ser classificado em um determinado grupo de animais o ser vivo deveria atingir certas etapas ou graus. Por exemplo, acreditava-se na época que o grupo dos mamíferos não era monofilético (com uma única origem evolutiva), mas mesmo assim eles formavam um grupo, pois apresentavam os mesmos graus evolutivos: pêlos, glândulas mamárias, sebáceas e sudoríparas, três ossículos no ouvido médio e etc. Atualmente, a classificação tenta refletir os clados – Cladismo – que leva em conta a origem evolutiva dos grupos. Os mamíferos são considerados atualmente uma classe, pois tem a mesma origem evolutiva, e por isso compartilham características únicas, e não porque atingiram as mesmas etapas numa evolução que lembra a ideia de progresso.

4.1.3. Análise sequencial

As rupturas de sentidos usadas para a análise sequencial (BARDIN, 2004) foram computadas por capítulos para cada uma das coleções (Tabela 2). Um maior número de rupturas, isto é, de trocas do sentido evolutivo e pelo fisiológico e vice-versa, representa se o autor usa e evolução em toda a obra e como ele o usa.

Como pode ser observado o uso da evolução não ocorreu de forma igualitária no conteúdo de cordados. O capítulo sobre os anfíbios apresentou a menor quantidade de rupturas e os capítulos de répteis, aves e mamíferos tiveram a maior.

Tabela 2: Número de rupturas encontradas no conteúdo de cordados nas três coleções analisadas.

Número de Rupturas							
Coleções Analisadas	Cordados	Ciclóstomos e Peixes	Anfíbios	Répteis	Aves	Mamíferos	Total
A	9	8	5	9	5	16	52
B	3	4	1	7	7	2	24
C	6	10	1	15	13	13	58

Nas coleções A e C, o conteúdo de mamíferos teve muitas rupturas, pois os autores explicaram a maioria das ordens dos mamíferos com base em suas principais adaptações, sejam elas relacionadas à alimentação ou ao habitat, inserindo assim, o sentido evolutivo mais vezes do que nos demais capítulos. Já para coleção A e C, os capítulos sobre répteis e aves tiveram mais rupturas, pois essas obras abordam mais os processos de adaptação ao ambiente terrestre e ao vôo, respectivamente.

4.1.4. Impressões adicionais

No decorrer da análise da coleção A, foram encontradas unidades de registro que apresentam acepções singulares e que algumas vezes representavam um ponto de vista pessoal, dando pouco valor às bases científicas.

[...] Nas várias classes desse subfilo [Vertebrata], são marcantes as adaptações à vida aquática, a transição para o meio terrestre, a

adaptação a ambientes extremamente áridos e **a mais difícil conquista, a adaptação ao vôo**. É a incrível como, a partir de apenas um plano de organização, a evolução tenha levado a especializações tão extremas, **o que fica evidente quando comparamos**, por exemplo, peixe e morcego, lagartixa e baleia, tartaruga e águia, sapo e tatu, homem e cobra etc. (Cap. 11, p. 138), (Cap. 11, p. 138), [Grifos nossos]. Coleção A.

Nesse trecho os autores colocam as adaptações ao vôo em outro patamar, considerando-as mais difíceis do que qualquer outra adaptação. Do mesmo modo está presente no exemplo uma visão simplista e confusa a respeito do processo evolutivo, dizendo que a evolução é evidente apenas comparando dois seres completamente diferentes.

As cobras são da mesma **filogenia** dos lacertílios, o que fica evidente pela presença de escamas, pela fenda cloacal em posição transversal e pela grande mobilidade da mandíbula [...]. (Cap. 14, p. 167), (Cap. 11, p. 138), [Grifos nossos]. Coleção A.

O termo filogenia primariamente servia para designar as relações de ancestralidade entre as espécies (AMORIM, 2002) *era um objeto [...] transtemporal [...] existente na natureza (p. 60)*. Mais tarde esse termo (filogenia), ou diagrama filogenético, passou a ser dirigido às representações das ancestralidades das espécies naturais (AMORIM, 2002).

Nesse caso esse termo foi usado como um sinônimo de parentesco ou de grupo-irmão, o que é incorreto. Pode-se construir uma filogenia que represente as relações de ancestralidade entre as cobras, os mamíferos, e insetos, deixando-os numa mesma filogenia e nem por isso eles serão mais próximos evolutivamente do que já são. Vale lembrar que os autores não definiram ou explicaram o que é uma filogenia, podendo essa palavra trazer idéias equivocadas.

4.2. Termos definidores do sentido evolutivo

Alguns termos encontrados nos livros didáticos, que definem o sentido evolutivo, apresentaram algumas particularidades que mereceram um

tratamento à parte nesse trabalho. Esses termos foram usados em algum momento também no sentido fisiológico no conteúdo dos livros, outros termos possuem significados diversos na linguagem científica quando comparada com a linguagem científica e ainda houve termos que eram incertos quanto ao sentido que apresentavam, não podendo definir se eles enfatizavam a fisiologia ou a evolução em seu contexto.

4.2.1. Termos que remetem à evolução sendo usados em um contexto fisiológico

Alguns termos utilizados para classificar as unidades em sentido evolutivo foram empregados com diferentes significados pelos autores das coleções A e C. As mesmas palavras que foram expressas como causas últimas na teoria de Mayr, em outro ponto do livro, ou às vezes em um mesmo capítulo, foram usadas para ajudar na descrição ou na explicação de conteúdos voltados para as causas próximas.

Os anfíbios constituem uma classe muito provavelmente **originada** de peixes aparentados aos dipnóicos (peixes pulmonados) atuais [...]. (Cap. 13, p. 156), [**Grifos nossos**]. Sentido Evolutivo. Coleção A.

As penas são estruturas mortas, de queratina, **originadas** a partir de papilas vivas da derme [...]. (Cap. 15, p. 173), [**Grifos nossos**]. Sentido Fisiológico, Ontogenia. Coleção A.

[...] Nos monotremos (ornitorrinco e equidna), mamíferos ovíparos mais **primitivos**, essas duas vesículas [*alantóide e vitelina*] são funcionais, como nas aves e répteis, e não há placenta. (Cap. 11, p. 140) [**Grifos nossos**]. Sentido Evolutivo. Coleção A.

Nos cordados, a notocorda é o esqueleto axial (*axis* = eixo) **primitivo**, pois constitui o eixo esquelético corporal, formado logo na fase embrionária, paralelamente ao tubo neural, este de origem ectodermal. (Cap. 11, p. 142), [**Grifos nossos**]. Sentido Fisiológico, Ontogenia. Coleção A.

[...] Nesse muito remoto passado da história da vida da Terra, **surgiram** diferentes linhas evolutivas dos chamados dinossauros [...] (Cap.14, p. 163), [Grifos nossos]. Sentido Evolutivo. Coleção A.

[...][*Sobre a metamorfose dos anfíbios*] Em seguida amplia-se a boca, atrofiam-se as brânquias, **surgem** as pernas anteriores, menores, [...]. (Cap. 13, p. 158), [Grifos nossos]. Sentido Fisiológico, Ontogenia. Coleção A.

O sistema esquelético dos répteis é semelhante ao dos outros tetrápodes, apesar de certos grupos apresentarem grandes **modificações** esqueléticas devido à adaptação a determinados modos de vida [...]. (Cap. 11, p. 318), [Grifos nossos]. Sentido Evolutivo. Coleção C.

[...] Um par de fendas faringianas **modificadas** no curso do desenvolvimento embrionário forma canais de comunicação entre a faringe e o meio externo, os chamados, espiráculos. (Cap. 11, p. 305), [Grifos nossos]. Sentido Fisiológico, Ontogenia. Coleção C.

[...] Os biólogos acreditam que as larvas dos urocordados sejam muito parecidas com o organismo ancestral que **originou** todos os cordados. (Cap. 11, p. 297), [Grifos nossos]. Sentido Evolutivo. Coleção C.

As brânquias são órgãos ricamente vascularizadas que se **originam** do revestimento dos arcos entre as fendas faringianas do embrião [...]. (Cap. 11, p. 305), [Grifos nossos]. Sentido Fisiológico. Coleção C.

[...] Existem evidências de que o esplanocrânio [*mandíbula*] **surgiu**, durante a evolução dos craniados, a partir da transformação gradual dos primitivos arcos (ou traves) da faringe, os arcos branquiais. (Cap. 11, p. 300), [Grifos nossos]. Sentido Evolutivo. Coleção C.

Nas lampreias, a notocorda que **surge** durante o desenvolvimento embrionário perdura por toda a vida [...]. (Cap. 11, p. 303), [Grifos nossos]. Sentido Fisiológico. Coleção C.

[...] A presença de nadadeiras pares e de uma nadadeira caudal eficiente é uma importante **aquisição evolutiva** desses peixes em relação aos seus ancestrais agnatos [...]. (Cap. 11, p. 304), [Grifos nossos]. Sentido Evolutivo. Coleção C.

[...] Na cloaca, a maior parte da água contida na urina é reabsorvida e o ácido úrico altamente concentrado **adquire** cor esbranquiçada e consistência pastosa [...]. (Cap. 11, p. 332), [Grifos nossos]. Sentido Fisiológico. Coleção C.

Na coleção B, diferente da coleção A e C, houve pouco uso dessas palavras que remetem à evolução nos conteúdos. Com isso, casos de ambigüidade em certos termos, ora utilizados no contexto evolutivo, ora no fisiológico raramente acontecem.

4.2.2. Termos incertos quanto ao sentido apresentado

Outros termos apresentados pelos autores nas coleções A e B permanecem incertos quanto ao sentido, não conseguindo transpor seu verdadeiro significado, pois eles podem se referir tanto à evolução quanto à fisiologia. Nos exemplos abaixo, as palavras destacadas podem representar dois eventos: uma transformação/modificação evolutiva que gerou uma adaptação, ou uma transformação/modificação decorrente da ontogenia do ser vivo. Entretanto o último exemplo da coleção B é o único que deixa claro o sentido fisiológico, pois comenta a respeito da ontogenia dos anfíbios.

[...] [Nas aves] As extremidades anteriores são **transformadas** em asas e presas a uma forte cintura escapular, da qual o esterno é o osso mais desenvolvido [...]. (Cap. 15, p. 172), [Grifos nossos]. Coleção A.

Quirópteros são os morcegos, com braços **modificados** em asas [...]. (Cap. 16, p.184), [Grifos nossos]. Coleção A.

Cetáceos são os maiores animais, de corpo fusiforme, com membros anteriores **transformados** em remos e uma forte nadadeira caudal propulsora [...]. (Cap. 16, p. 185), [Grifos nossos]. Coleção A.

[...] Essa superclasse [*Tetrapoda*] abrange as classes Amphibia, Reptilia, Aves e Mammalia, todas de animais portadores de dois

pares de membros; nas aves os membros anteriores são **transformados** em asas. (Cap. 12, p. 193), [Grifos nossos]. Coleção B.

As tartarugas, animais marinhos e dulcícolas, possuem patas **transformadas** em nadadeiras, que contribuem para a sua locomoção na água. (Cap. 12, p. 207), [Grifos nossos]. Coleção B.

[...] Nos sapos e nas rãs, as larvas são aquáticas e chamadas de girinos. Dotados de cauda e brânquias, os girinos sofrem metamorfose e vão se **transformando** em adultos que têm patas de pulmões [...]. (Cap. 12, p. 201), [Grifos nossos]. Coleção B.

A ambiguidade de sentidos entre as palavras transformação e modificação pode gerar conflitos de sentidos nos alunos. Com a indefinição da evolução ou da fisiologia atuando nos processos de alteração morfológica dos seres vivos, fica confuso para o aluno entender como essas mudanças acontecem.

4.2.3. Palavras do cotidiano com significados e/ou usos distintos na linguagem científica

Fang (2006), em seu estudo sobre a leitura científica, apontou vários complicadores para a compreensão da linguagem científica pelos alunos. Entre eles está o uso de termos do cotidiano que apresentam significados distintos quando utilizados no meio científico. Isso pode fazer com que os alunos tenham um pensamento equivocado a respeito da real abordagem trazida pelo texto. Esse complicador foi encontrado nas coleções A e C quando analisadas.

São os peixes mais **antigos** [Os *condrictios*], que apresentam um esqueleto completamente cartilaginoso [...]. (Cap. 12, p. 146), [Grifos nossos]. Coleção A.

[...] Os vertebrados, que apresentam grande diversidade, são representados por várias classes, desde os mais **primitivos**, ainda sem mandíbulas (lampreias), até os mandibulados (peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos). (Cap. 11, p. 136), [Grifos nossos]. Coleção A.

[...] Actinopterígios considerados mais **primitivos**, como os esturjões, têm cauda heterocerca semelhantes aos condríctes. (Cap. 11, p. 308), [Grifos nossos]. Coleção C.

Os agnatos constituem um grupo informal (sem validade taxonômica) que reúne craniados **primitivos** sem mandíbulas, de corpo cilíndrico alongado e esqueleto cartilaginoso [...]. (Cap. 11, p. 301), [Grifos nossos]. Coleção C.

As palavras destacadas nos exemplos têm significados diferentes no senso comum e no meio científico. Elas podem exprimir a idéia de atrasado, arcaico, antiquado ou obsoleto. Essa diversidade de sentidos, que talvez não foi considerada pelos autores, pode tornar o ensino de evolução confuso para alguns alunos.

Além disso, na coleção A, algumas dessas palavras plurais em sentidos manifestam analogias não coerentes com o ensino de evolução, como a analogia da escada evolutiva.

[nos vertebrados] sempre há um encéfalo, com cinco vesículas, das quais o cérebro é a primeira e, nos vertebrados **superiores**, a mais desenvolvida. (Cap. 11, p. 138), [Grifos nossos]. Coleção A.

Bellini (2006) comenta que alguns autores de livros podem criar analogias ou metáforas que ao invés de ajudar na compreensão da evolução, podem trazer dificuldades para apropriação de determinados conceitos pelos alunos. É o caso das analogias em que a evolução aparece como uma escada, um progresso, uma melhoria contínua, em que os seres vivos são apresentados como uma sequência de seres enfileirados onde o antecessor gera o sucessor. Isso ocorre no exemplo acima, onde há menção aos vertebrados superiores, esse termo cria a ilusão de que há vertebrados melhores e outros piores (superiores e inferiores), ao contrário de vertebrados derivados e basais.

4.3. O conteúdo de evolução nas coleções analisadas

Nesta análise foram verificados superficialmente os capítulos das coleções para verificar a presença de tópicos, esquemas, textos complementares ou apêndices que tratavam da evolução. Para analisar se a evolução aparece no meio dos capítulos, sem se limitar a tópicos ou a capítulos, deveria ser feita

uma análise mais detalhada como aquela realizada nos capítulos sobre os cordados.

Na coleção A, o tema evolução é apresentado no volume 3 e compreende seis capítulos em uma unidade com 99 páginas. Contudo, há elementos e termos evolutivos dispersos nos outros volumes.

No volume 1 a evolução aparece de forma superficial no capítulo 1 que trata das características da vida e dos seres vivos, onde o autor afirma que uma das características dos seres vivos é a capacidade de evoluir. Em outro ponto do livro, no capítulo 17 – responsável pelo conteúdo da origem da vida, o autor traz a evolução dos primeiros seres vivos a partir de certas moléculas e de algumas organelas presentes nos mesmos.

Já no volume 2 os conteúdos evolutivos assumem uma importância maior, principalmente na primeira unidade sobre biodiversidade e classificação. No decorrer do volume eles são abordados dentro de alguns grupos de seres vivos como, por exemplo, no das plantas e dos vertebrados.

Há poucos textos fora do corpo principal do texto que trazem algo relacionado à evolução. Aqueles que o apresentam estão dentro dos capítulos que discutem algum tema evolutivo como, por exemplo, no conteúdo de origem da vida no volume 1, no conteúdo sobre seres vivos e classificação no volume 2 e na unidade de evolução no volume 3.

Infelizmente não foi encontrado para a análise o volume 1 da coleção B, com isso essa análise contemplará apenas os volumes 2 e 3. O conteúdo de evolução é apresentada no volume 3, abrangendo a unidade 3 com 35 páginas e três capítulos. O assunto é tratado de forma simples, sem aprofundamento e algumas vezes o autor apenas conceitua determinado termo como, por exemplo, a seleção natural e fluxo gênico.

Enquanto nas demais coleções existem breves explicações de alguns termos evolutivos no início dos volumes 1 e 2 que serão usados no decorrer dos volumes, na coleção B, isto não ocorre. Não há tópicos ou capítulos relacionados à evolução no volume 2 e nem há cladogramas ou filogramas para exemplificar a evolução dos grupos de seres vivos.

Os apêndices e textos para leitura complementares aos conteúdos são escassos de conteúdo evolutivo, exceto na parte dos cordados. Mesmo assim, a maioria dos textos visa apenas curiosidades e a aplicação prática de alguns conteúdos.

Na coleção C, como nas demais a unidade referente à evolução biológica está no volume 3, contendo três capítulos, totalizando 77 páginas. Além disso, no início dos outros volumes da coleção, existem elementos dentro dos capítulos que abordam certos temas evolutivos.

No volume 1, quando os autores caracterizam os seres vivos, há um tópico conceituando variabilidade genética, seleção natural e adaptação, funcionando como uma base para uma melhor compreensão dos capítulos seguintes. Além disso, antes de iniciar o conteúdo de citologia, no segundo capítulo o autor trata da evolução e diversificação da vida, falando sobre a origem da célula eucariótica, hipótese endossimbiótica e a origem da multicelularidade.

Já no volume 2 que trata basicamente dos seres vivos e da fisiologia, está presente no primeiro capítulo, que aborda a sistemática e a taxonomia, um tópico longo que esclarece como a teoria evolucionista explica a formação de novas espécies. Além disso, aparece também um tópico relacionando a classificação biológica com o parentesco evolutivo. Esses tópicos iniciais, da mesma forma que no volume um e na coleção A, ajudam a entender certos conceitos que são usados no decorrer dos livros. Ainda no volume 2 em alguns capítulos que abordam alguns grupos de seres vivos (bactérias, plantas, anfíbios, répteis, aves e mamíferos) existem tópicos que comentam a origem evolutiva dos grupos e o parentesco entre eles.

O único texto fora do corpo principal que contém uma abordagem evolutiva foi o encontrado na unidade sobre evolução, no volume 3, que trata sobre o conceito de raças e da não-existência delas na espécie humana, provendo alguns ideais que são recomendadas pelo PNLD, como os desestímulos aos preconceitos e formação da cidadania.

4.3.1. Textos complementares e cladogramas

Os textos para leitura complementar estão presentes nos livros didáticos analisados, alguns deles no início ou no fim ou em casos menos frequentes no meio do corpo principal do capítulo ou seção. Quadros explicativos, construídos em parágrafos únicos, também são comuns, principalmente nas coleções A e B.

Das várias leituras complementares apresentadas pelos autores da coleção A apenas duas apresentavam algum sentido evolutivo. Elas foram encontradas no capítulo de introdução aos cordados, que abordava a importância da notocorda, e no capítulo dos répteis, que comentava a história evolutiva dos dinossauros e suas relações com as aves. Além disso, dentro do conteúdo analisado não havia nenhum cladograma presente para exemplificar as relações evolutivas entre os táxons.

Os textos de leitura complementar presentes na coleção B apresentaram muito mais conteúdo evolutivo do que as outras coleções e também mais do que o próprio corpo principal do livro. Porém, em alguns trechos desses apêndices o autor emprega uma visão antropocêntrica para comentar a importância de determinados animais, mascarando o papel ecológico das espécies no meio ambiente e enfatizando apenas os recursos adquiridos pelo homem a partir da exploração destas espécies.

Igualmente múltiplas são as utilidades dos peixes para os seres humanos [...]. Mesmo o temido tubarão é mais útil aos interesses humanos do que alguns pensam: além de carne, suas nadadeiras constituem um ingrediente básico na preparação de sopas bastante apreciadas por muitas pessoas. As nadadeiras, ainda, são empregadas na indústria de fibras ópticas para computadores e na fabricação de lixas, adubos e colas. E, depois de curtidas, a pele do tubarão pode ser usada em encadernação de requintes e também em artesanatos. Além disso, o fígado fornece um óleo muito rico em vitamina A. (A multiplicação dos peixes, p. 200). **Coleção B.**

Com relação aos cladogramas, da mesma forma que na coleção A, eles estão ausentes. Mas o autor utiliza certos recursos gráficos, como setas e esquemas, para representar as origens evolutivas dos grupos. Apesar disso, ele não explica os esquemas, deixando a compreensão dos mesmos ao encargo dos

alunos. Isto está representado no exemplo abaixo em que depois da sentença transcrita que faz referência à figura 1, o autor inicia outro assunto.

[...] A seguir, aprofundaremos o estudo dessas classes, mas antes vamos conhecer o lugar que elas ocupam na **linha evolutiva** dos vertebrados, que conforme admite a ciência atual, ocorreu no seguinte sentido. (Cap. 12, p. 195), [Grifos nossos]. Coleção B.

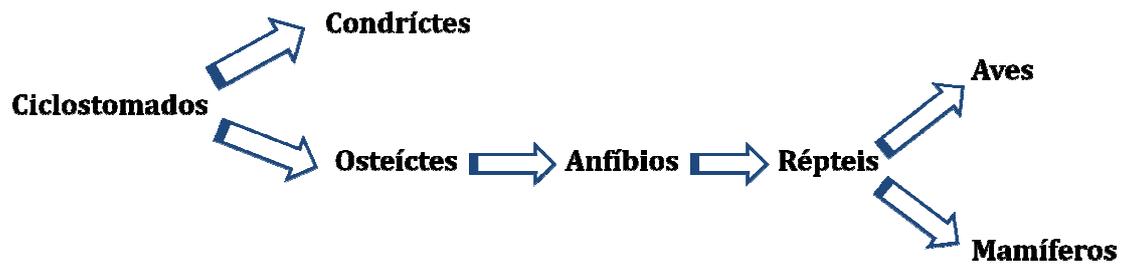


Figura 1: Desenho que representa o esquema da coleção B intitulado pelo autor como “Linha Evolutiva dos Vertebrados”.

O uso de setas nesse caso não é recomendado, pois nem sempre indicam um sentido ou um contexto evolutivo. Por exemplo, na mesma coleção, o autor utiliza um esquema amplo (Fig. 2), também com setas, que representam a divisão do filo *Chordata*, podendo gerar uma idéia equivocada de que todos os esquemas que possuem setas têm um caráter evolutivo.

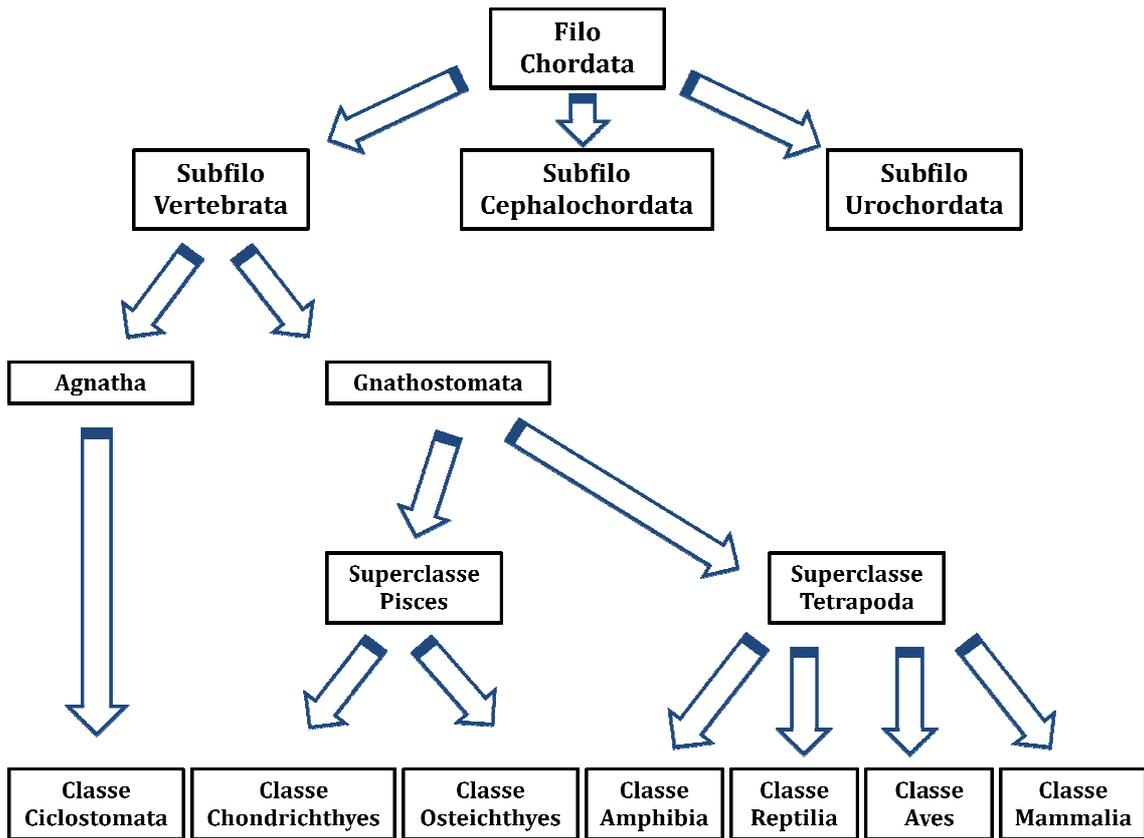


Figura 2: Representação do esquema da coleção B intitulado pelo autor como “*Divisões do filo Chordata*”.

Já na coleção C, o conteúdo de cordados apresenta apenas um texto complementar ao corpo principal que comenta sobre as dentições e os gêneros das serpentes, além dos tipos de soros antiofídicos, sem nenhum contexto evolutivo.

A coleção possui apenas um cladograma na parte dos cordados, mostrando os parentescos entre os clados de *Craniata*, além de duas árvores filogenéticas que representam a origem dos principais grupos de répteis e mamíferos.

4.3.2. Considerações sobre as coleções analisadas

De maneira geral, as coleções A e C utilizaram mais o sentido evolutivo para apresentar o conteúdo referente a cordados. A coleção B se mostrou um pouco distante das diretrizes dos PCN quanto ao uso da evolução como eixo integrador.

A coleção A trouxe no decorrer do livro, algumas vezes, a evolução de forma confusa, podendo proporcionar interpretações de duplo sentido em alguns momentos, diferente da coleção C que conseguiu passar as idéias de forma mais clara. Contudo, a coleção C é muito detalhista no conteúdo fisiológico por isso ela é a mais volumosa. Comparando proporcionalmente o número de rupturas pelo tamanho do corpo do texto a coleção A seria a que mais emprega o sentido evolutivo.

Nos exemplos abaixo é mostrado como as coleções exprimem de formas diversas um mesmo fenômeno biológico. O primeiro deles evidencia a ambiguidade presente em algumas partes da coleção A.

[...] Nos peixes, **essas fendas adquirem função respiratória, surgindo aí as brânquias**. Embora se formem na fase embrionária de todos os cordados, as fendas faríngeas não persistem na fase adulta [...]. (Cap. 11, p. 136), (Cap. 11, p. 138), **[Grifos nossos]**.
Coleção A.

[...] [As fendas branquiais] se prestam à filtração de alimentos ou à respiração, as fendas branquiais permanecem nos protocordados e nos peixes adultos; nos outros grupos, estão presentes apenas nos embriões, fechando-se no decorrer do desenvolvimento. (Cap. 12, p. 192). **Coleção B.**

[...] Nos cordados aquáticos, o tecido que reveste as traves entre as fendas faringianas **desenvolvem-se e origina as brânquias**; nos cordados terrestres, as fendas faringianas se fecham e desaparecem no decorrer do desenvolvimento embrionário. (Cap. 11, p. 295), **[Grifos nossos]**. **Coleção C.**

O sentido evolutivo não fica claro no exemplo retirado da coleção A. Isso acontece porque o uso da linguagem científica, carregada de gerúndio e orações subordinadas para sintetizar idéias e para ajudar na estética do texto dificulta a compreensão (FANG, 2006). Na sentença transparece que apenas o fato das fendas faríngeas trocarem de função, as brânquias surgem, sem passar por modificações morfológicas, por uma passagem de tempo, isto é, sem evoluir.

O segundo exemplo evidencia a diferença de detalhamento entre as coleções ao descrever um mesmo fenômeno. Enquanto as coleções A e C trazem a

explicação no corpo do texto, a última com mais detalhes, a coleção B, só aborda o assunto em uma tabela alusiva às diferenças entre os peixes cartilagosos e os peixes ósseos.

Os condríctios têm fecundação interna, pois os espermatozoides são passado para as fêmeas através do cláspers. (Cap. 12, p. 148).

Coleção A.

[conteúdo apresentado em uma tabela fora do corpo do texto] Fecundação de condrícties: Interna e sem larvas; nadadeiras pélvicas transformadas em órgãos copuladores denominados cláspers. (Cap. 12, p.199). **Coleção B.**

Os condrictes têm reprodução sexuada e são dióicos, com fecundação interna. Machos de tubarões têm um par de cláspers, órgãos copuladores formados por diferenciações das nadadeiras pélvicas. Com essas estruturas eles introduzem esperma na cloaca da fêmea. (Cap. 11, p. 306). **Coleção C.**

Além disso, neste trabalho, constatou-se o pouco uso da narração na construção dos textos dos livros didáticos analisados. Mortimer *et al.* (1998) afirma que a narração é a que mais se aproxima da linguagem do cotidiano, com sequências lineares de episódios, ao contrário da linguagem científica que prega a nominalização dessas narrativas dando mais importância à forma estrutural das frases do que ao padrão linear dos eventos. De acordo com os autores não há como separar a aprendizagem de ciência e a aprendizagem da linguagem científica. Contudo, o uso mais freqüente de narrativas nos livros didáticos pode tornar esse processo mais fácil, já que estudantes têm maior habilidade em lidar e em entender esse tipo de estrutura textual (FREGUGLIA, 2009).

Apesar do uso de termos evolutivos ao longo de toda a coleção, a unidade destinada à abordagem desse assunto está presente no terceiro volume em todas as coleções. Mesmo que alguns capítulos iniciais dos outros volumes, das coleções A e C, conceituem alguns desses termos, isso pode não ser suficiente para o aluno deter o conhecimento evolutivo necessário para compreender esses termos na sua totalidade, podendo acarretar problemas na interpretação dos textos didáticos.

Mesmo sendo recomendações dos PCNs (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA, 2006) que a ecologia e a evolução sejam abordadas como um eixo integrador de todos os conteúdos biológicos, na prática isso não acontece, pois a evolução é ensinada no final do terceiro ano (TIDON & LEWONTIN, 2004), e seu conteúdo fica concentrado no terceiro volume das coleções didáticas.

Portanto, é importante a discussão sobre reformas curriculares que contemplem mudanças na ordem de apresentação dos principais temas da biologia no ensino médio, trazendo evolução para séries mais iniciais. Segundo Tidon e Leowontin (2004) as reformas curriculares em ciências, particularmente na biologia, além da formação continuada dos professores e da continuidade de programas como PNLEM que melhoram a qualidade dos livros didáticos, são decisivos para melhoria do ensino de evolução no Brasil.

5. Conclusões

O trabalho demonstrou que os livros didáticos utilizam a evolução entre os vários conteúdos abordados, mesmo sendo em pouca quantidade. A forma mais comum de sua utilização é nas descrições, com o acréscimo de termos evolutivos ou que remetem à evolução. Esses termos sintetizam toda uma história evolutiva em único vocábulo impregnado de sentidos conectados a um conceito evolutivo.

Por sua vez foram encontradas nas coleções características do texto científico que dificultam a compreensão dos conteúdos. Existem, por exemplo, certas palavras que são usadas no cotidiano com significados distintos aos utilizados no meio científico, complicando a compreensão do texto. Além disso, há outros fatores que causam problemas no entendimento da evolução nos livros didáticos. Entre eles, palavras que são usadas em contextos diferentes, ora se referindo à fisiologia e ora à evolução.

As rupturas entre as unidades de contexto demonstraram quantitativamente o uso da evolução nos capítulos analisados, indicando que apesar de todos os livros serem aprovados pelo PNL D existem diferenças cruciais entre eles, na forma de abordar a evolução em seu conteúdo, cabendo ao educador a escolha do material mais conveniente para seu trabalho.

Com isso a abordagem da evolução mostrou-se superficial, não caracterizando o que poderia se considerar uma visão evolutiva do conteúdo de vertebrados o uso da evolução, pois seguindo os preceitos dos PCN, ela teria que ser usada como eixo integrador de toda a biologia. Na maioria dos livros ela apenas persiste nos conteúdos sendo usada em alguns poucos momentos. Nesta perspectiva, os livros que mais se aproximaram, na análise, das diretrizes propostas pelos PCN foram as coleções A e C.

6. Referências Bibliográficas

AMORIM, D.S. **Fundamentos de sistemática filogenética**. Ribeirão Preto: Holos, 2002.

AZEVEDO, M.J.C. **Explicações teleológicas no ensino de evolução: um estudo sobre os saberes mobilizados por professores de Biologia**. 2007. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Educação), Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2004.

BELLINI, L.M. O conceito de evolução nos livros didáticos: avaliação metodológica. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 33, 2006.

DOMINGUINI, L.; ORTIGARA, V. Análise de conteúdo como metodologia para seleção de livros didáticos de química. IN: **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)**, Brasília, 2010.

ENGELKE, D.S. **Análise de livros didáticos de biologia do ensino médio: estaria a teoria da evolução sendo um fio condutor?**. [2009?]. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas), Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GOEDERT, L. **A formação do professor de biologia na UFSC e o ensino da evolução biológica**. 2004. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica), Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FANG, Z. The language demands of science reading in middle school. **Internacional Journal of Science Education**, Oxford, v. 28, n. 5, p. 491-520, 2006.

FRANCO, M.L.P.B. **Análise do conteúdo**. 2.ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2005.

FREGUGLIA, J.M.G. **A produção de sentidos no contexto de uma aula de ciências sobre a adaptação biológica mediada por um desenho de animação**. 2009. Dissertação de Mestrado (Área de concentração: Educação e Ciências), Programa de Pós-graduação em educação: conhecimento e inclusão social, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Livro didático: funcionamento**. Brasília. Ministério da Educação, 2009. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/pnld-pnld-e-pnlem>>. Acessado em: 11 de junho de 2011.

FUTUYMA, D.J. **Biologia evolutiva**. 3.ed. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2006.

MARTINS, I. Analisando livros didáticos na perspectiva dos estudos do discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para pesquisa. **Pro-Posições**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 117-136, 2006.

MAYR, E. O lugar da biologia nas ciências e sua estrutura conceitual. IN: _____. **Desenvolvimento do pensamento biológico; diversidade, evolução e herança**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998. cap. 2, p. 37-103.

_____. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica.** São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MORTIMER, E.F.; CHAGAS, A.N.; ALVARENGA, V.T. Linguagem científica versus linguagem comum nas respostas escritas de vestibulandos. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 7-19, 1998.

NARDI, R.; SANDRIN, M.F.N.; PUORTO, G. Serpentes e acidentes ofídicos, um estudo sobre erros conceituais em livros didáticos para educação básica. In: NARDI, R.(Org.). **Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para a formação dos professores.** 5. ed. São Paulo: Escrituras, 2004.

NASCIMENTO, T. G.; MARTINS, I. O texto de genética no livro didático de ciências: uma análise retórica crítica. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v.10, n. 2, p. 255-278, 2005.

RIDLEY, M. **Evolução.** 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SANTOS, C.M.D.; CALOR, A.R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética – II. **Ciência & Ensino**, Campinas, vol. 2, n. 1, 2007.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. **Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2 – Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília, Ministério da Educação, 2006.

_____. **Biologia: catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio: PNLEM/2009.** Brasília, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, Ministério da Educação, 2008.

TINDON, R.; LEWONTIN, R.C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 27, n. 1, p. 124-131, 2004.

VASCONCELOS, S.D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino Fundamental: proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n.1, p. 93-104, 2003.