



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e
Matemática

MARCELA D'AMBROSIO

O ENSINO DE EVOLUÇÃO NA ESCOLA BÁSICA DO BRASIL E DA
ITÁLIA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE LIVROS DIDÁTICOS

Teaching evolution at Brazilian and Italian Basic School: a comparative
analysis of textbooks

Campinas
2018

MARCELA D'AMBROSIO

O ENSINO DE EVOLUÇÃO NA ESCOLA BÁSICA DO BRASIL E DA
ITÁLIA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE LIVROS DIDÁTICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática – PECIM, da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na Área de Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Santiago dos Santos.

Campinas
2018

MARCELA D'AMBROSIO

O ENSINO DE EVOLUÇÃO NA ESCOLA BÁSICA DO
BRASIL E DA ITÁLIA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE
LIVROS DIDÁTICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática – PECIM, da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na Área de Ensino de Ciências e Matemática.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Santiago dos Santos

CAMPINAS
2018

À minha família, que agora, além dos D'Ambrosio e dos Rueda, conta também com os Silva e os Isnoldo. Ao mesmo tempo que são meu porto seguro, inspiram-me a navegar em alto mar.

AGRADECIMENTOS

Sou imensamente grata a todos que passaram pelo meu caminho nesses dois anos e que ajudaram esse projeto se tornar realidade. Meu mestrado teria tomado outros rumos se não fosse um encontro casual com o Prof. Nelio Bizzo, em janeiro de 2016, o qual gerou uma colaboração entre o grupo EDEVO-Darwin (FE/USP), o instituto *Observe Science and Society* e PECIM. Esse encontro permitiu com que trabalhasse com os dados do SAPIENS e delineou a pesquisa aqui apresentada. Assim, deixo meus sinceros agradecimentos:

Ao Prof. Nelio Bizzo, não apenas pela parceria acadêmica e pelas aulas, mas pelas críticas, que são de extrema importância para qualquer desenvolvimento profissional.

Ao Prof. Giuseppe Pellegrini, o qual tão gentilmente ouviu minhas ideias e me ajudou em tudo que pode. Recebeu-me em Vicenza e me apresentou às professoras da escola básica De Guio e Sovrano, as quais sou também imensamente grata.

À Scuola Italiana Eugenio Montale, sem a qual meu contato com os livros italianos teria sido muito mais difícil. Um especial agradecimento à Carla Souza, responsável pela biblioteca, que sempre me atendeu prontamente e às diretoras brasileiras e italianas, Silvia Adrião e Paola Capraro que tão gentilmente me receberam e estimularam minha pesquisa.

À escola Dom João Nery, a qual me disponibilizou os livros do PNLD de 2018 que tinham acabado de receber. À Valdete Zorate dos Santos, que me deu acesso a sua biblioteca pessoal e me ajudou a conseguir os livros do PNLD de 2012 e ao meu grande amigo João Pedro Cuelbas, parceiro de profissão e de aventuras italianas, que também me ajudou com os livros faltantes.

Ao CEDOC e à Biblioteca da Faculdade de Educação, as quais fizeram possível o acesso em “casa” a todos os livros brasileiros do Ensino Fundamental.

Ao PECIM, programa de pós-graduação que me deu a oportunidade de iniciar minha carreira acadêmica e, ao mesmo tempo, participar de sua construção. Um agradecimento especial à secretária Bárbara Longo, aos coordenadores que tive o prazer de acompanhar nas reuniões da CPG, Prof. Mauricio Compiani e Prof^a. Silvia Fernanda de Mendonça Figuerôa (coordenadora atual), que foram também professores incríveis e inspirados e à Prof^a. Maria Inês Petrucci Rosa, que me apresentou às teorias de currículo e ao Chevallard, autor serviu como uma de minhas principais referências.

Ao Prof. Jorge Megid Neto e à Prof^a. Alessandra Viveiro, por confiarem no meu trabalho e me darem a oportunidade de ter contato com a formação de professores pedagogos

e com o ensino de ciências para crianças, de maneira geral. Por sempre estarem dispostos a me ouvir e me aconselhar. Por todo o carinho e dedicação comigo e com todos os membros do grupo FORMAR-Ciências.

Aos meus queridos colegas de grupo, estudantes e professores e aos colegas do PECIM, em especial à Juliana Silva Pedro Barbi, ao Mateus de Fraga Rodarte, à Gabriela Souza e ao Gustavo Pugliese por todas as conversas, desabafos e congresso que tornaram esse processo mais leve.

Aos professores do Instituto de Biologia da Unicamp André Victor Lucci Freitas, Mariana Nery e André Garrafoli por se dedicarem e se interessarem pela área de ensino, além de terem abraçado, em diversos momentos, minhas ideias. Por terem contribuído não só com meu projeto mas com meu desenvolvimento pessoal.

Ao meu querido orientador Prof. Fernando Santiago dos Santos, meus mais sinceros agradecimentos por sempre topar minhas loucuras e permitir meu desenvolvimento de forma autônoma e autocrítica. Por confiar no meu trabalho e me dar oportunidade de divulgá-lo dos mais diversos modos. Pela parceria nos congressos, nas viagens, nas palestras e oficinas. Serei sempre grata.

Às minhas amigas/irmãs, colegas de profissão e companheiras de estrada Lissa Franzini, Aline Arruda de Oliveira e Verônica Stefani de Oliveira, as quais estão sempre presentes, mesmo com a distância física. Às amigas de infância que também continuam caminhando ao meu lado Milena Guimarães, Carla Caroline Tonolli, Carolina Mira e Vanessa Lisboa, ao meu sócio Marcelo Cassari, aos novos, mas já essenciais, amigos Ariane e Daniel Yankelevich (e à pequena Hannah) e a meus amados cunhados Lucas de Matheu, Heitor da Silva Isnoldo e Thaís Antônia. A todos vocês por todas as conversas, filosofadas e aventuras. Por me apoiarem e me estimularem. Por me fazerem acreditar que há pessoas que podem mudar o mundo.

Aos meus sogros Nivaldo Isnoldo e Maria Mercedes Oliveira da Silva Isnoldo (*in memoriam*), cujo amor transcende qualquer limite de tempo e espaço. Ao primeiro por me mostrar a força e a determinação de continuar, fazendo das maiores dificuldades uma oportunidade de sermos e fazermos melhor. À segunda pelo exemplo, junto com a minha mãe e as minhas avós, de pessoa, de mulher e de mãe. As palavras e conselhos que disseminou continuam se propagando. Sinto-me honrada de compartilhar da mesma profissão e de ter também a missão da educação no meu caminho. Espero ser uma professora tão boa, atenciosa e carinhosa quanto você foi.

Às minhas irmãs Roberta e Renata D'Ambrosio, que nas diferenças me fazem conhecer a riqueza do companheirismo, do respeito, da admiração e do amor e aos meus pais Elizardo D'Ambrosio e Miriam Susi Rueda D'Ambrosio. Não haverá jamais palavras para descrever o tamanho da minha gratidão e do meu amor por vocês. O que posso aqui dizer é que agradeço por sempre respeitarem minhas escolhas, permitirem-me encontrar meu caminho e viver intensamente quem eu sou.

Por fim, ao meu noivo e meu melhor amigo há quase uma década Renan da Silva Isnoldo. São infinitos os motivos da minha gratidão, desde os pequenos fatos, como ter me emprestado seu computador para essa dissertação ser escrita e ter aguentando os dias e mais dias das minhas crises e do meu estresse, a me mostrar o valor do companheirismo e do amor incondicional. Por ter acreditado em mim quando eu mesma duvidei e me estimular sempre a continuar em busca dos meus sonhos e objetivos. Por sermos juntos, algo melhor.

“O ‘conhece-te a ti mesmo’ a que os gregos nos incitam requer antes de tudo o conhecimento das nossas origens biológicas”

Ernst Mayr

RESUMO

Embora a evolução seja considerada tema unificador da biologia, sua compreensão é ainda muito limitada e representa um grande desafio educacional. Um recente estudo intitulado SAPIENS levantou dados sobre os conhecimentos e aceitação de estudantes da faixa etária de quinze anos na Itália e no Brasil a respeito da teoria da evolução e da origem humana, encontrando diferenças na aceitação e compreensão em suas concepções. Este projeto tem como objetivo explorar o conteúdo de evolução nos livros didáticos dos dois países a fim de iniciar a exploração das possíveis origens educacionais da diferença encontrada. A pesquisa é um estudo comparativo, cuja metodologia utilizada foi a análise de conteúdo, com duas regras de enumeração simultâneas: a presença e ausência de temática e o nível de intensidade com que estas foram encontradas nos livros. Os dados foram coletados separadamente e, posteriormente, justapostos e comparados, utilizando como referência principal a transposição didática. Os livros de Ensino Médio tiveram uma caracterização semelhante com relação às temáticas presentes, ambas próximas ao conhecimento acadêmico da área. No entanto, a principal diferença encontrada foi na categoria relacionada à Síntese Moderna e às discussões atuais, principalmente na abordagem das forças evolutivas. Nos livros de Ensino Fundamental, por sua vez, houve maior divergência, tanto com relação à quantidade e profundidade das temáticas, como na abordagem da evolução humana, a qual esteve presente de maneira mais significativa nos livros italianos. Embora não seja possível chegar a conclusões definitivas apenas com dados dos livros didáticos, os resultados indicam que o contato precoce com conceitos evolutivos pode favorecer sua compreensão e sua aceitação. Olhar para fora é uma forma para se (re)pensar aspectos internos e buscar alternativas para melhorar a compreensão e a aceitação desse tema nas escolas brasileiras.

Palavras-chave: Ensino de evolução; Brasil; Itália; Livro Didático; Transposição Didática.

ABSTRACT

Although evolution is considered the unifying theme of biology, its understanding is still very limited and represents a great educational challenge. A recent study entitled ‘SAPIENS’ has collected data on the knowledge and acceptance of fifteen-year-old students in Italy and Brazil regarding the theory of evolution and human origin, finding differences in accepting and understanding their conceptions. This project aims at exploring the content of evolution in Brazilian and Italian school textbooks in order to start exploring the possible educational origins of the differences found. The research is a comparative study focusing on content analysis, with two rules of simultaneous enumeration: the presence and absence of themes, and the level of intensity with which they were found in the books. Data were collected separately and then juxtaposed and compared, using as main reference the didactic transposition approach. The High School textbooks had a similar characterization in relation to the present themes, both close to the academic knowledge of the area. However, the main difference found was in the category related to the Modern Synthesis and the current discussions, mainly in the approach of the evolutionary forces. Elementary Education textbooks, in turn, had greater divergence, both in relation to the quantity and depth of the themes, and in the approach to human evolution, which was present in a more significant way in the Italian books. Although it is not possible to arrive at definitive conclusions only with data from textbooks, the results indicate that early contact with evolutionary concepts may favor their understanding and acceptance. By looking outside, we can (re)think internal aspects and look for alternatives to improve understanding and acceptance of such theme in Brazilian schools.

Keywords: Teaching of evolution; Brazil; Italy; School textbook; Didactic transposition.

Lista de ilustrações

Figura 1. Esquema da trajetória do saber segunda a Transposição Didática	33
Figura 2. Passos método lógicas da análise comparativa	46
Figura 3. Organização e estrutura da educação brasileira antes da Lei nº 11.274/2006.....	65
Figura 4. Distribuição da amostra brasileira do SAPIENS sobre evolução biológica.....	68
Figura 5. Capa da coleção brasileira A	70
Figura 6. Capa da coleção brasileira B	70
Figura 7. Capa da coleção brasileira C	70
Figura 8. Representação das variedades de pombos obtidas por meio da seleção artificial...	73
Figura 9. Exemplo de cladograma presente no livro, com aspectos interpretativos.....	77
Figura 10. Variedades de tentilhões encontradas em Galápagos.....	80
Figura 11. Árvore filogenética dos primatas.....	83
Figura 12. Capa da coleção brasileira D	89
Figura 13. Capa da coleção brasileira E	89
Figura 14. Principais eventos da história da vida.....	91
Figura 15. Exemplo de árvore filogenética utilizada no livro.....	93
Figura 16. Exemplo se Seleção Artificial.....	95
Figura 17. Organização e estrutura da educação italiana.....	96
Figura 18. Distribuição dos dados italianos do SAPIENS sobre evolução biológica.....	99
Figura 19. Distribuição das amostras quanto às respostas sobre evolução humana.....	101
Figura 20. Capa da coleção italiana F	103
Figura 21. Capa da coleção italiana G	103
Figura 22. Capa da coleção italiana H	103
Figura 23. Tipologia das árvores filogenéticas.....	104
Figura 24. Esquema lógico do pensamento evolutivo.....	110
Figura 25. Representação em gráfico da influência da deriva genética em populações grandes e pequenas, respectivamente.....	113
Figura 26. Relação do número de família ao longo tempo.....	114
Figura 27. Relações filogenéticas entre os “répteis” (grupo não monofilético).....	115
Figura 28. Possíveis relações filogenéticas entre as linhagens humanas.....	117
Figura 29. Explicação da evolução do pescoço da girafa segundo uma visão lamarckista..	119

Figura 30. Explicação a partir da Seleção Natural de Darwin para a evolução do pescoço da girafa.....	119
Figura 31. Capa da coleção italiana I	123
Figura 32. Capa da coleção italiana J	123

Lista de tabelas e quadros

Quadro 1. Produções acadêmicas brasileiras sobre ensino de evolução entre os anos de 1991 e 2017.....	23
Quadro 2. Produções acadêmicas sobre ensino de evolução por região.....	24
Quadro 3. Classificação em nível escolar da produção acadêmica de ensino de evolução..	25
Quadro 4. Foco temático das dissertações e teses brasileiras entre 1991 e 2007.....	26
Quadro 5. Descritores específicos das unidades de registro referentes aos aspectos históricos	53
Quadro 6. Descritores específicos das unidades de registro referentes às evidências	55
Quadro 7. Descritores específicos das unidades de registro referentes à teoria Darwinista...	56
Quadro 8. Descritores específicos das unidades de registro referentes à Síntese Moderna e às discussões atuais.....	58
Quadro 9. Descritores específicos das unidades de registro referentes à evolução Humana.....	60
Quadro 10. Dados obtidos nos livros didáticos brasileiros de EM.....	71
Quadro 11. Dados obtidos na análise de livros brasileiros de EF.....	88
Quadro 12. Dados obtidos pela análise das coleções italianas da <i>scuola secondaria di secondo grado</i>	102
Quadro 13. Dados obtidos pela análise dos livros italianos da <i>scuola secondaria di primo grado</i>	124
Quadro 14. Justaposição dos dados brasileiros de EM e seu equivalente na Itália	132
Quadro 15. Justaposição dos dados italianos e brasileiros relacionados ao EF e ao <i>primo grado</i>	137

Lista de abreviaturas e siglas

BDTD	Base Nacional Brasileira de Dissertações e Teses
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BR	Brasil
CEDOC	Centro de Documentação em Ensino de Ciências
DTs	Dissertações e Teses
EAEC	Estado da Arte de Ensino de Ciências
EC	Educação Comparada
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
ES	Ensino Superior
EVO-DEVO	Biologia Evolutiva do Desenvolvimento
FNDE	Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação
IT	Itália
LD	Livro Didático
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
PUC	Pontifícia Universidade Católica
ROSE	Relevance of Science Education
SAPIENS	Saberes do Alunado na Perspectiva Internacional: Evolução, Natureza e Sociedade
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UNB	Universidade de Brasília
UNESP	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo

Sumário

1. Introdução.....	17
1.1. Sobre a problemática, a justificativa e os objetivos.....	19
1.2. Revisão Bibliográfica: Breve Estado da Arte.....	21
2. Referencial teórico.....	32
2.1. A Transposição Didática e os conhecimentos escolares.....	32
2.2. Considerações sobre o conhecimento científico e acadêmico de evolução.....	34
3. Procedimentos de pesquisa.....	43
3.1. Sobre Educação Comparada.....	43
3.2. Sobre Análise de Conteúdo.....	50
3.3. Os Livros didáticos analisados.....	61
4. Resultados.....	64
4.1. Dados Brasileiros.....	64
4.1.1. Contextualizando o sistema educacional brasileiro.....	64
4.2.1. Concepções de evolução de estudantes brasileiros: resultados encontrados no projeto SAPIENS.....	67
4.2.2. Análise dos Livros Didáticos Brasileiros.....	70
a. Livros de Ensino Médio.....	70
b. Livros de Ensino Fundamental – Anos Finais.....	88
4.3. Dados Italianos.....	96
4.3.1. Contextualizando o sistema educacional italiano.....	96
4.3.2. Concepções de evolução de estudantes italianos: resultados encontrados no projeto SAPIENS.....	99
a. Secondo ciclo – Scuola secondaria di secondo grado.....	101
b. Primo ciclo – Scuola Secondaria di Primo Grado.....	123
5. Justaposição e Comparação dos dados.....	131
5.2. Ensino Médio e Secondo Ciclo.....	131
5.3. Ensino Fundamental e Primo Ciclo.....	136
6. Discussão.....	140
7. Considerações finais.....	152

8. Referências	156
8.1. Livros didáticos analisados.....	163
8.2. Dissertações e Teses citadas na Revisão Bibliográfica	164
9. Anexos	166
9.1. Quadro de Dissertações e Teses sobre Ensino de Evolução.....	166

1. Introdução

O inglês Charles Darwin (1809 – 1882) é um dos naturalistas mais famosos, não apenas na área acadêmica, mas também no público em geral. Igualmente famoso é seu icônico livro “A Origem das Espécies”, no qual apresenta suas ideias revolucionárias sobre a Seleção Natural. O que poucos sabem é que a escolha desse termo decorre de uma comparação engenhosa, estabelecida para que esse novo conceito fosse mais bem compreendido em uma época que poucos acreditavam que as espécies se modificavam ao longo do tempo.

A comparação foi feita com o que Darwin chamou de Seleção Artificial. Agricultores, pecuaristas e criadores dos mais diversos tipos selecionaram por séculos as características que lhes eram vantajosas e foram modificando as espécies domésticas. Tal modificação era visível e de fácil compreensão. Logo, Darwin fez uma comparação entre uma atividade humana que já era bem compreendida na época com o mundo natural, transferindo o conceito de Seleção artificial para a natureza (PIEVANI, 2013) e chamando de Seleção Natural uma das forças evolutivas, que faz com que as populações sejam modificadas ao longo de gerações através de sobrevivência diferencial dos indivíduos.

Começar “A Origem das Espécies” falando de Seleção Artificial e nomear seu mecanismo evolutivo a partir dessa comparação foi uma grande estratégia argumentativa. No entanto, também trouxe um efeito de má compreensão: na Seleção Artificial há um “ser” que seleciona. Pode decorrer do nome Seleção Natural, por consequência, um entendimento que também deva existir algo selecionando intencionalmente no mundo natural.

Porém, a Seleção Natural nada mais é que um mecanismo estocástico de sobrevivência e reprodução diferenciada entre os indivíduos (DARWIN, 1859), o que faz com que as características da população variem com o tempo. Ou seja, alguns indivíduos apresentam características vantajosas com relação a um ambiente específico e por isso apresentam uma probabilidade maior de sobreviver e se reproduzir. Sendo esta característica hereditária, a frequência da mesma aumentará na população, mudando o perfil populacional e seu *pool* gênico com o tempo.

Observa-se assim que a comparação pode ser uma ferramenta de análise e de argumentação rica. Por esse motivo, lançar uma reflexão sobre o ensino de evolução,

que representa um grande desafio (BIZZO, 1994; SANTOS; CALOR, 2007a; SMITH, 2010), observando também outra realidade pode trazer contribuições. Por outro lado, comparar também uma interpretação não fidedigna do que se está comparando. Por isso, deve-se ter uma atenção especial para o embasamento teórico-metodológico da pesquisa. Deve-se garantir que os parâmetros analisados são comparáveis, que não se façam suposições e generalizações incabíveis.

Este trabalho tem como temática geral o ensino de evolução, focalizando a abordagem dos conceitos evolutivos em livros didáticos, a partir de uma perspectiva comparativa entre Brasil e Itália, na escola básica dos dois países. Tem-se como foco da análise o Ensino Médio e os anos finais do Ensino Fundamental, com seus respectivos italianos (*scuola secondaria di secondo e primo grado*).

Essa dissertação está organizada em sete capítulos, seguidos pelas referências e os anexos, iniciando pela contextualizando da problemática e dos objetivos. A pesquisa aqui proposta faz parte de uma cooperação internacional, a qual tem por base os resultados do projeto SAPIENS que coletou informações sobre o conhecimento autodeclarado de evolução de estudantes italianos e brasileiros, da qual surgiu a problemática comparativa.

Ainda no primeiro capítulo, encontra-se a revisão bibliográfica na forma de um breve Estado da Arte, focalizando a produção acadêmica de Dissertações e Teses (DTs) a partir de 1991 até julho de 2017, complementada com outras produções nacionais e internacionais.

No terceiro capítulo se encontram os referenciais teóricos principais, tendo ênfase a Transposição Didática, a qual é uma das possibilidades de se olhar para os conhecimentos escolares e sua relação com os conhecimentos acadêmicos e científicos. Para ser possível a realização desta articulação, este capítulo também conta com considerações sobre o conhecimento acadêmico de evolução.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia de pesquisa escolhida tendo dois tópicos principais. O primeiro são considerações sobre a Educação Comparada como área de pesquisa e seus passos metodológicos. O segundo, é sobre a Análise de Conteúdo como ferramenta de coleta e suas possibilidades para a análise dos dados. Neste caso, optou-se por se utilizar simultaneamente duas regras de enumeração: a presença ou ausência de uma unidade de registro (tema ou palavra-chave estabelecida após leitura flutuante dos dados) e a intensidade que as unidades presentes foram discutidas. Para tanto, foram feitos quadros de referências com o descritivo de cada

nível, para cada unidade de registro, que foram agrupadas em unidades de contexto mais amplas, como, por exemplo, aspectos históricos e evidências da evolução. No último item, estão relacionados os 19 livros analisados, organizados por nível escolar.

O quarto capítulo é destinado à descrição dos dados obtidos pela análise das dez coleções escolhidas (três do Ensino Médio e duas do Ensino Fundamental, de cada país). O capítulo é organizado por país, com o quadro de compilação dos resultados obtidos e sua descrição feita separadamente. Foram adicionados dados contextuais para ajudar na análise, como uma breve descrição dos sistemas educacionais e considerações sobre as propostas curriculares dos dois países, além dos principais resultados do SAPIENS acerca dos conhecimentos evolutivos. Posteriormente segue a justaposição dos dados e a comparação inicial dos mesmos (capítulo cinco).

Por fim, segue a discussão dos dados, feita a partir do referencial da transposição didática, dos dados obtidos pelo projeto SAPIENS e outras referências sobre análises do conhecimento evolutivo de livros didáticos, e as considerações finais.

1.1. Sobre a problemática, a justificativa e os objetivos

A escolha da comparação derivou dos resultados de um projeto de pesquisa internacional, de larga escala, que teve como objetivo levantar a compreensão e aceitação da evolução por parte dos estudantes. Tal projeto foi denominado SAPIENS (Saberes do Alunado na Perspectiva Internacional: Evolução, Natureza e Sociedade) que em 2014 aplicou mais de 6.000 questionários em três países: Brasil, Equador e Itália.

O projeto SAPIENS surgiu dentro de um projeto internacionalmente reconhecido chamado ROSE (*Relevance of Science Education*), cujo objetivo foi mapear as atitudes e perspectivas afetivas sobre Ciência e Tecnologia na educação e na sociedade a partir de estudantes de 15 anos de idade (SJØBERG; SCHREINER, 2010). Ao longo de mais de dez anos e com mais de 40 países participantes, o ROSE recolheu informações sobre as motivações e atitudes dos estudantes, permitindo a elaboração e reflexão sobre várias políticas públicas em diversas realidades diferentes.

Dentro desse contexto, o SAPIENS, além de manter alguns objetivos do questionário original, criou uma seção nova sobre biologia evolutiva e religião. Em 2014, participaram da coleta de dados 100 escolas italianas (3.500 estudantes) e 78

escolas brasileiras (2.404 estudantes), dados estes apresentados durante o XVII IOSTE Symposium (BIZZO; PELLEGRINI, 2016).

Uma das teses defendidas sobre o projeto SAPIENS foi a de Oliveira (2015) que, além de analisar os dados brasileiros obtidos, correlacionando os conhecimentos da teoria evolutiva e da evolução humana com aspectos socioeconômicos, de gênero, de idade e de região, também buscou fazer uma comparação com os dados italianos. Um dos pontos levantados pela autora foi que os estudantes brasileiros apresentam lacunas conceituais que não estão presentes nos estudantes italianos, cujas concepções se aproximam mais do conhecimento científico, tanto com relação à teoria evolutiva, quanto às variedades de temas relacionados à evolução humana, ressaltando que:

Os resultados encontrados nos dois países sugerem a necessidade de aprofundar as reflexões sobre as realidades educacionais no ensino básico e de compreender os contextos escolares, a trajetória educacional do jovem inquirido, além da proximidade com a ciência que as atividades escolares proporcionam (OLIVEIRA, 2015, p. 210).

Ao se constatar as diferenças entre concepções dos estudantes dos dois países, abriu-se um campo de pesquisa que permite, a partir da pesquisa comparativa, olhar de uma maneira diferente para um problema de pesquisa presente na produção acadêmica desde a década de 1990: o ensino de evolução.

Como ponto de partida, optou-se por focar o Livro Didático (LD), pois este é, de acordo com Chevallard (1991), o principal texto do saber escolar e a ferramenta básica a partir da qual se faz a transposição do conhecimento para os alunos.

A escolha do livro didático deve-se ao fato de esse recurso ser ainda o mais utilizado no ensino de Ciências no Brasil (CARNEIRO *et al.*, 2005) e também na Itália (FIERLI *et al.*, 2004) sendo de suma importância no ensino e aprendizagem na escola básica (FRACALANZA; MEGID NETO, 2006), principalmente na relação didática (tríade formada pelo aluno, professor e o conhecimento).

Pretende-se, portanto, analisar, por meio dessa ferramenta pedagógica, a existência de diferenças no ensino de evolução ao longo do percurso estudantil do Brasil e da Itália. Para embasar a discussão, utilizar-se-á como referencial teórico principal para a Transposição Didática de Yves Chevallard (1946 -).

Nesse contexto, surgem perguntas específicas como: Quais são os conhecimentos evolutivos presentes dos Livros Didáticos (LDs) dos estudantes nos dois países? Em que pontos esses conhecimentos se diferem e se aproximam, tanto entre os

países como em relação ao conhecimento acadêmico? Em que momentos da vida escolar os estudantes têm contato com conhecimentos evolutivos?

Assim, este projeto teve como objetivo geral mapear a abordagem do conteúdo de evolução nos LDs do Ensino Médio (EM) e dos anos finais do Ensino Fundamental (EF), assim como seus equivalentes na Itália, e avaliar se poderiam haver diferenças nos livros analisados que possam estar relacionadas às divergências de concepções encontradas por estudantes brasileiros e italianos no SAPIENS de 2014. O nível escolar imediatamente anterior ao Ensino Superior foi o foco dos dados coletados pelo barômetro Brasil-Itália do SAPIENS, que aplicou os questionários a jovens de 15 anos. A escolha dos livros de EF servem para se ampliar a discussão e delinear um perfil mais próximo da escola básica, de maneira geral.

Como objetivos específicos, tem-se:

- 1) Avaliar os conteúdos evolutivos, categorizados por meio da Análise de Conteúdo, presentes ou ausentes nos livros dos dois países, por seguimento escolar;
- 2) Avaliar o nível de profundidade com a qual as temáticas são discutidas nos livros, utilizando um quadro descritivo de referência;
- 3) Comparar de forma qualitativa os dados obtidos entre os livros, por seguimento escolar;
- 4) Dialogar a análise dos livros didáticos com os dados obtidos pelo SAPIENS.

O projeto de pesquisa aqui apresentado propõe olhar para fora para se (re)pensar e refletir aspectos internos como uma primeira uma proposta de se explorar a problemática e aprofundar na discussão dos resultados do SAPIENS. Assim, pretende buscar nas diferenças possíveis explicações do porque a evolução é ainda pouco aceita e pouco compreendida no Brasil para, posteriormente, se pensar em intervenções e discussões de políticas públicas que possam melhorar esse quadro, contribuindo com as demais pesquisas na área.

1.2. Revisão Bibliográfica: Breve Estado da Arte

A primeira etapa da pesquisa foi uma revisão bibliográfica referente ao ensino de evolução, utilizando-se principalmente as Dissertações e Teses (DTs) produzidas no Brasil. Entender como a pesquisa nessa área tem se direcionado é um ponto de partida importante para contextualizar o projeto aqui proposto. O quadro da situação da

pesquisa em ensino de evolução será complementado por artigos internacionais da área, principalmente da Itália.

A escolha em enfatizar a produção acadêmica por meio das DTs foi feita pois, este capítulo de revisão bibliográfica faz parte de um projeto do grupo Formar – Ciências¹ sobre o Estado da Arte em Ensino de Ciências (EAEC).

A revisão bibliográfica foi baseada inicialmente no catálogo analítico de dissertação e teses, entre os anos de 1972-2006, na produção em ensino de Biologia (TEIXEIRA, 2012), na qual foram selecionados exclusivamente os trabalhos relacionados ao ensino de evolução. De forma complementar, foi também consultado o acervo digital do Centro de Documentação em Ensino de Ciências da Unicamp (CEDOC) e a Biblioteca Nacional Brasileira de Dissertações e Teses (BDTD). Foram levantadas as dissertações e teses produzidas até julho de 2017, a partir das palavras de busca “ensino” e “evolução”.

Para a análise, utilizou-se o sistema de classificação presente do catálogo supracitado, cujos descritores são: nome do autor e do orientador, ano de defesa, grau de titulação acadêmica, instituição de origem, nível escolar e foco temático. O catálogo apresenta também o conteúdo programático privilegiado no contexto da pesquisa, o qual serviu como parâmetro para o recorte dos trabalhos aqui analisados.

Os focos temáticos foram definidos após a leitura do resumo, configurado também conforme a base do CEDOC (MEGID NETO, 1998). Muitas vezes, as produções apresentam mais de um foco temático. No entanto, tentou-se estabelecer o foco com maior destaque nos resumos de cada uma das pesquisas. Os focos temáticos, de maneira sintética, utilizados foram:

- 1) **Currículo e Programas**, para estudos relacionados ao currículo, como de parâmetros e diretrizes e os elementos que se atribuem a área (objetivos, estratégias, avaliação, entre outros);
- 2) **Formação de professores**, para os projetos de formação inicial e continuada de professores;
- 3) **Conteúdo-Método**, para as investigações com interesse na relação entre o conteúdo a ser ensinado e o método que se utilizada, assim como aplicações de tais métodos;

¹ O grupo FORMAR – Ciências é um grupo de estudos e pesquisa da Faculdade de Educação da UNICAMP que atua na área Ensino de Ciências desde 1997. Sítio eletrônico: www.formar.fe.unicamp.br/

- 4) **Recursos Didáticos**, para os estudos que propõem, avaliam ou aplicam recursos didáticos;
- 5) **Formação de conceito**, para as pesquisas que enfocam processos de mudança conceitual ou do desenvolvimento de conceitos científicos, tanto de alunos como de professores;
- 6) **Características do Professor**, para os projetos que avaliam ou identificam o perfil do professor, suas concepções e condições profissionais;
- 7) **Características do Aluno**, para as investigações com enfoque nos estudantes, suas condições socioeconômicas e cultural, assim como suas concepções;
- 8) **Organização escolar**, para as dissertações ou teses que focalizam nas características das instituições escolares e como elas recebem novas propostas;
- 9) **Programa de Ensino em Espaços Educativos Não-Escolarizados (Educação Informal)**, para os projetos realizados em espaços não formais de ensino, como, por exemplo, Organizações Não-Governamentais (ONG) e museus;
- 10) **Políticas Públicas**, para as investigações que se preocupam com avaliações ou propostas de programas e ações de interesse coletivo;
- 11) **História e Filosofia da Ciência**, para pesquisas relacionadas à história e ou a filosofia das ciências, tanto com o objetivo de resgatar e difundir fatos históricos relacionados à produção científica como para enfatizar aspectos da Natureza da Ciência.

Foram encontrados 79 trabalhos entre os anos de 1991 (primeiras produções na área) e 2017, sendo 17 teses de doutorado e 62 dissertações de mestrado (não foram consideradas outras produções como teses de livre docência ou mestrados profissionalizantes). A relação completa das produções analisadas se encontra nos anexos. O quadro 1 apresenta a distribuição das produções por períodos de cinco anos.

Quadro 1. Produções acadêmicas brasileiras sobre ensino de evolução.

Período	Dissertações	Teses	Total
1990-1995	2	1	3
1996-2000	4	1	5
2001-2005	13	0	13
2006-2010	19	6	25
2011-2015	15	7	22
2016-2017	9	2	11
Total	62	17	79

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se um aumento significativo da produção acadêmica sobre o assunto a partir dos anos 2000. Na década de 1990, foram encontradas seis dissertações e duas teses, enquanto de 2001 a 2010 foram 32 dissertações e seis teses. Na década atual (considerando até julho de 2017), já foram produzidas 24 dissertações e nove teses. Fica evidente que o número de teses aumenta gradativamente, enquanto o de dissertações oscila ao longo dos anos, ficando, de maneira geral, entre 10 e 20 produções.

Com relação aos locais de produção, o quadro 2 apresenta as regiões com os números totais de dissertações e teses (DTs). Aproximadamente 68% da produção acadêmica da área está concentrada na região Sudeste, sendo que das 54 encontradas, 40 são do estado de São Paulo, em universidades como USP (12), UNICAMP (4) e UNESP (14). A segunda região com maior produção na área foi o Sul, com quinze DTs (20%), principalmente da UEL (4), UFSC (3) e UFSM (3). Mesmo tendo sido encontrados apenas sete DTs no Nordeste, destas, quatro foram da UFBA. O Norte não teve participação acadêmica na área e a região Centro-oeste teve três produções, duas da UNB e uma da UFG. Dos 79 trabalhos analisados, apenas sete eram de universidades particulares (um de doutorado e seis de mestrado), sendo que a PUC-RJ foi a única faculdade particular que teve mais de uma produção.

Quadro 2. Produções acadêmicas sobre ensino de evolução por região.

Região	DTs
Centro-oeste	3
Nordeste	7
Norte	0
Sudeste	54
Sul	15
Total	79

Fonte: Elaboração própria.

A partir da leitura e classificação dos resumos, foram encontrados nove dos onze eixos temáticos supracitados, sendo que estavam ausentes o foco “organização escolar” e o foco “políticas públicas”. A frequência de cada foco está relacionada no quadro 3. Vale ressaltar que o objetivo foi relacionar o foco temático principal do trabalho a partir dos resumos para se desenhar, de uma maneira genérica em quais pontos se concentra a atenção dos pesquisadores da área.

Quadro 3. Foco temático das dissertações e teses brasileiras entre 1991 e 2017.

	Dissertações	Teses	Total
Currículo e Programas	3	0	3
Formação de professores	3	0	3
Conteúdo-Método	9	3	12
Recursos Didáticos	11	1	12
Formação de conceitos	10	2	12
Características do Professor	13	1	14
Características do Aluno	7	7	14
Organização escolar	0	0	0
Educação não-formal	2	0	2
Políticas Públicas	0	0	0
História e Filosofia da Ciência	4	3	7
Total	62	17	79

Fonte: Elaboração própria.

Os dois focos temáticos que tiveram, no geral, maior presença nos estudos foram as características dos professores e alunos, com 14 DTs cada e totalizando assim 35% das produções. As características dos professores foram o foco principal mais frequente nas dissertações e as características dos alunos foi mais frequente nas teses, representando 41% do total. Ambas lidam com as concepções alternativas e perfis socioculturais dos respectivos agentes. A categoria “formação de conceitos”, por sua vez, lida com o processo de mudança conceitual em si, no processo cognitivo e na aquisição de conceitos. Esta apareceu também com grande frequência das dissertações (dez trabalhos), totalizando 12 dos 79, ou 15%. Outros temas que tiveram frequência total de 12 produções foram os focos temáticos Conteúdo e Método e Recursos Didáticos.

Trabalhos, como o de Yates e Marek (2014) complementam a discussão das características de professores e alunos, colocando que aqueles são fontes de concepções alternativas ao conhecimento científico e que estes, muitas vezes, saem das aulas de biológicas mais confiantes com relação a seus conhecimentos, mas com uma maior quantidade de concepções alternativas. Tais dados não podem ser generalizáveis, mas indicam a importância de se analisar as concepções de estudantes e alunos de forma conjunta e de se investir na formação de professores para um maior embasamento evolutivo.

A respeito do nível escolar estudado nas pesquisas (quadro 3), observa-se uma predominância do Ensino Médio, tanto nas dissertações (56%) e teses (47%). Os

trabalhos de doutorado classificados em “outros” abordam mais de um dos níveis escolares estabelecidos, a escola básica como um todo (Ensino Fundamental e Médio), ou simultaneamente mais de um nível escolar. Têm-se, por exemplo, o trabalho de Oliveira (2006) sobre o tempo geológico nos livros didáticos e revistas de divulgação científica que aborda a escola básica como um todo e o trabalho de Sepulveda (2010) com perfil conceitual que abordou tanto o Ensino Médio (EM) como o Ensino Superior (ES). O trabalho de Oleques (2014), cujo título “Evolução biológica em diferentes contextos de ensino”, por sua vez, demonstra a pluralidade prevista no projeto, que além de trabalhar com EM e ES, trabalhou também com professores, alunos e livros didáticos.

Quadro 4. Classificação em nível escolar da produção acadêmica de ensino de evolução.

Nível escolar	Dissertações	Teses	Total
EF	4	0	4
EM	36	8	44
Pré-vestibular	1	0	1
ES	10	3	13
Outros	0	3	3
Não especificado	11	3	14
Total	62	17	79

Fonte: Elaboração própria.

A linha que divide esses três focos (Formação de Conceitos; Recursos Didáticos e Conteúdo-Método) é bem sutil e depende da ênfase encontrada no trabalho. O trabalho de Moura (2016), por exemplo, apresentava uma sequência didática e poderia, portanto, ser classificada em Conteúdo-Método. No entanto, por ter seu objetivo relacionado à formação de conceitos científicos a partir do referencial teórico de Vygotski, foi classificada como Formação de Conceitos.

Embora tenham aparecido outros recursos didáticos, como propostas de jogos, a maior ênfase dessa categoria foi na análise de livros didáticos. Alguns propuseram uma análise mais genérica do conteúdo de evolução nos livros (i.e. ROMA, 2011; BRAUNSTEIN, 2013), e os outros enfocaram algum aspecto específico, como o trabalho de Alfaya-Santos (2013) que analisou as concepções sobre progresso biológico presentes dos livros aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2012.

Dentre os resultados apontados por tais pesquisas, está que o conceito de evolução não vem sendo usado como um forte eixo integrador. Ele acaba sendo restrito

tanto em variedade de termos, quanto nas unidades em que estão presentes (BRAUNSTEIN, 2013). O autor também aponta uma tendência a flexibilização da estrutura dos livros, que poderá contrapor o isolamento encontrado. Roma (2011) também encontrou uma fragmentação do conteúdo em níveis hierárquicos de organização, o que descaracteriza os fenômenos biológicos. Destacou que os conteúdos evolutivos se concentram no último ano e que não é encontrado como eixo.

Esses dois trabalhos analisaram os livros didáticos de maneira geral. O trabalho de Alfaya Santos (2013), por outro lado, focalizou nas análises a existência da ideia de progresso, tanto com relação a mecanismos diretivos, a linearidade e à ideia de melhoria/aperfeiçoamento. Os resultados evidenciaram a frequente presença de concepções de progresso nas diversas categorias estabelecidas, inclusive reforçada pelas imagens incluídas nos textos, mostrando que tal tema persiste como controverso e apontando a importância de aspectos da história e filosofia das ciências na formação de professores.

Foram poucos os trabalhos (apenas três) que discutiram propostas curriculares. A dissertação de Moraes (2016), por exemplo, analisa tanto propostas nacionais como específicas do estado de Goiás e discutindo a quais teorias de currículo tais propostas se enquadram.

Como resultado, encontrou um currículo híbrido, ambivalente e predominantemente tradicional. O que significa dizer que os documentos analisados, principalmente os PCN e os PCN+ apresentam características de mais de uma teoria de currículo (tradicional, crítica e pós-crítica).

Segundo Silva (2010) as teorias de currículo tradicionais apresentam uma perspectiva técnica, nas quais a maior preocupação é com o “como ensinar”, uma vez que o “o que ensinar” era dado como certo. As teorias críticas e pós-crítica contestam essa visão, questionando os motivos pelos quais os conhecimentos são curricularizados e trazendo uma visão mais ampla da função da educação. De maneira geral, nas teorias críticas estão presentes a discussão das representações culturais e sociais, as relações sociais de produção e a emancipação por meio da educação. Por outro lado, nas teorias pós-críticas se discute a identidade, a subjetividade, a significação, a relação entre o saber e o poder, o multiculturalismo, questões de gênero, raça, etnia e sexualidade.

Os documentos podem ser considerados documentos híbridos, uma vez que trazem a evolução como eixo integrador, mas também a consideram como conteúdo disciplinar de forma fragmentada, sendo que, de acordo com a autora, a tradicional é a

predominante e havendo presença de elementos contraditórios. Ao se referir ao PCNEM, diz:

Apesar de o trecho do documento evidenciar a importância do aprendizado científico-tecnológico na perspectiva de possibilitar uma aproximação ao contexto histórico-social de vida dos seus educandos, seguindo uma Perspectiva Crítica de currículo, demonstra-se nitidamente uma preocupação voltada essencialmente à formação para o mercado de trabalho, o que se refere à Perspectiva Tradicional de currículo (MORAES, 2016, p. 145)

Poucos trabalhos foram classificados no foco temático relacionado à educação não formal. Entre eles, o trabalho de Chagas (2016) focalizou museus, analisando a relação do público com a exposição sobre evolução humana no Catavento² em São Paulo, a partir do referencial da teoria da atividade.

Por fim, a categoria relacionada à História e Filosofia da Ciência foi a sexta mais frequente, com sete DTs nela classificadas. Apareceram trabalhos que enfatizam a história do darwinismo, como o trabalho de Bizzo (1991), de Carmo (2011) que usa episódios históricos para enfatizar o papel do Wallace e o de Silva (2013) que propõe a replicação de experimentos históricos. Já nos aspectos filosóficos, destacam-se discussões epistemológicas (i.e. GROTO, 2016).

Com relação ao ensino de sistemática filogenética, que se manifesta em uma forma de representar visualmente a evolução, apenas duas dissertações de mestrado trataram do tema. O trabalho de Guimarães (2005), por exemplo, desenvolveu um minicurso para EM sobre o parentesco dos seres vivos e constatou que a interpretação das construções filogenéticas contribuiu para questões relacionadas à evolução humana. O trabalho de Rodrigues e colaboradores (2011) analisou a sistemática filogenética em livros didáticos, que poderia fornecer um apoio para o ensino biodiversidade, e tampouco a encontrou como um eixo integrador. Segundo os autores não houve

uma ligação filogenética entre os grupos, que são tratados de maneira isolada como se fossem independentes um do outro, ou seja, os filos são abordados de maneira isolada como se não mantivessem nenhuma relação com os demais (RODRIGUES *et al.*, 2011, p. 81).

Na análise de DTs foi encontrado um trabalho que se aproxima com a atual proposta, por fazer análise Cadernos de Apoio³.do estado de São Paulo utilizando a

² Museu Cultural e Educacional do Estado de São Paulo.

Maiores informações em: <http://www.cataventocultural.org.br/>

³ Material pedagógico oferecido à Rede Pública de Ensino do Estado de São Paulo. Disponível em:

análise de conteúdo e a transposição didática. A dissertação de mestrado teve por objetivo investigar de que maneira o conteúdo de Evolução Biológica tem sido oferecido no Ensino Médio e ressaltou que, os conceitos presentes (saber a ser ensinado) foram frequentemente próximos aos saberes científicos. Os distanciamentos encontrados foram pontuais, porém houve distanciamento, referente à ausência de contextualização histórica do processo de desenvolvimento do pensamento evolutivo, a qual “pode se pode se constituir em entrave para a apreensão dos mesmos pelos alunos” (PATTI, 2017, p.102).

Outras publicações da área indicam que várias informações distorcidas são disseminadas pelas mídias (publicidade, jornais, televisão, histórias em quadrinhos, internet entre outros), afetando a compreensão de conceitos (SANTOS; CALOR, 2007b) e contribuindo para a formação, na população em geral e em particular em estudantes dos vários níveis escolares, de concepções alternativas divergentes das concepções aceitas pela comunidade científica.

Os mesmos autores colocam que as principais dificuldades relacionadas ao ensino de evolução são: 1) a assimilação da dimensão temporal das mudanças; 2) reconhecimento da importância do pensamento populacional; 3) impossibilidade de se descobrir os grupos ancestrais; 4) a ideia do progresso evolutivo; 5) as relações de parentesco evolutivo entre os homens e os demais animais (SANTOS; CALOR, 2007a).

Segundo as italianas Crivellaro e Sperduti, (2014), compreender a evolução implica entender a importância da variação individual e populacional, a descendência com modificação e a sobrevivência diferencial influenciando no *fitness* (valor adaptativo). Colocam ainda que o maior desafio está relacionado à seleção natural. Sobre ela, a dificuldade se encontra no pensamento teleológico, essencialista e antropocêntrico. Embora o ensino de evolução represente um desafio, as autoras encontraram um alto índice de aceitação da teoria evolutiva na Itália. Mas destacaram que aceitar a evolução como fato científico não implica na total compreensão da mesma. Apenas 30% dos participantes da pesquisa aceitavam a evolução completamente, mostraram compreendê-la.

Falchetti (2012) concorda que uma das dificuldades está na assimilação da dimensão temporal, da dificuldade em imaginar a escala temporal e espacial e, portanto, o tempo geológico. Aponta que “não é simples nem espontâneo pensar no ambiente modificando os seres vivos, uma vez que as mudanças perceptíveis que ocorrem no

tempo humano são geralmente fisiológicas, ocorrendo em um ciclo de vida (FALCHETTI, 2012, p. 107). A pesquisa da autora ainda indica que a mudança conceitual é possível a partir de estratégias construtivistas, iniciando pelas próprias concepções alternativas e utilizando *framing concepts*, principalmente relacionados as mudanças, à interação entre seres vivos e ambiente e a diversidade.

Outros autores também indicam que a educação tradicional pode não ser suficiente para o ensino dos princípios evolutivos. Meisel (2010) sugere o *learning cycle*, outra estratégia que permite aos estudantes confrontar suas concepções alternativas, além de testar hipóteses e encorajar o pensamento crítico. Essa abordagem permite que os estudantes também se familiarizem com as questões básicas primeiramente e depois explorem conceitos, sem focar na terminologia específica (LAWSON, 1988). Outra possibilidade para se ultrapassar os obstáculos na compreensão dessa temática é oferecer foco pedagógico em exemplos humanos, engajando estudantes na evolução humana (POBINER, 2016).

Smith (2010) destaca que os conceitos evolutivos são mais bem compreendidos se abordados tanto separadamente quanto como tema unificador, enfatizando o papel da natureza da ciência no processo. Seria interessante, para facilitar a compreensão específica dos temas que se tornasse o tempo evolutivo concreto; se dividisse a evolução em dois processos, um relacionado à origem da variação hereditária (randômica) e as seleção natural (consequência da variação e do ambiente); se discutisse a variação intrapopulacional; se dividisse a seleção natural em sobrevivência e reprodução diferencial (ANDERSSON; WALLIN, 2006)

Rufo (2013), também um italiano, focou especificamente no conceito de evolução humana e as concepções de estudantes do nível equivalente ao Ensino Médio brasileiro. O autor destaca que os resultados mostraram bom conhecimento e aceitação substancial de uma perspectiva evolutiva para a origem humana, mas destaca que o contexto familiar cultural é significativamente relevante, estando de acordo com as análises feitas por Oliveira (2015) com os dados do SAPIENS.

Sobre livros didáticos na Itália, um projeto de pesquisa sobre as imagens e as práticas das ciências em livros didáticos (FIERLI *et al.*, 2004), apontou que os livros da *scuola secondaria di primo grado* (equivalente aos anos finais do Ensino Fundamental) analisados, apresentaram conceitos evolutivos a partir de uma abordagem darwinista e aderindo a visão científica. No entanto, apontaram que os debates atuais e o que

chamaram de “evolução da teoria evolutiva” pouco apareceram, indicando que maior exploração desses aspectos são possíveis.

Em suma, a revisão bibliográfica brevemente conduzida indica que, por maiores que sejam os desafios na área, as pesquisas em ensino de evolução mostram grande potencialidade. Tem destaque na mesma a presença frequente das ideias de progresso evolutivo e a conseqüente superioridade humana. As pesquisas sobre concepções de estudantes brasileiros e italianos estão de acordo com os dados encontrados no SAPIENS, ou seja, que os italianos apresentam concepções mais próximas do conhecimento científico. No entanto, as dificuldades do ensino de evolução estão presentes em diversos países, sendo que pesquisas na área, seja da exploração das concepções de professores e alunos, seja nos recursos pedagógicos, como livros didáticos, seja nas metodologias de ensino, seja na ampliação dos aspectos relacionados à história e filosofia das ciências, continuam relevantes.

Talvez o ensino-aprendizagem da biodiversidade em um contexto integrado, ecológico e evolutivo e a melhor compreensão do lugar da espécie humana na população em geral, de maneira disseminada, permita uma interação mais saudável com o meio ambiente e os seres vivos como um todo.

2. Referencial teórico

2.1. A Transposição Didática e os conhecimentos escolares

Os saberes legitimados, tradicionalmente de natureza disciplinar e acadêmica, ao serem escolarizados passam por uma série de transformações a fim de que sejam socializados dentro das escolas.

Dentro deste processo de socialização dos saberes científicos para a sociedade, as instituições de ensino são responsáveis pela seleção e comunicação dos conhecimentos, reconhecidos como importantes para a formação dos alunos. Tais instituições são também incumbidas pela transformação destas informações para linguagem e representação que sejam compreensíveis para estudantes (MATOS FILHO *et al.*, 2008).

Diferentes propostas foram construídas para se abordar a transformação do conhecimento socialmente legitimado em conhecimentos escolares (LOPES; MACEDO, 2011), dentre esses, pode-se destacar o conceito de transposição didática. Tal conceito foi apropriado e desenvolvido por Chevallard, pesquisador da área de didática da disciplina de matemática, a partir de sua indagação sobre o conceito de distâncias e as diferenças que havia na forma que esta era abordada na academia e no meio escolar. Em 1991, Chevallard publicou o livro *La Transposition Didactique: Du Savoir Savant au Savoir Enseigné* (A transposição didática: do saber sábio ao saber ensinado, tradução livre).

Em um texto anterior a essa publicação, que tinha por objetivo resumir os aspectos teóricos da transposição didática, o autor a define como “a transição do conhecimento considerado como uma ferramenta a ser colocada em uso para um conhecimento a ser ensinado e aprendido” (CHEVALLARD, 1989, p.6, tradução livre). Ele parte do pressuposto que o saber se encontra em *habitats* diferentes, a depender da instituição que se encontra e que nesses *habitats*, o saber apresenta características próprias, tendo formulado o conceito de ecologia dos saberes.

Outro aspecto importante que Chevallard apresenta no mesmo ensaio é a supervalorização na didática do eixo professor-aluno e a relação do aluno com o conhecimento. Sua concepção expande a discussão trazendo o saber ensinado para a relação professor-aluno e enfatizando também a relação do professor com o conhecimento. Coloca que, da mesma forma que não se conseguiria entender a relação

do garçom com seu cliente sem a comida e do músico com sua plateia sem a música, não se pode entender a relação professor-aluno sem o conhecimento. À tríade composta pelos professores, alunos e saber ensinado, Chevallard dá o nome de Relação Didática, presente na Figura 1.

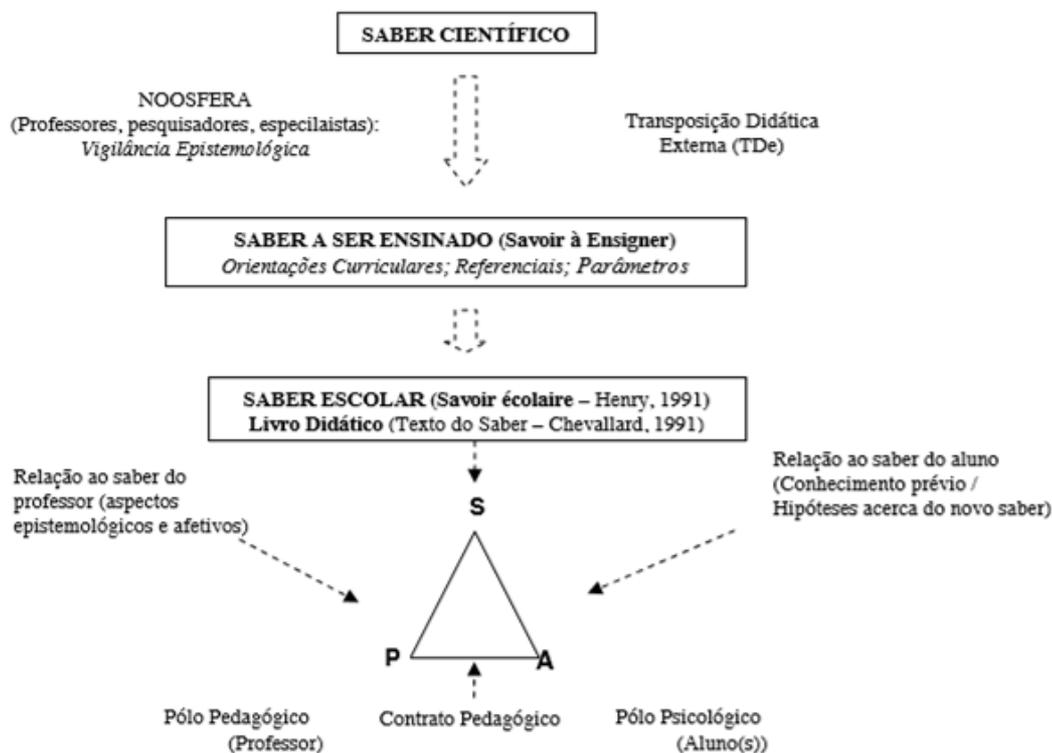


Ilustração 1 - Esquema da trajetória do Saber na Transposição Didática

Figura 1. Esquema da trajetória do saber segunda a Transposição Didática. **Fonte:** MATOS FILHO, *et al.*, 2008, p. 1193.

A relação didática, no entanto, não está isolada e não é capaz, por si só de caracterizar os saberes escolares. Na Figura 1, Matos Filho e colaboradores (2008) apresentaram a trajetória do saber que evidencia os diferentes níveis de transposição entre o saber científico e o saber escolar. Nela, existe uma esfera invisível chamada noosfera que é composta por professores, pesquisadores e especialistas, os quais são responsáveis pela transposição didática externa. A primeira transposição dá origem ao saber a ser ensinado, aqueles que se encontram nas propostas curriculares, orientações, diretrizes, parâmetros, entre outros, sobre os quais serão feitas considerações breves na descrição dos dados contextuais específicos de cada país.

O saber escolar em si passa por uma segunda transposição, a qual tem grande influência do livro didático. O livro didático, por sua vez, também tem papel importante na transposição dentro da relação didática, pois é nele, muitas vezes, que o professor se baseia para seu planejamento e que o aluno usa como fonte de estudo.

Sobre a caracterização do funcionamento didático, Chevallard (1991, *apud* MARANDINO, 2004) relaciona alguns aspectos da transição do saber sábio ao saber ensinado, a partir de suas análises da didática matemática. Os elementos do saber sofrem certas “deformações”, caracterizadas pelos processos de:

- 1) Descontemporização - Separação de sua produção histórica;
- 2) Descontextualização - Variação de elementos entre saber sábio e saber ensinado, retirando-o de sua rede de problemáticas e de problemas;
- 3) Despersonalização - Desvinculação dos saberes de seus produtores;
- 4) Naturalização - Saberes se tornam incontestáveis.

O conceito é, pois, naturalizado, tornando-se verdades absolutas, está deslocado de seu contexto, de seu tempo, das pessoas que o produziram e pode passar a ser esvaziado do conceito original. Algumas definições passam a ser interpretadas de forma mais simples e menos ampla, como o de distância, por exemplo, que foi originalmente concebida como semelhança entre objetos representados, e passou a ser utilizado como medida de segmento de reta.

2.2. Considerações sobre o conhecimento científico e acadêmico de evolução

A atual concepção científica de evolução é definida como a mudança da frequência gênica em uma população de uma geração a outra (FUTUYMA, 2009). Em outras palavras, pode ser entendida como a variação das características hereditárias dentro de uma população ao longo do tempo. Segundo Ridley (2004) o primeiro passo para a visão moderna da evolução foi a teoria mendeliana da hereditariedade, uma vez que as explicações de hereditariedade disponíveis na época de Darwin (inclusive propostas por ele) eram insatisfatórias e podem ter sido um dos motivos para o “eclipse” da teoria darwinista após sua morte.

A combinação da teoria darwinista da evolução com a teoria mendeliana da hereditariedade ficou conhecida como Teoria Sintética da Evolução ou Síntese Moderna e teve influência de três grandes nomes: Ronald Aylmer Fisher (1890 – 1962), John

Burdon Sanderson Haldane (1892 – 1964) e Swall Green Wright (1889 – 1988). A junção dessas duas áreas ficou mais clara com o advento da Genética de Populações, que é a área da biologia que analisa tais frequências e permite muitos dos estudos evolutivos que são feitos atualmente.

É importante ressaltar que a Seleção Natural é uma das forças evolutivas atuantes no processo de modificação, não a única. Outros fatores que modificam a distribuição de alelos⁴ em uma população, também são responsáveis pelo processo evolutivo. As outras forças evolutivas são: Deriva Genética (força evolutiva que leva à variação da frequência gênica de forma randômica, devido a um erro de amostragem); Migração (fluxo gênico entre populações distintas) e Mutação (força evolutiva responsável pelo aparecimento de novos alelos e fonte de variabilidade genética, por um erro na replicação do DNA),

Nesta pluralidade do processo, começaram a ficar evidenciadas as primeiras divergências conspícuas dos biólogos evolutivos. Entre os evolucionistas já citados, por exemplo, enquanto Fisher e seus seguidores tendem a ver a seleção natural como o mecanismo mais importante, Wright coloca um modelo mais genérico, enfatizando várias forças evolutivas, particularmente dando ênfase à deriva genética (RIDLEY, 2004).

Devido ao pluralismo e à complexidade do processo evolutivo, assim como o aumento da influência de novas áreas como a biologia evolutiva do desenvolvimento (EVO-DEVO) e a epigenética⁵, teve-se em pauta a transição da Síntese Moderna para a Síntese Estendida da Evolução, a qual é epistemologicamente mais inclusiva e permite que se adicionem novidades empíricas sem ser incoerente com o núcleo explicativo neodarwinista (PIEVANI, 2011; LALAND *et al.*, 2015).

Uma das novidades, por exemplo, é o equilíbrio pontuado e a discussão sobre o tempo necessário para mudanças evolutivas. Em 1972, os paleontólogos Niles Eldredge (1943 –) e Stephen Jay Gould (1941 – 2002) propuseram uma nova interpretação para a velha observação paleontológica da aparente estabilidade do registro fóssil. Usualmente essa estabilidade era interpretada como imperfeições da documentação fóssil, sobre a qual existiriam lacunas de seres vivos ainda não encontrados, pois a teoria darwinista propunha que as populações acumulariam diferenças e formariam novas espécies de

⁴ Forma alternativa de um mesmo gene em segmentos homólogos de DNA.

⁵ Ciência que estuda como ocorrem as alterações químicas no genoma funcional que regulam a expressão gênica, mas não mudam a sequência de nucleotídeos do DNA.

forma lenta e gradual (aspecto da teoria de Darwin conhecido como gradualismo filético).

O equilíbrio pontuado, por sua vez, propõe que existem mudanças geológicas e fósseis instantâneas, que podem estar vinculadas a mudanças ambientais bruscas, seguidas por um período subsequente de estabilidade (GOULD; ELDREDGE, 1993). Esta teoria não vem para contrapor Darwin, pelo contrário, tem objetivo de complementá-lo: a evolução nem sempre é gradual, podendo haver mudanças e especiações “rápidas”, considerando o tempo geológico. Ou seja, o ritmo do processo evolutivo é também plural.

O nome de Charles Darwin (1809 – 1882), sem dúvidas, tem grande peso, não só para a comunidade científica. É até hoje o nome vinculado a evolução biológica inclusive no senso comum. Em seu livro *A Origem das Espécies* (1859) existem na verdade cinco teorias diversas (PIEVANI, 2005):

- 1) A evolução é um fato e não há necessidade e forças sobrenaturais para governá-la;
- 2) Toda a biodiversidade existente teria surgido de um (ou poucos) ancestral comum e, que, portanto, a vida pode ser representada como uma árvore;
- 3) O surgimento de novas espécies depende da variação entre os indivíduos e entre populações;
- 4) O ritmo da mudança é gradual;
- 5) A sobrevivência diferencial de indivíduos na luta pela sobrevivência, a depender de suas características em um determinado ambiente, seria capaz de levar à diferenciação e ao surgimento de novas espécies. A este último, deu o nome de Seleção Natural.

Embora Darwin tenha sido o responsável pela grande disseminação da evolução por seleção natural devido ao grande impacto de seu livro no público em geral, o naturalista Alfred Russel Wallace (1823 – 1913) chegou às mesmas conclusões antes que o mesmo fosse publicado. A primeira publicação a respeito desse mecanismo evolutivo foi feita em conjunto perante a Sociedade Científica Britânica com o nome de “Sobre a tendência das espécies de formar variedades e sobre a perpetuação das variedades e espécies por Meios Naturais de Seleção” (DARWIN; WALLACE, 1858, tradução livre).

A publicação conjunta sobre as ideias dos dois naturalistas foi uma saída diplomática para a situação que Darwin se encontrou, quando em 1858, após duas

décadas mexendo em seu manuscrito, recebeu uma carta de Wallace vinda da Indonésia com uma descrição que lhe era bastante familiar e que poderia fazer com que Darwin perdesse a prioridade da publicação.

Wallace nasceu no atual País de Gales e, diferentemente de Darwin, não frequentou a universidade. Sua primeira viagem foi para Belém do Pará e acabou se convertendo em um colecionador de espécies e coletor profissional, o que lhe permitiu ter uma visão detalhada da distribuição geográfica das espécies e ser, hoje, considerado um dos fundadores da área científica conhecida como Biogeografia (COSTA, 2017).

Embora sua teoria seja até hoje conhecida como Teoria da Evolução, Darwin não utilizou esse termo por si próprio na primeira edição de seu livro, sendo a ele atribuído posteriormente. Darwin se referiu às suas conclusões como Descendência com Modificação ou Transmutação. A palavra evolução já era um termo conhecido na época e tinha uma grande carga de significado finalístico e pré-determinístico. Era usado principalmente pelos preformistas, como, por exemplo, Charles Bonnet (1720 – 1793) e Antonie van Leeuwenhoek (1632 – 1723), desde o século XVIII para designar um desenvolvimento individual, ou seja, algo que se desenrolava em uma direção predefinida. Logo, a preferência de Darwin por evitar tal termo e criar um novo nome indica sua preocupação em desvincular um significado de direção predeterminada da sua teoria (PIEVANI, 2013). A evolução biológica é um processo natural e imprevisível, sendo suas consequências apenas possíveis de serem inferidas *a posteriori*.

Para o desenvolvimento do pensamento de Darwin, no entanto, a teleologia esteve presente e o ajudou a construir sua teoria. De acordo com Solinas (2015), a teleologia foi utilizada por Darwin como um andaime, ou seja, foi uma estrutura de pensamento que ajudou inicialmente, mas que se tornou descartável quando seu raciocínio estava mais maduro. Acabou por perceber que não havia sentido pensar teleologicamente a partir de um mecanismo como a seleção natural e, portanto, não havia mais a necessidade de se pensar em causas finais para explicar o mundo natural.

Para Mayr (1998a), o termo teleologia é uma palavra polissêmica e vem sendo utilizado para descrever diferentes fenômenos, tanto biológicos como não biológicos, normalmente caracterizados por palavras como propósitos, finalidades ou objetivo. Portanto, é comum se utilizar uma linguagem teleológica ao falar de evolução, especialmente ao se falar de adaptações, como, por exemplo, “o coração evoluiu para

bombear o sangue”. Em frases como essa, pode-se discutir se existe realmente um sentido finalístico ou se seria apenas uma metáfora explicativa, restrita a função atual.

O problema, segundo Mayr (2004), é que a palavra “função” se refere a dois conjuntos distintos de fenômenos biológicos: pode ser relacionados a causas imediatas (a função atual do coração é bombear sangue) ou causas evolutivas, relacionadas a sistemas adaptativos, nos quais não se encontram significados metafísicos nem teleológicos.

Alguns biólogos, chamados reducionistas, propõem a eliminação do vocabulário teleológico nas explicações biológicas, devido a essa possível confusão entre as causas imediatas e as causas evolutivas. Embora o vocabulário teleológico possa ser utilizado conscientemente como estratégias de linguagem e metáforas, pode causar confusões e gerar interpretações equivocadas, principalmente entre não cientistas e estudantes da escola básica.

Segundo Ferreira (2003), o foco da eliminação são as explicações que se referem a eventos presentes causando eventos futuros e aos processos guiados intencionalmente. Outros autores sugerem que explicações teleológicas são legítimas se forem limitadas aos processos fisiológicos e ao comportamento, não se referindo as causas evolutivas (CARMO *et al.*, 2012). Embora o tema esteja em debate, o consenso no fato que o processo evolutivo não é teleológico.

Para autores como Gregory (2009) e Kelemen (2012) o vocabulário teleológico pode ser também definido como explicações baseadas em necessidades e pode ser relacionado às explicações lamarckistas.

Embora Jean-Baptiste Lamarck (1744 – 1829) seja um nome conhecido e altamente relacionado à evolução, ele é normalmente referenciado de forma enfática como tendo errado em muitas das suas afirmações. No entanto, o próprio Darwin reconhece de forma explícita, na sexta edição de *A Origem das Espécies* (1872), sua importância e escreve que Lamarck foi o primeiro a colocar a possibilidade de que as mudanças no mundo orgânico, assim como aquelas do mundo inorgânico, poderiam ser resultado não de uma intervenção miraculosa, mas de uma lei natural. Desde a primeira edição, coloca a lei do uso e desuso como um dos fatores que modificam as espécies, como no exemplo dos olhos da toupeira:

Os olhos das toupeiras, e de mais alguns roedores escavadores, são pequenos e atrofiados, e em alguns casos estão até cobertos por pele e pêlo. Isto deve-se provavelmente à **redução gradual do seu uso**, mas talvez tenha também

havido a ajuda da **seleção natural**. (...) Ora as infecções dos olhos devem ser prejudiciais para qualquer animal, e como os olhos não são certamente necessários aos animais que praticamente vivem apenas no subsolo, pode ser vantajoso que o seu tamanho seja reduzido, e que as suas pálpebras venham a aderir aos olhos e que os pêlos cresçam sobre elas; havendo esta vantagem, a **seleção natural** terá também atuado, auxiliariamente aos **efeitos do desuso** dos olhos (DARWIN, 1859, p.128).

Em seu livro *Filosofia Zoológica* de 1809, Lamarck deduz que, a partir da influência das circunstâncias, a natureza teria produzido de forma sucessiva todas as espécies. Embora Lamarck seja conhecido pelo uso e desuso e a herança de características adquiridas, essas não eram as ideias centrais de sua teoria e, principalmente a segunda, já era um consenso na época. Para ele, o processo evolutivo levaria organismos primitivos, gerados por geração espontânea, a se transformarem gradualmente, tornando-se mais complexos. Logo, a evolução consistiria em uma escalada de complexidade e resultaria em um progresso (MEYER, EL-HANI, 2005).

Segundo Mayr (1998b), são três as ideias inéditas e, portanto, os principais pontos da teoria lamarckista: a capacidade dos seres vivos de reagir a mudanças ambientais; a transformação dos seres vivos e a organização progressivamente complexa dos mesmos. Logo, percebe-se uma omissão da verdadeira teoria transformista do francês (BELLINI, 2006).

Embora Lamarck tenha o mérito de ter sido o primeiro a propor um mecanismo natural para a modificação das espécies, ele não foi o primeiro a ter essa visão transformista. No século XVIII, por exemplo, George-Louis Leclerc (1707-1788), conhecido como Conde de Buffon, defendia a continuidade entre as formas viventes, aceitando como normal a mudança ao longo do tempo e intuindo a grande antiguidade da Terra (MANZI, 2013a). Assim como Carlos Lineu (1707 – 1778), que ao se propor a classificar e organizar a diversidade biológica criou os princípios básicos da sistemática moderna, Buffon também colocou a espécie humana atual entre os outros animais. A diferença entre os dois é que Buffon “não vê a realidade natural estática, mas em constante movimento, na qual poderia também estar uma forma de evolução, mesmo que não tenha feito menções explícitas a elas” (MANZI, 2013a, p. 17).

Mesmo que processo evolutivo para Darwin fosse um processo ramificado, tendo surgido a metáfora explicativa da árvore da vida, a ideia de progresso biológico e a compreensão da evolução como um processo linear foram equivocadamente considerados como pertencentes à teoria e como uma verdade na comunidade científica. Diversos autores em livros de divulgação científica, como Stephen Jay Gould

em Vida Maravilhosa – o acaso na evolução e a natureza da história (GOULD, 1990), discutem tal ideia e tentam esclarecer e difundir uma mudança de paradigma com relação à evolução a partir do século XX. Tal ideia foi categorizada por Mayr (2004) como teleologia cósmica, que é usualmente relacionada a uma tendência intrínseca à origem humana e sua superioridade evolutiva.

No entanto, a ideia de progresso é ainda altamente difundida na sociedade. Como exemplo, alguns autores sustentam que uma translocação do sentido cultural de progresso, baseado no desenvolvimento tecnológico, social e científico na vida humana, influencia a compreensão dos processos evolutivos, intensificando a ideia de progresso no sentido biológico, mesmo que inconscientemente (RUSE, 1996), e cria obstáculos para a compreensão livre de preconceitos da história da vida e do processo evolutivo.

Assim, a representação gráfica que melhor representa o processo evolutivo é uma árvore filogenética. Por ser uma representação visual, tem um potencial pedagógico importante, que pode permitir aos estudantes acessar concepções científicas a respeito do progresso evolutivo (SANTOS; CALOR, 2007b).

A ciência que estuda e reconstrói essas árvores é a Sistemática Filogenética e tem como principal objetivo descobrir os graus de parentesco dentro de um grupo de organismos (HENNIG, 1965), já que a evolução é, em uma perspectiva de longo prazo, “a descendência, com modificações, de diferentes linhagens a partir de ancestrais comuns” (FUTUYMA, 2002, p. 9). O termo *tree-thinking* (aqui traduzido livremente como “pensamento filogenético”) foi cunhado para descrever a habilidade de visualizar relações evolutivas de parentesco na abstração de uma árvore filogenética (MEISEL, 2010), o qual pode ser uma ferramenta didática muito útil no ensino de evolução e ainda pouco explorada. De acordo com Gregory (2008), a aquisição de habilidades no pensamento filogenético é ainda um desafio e um componente educacional crítico, uma vez que a interpretação das árvores filogenéticas ainda é desafiadora e, ao mesmo tempo, é uma imagem encontrada em mídias e livros didáticos.

Talvez a grande inserção da ideia de progresso no pensamento coletivo seja um dos fatos que fazem com que a iconografia da marcha evolutiva, a qual representa a evolução humana de forma linear, como descendentes dos macacos, seja tão famosa. Segundo Gould (1990), essa é a única imagem aceita e imediatamente compreendida pelo público em geral. No entanto, a história evolutiva humana também é uma ramificação,

uma história plural, com a coexistência de mais de uma espécie humana em diversos momentos e lugares (CAVALLI SFORZA; PIEVANI, 2013).

Apesar de Darwin não ter sido otimista que a paleontologia conseguiria elucidar o processo de evolução humana e sua origem, a documentação fóssil de espécimes humanos vêm aumentando e mostrando a potencialidade dessa área para as pesquisas científicas (MANZI, 2013b). Segundo o italiano Manzi (2013b), a paleontologia pode ser dividida em três fases:

- 1) A primeira é caracterizada pela sua fundação a partir da descoberta dos primeiros fósseis de formas humanas, na metade do século XIX, na qual foram encontrados fósseis classificados como *Homo neanderthalensis* e *Homo erectus*, por exemplo;
- 2) A segunda tem a África como protagonista das pesquisas para buscar a origem da linha evolutiva humana e culminou com a descoberta de fósseis de *Australopithecus* muito conhecidos, o homem de Taung na África do Sul e a Lucy, na Etiópia;
- 3) A terceira, a partir da década de 1970, caracteriza-se por uma mudança de paradigmas e metodologias, na qual mais de vinte espécies diferentes (pertencentes a gêneros como *Sahelanthropus*, *Orrorin*, *Paranthropus*) fazem parte do complexo cenário da evolução humana e técnicas como as da paleogenômica permitem inferir o tempo de divergência entre as diferentes espécies.

A mudança de paradigma supracitada caracteriza-se pela substituição e uma visão linear da evolução humana para o entendimento da mesma como um “arbusto”, na qual estão presentes várias espécies, que muitas vezes coexistiram e possivelmente se relacionaram. A solidão dos *Homo sapiens* é um evento recente e pode também influenciar na dificuldade de se superar, seja no ensino, como no público em geral, o modelo linear (PIEVANI, 2011).

Com essa difusão, portanto, a ideia de progresso evolutivo, assim como outras concepções alternativas (POZO; CRESPO, 2009), pode estar presente no imaginário de crianças desde novas e, assim, criar um empecilho para a compreensão clara e livre de preconceitos da evolução e de seus processos. Estudos cognitivos, por exemplo, encontraram uma tendência teleológica nas explicações de crianças da pré-escola, que foi intensificada na escola básica, mesmo descartando influências culturais, religiosas e familiares (KELEMEN, 2012). Por esses motivos, autores como Sinatra e colaboradores (2008) enfatizam a importância de se auxiliar os estudantes a revisarem seus conhecimentos prévios para, a partir dela, criar um modo mais científico de se ver o mundo.

Embora o pensamento evolutivo não seja intuitivo e não venha de forma natural para a maioria das pessoas (MEISEL, 2010), tudo na biologia tem uma causa evolutiva, a qual é uma mistura da adaptação, dos eventos causais e da história evolutiva das linhagens específicas. Diversas evidências sustentam a teoria evolutiva, como a sistemática molecular e o registro fóssil, por exemplo, e demonstram que os seres vivos descenderam com modificações de ancestrais em comum. Portanto, “a evolução é uma realidade que não pode ser ignorada” (STEARNS; HOEKSTRA, 2003, p. 331).

3. Procedimentos de pesquisa

A pesquisa proposta é uma análise documental, pois se utilizou, como fonte primária de dados, livros didáticos dos dois países, os quais foram analisados a partir do referencial teórico da Análise de Conteúdo. É também uma proposta comparativa, portanto, é necessário fazer uma breve reconstrução do campo da Educação Comparada (EC) e da sua metodologia específica.

Este capítulo é estruturado em considerações a respeito da EC, que é o contexto geral da pesquisa, dos Livros Didáticos, que são o recorte específico para levantamento de dados sobre a problemática escolhida e da Análise de Conteúdo, que é a ferramenta de análise dos mesmos.

3.1. Sobre Educação Comparada

Não é incomum o questionamento de por que comparar, principalmente quando se fala de duas realidades de contextos discrepantes, com condicionantes e sistemas educacionais diversos. A discussão sobre a EC ser ou não ser uma ciência ultrapassada já estava em pauta na década de 1980. Faz-se, pois, necessário uma breve construção epistemológica da área para discutir suas potencialidades, limitações e aplicabilidade para a problemática aqui apresentada.

Não é de se estranhar que a crescente internacionalização do saber e a globalização, de uma maneira geral, tenham resultado em um maior interesse em sistemas educacionais estrangeiros e que tenha havido gradativamente um aumento da influência dos sistemas de ensino internacionais entre si. Autores como Franco (2000) ressaltam como tal conhecimento a respeito da educação de outros países vem sendo um meio de enriquecimento e desenvolvimento.

O ato de comparar em si é intrínseco ao raciocínio humano, sendo assim uma ferramenta valiosa de análise. A origem dos estudos comparativos foi também ocorrendo de maneira natural, atrelada às primeiras viagens, às observações e aos relatos detalhados de experiências internacionais. Os primeiros trabalhos que podem ser considerados como tendo um caráter científico datam do final do século XIX, uma vez que os sistemas nacionais de ensino passaram a ser criados nessa época e são eles o principal objeto de estudo dessa área (CARVALHO, 2014).

A princípio o interesse não era teórico, mas sim prático, tendo por objetivo, muitas vezes, a solução de problemas a partir da descrição de um exemplo bem-sucedido em outro país. Essa perspectiva mais descritiva foi sendo substituída por uma sistematização e uma preocupação epistemológica e metodológica no campo (GOERGEN, 1991).

Pode-se considerar que existam duas acepções derivadas do conceito de comparação. Uma é a observação de semelhanças e diferenças, própria do raciocínio humano e da lógica da atividade mental. O outro, como ressaltado por Aguilar (2013), é uma acepção mais reduzida, que:

(...) considera a comparação como um procedimento sistemático e ordenado para examinar relações, semelhanças e diferenças entre dois ou mais objetos ou fenômenos, com a intenção de extrair determinadas conclusões (AGUILAR, 2013, p. 123).

Essa segunda concepção de comparação é o que se pode considerar como a base do método comparativo, o que, por sua vez, insere-se no campo dos métodos científicos. Sendo uma ciência humana, deve-se também levar em consideração os aspectos qualitativos e subjetivos inerentes a ela, além do paradigma que se pressupõe na análise. Nas décadas de 1960 e 1970, por exemplo, havia um predomínio positivista e foi apenas uma contestação ideológica e metodológica a esse paradigma que permitiu o surgimento de um enfoque mais relativista e qualitativo (FERRÁN FERRER, 2002).

Dentre os limites de se comparar como método de pesquisa em educação está a sempre presente necessidade de se ultrapassar a pura descrição de dados e se comparar efetivamente, Ferrán Ferrer (2002) destaca que houve uma influência muito significativa das ciências sociais nessa área. Embora muitos aspectos positivos sejam decorrentes desse deslocamento, é necessário tomar certas precauções ao se adaptar teorias e metodologias de uma disciplina a outra.

Por fim, a autora acrescenta há limites encontrados na EC que devem ser superados como: o problema da objetividade (inerente às pesquisas relacionadas as áreas humanas, principalmente as de caráter qualitativo), o problema da eficácia nomotética (já que nem sempre as observações feitas são generalizáveis entre os fatos comparados) e o problema da normatividade (pois nem sempre é possível aplicar explicações genéricas a fatos observados em outra realidade, já que essas têm suas particularidades). No entanto, comparar não deixa de ser um processo de mão dupla,

que permite o conhecimento do outro e de si, a partir de um confronto e de uma troca entre realidades diversas (FRANCO, 2000).

De maneira geral, são dois os tipos básicos de enfoques das investigações comparativas. O primeiro enfoque parte do pressuposto que cada sociedade é única e a utilização de outros sistemas educacionais se dá para salientar suas particularidades. O segundo, por sua vez, entende que existem características que ocorrem de maneira semelhante entre os diferentes sistemas educacionais (FERRÁN FERRER, 2002). Nesse contexto, um dos objetivos da pesquisa comparativa é descobrir tais características em comum e de que forma elas incidem em cada realidade.

Existem vários tipos de enfoque nas análises comparativas. Segundo Stuart Mill (1970, *apud* AGUILAR, 2013), os dois tipos principais de enfoque são: o método das semelhanças e o método das diferenças. Essas duas abordagens não são mutualmente exclusivas, ou seja, podem ser utilizadas juntas, separadamente ou de forma combinada.

O método das semelhanças estabelece que “casos que possuem em comum os fenômenos a serem explicados também possuem em comum os fatores causais hipotéticos” (AGUILAR, 2013, p. 132). Portanto, nessa perspectiva as semelhanças causais são relevantes.

Já no método das diferenças, o crucial para explicar as divergências encontradas seria a ausência da causa hipotética e do fenômeno a ser explicado em um dos sistemas. A consideração metodológica feita pelo autor é que o método das diferenças seria de maior utilidade para o estabelecimento de relações causais válidas.

A partir da problemática da pesquisa e da diferença encontrada nas concepções dos estudantes no SAPIENS, parte-se do pressuposto que o método das diferenças, nesse caso, seria também mais útil e que diferenças nos livros didáticos, como, por exemplo, a ausências de determinados conteúdos ou o menor nível de intensidade de conceitos, seria capaz de explicar, mesmo que em partes, as diferenças das concepções.

Com relação ao método comparativo em si, existem alguns passos metodológicos importantes, os quais foram agrupados no esquema da figura 2. Posteriormente, segue descrição de cada fase relacionada a pesquisas, com sua aplicação na temática desse projeto.



Figura 2. Passos método lógicas da análise comparativa. **Fonte:** Elaboração própria, baseado em Ferrán Ferrer (2002).

1) Fase Pré-Descritiva ou marco teórico inicial. Inclui:

- A) **A seleção, identificação e justificação do problema** – Ou seja, deve-se partir de um tema geral e da definição do problema que se pretende estudar.
- B) **Aproximação das hipóteses ou hipóteses prévias** – Tal estabelecimento de hipóteses *a priori*, que não equivale a estabelecer uma hipótese definitiva, serve para maximizar a parte operacional da investigação com relação à seleção dos dados e a forma de análise dos mesmos.
- C) **Delimitação da investigação** – Deve-se delimitar detalhadamente o que se quer comparar, incluindo a delimitação dos conceitos e termos empregados; a delimitação do objeto de estudo, que ajuda a definir os dados que serão coletados; a delimitação da área, incluindo quais foram os critérios que levaram a essa definição; a delimitação do processo de investigação, dos instrumentos de medida e das técnicas de análise.

Neste projeto, pretende-se aprofundar as análises a respeito do ensino de evolução dos dois países, na perspectiva do método das diferenças acima descrito, a partir dos livros didáticos. Como se trata de sistemas educacionais estruturados diferentemente se pretende encontrar nas diferenças uma causa hipotética que explique o maior embasamento científico dos alunos italianos.

Portanto, a hipótese prévia é de que existem diferenças conceituais entre os livros italianos e brasileiros. Outra hipótese prévia possível é que pode ser feita é que os estudantes italianos têm um contato com a teoria evolutiva precocemente, o que geraria maior conforto e aceitação da mesma. Tal hipótese resulta do fato de que o conteúdo de evolução é usualmente ministrado, no Brasil, no terceiro ano do Ensino Médio, sendo que existem estudantes que terminam a escola básica sem ter estudado evolução (D'AMBROSIO *et al.*, 2016).

Por se tratar de um projeto de mestrado, a delimitação da pesquisa teve que ser condizente com os limites espaço-tempo. Assim, optou-se por fazer uma análise documental, utilizando como fonte de dados livros didáticos de diferentes segmentos (Ensino Fundamental e Médio) dos dois países. O objetivo desse recorte é traçar um panorama do conteúdo de evolução ao longo do percurso escolar dos alunos, além de quais conteúdos específicos são utilizados em cada nível escolar. Como instrumento de investigação, foi escolhida a Análise de Conteúdo, a partir da qual foram criados quadros descritivos como instrumentos referência para a classificação (descrito no item 2.1).

2) Fase Descritiva - Se caracteriza por uma exposição acumulativa dos dados levando-se em consideração dois aspectos principais:

A) As fontes dos dados – É comum a separação entre fontes de dados primárias, secundárias e auxiliares. Independente se tal distinção é adotada ou não, todas as fontes devem ser confiáveis. Os dados primários foram os obtidos pelos livros didáticos. Como dados secundários, foram utilizadas algumas das propostas curriculares nacionais dos dois países.

B) A homogeneidade dos dados – A homogeneidade dos dados é imprescindível para a investigação, pois dela dependerá a comparação em si. Os dados, além de serem confiáveis, devem ser comparáveis. Portanto, os mesmos critérios, a mesma forma de obtenção dos dados e a mesma forma de apresentação dos dados foram usados nos dois países.

C) A homogeneidade da descrição – A descrição de cada uma das seções, que posteriormente serão comparadas, assim como sua estrutura, deve ser o mais uniforme possível.

É importante ressaltar que a apresentação dos dados deve ser feita de forma separada para cada uma das áreas de estudo e posteriormente justapostos e comparados.

Alguns autores defendem que, nessa fase, apenas os dados educativos ou pedagógicos devem ser incluídos, ou seja, os dados que coincidem com o foco da pesquisa. Outros autores, por sua vez, relativizam essa separação e apontam que, nos casos nos quais a correta interpretação dos dados depende dos fatores contextuais, esses (também designados comumente como dados não educacionais) devem ser também alocados na fase descritiva.

No caso da presente pesquisa, foram considerados apenas dados educativos, mas os dados referentes aos sistemas educacionais, de uma maneira geral, podem ser considerados contextuais, por não se tratarem do foco da pesquisa. Esses dados foram alocados da parte descritiva, pois uma comparação dos níveis escolares teve que ser feita para enquadrar os conteúdos em níveis escolares comparáveis. Os dados dos sistemas educacionais brasileiros e italianos encontram-se nas considerações antes da descrição dos resultados, juntamente com algumas considerações sobre os conhecimentos sobre evolução nos respectivos currículos.

3) Fase interpretativa – Nessa fase, mantém-se ainda um isolamento entre as áreas de estudo, ou seções. A interpretação dos dados educativos, ou dos dados prioritários da análise, deve ser feita em vias dos fatores contextuais de sua própria área. É uma fase reflexiva, na qual se estabelece uma reflexão analítica e se resume o trabalho realizado até o momento, dado a usual grande quantidade de dados.

Tal fase foi inserida também no capítulo dos resultados, no qual se encontra uma reflexão sobre como esses conteúdos está distribuído nos anos escolares e quais são os conhecimentos presentes no livro.

4) Fase de Justaposição – A primeira confrontação dos dados das diferentes áreas de estudos se dá nessa fase, independente se estes são qualitativos ou quantitativos. É comum que se faça essa justaposição de forma visual, utilizando de ferramentas gráficas, linhas do tempo, ciclogramas, entre outros.

5) Fase Comparativa – A partir da comparação dos dados das áreas de estudo determinadas, levando em consideração a justaposição e a interpretação dos mesmos, o objetivo principal dessa fase é aceitar ou refutar a hipótese inicial, que pode também ser estabelecida ou modificada na fase de justaposição. Deve-se também formular conclusões pertinentes com a fase anterior e, dependendo modelo de método específico que se embase, pode-se aqui formular leis genéricas para se aplicar no âmbito da educação (caso o estudo comparativo permita tal generalização e levando-se em consideração seu caráter provisório).

Tanto a fase de justaposição como a comparativa se encontram no capítulo 6. Na fase de justaposição os dados estão agrupados por nível escolar, juntando os dois países e permitindo visualmente estabelecer pontos de semelhança e divergência entre as coleções analisadas. Em seguida, na fase comparativa, em si, essa ferramenta imagética foi utilizada como recurso de comparação, sendo discutido qualitativamente de que maneira tais conteúdos se diferenciam e se existem diferenças ou semelhanças. A comparação foi aprofundada no capítulo da discussão, no qual se discute se essas diferenças poderiam ou não estar relacionadas com as diferenças encontradas no projeto SAPIENS.

6) Fase Prospectiva – A fase prospectiva é uma fase opcional, que, muitas vezes, não se distingue da fase comparativa. Sua prioridade é estabelecer previsões, a partir dos dados descritos e das comparações realizadas nas etapas anteriores. Mesmo sendo opcional, é uma fase importante, pois, por exemplo, pode influenciar no planejamento e das políticas educacionais dos países envolvidos.

Pode-se pensar em futuros projetos que levem em consideração os resultados da pesquisa descrita, como projetos de intervenções, propostas prático-metodológicas ou até mesmo discussões de políticas públicas. Não se pretende aqui dizer que existe uma única causa e que há apenas um fator que influencia a compreensão da evolução. Trata-se de um assunto polêmico e muitas vezes relacionado com crenças religiosas, demonstrando que outros fatores contextuais são também relevantes. No entanto, essa é uma proposta para se pensar o ensino de evolução em um contexto mais amplo, para então se ampliar a discussão e assim poder pensar em propostas práticas e bem embasadas de como melhorar a compreensão evolutiva no Brasil.

Pode-se também prospectar a necessidade de uma análise em uma microescala para melhor analisar as diferenças de concepções. Com uma metodologia que use entrevistas e uma abordagem mais qualitativa, por exemplo, pode-se tentar verificar as diferenças de fatores externos, sejam eles culturais, religiosos, políticos, entre outros. A variação e a articulação entre as escalas micro/macro podem ser enriquecedoras para se ter uma visão mais real da complexidade dos sistemas educacionais e sociais (BRANDÃO, 2001).

Em suma, fazer um estudo comparativo exige um grande cuidado metodológico. Precisa-se garantir que os diversos elementos sejam comparáveis, que haja uma

contextualização adequada com dados externos ao *corpus* analisado, que haja uma abstração em níveis adequados, sem generalizações infundadas. Embora haja dificuldades intrínsecas ao se fazer uma comparação em nível internacional, a riqueza trazida pelo método e a possibilidade de se refletir sobre sua própria realidade em uma perspectiva que inclui a realidade do outro pode não só gerar conclusões úteis, mas também soluções antes não levadas em consideração.

3.2. Sobre Análise de Conteúdo

Todos os livros foram analisados a partir do referencial teórico da Análise de Conteúdo, que é um conjunto de instrumentos metodológicos útil em diferentes contextos por sua grande flexibilidade e adaptabilidade, e que se aplica a discursos, tanto escritos como falados, ou ainda representados visualmente.

De acordo com Bardin (2011) é uma ferramenta metodológica que oscila entre a objetividade e a subjetividade, podendo levar a inferência de sentidos não ditos explicitamente (latente ou inédito) e, portanto, tem a intenção de levar a “inferência de conhecimentos relativos às condições de produção” (BARDIN, 2011, p. 46). Logo, tal metodologia se mostra como uma ferramenta muito útil e versátil, podendo ser empregada em diferentes métodos de pesquisa, como, por exemplo, estudos de caso ou pesquisa-ação e para dados de diferentes naturezas (entrevistas, documentos, livros didáticos, entre outros).

É justamente a mensagem o ponto de partida desse tipo de análise. Essa pode ser verbal, que inclui tanto a linguagem oral como a escrita, gestual, documental, figurativa, entre outras. As mensagens necessariamente expressam um significado e um sentido, que não pode ser considerado um ato isolado e é sujeito às condições contextuais (evolução histórica da humanidade, situações econômicas e socioculturais, acesso a códigos linguísticos, componentes ideológicos, etc.) dos seus emissores.

O sentido se aplica na atribuição de um significado pessoal relacionado ao contexto, que pode ser compreendido e generalizado a partir das características que o definem (PUGLISE; FRANCO, 2005). Logo, a Análise de Conteúdo parte de uma concepção crítica e dinâmica de linguagem, no qual o papel semântico da mensagem, ou seja, o sentido que o indivíduo ou o grupo atribui às mensagens verbais ou simbólicas, é negligenciado.

Sendo a Análise de Conteúdo um procedimento subjetivo com o qual o investigador tenta decifrar, interpretar, contextualizar e categorizar as mensagens,

alguns problemas podem ser encontrados. Os autores Puglise e Franco (2005) destacam dois deles: o conteúdo manifesto *versus* o conteúdo latente, que evidencia a riqueza da linguagem humana, levando ao risco de erros interpretativos, e o conceito de inferência, que depende inteiramente do pesquisador, porém é, ao mesmo tempo, um dos principais objetivos. Ressaltam que a análise deve partir do conteúdo em si, ou seja, do conteúdo manifesto, mas que não se pode descartar a possibilidade de se analisar os significados ocultos, o que acaba valorizando o conteúdo latente.

A partir da mensagem em si e da identificação sistemática e objetiva de suas características específicas, pode-se fazer inferências, o que faz com que esse procedimento não seja meramente descritivo, mas permita também a elaboração de hipóteses. As inferências feitas pelo investigador podem ser com relação às características do texto; às causas e/ou antecedentes das mensagens; e os efeitos da comunicação.

Os livros didáticos se enquadram no domínio de aplicação da comunicação em massa, uma vez que são vários os receptores da mensagem por eles vinculada. Por meio do tratamento da informação e da descrição analítica do conteúdo das mensagens se objetivou estabelecer os significados dos textos do *corpus* de pesquisa, criando categorias de fragmentação para que a análise fosse válida.

Foram assim definidas as unidades de codificação ou unidades de registro (palavras, frases, temas ou personagens), que foram agrupadas em unidades de contextos, que são categoricamente superiores às unidades de registro, ou seja, são unidades de compreensão mais amplas e ajudam a diminuir ambiguidades na referenciação do sentido dos elementos codificados.

A Análise de Conteúdo se estrutura em três fases principais: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados obtidos com sua interpretação. A pré-análise é a fase de organização e sistematização dos dados e que tem a incumbência da escolha dos documentos (considerando as regras da exaustividade, da representatividade e da homogeneidade) a serem submetidos à análise em si, a formulação das hipóteses e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação, incluindo também uma leitura “flutuante” dos dados coletados, a partir da qual as unidades de registro e de contexto são estabelecidas. O critério de homogeneidade dos documentos é ainda mais importante em um trabalho comparativo, como foi previamente discutido.

A exploração do material é feita de forma a decodificar o texto a partir do recorte, enumeração ou classificação dos núcleos de sentido. A classificação dos elementos constitutivos de um conjunto de dados através da criação de categorias não é de fácil resolução, pois deve partir de critérios (léxicos, sintático ou expressivo) bem definidos que permitam agrupar as mensagens. A criação de categorias pode ser tanto feita *a priori* da coleta de dados, o que pode levar a uma simplificação e engessamento das mesmas, como *a posteriori*, o que exige uma grande bagagem teórica por parte do investigador. Independente do caminho, as categorias criadas devem ser mutuamente excludentes, pertinentes, fidedignas e objetivas.

O foco geral da análise na pesquisa aqui apresentada foi o conteúdo específico de evolução, identificando-se a presença ou não desses conteúdos ao longo dos anos escolares e a profundidade que são discutidos.

As categorias, ou unidades de contexto, foram criadas após a leitura flutuante dos materiais, nas quais foram englobadas as unidades de registros, também determinadas *a posteriori*. Com relação aos conteúdos, foram definidas cinco grandes unidades de contexto:

- 1) Aspectos históricos;
- 2) Evidências;
- 3) Teoria Darwinista;
- 4) Síntese Moderna e discussões atuais;
- 5) Evolução Humana.

Dentro de cada categoria, os assuntos foram divididos em subcategorias (as unidades de registro em si) para se identificar a ausência ou presença de determinado tema no livro didático. Foi utilizada como regra de enumeração complementar a intensidade que tais conceitos foram trazidos nos livros, para assim se avaliar melhor a proposta do componente conceitual dos diferentes países ao longo do período escolar.

Logo, cada unidade de registro quando presente recebeu uma gradação de um a três dependendo do nível de profundidade com que apareceu. Nessa escala numérica o número um significa, de maneira geral, que o tema é apenas citado, o número dois apresenta um desenvolvimento superficial e o três o desenvolve com profundidade. Para determinar o nível de profundidade, foi criado um quadro de referência específico para cada unidade de registro, com descritores para auxiliar na categorização e assim diminuir as dúvidas com relação à classificação dos conteúdos presentes nos livros.

Cinco unidades de registro foram agrupadas na categoria dos aspectos históricos (quadro 5): pensamento aristotélico; primeiros pensadores transformistas; Lamarck; Darwin e Wallace.

Quadro 5. Descritores específicos das unidades de registro referentes aos aspectos históricos.

Unidade de Contexto 1: Aspectos históricos	Unidade de Registro: Pensamento Aristotélico	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita implicitamente aspectos do pensamento do filósofo.
	2	Explica de maneira geral a influência do pensamento aristotélico (i.e. <i>Scala naturae</i>).
	3	Explica de forma detalhada o pensamento aristotélico (i.e. fixismo; essencialismo; teleologia).
	Unidade de Registro: Primeiros pensadores transformistas	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita genericamente pensadores transformistas pré-lamarckistas (séc. XVIII).
	2	Cita especificamente pelo menos um pensador (i.e. Conde de Buffon, Erasmus Darwin).
	3	Exemplifica o pensamento de pelo menos um dos primeiros pensadores transformistas do século XVIII.
	Unidade de Registro: Lamarck	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita Lamarck sem detalhamento de sua teoria.
	2	Explica o mecanismo evolutivo de Lamarck (i.e. lei do uso e desuso e herança dos caracteres adquiridos).
	3	Explica o mecanismo evolutivo de Lamarck focalizando suas ideias originais (i.e. transformação do seres vivos; aumento de complexidade).
	Unidade de Registro: Darwin	
	Intensidade	Descritores
	1	Vincula Darwin à Seleção Natural, sem explicitar seu contexto de produção.
	2	Explica o contexto histórico da elaboração do livro de Darwin (i.e. viagem no Beagle).
	3	Relaciona o contexto de produção à sua teórica, enfatizando suas observações e conclusões.
Unidade de Registro: Wallace		
Intensidade	Descritores	
1	Cita o nome de Wallace como co-autor da seleção natural.	
2	Discute a publicação e divulgação das ideias dos dois naturalistas.	
3	Relata detalhes da viagem de Wallace	

Fonte: Elaboração própria.

De maneira geral, as unidades dessa categoria se referem ao desenvolvimento do pensamento evolutivo, desde o predomínio da concepção do fixismo das espécies,

passando pelas primeiras ideias transformistas no século XIX até a publicação da teoria da modificação das espécies por Seleção Natural, de Darwin e Wallace.

A unidade de registro do pensamento aristotélico refere-se, de maneira geral, ao pensamento pré-transformista. Segundo Solinas (2015) os principais aspectos que influenciaram a história natural, especialmente a zoologia, a botânica e a fisiologia humana foram o fixismo (imutabilidade das espécies), o essencialismo (ou a ideia de que as variações são imperfeições manifestadas) e a teleologia (finalismo). A ideia de que os seres vivos podem ser organizados de acordo com uma escala crescente de complexidade, conhecida pelo termo *Scala Naturae*, também remonta ao pensador grego. Embora não houvesse uma conotação evolutiva, referências a tal concepção de escada, cujo degrau mais alto pertenceria ao ser humano, pode ser encontrado no texto aristotélico *De generatione animalium* (ARIZA; MARTINS, 2010).

Assim, os livros que fizeram referência a alguns desses aspectos implicitamente, foram classificados como 1. Se foram feitas referências direta ou indiretamente dois ou mais aspectos, foram classificados como nível 2 e se foi discutido de maneira detalhada, explicitando dois ou mais aspectos da influência aristotélica no pensamento moderno, a coleção foi classificada como nível 3.

Muitos autores (i.e. MARTINS, 2004; BIZZO, 1991) não concordam com a simplificação na escola básica da teoria proposta por Lamarck reduzida às duas leis tradicionalmente relacionadas a ele: a lei do uso e desuso e a herança dos caracteres adquiridos. A herança dos caracteres adquiridos não foi uma ideia original de Lamarck, estando presente em autores desde a antiguidade (MARTINS, 1997). Logo, na unidade de registro referente à Lamarck, foram considerados como nível três os autores que consideram aspectos de autoria original do naturalista francês, como a organização progressivamente complexa dos seres vivos e sua capacidade de reagir a mudanças ambientais (MAYR, 1998b).

Como tradicionalmente se relaciona ao autor as leis do uso e desuso e da herança dos caracteres adquiridos, os livros que abordaram e exemplificaram tais aspectos foram classificados como nível 2. Por fim, os que apenas o citaram como um dos principais pensadores a contrapor o fixismo das espécies, foram classificados como nível 1.

A segunda categoria, que não necessariamente segue a ordem cronológica, nem a ordem encontrada nos livros, faz referência às evidências que sustentam a teoria da evolução (quadro 6).

Quadro 6: Descritores específicos das unidades de registro referentes às evidências.

Unidade de contexto 2: Evidências	Unidade de Registro: Fósseis e Fossilização	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita os fósseis como evidência da evolução
	2	Explica os processos de fossilização
	3	Explica os processos de fossilização e de datação
	Unidade de registro: Anatomia comparada	
	Intensidade	Descritores
	1	Demonstra evidências anatômicas com imagens
	2	Discute os conceitos de homologia e homoplasia
	3	Discute os conceitos evolução convergente e divergente
	Unidade de registro: Órgãos vestigiais	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita estruturas vestigiais como evidência
	2	Explica um exemplo de órgão vestigial
	3	Explica conceito geral com dois ou mais exemplos
	Unidade de Registro: Embriologia Comparada	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita a existência de semelhanças embriológicas.
	2	Demonstra tais evidências com imagens ou exemplos.
	3	Apresenta explicação da embriologia como evidência evolutiva, trazendo exemplos.
	Unidade de Registro: Biologia Molecular	
Intensidade	Descritores	
1	Cita a biologia molecular como evidência	
2	Explica o porquê a biologia molecular é uma evidência evolutiva.	
3	Detalha a biologia molecular como evidência (i.e. filogenia molecular/genes homeóticos)	

Fonte: Elaboração própria.

Como Meyer e El- Hani (2005) apontam, o próprio Darwin quando embarcou em sua viagem acreditava que as espécies eram imutáveis. Assim como ele, a partir de suas leituras, observações e um pensar científico, conseguiu mudar sua própria opinião e dedicou grande parte de seu trabalho para coletar dados e juntar informações que sustentassem a descendência com modificação. Logo, mostrar as evidências que sustentam a evolução e que a fazem ser considerada um fato científico não é trivial.

Sendo assim, são também cinco as unidades de registro agrupadas nesta unidade de contexto: fósseis e fossilização; anatomia comparada; órgãos vestigiais; embriologia comparada e biologia molecular. As evidências que podem ser vistas a “olho nu” como a semelhança morfológica entre os animais são somadas às descobertas das diversas

áreas da biologia molecular e bioquímica, como a grande semelhança do código genético, tornando o modelo evolutivo cada vez mais robusto.

Devido à grande importância que a figura do Charles Darwin tem, tanto na elaboração como na divulgação da evolução, os livros didáticos exploram com muita ênfase a teoria proposta por ele, assim como aspectos contextuais de sua produção, foi criada uma categoria chamada Teoria Darwinista (quadro 7).

Quadro 7. Descritores específicos das unidades de registro referentes à teoria Darwinista.

Unidade de Contexto 3: Teoria Darwinista	Unidade de Registro: Seleção Natural	
	Intensidade	Descritores
	1	Define de forma genérica a Seleção Natural.
	2	Exemplifica a Seleção Natural a partir dos dados.
	3	Explica a Seleção Natural a partir do raciocínio de Darwin, com observações e deduções.
	Unidade de Registro: Seleção Artificial	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita a Seleção Artificial, como um tipo de seleção.
	2	Exemplifica a Seleção Artificial.
	3	Relaciona a Seleção Artificial com a Seleção Natural (i.e. estratégia argumentativa de Darwin)
	Unidade de Registro: Seleção Sexual	
	Intensidade	Descritores
	1	Citação implícita à Seleção Sexual
	2	Exemplo de Seleção Sexual
	3	Exemplificação Seleção Sexual, enfatizando controvérsia
	Unidade de Registro: Influência Lyell	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita Lyell como uma das influências do Darwin, sem explicação de sua teoria.
	2	Explicita a teoria de Lyell como representação de uma nova visão geológica.
	3	Compara o catastrofismo com atualismo.
	Unidade de Registro: Influência Malthus	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita implicitamente Malthus ou os conceitos que influenciaram Darwin.
	2	Descreve o desbalanceamento entre o crescimento populacional e a disponibilidade de alimentos
3	Relaciona a teoria de Malthus e o conceito de luta pela sobrevivência	

Fonte: Elaboração própria.

Essa categoria conta com unidades de registro que considera tanto suas influências teóricas, quanto os três tipos de seleção elaborados por ele (seleção natural, artificial e sexual). Dentre as influências teóricas que apareceram na leitura flutuante estão o geólogo britânico Charles Lyell (1797 – 1875) e o economista, também britânico, Thomas Robert Malthus (1766 – 1834).

O primeiro foi de extrema importância para a ampliação da idade da Terra, deixando plausível que os seres vivos pudessem ter se transformado ao longo de muito tempo. Ele tinha estabelecido quatro princípios: as leis são constantes no tempo e no espaço; os eventos do passado podem ser explicados pelos mesmos processos que operam atualmente; a mudança geológica é gradual e lenta; a superfície da Terra seria fundamentalmente a mesma desde sua formação (princípio abandonado pelos geólogos em 1960), embora montanhas tenham se elevado e mares tenham se retraído. Darwin não só foi influenciado por essas ideias, como também ajudou a comprová-las, pois ele encontrou fósseis a 4.000 metros de altitude, nos Andes (BIZZO, 2002). A unidade de registro sobre a temática de Lyell foi considerada de nível 3 se, além de apontar seus princípios, comparasse-os com a teoria do catastrofismo de George Cuvier (1769-1832).

O segundo, em seu ensaio sobre os princípios da população e a descrição de que, enquanto os recursos crescem em uma progressão aritmética, as populações crescem potencialmente em uma progressão geométrica, sendo assim limitadas em certo momento devido a falta de recursos. Esse princípio levou Darwin a formular o conceito de luta pela sobrevivência, o qual está intrinsecamente relacionado com a seleção natural.

A quarta categoria agrupou os temas referentes às discussões mais atuais da teoria da evolução, a partir da elaboração da síntese moderna (quadro 8). Esta é a maior unidade de contexto, com maior número de unidades de registro agrupadas. A primeira delas se refere às influências de outras áreas que ajudaram na elaboração da teoria moderna, como por exemplo, a descoberta dos trabalhos de Mendel e a contribuição de outras áreas, como a paleontologia e a matemática. Estão também presentes nessa categoria as quatro forças evolutivas: seleção natural; deriva genética; mutação e migração.

Vale ressaltar que a unidade de registro seleção natural aparece em duas unidades de contexto diferentes, justamente porque alguns livros fazem referências a esse conceito em dois momentos distintos, um proposto por Darwin, a partir de suas

reflexões e outro a partir do conceito atual, envolvendo, por exemplo, conceitos da genética.

Quadro 8. Descritores específicos das unidades de registro referentes à Síntese Moderna.

Unidade de contexto 4: Síntese Moderna e outras discussões atuais	Unidade de Registro: Influência de outras áreas	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita os trabalhos de Mendel.
	2	Cita a contribuição de outras ciências (i.e. paleontologia, matemática, etc. de maneira explícita).
	3	Utiliza a influência de outras áreas como forma de discutir a Natureza da Ciência.
	Unidade de registro: Genética de populações	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita a Genética de Populações como ferramenta do estudo evolutivo.
	2	Apresenta os pressupostos do Equilíbrio de Hardy-Weinberg e o cálculo de frequências gênicas.
	3	Relaciona a Genética de Populações com as forças evolutivas e as alterações das frequências gênicas.
	Unidade de Registro: Força Evolutiva (F.E.) - Seleção Natural	
	Intensidade	Descritores
	1	Retoma o conceito de Seleção Natural em contexto atual.
	2	Explica a Seleção Natural a partir de exemplos atuais (i.e. <i>Biston betularia</i> ; resistência a antibióticos).
	3	Exemplifica a Seleção Natural, relacionando com conceitos de genética (i.e. mutações ou genética de populações)
	Unidade de Registro: Tipos de seleção natural⁶	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita a existência de diferentes tipos de seleção natural.
	2	Apresenta exemplos de tipos de seleção.
	3	Explica os tipos de seleção com terminologia específica (i.e. seleção disruptiva).
	Unidade de Registro: Força Evolutiva - Deriva Genética	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita a deriva genética como uma das forças evolutivas.
	2	Define deriva genética, trazendo aspectos do tamanho populacional.
	3	Discute o efeito gargalo e o efeito fundador.
	Unidade de Registro: Força Evolutiva – Mutação	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita a mutação, sem relaciona como uma das forças evolutivas.
2	Apresenta a mutação como podendo ser positivas ou negativas.	
3	Discute mutação a partir da biologia molecular.	

⁶ Foram considerados apenas os tipos de seleção não dependentes de frequência. Seleção direcional: Mudança da frequência gênica em uma direção consistente; Seleção estabilizadora: são favorecidas as formas intermediárias; Seleção disruptiva: são favorecidas as formas nos extremos da variação.

Quadro 8. (continuação).

Unidade de contexto 4: Síntese Moderna e outras discussões atuais	Unidade de Registro: Força Evolutiva–Migração	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita migração, sem explicitá-la como força evolutiva.
	2	Apresenta a migração como força evolutiva.
	3	Explica a migração como forma de misturar <i>pool</i> gênico (ou características) entre populações diferentes.
	Unidade de Registro: Macroevolução – Especiação	
	Intensidade	Descritores
	1	Apresenta apenas da especiação alopátrica, sem terminologia específica.
	2	Exemplifica pelo menos dois tipos de especiação, com termos específicos ou não.
	3	Exemplifica, com termos específicos, os tipos de especiação (simpátrica, alopátrica e parapátrica), incluindo poliploidia.
	Unidade de Registro: Macroevolução – Extinção	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita a extinção e espécies extintas.
	2	Explica as possíveis causas que levam à extinção das espécies (i.e. hiperespecialização; perda de habitat).
	3	Discute os conceitos de extinção em massa e radiação adaptativa.
	Unidade de Registro: Sistemática Filogenética	
	Intensidade	Descritores
	1	Apresenta árvores filogenéticas, sem explicações interpretativas.
	2	Apresenta relações de parentesco e ancestralidade comum, explicitamente.
	3	Explica relações filogenéticas com terminologia específica.
	Unidade de registro: Modos em evolução (anagênese X cladogênese)	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita de forma implícita mais de um modo de evolução.
	2	Explica os diferentes modos de evolução, sem terminologia.
	3	Explica os modos de evolução com terminologia específica.
	Unidade de registro: Tempo em evolução (gradualismo X equilíbrio pontuado)	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita a teoria do equilíbrio pontuado.
2	Discute de forma genérica o tempo e modo da evolução, por observação do registro fóssil,	
3	Discute o tempo e modo da evolução, comparando gradualismo e equilíbrio pontuado	

Fonte: Elaboração própria.

Os tipos de seleção natural (disruptiva, direcional e estabilizadora) estão também nessa categoria, assim como a genética de populações, que é hoje uma ferramenta

essencial para os estudos evolutivos. As discussões macroevolutivas (espeiação e extinção), assim como as discussões sobre os modos (anagênese e cladogênese), tempos (gradualismo e equilíbrio pontuado) e a sistemática filogenética fazem parte das discussões atuais aqui agrupadas.

Por fim, a última unidade de contexto descrita faz referência à evolução humana na qual foram agrupadas as unidades que descrevem e discutem a evolução dos primatas, hominídeos, do gênero *Homo* e por fim, da espécie *Homo sapiens* (quadro 9).

Quadro 9. Descritores específicos das unidades de registro referentes à evolução humana.

Unidade de contexto 1: Evolução Humana	Unidade de Registro: Evolução dos primatas	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita o parentesco evolutivo entre homens e demais primatas.
	2	Explica as características em comum.
	3	Apresenta os grupos de primatas atuais e suas principais mudanças adaptativas.
	Unidade de Registro: Evolução dos hominídeos	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita hominídeos fósseis (i.e. <i>Australopithecus</i>).
	2	Explica as características em comum dos hominídeos.
	3	Apresenta os grupos de hominídeos e suas principais mudanças adaptativas
	Unidade de Registro: Gênero <i>Homo</i>	
	Intensidade	Descritores
	1	Cita espécies de <i>Homo</i> fósseis.
	2	Explica as características em comum do gênero e as novidades evolutivas humanas.
	3	Apresenta as espécies <i>H. habilis</i> , <i>H. erectus</i> , e <i>H. neanderthalensis</i> , com suas respectivas adaptações morfológicas e instrumentais.
	Unidade de Registro: Evolução cultural e tecnológica	
	Intensidade	Descritores
	1	Apresenta aspectos culturais e tecnológicos de forma implícita.
	2	Explica de forma genérica a evolução cultural e tecnológica (i.e. pintura rupestre, fogo e linguagem simbólica)
	3	Explica de forma detalhada a evolução cultura e tecnológica, explicitando o desenvolvimento de técnicas (i.e. modo 1, modo 2, etc)
Unidade de registro: Migração (expansão de areal)		
Intensidade	Descritores	
1	Cita a origem na África da espécie e sua expansão de areal.	
2	Explica os fatores relacionados a expansão de areal e o caminho percorrido pela espécie;	
3	Detalha a saída da África em ondas de migração (saída de mais uma espécie de <i>Homo</i>).	

Fonte: Elaboração própria.

A unidade de registro sobre a expansão de areal do gênero *Homo* considerada as saídas de populações humanas da África. O nível 3 tem como referência as três saídas: a de *Homo ergaster*, entre 2 e 1,5 milhões de anos atrás; a de *Homo heidelbergensi*, por volta de 500 mil anos atrás e a de *Homo sapiens*, há aproximadamente 100.000 anos (CAVALLI SFORZA; PIEVANI, 2013).

Para facilitar a interpretação dos dados obtidos, os mesmos foram tratados de maneira visual. Nos quadros de análise do próximo capítulo, nas quais as unidades de registro aparecem agrupadas em suas unidades de contexto específicas, cédulas das unidades ausentes apresentam-se em branco. Para cada nível de intensidade das unidades presentes, foi vinculada uma tonalidade da cor roxa, além do seu respectivo número (1 a 3). Vale ressaltar que a definição dos níveis de cada unidade de registro não foi feita em comparação com o conhecimento científico/acadêmico, mas a partir da leitura flutuante dos próprios livros didáticos.

Observa-se assim, com essa breve descrição dos procedimentos e características da Análise de Conteúdo, que essa é uma ferramenta de grande utilidade em pesquisas qualitativas. Na área de pesquisa em ensino, a Análise de Conteúdo pode ser utilizada para análises de documentos educativos nacionais ou locais, de livros didáticos, de questionários e de entrevistas. A qualidade do seu uso depende muito do comprometimento e da bagagem do pesquisador, mas tomando-se todos os cuidados e caminhos acima descritos, a Análise de Conteúdo mostra-se com rigor científico e, mesmo as inferências, parte importante no processo, são embasadas e contextualizadas.

3.3. Os Livros didáticos analisados

Como os dados coletados pelo SAPIENS foram de alunos de 15 anos em 2014, foram focalizados os dados relativos ao Ensino Médio e a *Scuola Secondaria di secondo grado*, nível equivalente no sistema de ensino italiano, como será apresentado em detalhes posteriormente. Foram selecionadas duas coleções referentes a edições que estavam em uso em 2014 de cada país e, de forma complementar, um livro mais atual (de 2016 ou 2017), com o objetivo de se ter também um indicativo de como os livros se encontram hoje, se houve ou não modificações.

As coleções brasileiras do EM selecionadas foram as mais vendidas no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2012 e uma coleção, tipicamente

entre as mais escolhidas, do PNLD de 2018, dados disponibilizados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE)⁷.

No caso das coleções italianas, os livros foram fornecidos principalmente pela *Scuola Italiana Eugenio Montale*⁸, sediada em São Paulo, além de materiais adquiridos na Itália em julho de 2016.

As coleções selecionadas foram:

1) Biologia (coleção A)

- AMABIS, J. M; MARTHO G.R. *Biologia: Volume 1 – Biologia das células*. 3ª ed. Editora Moderna: São Paulo, 2010a.
- AMABIS, J. M; MARTHO G.R. *Biologia: Volume 2 – Biologia dos organismos*. 3ª ed. Editora Moderna: São Paulo, 2010b.
- AMABIS, J. M; MARTHO G.R. *Biologia: Volume 3 – Biologia das populações*. 3ª ed. Editora Moderna: São Paulo, 2010c.

2) Bio (coleção B)

- LOPES, S; ROSSO, S. *Bio: Volume 1*. São Paulo: Editora Saraiva, 2010a.
- LOPES, S; ROSSO, S. *Bio: Volume 2*. São Paulo: Editora Saraiva, 2010b.
- LOPES, S; ROSSO, S. *Bio: Volume 3*. São Paulo: Editora Saraiva, 2010c.

3) Biologia Hoje (coleção C)

- LINHARES, S; GEWANDSZNAJDER, F; PACCA, H. *Biologia Hoje – Citologia, Reprodução e desenvolvimento, Histologia, Origem da Vida*. São Paulo: Editora Ática, 2017a.
- LINHARES, S; GEWANDSZNAJDER, F; PACCA, H. *Biologia Hoje – Os seres vivos*. São Paulo: Editora Ática, 2017b.
- LINHARES, S; GEWANDSZNAJDER, F; PACCA, H. *Biologia Hoje – Genética, evolução e ecologia*. São Paulo: Editora Ática, 2017c.

4) *Biologia in Evoluzione* (coleção F)

- ALTERS, S; ALTERS, B. *Biologia in Evoluzioni*. Verona: Mondadori, 2010.

5) *Biologia: La vita sulla Terra* (coleção G)

- AUDESIRK, G; AUDERSIRK, T; BYERS, B.E. *Biologia 1: La vita sulla Terra*. 4ª ed. Milano: Einaudi Scuola, 2011a.

⁷ Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/dados-estatisticos>

⁸ Escola internacional localizada na Rua Dr. José Gustavo Busch, 75, Morumbi, São Paulo. Mais informações: <http://www.montale.com.br/>

- AUDESIRK, G; AUDERSIRK, T; BYERS, B.E. *Biologia 2: La vita sulla Terra*. 4ª ed. Milano: Einaudi Scuola, 2011b.
- 6) Biologia (coleção H)
- BORGIOLO, C; VON BORRIES, S; BUSÁ, E. *Biologia – Cellula e Biodiversità – I*. Casarile: DeAgostini Scuola, 2016a.
 - _____. *Biologia Plus – Genetica ed Evoluzione – 2*. Casarile: DeAgostini, 2016b.

Foram também selecionadas duas coleções do Ensino Fundamental e duas do *primo grado*. As coleções brasileiras foram as mais distribuídas do PNLD de 2014, pois eram as edições de 2010 a 2012, que coincidiam com as disponibilizadas pela escola italiana. Os livros foram:

- 1) Projeto Teláris (coleção D)
 - GEWANDSZNAJDER, F. *Projeto Teláris. Ciências – Vida na Terra: 7º ano*. 1ª ed. São Paulo: Editora Ática, 2012.
- 2) Projeto Araribá (coleção E)
 - SHIMABUKURO, V. (ed). *Projeto Araribá Ciências: 7º ano*. 3ª ed. São Paulo: Editora Moderna, 2010a.
 - SHIMABUKURO, V. (ed). *Projeto Araribá Ciências: 8º ano*. 3ª ed. São Paulo: Editora Moderna, 2010b.
- 3) Mondo Scienze (coleção I)
 - BARGELLINI, A. *Mondo Scienze 3*. Milano: Carlo Signorelli Edizione, 2010.
- 4) Con gli occhi della scienza (coleção J)
 - BRIZZI, G; PASTORINI, G; BUSÁ, E. *Con gli occhi della scienza B – La vita*. Firenze: Le Monnier Scuola, 2012.

Assim, foram analisados 14 livros do EM, e o respectivo nível escolar italiano, organizados em seis coleções. Adicionalmente, foram cinco livros do EF e do primeiro ciclo italiano, em quatro coleções. Totalizando 19 livros analisados, de edições dos anos de 2010 a 2017.

4. Resultados

Os resultados serão apresentados na forma de tabelas, contento o nível de profundidade de cada unidade de registro. Para melhor organização, serão divididos por países e por nível escolar.

Antes de entrar nos resultados propriamente ditos de cada país, será feita uma contextualização descritiva dos respectivos sistemas escolares, considerações sobre o currículo (dados contextuais) e uma retrospectiva dos principais dados obtidos no SAPIENS sobre o conhecimento autodeclarado de jovens sobre evolução. É importante que se tenha, *a priori*, uma noção dos sistemas educacionais envolvidos, pois isso influenciará diretamente no estudo comparativo e na justaposição dos dados, feita no próximo capítulo.

4.1. Dados Brasileiros

4.1.1. Contextualizando o sistema educacional brasileiro

A estrutura do sistema educacional brasileiro atual decorre da aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 9.394/1996), conhecida como LDB, sendo que algumas alterações foram feitas ao longo do tempo. Esta estabelece que a educação escolar é composta pela Educação Básica e pela Educação Superior.

A educação básica é dividida em três segmentos principais:

- 1) A Educação Infantil, que engloba tanto a creche (0 a 3 anos) como a pré-escola (de 4 a 6 anos).
- 2) O Ensino Fundamental, que é composto também por dois ciclos. Os anos iniciais e finais, que totalizam nove anos (a partir da Lei nº 11.274/2006) e apresentam alunos a partir dos seis anos de idade. Anteriormente, eram oito anos. Com a mudança e a passagem para os nove anos, o EF foi dividido entre os anos iniciais, do 1º ao 5º ano, e os finais, do 6º ao 9º ano.
- 3) Ensino Médio, que pode ter três ou quatro anos de duração, dependendo se é realizado com cursos técnicos ou não. A matrícula no Ensino Médio é a partir de 15 anos de idade.

A figura 3 resume o sistema educacional brasileiro antes das alterações do Ensino Fundamental e Médio, servindo para ilustrar de maneira geral o percurso do estudante. Na comparação em si dos dados, será utilizada a nomenclatura atual dos anos

finais do EF, ou seja 6º ao 9º ano. A partir da Lei nº 12.796/2013 ficou instituída a obrigatoriedade e gratuidade da educação básica dos quatro aos dezessete anos de idade.

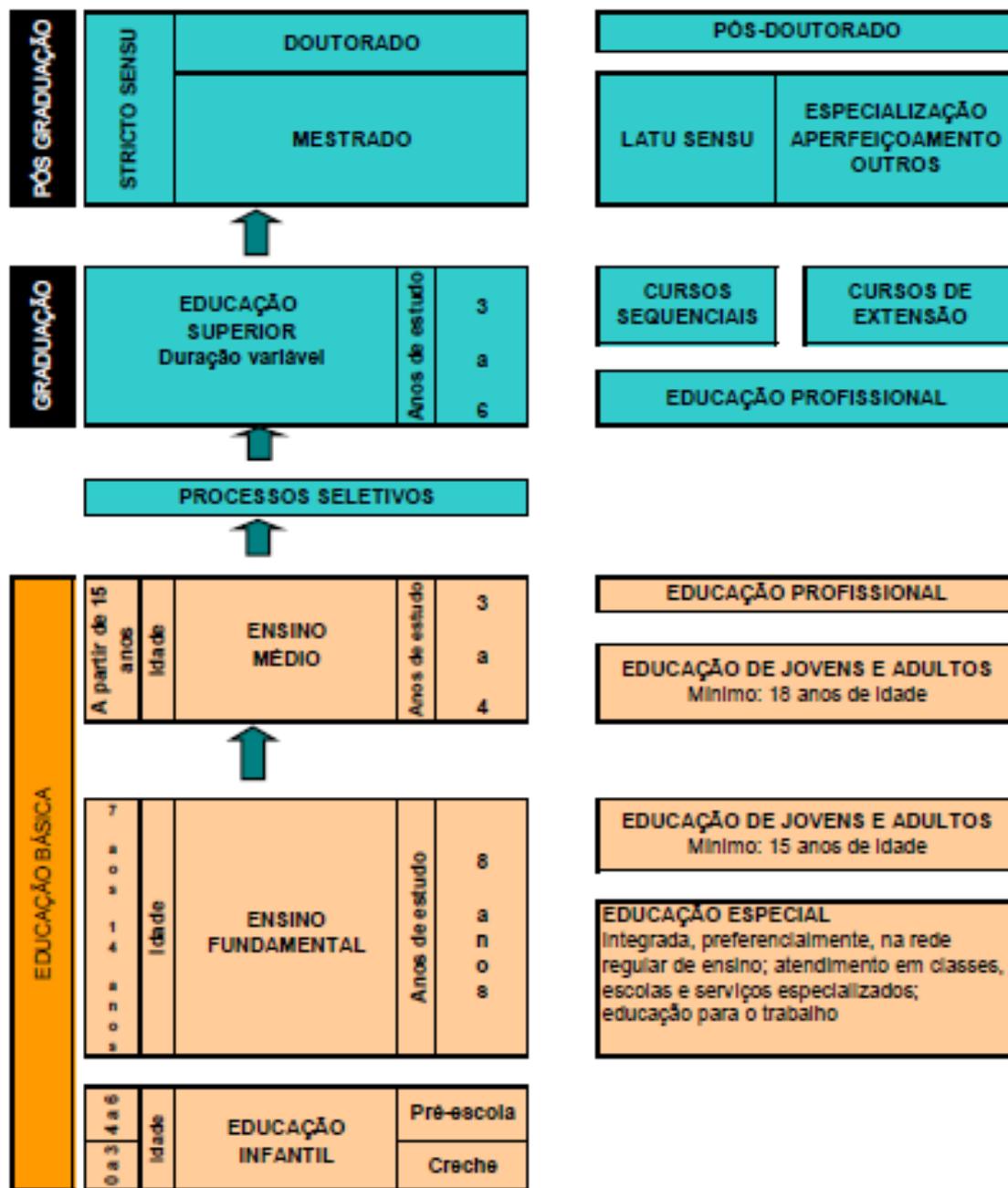


Figura 3. Organização e estrutura da educação brasileira antes da Lei nº 11.274/2006. **Fonte:** OEI – Ministério da Educação do Brasil (OECD)⁹.

Vale ressaltar que em fevereiro de 2017 foi sancionada a Lei nº 13.415/2017, na forma de Projeto de Lei de Conversão a partir da Medida Provisória nº746, de 2016, conhecida como Reformulação do Ensino Médio, que altera a supracitada LDB de 1996. Entre outras coisas, altera a estrutura do Ensino Médio, tornando-o integral a

⁹ Disponível em: www.oei.es/historico/quipu/brasil/estructura.pdf. Acesso em: 20 de janeiro de 2018.

partir da ampliação da carga mínima, progressivamente, para 1.400 horas. Outro ponto relevante é que o preconiza que o currículo mínimo será determinado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e que existirão diferentes itinerários formativos (BRASIL, 2017).

Com relação a presença do conteúdo de evolução nas propostas curriculares nacionais, encontram-se referência tanto nos anos finais do EF, na disciplina de Ciências, quanto no EM, em biologia. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), elaborados pelo Ministério da Educação (MEC), uma das propostas curriculares nacionais atualmente em vigor, colocam que se trabalhe, no EF, em uma perspectiva da história da ciência, sendo assim, “ao se ensinar evolução biológica é importante que o professor conheça as ideias de seus estudantes a respeito do assunto, que podem ser interpretadas como de tipo lamarckista” (BRASIL, 1998, p. 21).

Com relação ao EM a proposta é que se ensine a Teoria Sintética da Evolução de forma interdisciplinar, ressaltando as diferentes áreas que contribuíram para sua formulação e consolidação. Ficam em evidência os conceitos de Seleção Natural e Adaptação, assim como a relação entre genética (material genético e as mutações como fonte de variabilidade) e mudanças ambientais (BRASIL, 2000). Nas orientações complementares aos PCNEM da área de Ciências da Natureza, chamado de PCN+ (BRASIL, 2012), aparecem explicitamente as quatro forças evolutivas (mutação, migração, seleção e deriva genética), sendo que os alunos devem identificar os fatores que influenciam na composição genética de uma população.

Nesta proposta curricular, aparece também explicitamente a sistemática filogenética. Segundo o documento, os alunos devem ser capazes de “traçar as grandes linhas da evolução dos seres vivos a partir da análise de árvores filogenéticas” e “construir a árvore filogenética dos homínídeos, baseando-se em dados recentes sobre os ancestrais do ser humano” (BRASIL, 2012. p. 51). A história da ciência também é mencionada, sendo considerada necessária uma contextualização sociocultural do conteúdo, a partir da qual os estudantes possam entender as teorias biológicas como construções humanas a partir de continuidades ou rupturas de paradigmas.

Em todos os documentos, prevê-se a discussão do papel do Lamarck e do Darwin na construção do conceito evolutivo. Os PCN também propõem uma contemporização a partir da história do pensamento evolutivo. No caso do EM, é proposta ainda uma contextualização sociocultural, não apenas do conteúdo específico

evolutivo, mas que nesse encontra muitas possibilidades, uma vez que há, no senso comum, uma grande mistura com conceitos religiosos.

Mais recentemente, com a Reforma do Ensino Médio e a elaboração da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), alguns aspectos poderão ser modificados. Enquanto os documentos descritos são propostas curriculares, a BNCC apresenta conteúdos mínimos obrigatórios a todas as escolas brasileiras, e, portanto, poderá ter um grande impacto no ensino de evolução.

Até o momento, tem-se em consulta pública a terceira versão da BNCC do Ensino Fundamental, que contém o direcionamento tanto para os anos iniciais como para os finais desse nível escolar. O documento propõe que o currículo de ciências seja organizado em três unidades temáticas (Matéria e energia; Vida e evolução; Terra e Universo), as quais devem ser trabalhadas ao longo de todos os anos. Na descrição da unidade temática da Vida e evolução, destaca-se o conteúdo evolutivo como gerador da diversidade de formas de vida do planeta.

Observa-se que o termo evolução aparece explicitamente em uma das três unidades temáticas e, em teoria, deveria ter um destaque e também perpassar todos os anos escolares como eixo integrador. No entanto, ao se analisar a distribuição dos objetos de conhecimento do documento e suas habilidades específicas, encontram-se, paradoxalmente, a evolução apenas no 9º ano dos anos finais do EF. No objeto de conhecimento “ideias evolutivas”, há duas habilidades (BRASIL, 2017, p.30):

- Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e compreendendo sua importância para explicar a diversidade biológica.
- Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.

Nessa perspectiva, o desenvolvimento dos conhecimentos evolutivos ficaria restrito, no EF, às figuras de Lamarck e Darwin e a força evolutiva da seleção natural.

4.2.1. Concepções de evolução de estudantes brasileiros: resultados encontrados no projeto SAPIENS

A fim de que não se perca de vista a problemática do projeto SAPIENS e que os dados desse projeto possam ser dialogados especificamente com os resultados dessa dissertação, faz-se necessário uma breve retrospectiva dos principais dados obtido pelo

programa com os questionários aplicados em 2014 no Brasil e na Itália, baseado na tese de doutorado de Oliveira (2015). Os dados brasileiros e italianos serão apresentados separadamente.

O instrumento de coleta do SAPIENS (barômetro) foi desenvolvido em três eixos temáticos que visavam estudar as atitudes dos estudantes, o contexto escolar e as relações entre ciência e religião. O terceiro eixo foi abordado a partir do levantamento das opiniões dos jovens sobre evolução biológica e, portanto, os dados desse eixo, especificamente, serão retomados.

De maneira geral, foram abordados no barômetro conhecimentos sobre registros fósseis, a idade da vida na Terra, ancestralidade comum, história evolutiva do homem, entre outros. Os estudantes tiveram que ler afirmações sobre tais temáticas e escolher entre as alternativas “verdadeiro”, “falso” e “não saberia dizer”. Os resultados se encontram na figura 4.

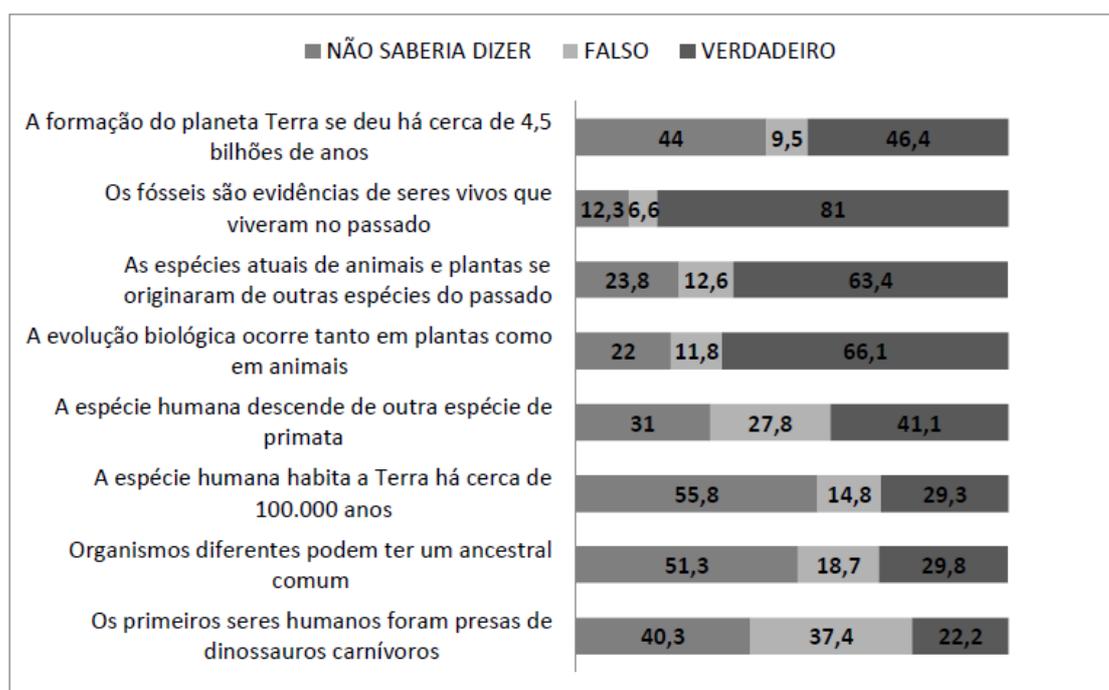


Figura 4. Distribuição da amostra brasileira do SAPIENS sobre evolução biológica. **Fonte:** Oliveira, 2015, p. 230.

Os dados mostram que 81% dos participantes brasileiros declarou como verdadeira afirmação "*Os fósseis são evidências de seres vivos que viveram no passado*", sendo a afirmação que teve a maior porcentagem da opção “verdadeiro” assinalada. As duas afirmações que abordavam animais e plantas ("*As espécies e de animais e plantas se originaram de outras espécies do passado*" e "*A evolução*

biológica ocorre tanto em plantas como em animais”) obtiveram uma distribuição semelhante, sendo que a opção “verdadeiro” foi escolhida por volta de 65% (63,4% e 66,1%, respectivamente).

Outra afirmação, a qual não aparece na figura acima, era “*As características dos seres vivos mudaram ao longo do tempo, favorecendo a diversidade biológica*” e também teve por volta de 60% de escolha positiva (28,7% não souberem responder; 10,4% falso e 60,8% verdadeiro). Com menor número de respostas certas, ficaram as afirmações “*A formação do planeta Terra se deu há cerca de 4,5 bilhões de anos*”, com 46,4%; a “*Espécie humana descende de outra espécie de primata*”, com 41,1%; “*A espécie humana habita a Terra há cerca de 100.000 anos*”, com 29,3%, a “*Organismos diferentes podem ter ancestral comum*”, com 29,8% e “*Os primeiros seres humanos foram presas de dinossauros carnívoros*”, com 37,4% (a única afirmação do grupo cuja resposta certa era negativa).

No entanto, aparece com destaque nos dados representados na figura a grande porcentagem de estudantes que escolheu a opção “não saberia dizer”, principalmente nas afirmações relacionadas ao tempo aproximado que a espécie humana atual surgiu e à ancestralidade comum entre os seres vivos, ambas com mais de 50%. Em seguida, está a afirmação sobre a localização temporal do tempo de formação do planeta Terra, com 44%. Logo, os estudantes não apresentaram convicção sobre tais afirmativas. A autora conclui:

Os estudantes brasileiros reconhecem que as espécies mudaram ao longo do tempo, percebem nos registros fósseis que as espécies que viveram no passado são diferentes das atuais e ainda reconhecem que o conceito de evolução pode ser aplicado a plantas e animais. (...) Além disso, os jovens demonstraram que não possuem convicção sobre a origem do homem e a ancestralidade comum entre os organismos, particularmente, a ancestralidade do homem. (...) O que parece mais preocupante é a falta de clareza sobre o parentesco entre as espécies, pois não reconhecem o conceito de ancestralidade comum. (OLIVEIRA, 2015, p. 156-157)

Sobre a evolução humana, o barômetro elencou quatro interpretações que estão presentes na sociedade, sendo uma delas a científica “*Uma evolução gradual devido às variações genéticas e seleção natural*”. Essa questão especificamente foi colocada no formato de múltipla escolha e os estudantes deveriam escolher a opção que representasse, segundo eles, a origem do homem.

Sobre os resultados, 21,8% dos participantes escolheu a explicação científica. A opção “não saberia dizer” foi a mais escolhida, juntamente com a opção que representava a origem humana como uma criação sobrenatural (“*Da criação divina,*

diretamente com as formas que conhecemos atualmente”), ambas com 30,6%. A alternativa “*Um plano divino que planejou e guiou a evolução biológica*” foi escolhida por 11,3% dos jovens e a “*Uma progressão natural guiada para atingir a perfeição – o homem*”, por 5,6%.

Ou seja, predominou entre os estudantes a visão criacionista da origem do homem, sendo inclusive maior do que a visão representada pelo designe inteligente. Além de tais concepções, muitos jovens brasileiros afirmaram não saber qual a origem de sua espécie,

4.2.2. Análise dos Livros Didáticos Brasileiros

a. Livros de Ensino Médio

As três coleções analisadas encontram-se no quadro 10, sendo que as duas primeiras (coleções A e B) são do PNLD de 2014 e a coleção C, do PNLD de 2018. Na descrição dos dados coletados as coleções serão devidamente apresentadas. Posteriormente, na justaposição e comparação dos dois países, por segmento, serão referenciadas apenas pelas letras. As figuras 5, 6 e 7 apresentam as capas de um dos livros avaliados de cada coleção, obtidas nos respectivos guias do PNLD.¹⁰

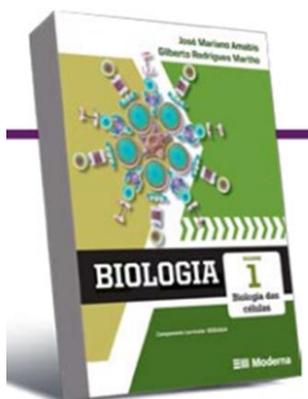


Figura 5. Capa da coleção brasileira A. **Fonte:** BRASIL, 2011.



Figura 6. Capa da coleção brasileira B. **Fonte:** BRASIL, 2011.

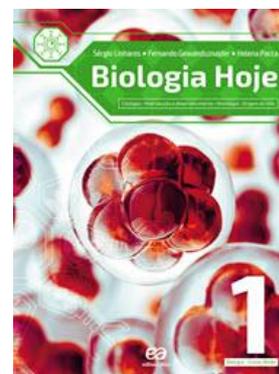


Figura 7. Capa da coleção brasileira C. **Fonte:** BRASIL, 2018.

¹⁰ Os Guias do PNLD podem ser acessados em:
<http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/guia-do-livro-didatico/item/2988-guia-pnld-2012-ensino-m%C3%A9dio>
<http://www.fnde.gov.br/pnld-2018/>

Quadro 10. Dados obtidos nos livros didáticos brasileiros de EM.

		Brasil		
Categorias	Subcategorias	Coleção A	Coleção B	Coleção C
Aspecto histórico	Pensamento Aristotélico	1	2	1
	Primeiros transformistas	1	1	2
	Lamarck	3	2	3
	Charles Darwin	3	3	3
	Wallace	2	3	2
Evidências	Fosseis e fossilização	3	3	2
	Anatomia comparada	3	3	3
	Órgãos vestigiais	3	2	3
	Embriologia Comparada	1	1	2
	Biologia Molecular	3	2	3
Teoria darwinista	Seleção Natural	3	3	2
	Seleção Artificial	3	3	3
	Seleção Sexual	2	2	2
	Influência Lyell	1		2
	Influência Malthus	3	3	2
Síntese Moderna e outras discussões atuais	Influências de outras áreas		2	1
	Genética de populações	1	2	3
	F.E. Seleção Natural	2	2	2
	Tipos de seleção natural			
	F. E. Deriva Genética	2	3	3
	F. E. Mutação	3	2	3
	F. E. Migração	3	3	1
	Macroevolução - especiação	2	2	2
	Macroevolução – extinção	1	3	3
	Sistemática Filogenética	2	3	2
	Anagênese x cladogênese	3	3	3
Gradualismo x Eq. Pontuado		3		
Evolução Humana	Evolução dos primatas	3	3	2
	Evolução dos hominídeos	3	3	3
	Evolução do gênero <i>Homo</i>	3	3	3
	Evolução cultural	2	2	2
	Migrações (expansão areal)	1	2	

Legenda: Números equivalentes ao grau de profundidade na exploração dos temas. **Fonte:** Elaboração própria.

- **Biologia – Coleção A**

A coleção A da primeira tabela se refere ao livro *Biologia* da editora Moderna. Embora haja referências a conceitos evolutivos nos três volumes, o conteúdo propriamente dito se encontra principalmente na unidade 2 do volume 3 (*Biologia das populações*), utilizado pelo 3º ano, entre os módulos referentes à genética e ecologia.

Todas as unidades de registro da categoria aspectos históricos estão presentes no volume 3. Há uma referência indireta a Aristóteles (nível 1), pois coloca o fixismo como concepção presente, antes do advento das teorias transformistas, na maioria dos naturalistas europeus, até pelo menos a primeira metade do século XIX. Cita também que muitos eram criacionistas, como o Lineu, discutindo as diferenças epistemológicas entre o criacionismo e o evolucionismo, este sendo científico e aquele, não. A partir dessa discussão, alguns aspectos da filosofia das ciências e da produção do conhecimento científico são abordados.

Embora não sejam explícitos os primeiros transformistas, anteriores a Lamarck, o texto cita que já no século XVIII existiam naturalistas que não eram fixistas (nível 1) e, em seguida, são abordadas as ideias de Lamarck, tanto de forma a explorar os conceitos da lei do uso e desuso e da herança dos caracteres adquiridos, como ressaltando sua importância para o desenvolvimento do pensamento evolutivo.

Os autores enfatizam que Lamarck não ficou conhecido por suas ideias centrais, como a geração espontânea e a tendência ao aumento da complexidade, mas sim pela interferência do ambiente nas transformações dos seres vivos (lei do uso e desuso) e da transmissão das características adquiridas (lei da transmissão dos caracteres adquiridos), que não eram originais do autor (nível 3). O livro traz o exemplo da girafa e destaca especificamente a influência que o naturalista francês teve para Darwin, que não só continuou adotando a lei do uso e desuso, mas fez referência direta a ele em *A origem das espécies*.

Ao falar das ideias evolutivas de Darwin, o livro as compara com as ideias de Lamarck, destacando a ancestralidade em comum de todos os seres vivos como um aspecto em concordância e a seleção natural, como ponto de divergência. Antes de entrar em detalhes sobre a formulação das ideias de Darwin e a influência da viagem a bordo do *Beagle* nesse processo, o significado de seleção natural já é introduzido. Esse conceito é explicado a partir dos fatos observados pelo naturalista e as inferências as quais tais fatos o levaram (nível 3 tanto na categoria de Charles Darwin quanto na de seleção natural).

Na exploração da teoria elaborada por Darwin, o livro discute as principais observações feitas pelo inglês em galápagos, como as semelhanças e diferenças entre as espécies de pássaros fringilídeos e algumas das influências que o levaram a chegar a sua teoria. Dentre tais influências, o texto destaca Charles Lyell, comentando que Darwin levou o livro *Princípios de Geologia*, escrito pelo geólogo, na viagem e que suas

primeiras anotações foram nessa área (nível 1). Destaca também Thomas Robert Malthus, explicando como a teoria do crescimento populacional e de recursos, um de maneira aritmética e o outro de maneira geométrica levaram ao conceito de luta pela sobrevivência (nível 3).

Há também referência à seleção artificial. Além de explicar e trazer exemplos da seleção artificial mostra como esta foi importante para a explicação da seleção natural, tendo sido utilizada por ele como argumento (nível 3). Destaca que Darwin foi também criador de pombos, tendo obtido variedades a partir de uma espécie selvagem (figura 8).



Figura 8. Representação das variedades de pombos obtidas por meio da seleção artificial. **Fonte:** AMABIS; MARTHO, 2010c, p. 152.

O livro aponta que apesar de Darwin ter concluído seu trabalho em 1844, não o publicou por receio que suas ideias não fossem bem aceitas. Destaca a influência de Alfred Russel Wallace para a publicação em 1859, o qual enviou seu próprio manuscrito a Darwin com ideias muito semelhantes. Por esse motivo foi publicado um trabalho conjunto entre os dois em 1858, na *Linnean Society of London* (nível 2).

Para sustentar a teoria evolutiva, aborda todas as evidências estabelecidas como unidades de registro, explorando inicialmente a importância dos fósseis, os processos que os formam e como se faz a datação dos mesmos (nível 3). Relaciona tanto as evidências anatômicas, quanto embriológicas em um mesmo tópico (“evidências anatômicas e fisiológicas da evolução”). A anatomia comparada tem mais ênfase, sendo que o texto relaciona tal comparação com os conceitos de homologia/analogia e aos conceitos de evolução convergente e divergente (nível 3). A embriologia é apenas citada

brevemente, estando também relacionada à formação de estruturas anatômicas semelhantes. Explica de maneira geral o que são órgãos vestigiais e porque demonstram uma evidência a favor da evolução, trazendo exemplos como o apêndice vermiforme (nível 3).

Os autores discutem como a biologia molecular, por meio de técnicas modernas de análise bioquímica, evidencia o processo evolutivo, destacando semelhanças entre estruturas moleculares de diversos organismos, tanto em nível de proteína como molecular. Explora o exemplo do citocromo c, destacando que existe maior semelhança entre essa proteína entre seres humanos e chimpanzés do que entre seres humanos e outros seres vivos. Tal fato representa o alto grau de parentesco entre as duas espécies (nível 3) de primatas.

O texto não aborda todos os tipos de forças evolutivas inicialmente, explorando a importância da mutação no processo como fonte de origem de novos alelos. Coloca como fatores da evolução a mutação, a recombinação gênica e a seleção natural. Logo, coloca a recombinação também como uma força evolutiva e omite a deriva genética e a migração nesse primeiro momento.

A importância da variabilidade genética é evidenciada nesse contexto da teoria sintética e das discussões atuais, e coloca que tanto as mutações como a recombinação gênica, uma gerando novos alelos e outra, novas combinações genéticas, são responsáveis por ela. Discute como ocorrem as mutações, ilustrando sequências de DNA e possíveis alterações (levando em consideração que o código genético é degenerado) que podem ocorrer, exemplificando com o caso da anemia falciforme e explorando os mecanismos de reparo de DNA, assim como os agentes mutagênicos (nível 3).

O texto retoma o conceito de seleção natural, enfocando ainda as ideias de Darwin e sintetizando que “de uma forma ou de outra, em última análise, a seleção natural implica a reprodução diferencial dos indivíduos de uma população, em que os mais bem adaptados têm maior chance de deixar descendentes” (AMABIS; MARTHO, 2010c, p. 168). Retorna ao exemplo da anemia falciforme e a vantagem dos indivíduos heterozigotos para o alelo da siclemia em áreas de malária e adiciona o exemplo da resistência bacteriana à antibióticos e os estudos em laboratório da espécie *Drosophila melanogaster*.

Complementarmente, fala de seleção sexual, fazendo novamente referência a Darwin, dando exemplos como o canto e a plumagem colorida de pássaros (nível 2) e

apresenta o conceito de adaptação, dividindo-a em adaptação de indivíduos e de população, sendo a segunda coincidente com a adaptação evolutiva. O texto refere-se à adaptação individual como “um processo de ajustamento individual conhecida por homeostase, em que um organismo percebe as condições ambientais e ajusta-se a elas” (AMABIS; MARTHO, 2010c, p. 171) e dá exemplos de como o aumento de número de hemácias em regiões de muita altitude, cujo termo mais correto seria aclimatação.

Os autores, em sequência, apresentam as bases genéticas da evolução, os fatores que influenciam na composição gênica de uma população e como calcular a frequência gênica. Citam o equilíbrio gênico, mas sem explicá-lo ou relacioná-lo a seus pressupostos. Relacionam a mutação com a seleção natural e explicam também a migração (nível 3) e a deriva genética (nível 2), mostrando como elas alteram a frequência de uma população e dando exemplos.

Com relação a aspectos macroevolutivos, o texto discute os conceitos de anagênese e cladogênese como os dois processos evolutivos fundamentais com relação a diversificação da vida (nível 3). Discute o conceito de espécie e de radiação adaptativa, como um processo de formação de subespécies. Sobre o processo de especiação, exemplifica a especiação alopátrica e simpátrica (nível 2) e discute os processos de isolamento reprodutivo.

As duas últimas seções sobre evolução do volume 3 da coleção são sobre a origem dos grandes grupos de seres vivos e sobre evolução humana. Na primeira, o livro apresenta as divisões do tempo geológico e um quadro com os principais eventos biológicos de cada era, período ou época. Discorre também, ao longo do texto principal, sobre os principais eventos e a origem de alguns grupos como os tetrápodes e os vegetais. Cita tanto a expansão como a extinção dos dinossauros, sendo o único momento que a unidade de registro “extinção” foi encontrada no volume e tendo sido classificada como nível 1.

Ao discutir a evolução humana, destaca de maneira explícita que:

(...) a proposta de Darwin (sobre a relação entre humanos e macacos) foi mal compreendida e deu origem à ideia equivocada de que nossa espécie originou-se diretamente de macacos, como gorila e o chimpanzé, mas o que Darwin e seus seguidores defendiam é que nossa espécie e os grandes macacos tiveram um mesmo ancestral no passado (AMABIS; MARTHO, 2010c, p.201).

Inicialmente, uma breve consideração é feita sobre o documentário fóssil da história humana, colocando que, entre o período de 13 a 6 milhões de anos atrás, este é muito incompleto e que a maioria dos fósseis humanos se resume a fragmentos corporais (dentes, pedaços de crânio, de mandíbula, etc.). O texto destaca também que Darwin havia previsto, em 1871, que os vestígios dos ancestrais humanos seriam encontrados na África.

Antes de entrar em detalhes da história evolutiva da linhagem humana, aponta as semelhanças moleculares com outros animais, destacando que os chimpanzés são os seres vivos com a maior proximidade evolutiva com os humanos e mostrando sua classificação taxonômica, ainda em discussão.

Discute a evolução dos primatas, destacando não só as características em comum (i.e. dedo oponível, visão estereoscópica, vida familiar e cuidado com a prole), mas explorando as principais características de diversos grupos de primatas atuais (nível 3), como os prossímios, os platirrinos e catarrinos. Coloca que o fóssil de um animal pequeno com atividade noturna na espécie *Purgatorius unio* pertence supostamente ao grupo ancestral de todos os primatas.

Entra em detalhes da discussão dos hominídeos, trazendo os fósseis encontrados e as principais características das espécies de *Australopithecus* e suas novidades evolutivas (nível 3). Discute as várias espécies do gênero *Homo* que existiram, mostrando suas características e a importância para os estudos evolutivos humanos dos *Homo erectus* e *Homo neanderthalensis*. Em todas as discussões, apresenta as tendências evolutivas de cada grupo/espécie e faz um comparativo de altura e massa cerebral. Cita o surgimento africano da espécie *Homo sapiens* e sua expansão de areal, sem entrar em detalhes do processo de migração (nível 1). Assim como discute de maneira genérica a evolução cultural e tecnológica (nível 2).

O livro apresenta uma seção chamada Ciência e Cidadania, a qual apresenta assuntos atuais de interesse geral, com uma leitura guiada com exercícios, como, por exemplo, “Diversidade genômica humana” e “por uma humanidade desracializada”.

Nos volumes anteriores, como supramencionado, algumas referências também aparecem. No caso do primeiro livro da coleção, há um subtópico “variabilidade genética, seleção natural e adaptação” dentro do primeiro capítulo que trata da biologia como ciência e das características dos seres vivos. O livro introduz brevemente a teoria evolucionista, a seleção natural e a importância da variabilidade para esse processo, além de mencionar os naturalistas Charles Darwin e Alfred Wallace.

No segundo livro, referências à evolução aparecem no capítulo destinado à classificação. O texto, após apresentar as categorias taxonômicas, entra na discussão se é possível conceituar uma espécie, citando Theodosius Dobzhansky (1900 – 1975) e Ernst Mayr (1904 – 2005), e discute como a teoria evolucionista explica a formação de novas espécies (espeiação alopátrica e simpátrica).

Discute, em uma seção específica, a relação entre a classificação biológica e o parentesco evolutivo, na qual são retomadas as ideias de Darwin, especialmente a ancestralidade em comum entre todos os seres vivos, para então enfatizar que tais ideias foram agregadas à classificação biológica e que esta reflete o, maior ou menor, grau de parentesco entre os seres vivos.

Uma reconstrução histórica sobre filogenias é feita, na qual são citadas o próprio Darwin e o alemão Ernst Haeckel (1834-1919), chegando a mencionar a influência da biologia molecular para a reconstrução das filogenias na atualidade.

Antes de entrar especificamente na sistemática filogenética, apresenta os conceitos de homologia, divergência evolutiva e convergência evolutiva. Fala então de cladogramas, trazendo aspectos interpretativos (figura 9) e termos específicos, como apomorfias e grupos monofiléticos. Destaca ainda algumas mudanças na classificação dos seres vivos devido aos estudos filogenéticos, como o fato estar dentro do clado dos répteis e a proposta de se alterar a família das espécies de chimpanzés (atualmente na família Pongidae) para a mesma família dos seres humanos.

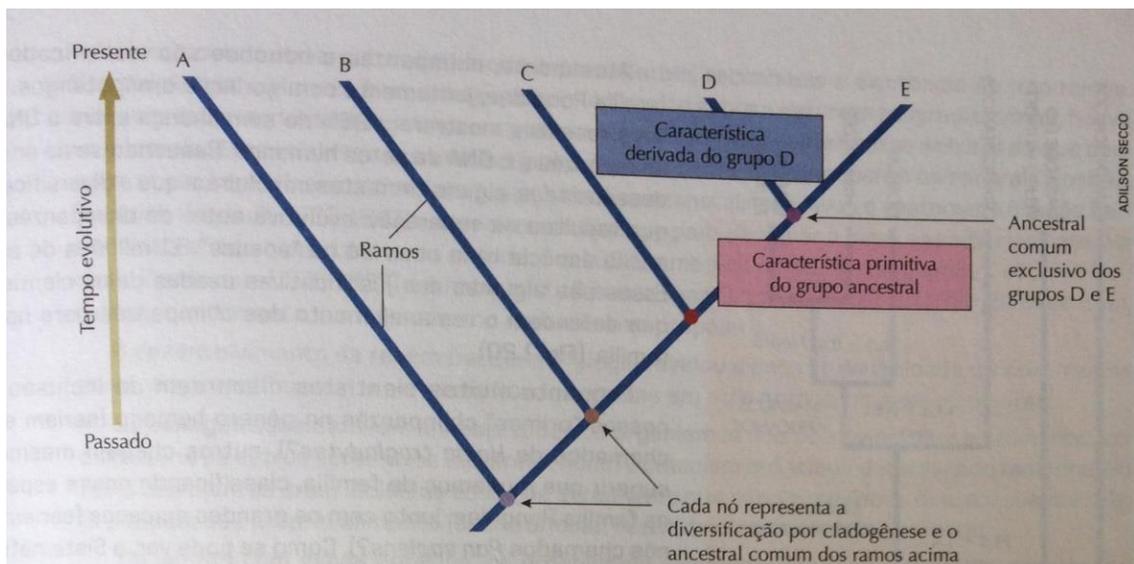


Figura 9. Exemplo de cladograma presente no livro, com aspectos interpretativos. **Fonte:** AMABIS; MARTHO, 2010c, p. 35.

- **Bio – Coleção B**

A segunda coleção mais vendida no PNLD de 2012 foi a Bio, da Editora Saraiva. Foram encontrados conteúdos de evolução nos três volumes do livro. No primeiro livro, a evolução é citada no capítulo introdutório, dentro do tópico das características dos seres vivos. Nesse, os autores explicam brevemente a teoria da evolução por seleção natural e traz exemplos atuais, como resistência de bactérias a antibióticos.

Na segunda unidade, o livro trata da origem e da história evolutiva da vida, fazendo relações com a dinâmica do planeta (como, por exemplo movimento das placas litosféricas) e trazendo uma tabela detalhada das eras, períodos e épocas geológicas, os eventos evolutivos e a posição aproximada dos continentes. Embora não cite o conceito de radiação adaptativa explicitamente, coloca que “a análise de fósseis indica que o número de espécies novas aumentou muito em determinados períodos do tempo geológico” (LOPES: ROSSO, 2010a, p. 211).

Termina o capítulo falando das extinções em massa e colocando o processo de extinção como sendo natural, frequente e que atua de maneira decisiva sobre a diversidade biológica. Apresenta os cinco grandes eventos de extinção em massa (intensidade 3) e aponta como possível causa comum de todos eles mudanças climáticas, sem entrar em detalhes ou aprofundar a discussão. No caso da extinção do final do cretáceo, traz um quadro que discute as possíveis explicações para a extinção dos dinossauros.

No segundo volume da coleção, são tratados os assuntos de fisiologia, genética e evolução (unidade 3). Essa unidade apresenta na sua abertura o tópico “Por que estudar Evolução?” e o responde com um contexto histórico da descoberta dos antibióticos e a resistência que muitas bactérias apresentam atualmente. Na abertura da unidade, traz também um trecho do livro A origem das espécies que define o conceito de seleção natural.

São dois os capítulos da unidade 3. O primeiro é denominado “Processos evolutivos” e trata das evidências e das teorias evolutivas. Inicialmente, retoma a ideia de que a diversidade variou ao longo do tempo devido ao aparecimento e desaparecimento dos seres vivos. Além de citar novamente as cinco grandes extinções e apresentar um gráfico que mostra o tempo, o número de famílias e a taxa de extinção, coloca que “atualmente estamos vivendo mais um evento de extinção, decorrente de

mudanças no ambiente relacionadas principalmente à interferência humana nos ecossistemas” (LOPES; ROSSO, 2010b, p. 431).

Os autores fazem um breve histórico do pensamento evolutivo, colocando tanto o fixismo quanto o essencialismo como características do pensamento pré-evolutivo. No entanto, não relaciona a origem de tais ideias a Aristóteles. Relaciona-as apenas ao criacionismo e enfatiza que, para o essencialismo, a variabilidade era irrelevante e causada de forma acidental. Inicialmente, não cita nenhum transformista anterior a Darwin e Wallace, colocando que foi a partir de 1858, com os dois naturalistas, que a aceitação das ideias evolutivas começou a ocorrer. Portanto, não coloca a importância e a influência do Lamarck nesse contexto.

Já nesse primeiro tópico de discussão acima descrito, deixa explícito a importância no pensamento populacional para a compreensão da evolução. Coloca que:

A aceitação dos processos evolutivos veio relacionada com a substituição do pensamento tipológico pelo populacional: ao estudar uma população, vemos que os indivíduos apresentam pequenas variações entre si (LOPES; ROSSO, 2010b, p. 432).

Termina esse primeiro tópico do capítulo falando também da teleologia e apontando que as ideias de Darwin mostraram que essa corrente de pensamento não é aplicável aos seres vivos.

Em seguida, discute as evidências da evolução, tendo aparecido nessa unidade de contexto todas as unidades de registro estabelecidas. Destaca-se na discussão das evidências a categoria dos fósseis e fossilização, pois explicação detalhada é trazida, com diversos exemplos e um quadro chamado “estimando a idade dos fósseis” que discute a datação radioativa. Portanto, a categoria foi classificada no nível 3.

A anatomia comparada também foi classificada como 3, mas vale ressaltar que o conceito de homologia é o foco principal do texto, o qual enfatiza que “estruturas homólogas são aquelas que derivam de estruturas já existentes em um ancestral comum exclusivo, podendo ou não estar modificada para exercer uma mesma função” (LOPES; ROSSO, 2010b, p. 436). As categorias dos órgãos vestigiais, biologia molecular e embriologia comparada tiveram menor espaço, sendo que esta última foi classificada no nível 1.

Ainda no primeiro capítulo, são abordadas as teorias evolucionistas, focalizando a teoria de Lamarck, de Darwin e a teoria sintética da evolução. O texto principal traz os

aspectos relevantes de cada uma delas e, com relação as duas primeiras, quadros adicionais dos naturalistas envolvidos (Lamarck, Darwin e Wallace) são apresentados. Como entra em detalhes da viagem de Wallace e Darwin, incluindo as observações e deduções feitas, as categorias relacionadas aos dois ingleses foi classificada com a intensidade 3.

Lamarck, por sua vez, foi classificado no nível 2. Embora tenha sido destacada sua importância para o desenvolvimento do pensamento evolutivo, tendo sido colocado que ele “foi um dos primeiros a propor uma teoria sistematizada sobre evolução” (LOPES; ROSSO, 2010b, p. 438), explica seu mecanismo por meio da lei do uso e do desuso e da herança dos caracteres adquiridos. Os autores trazem ainda um trecho do prefácio de A origem das espécies, no qual o próprio Darwin destaca a importância do francês, não só por sua opinião de que as espécies atuais descendem de outras espécies, mas por ter concluído que tais mudanças não são resultados de interferências sobrenaturais (e sim por leis que regem o mundo orgânico, tanto quanto o inorgânico).

Com relação a teoria proposta por Darwin, o texto principal enfatiza as observações do naturalista inglês, com foco nos tentilhões da ilha de Galápagos (figura 10).

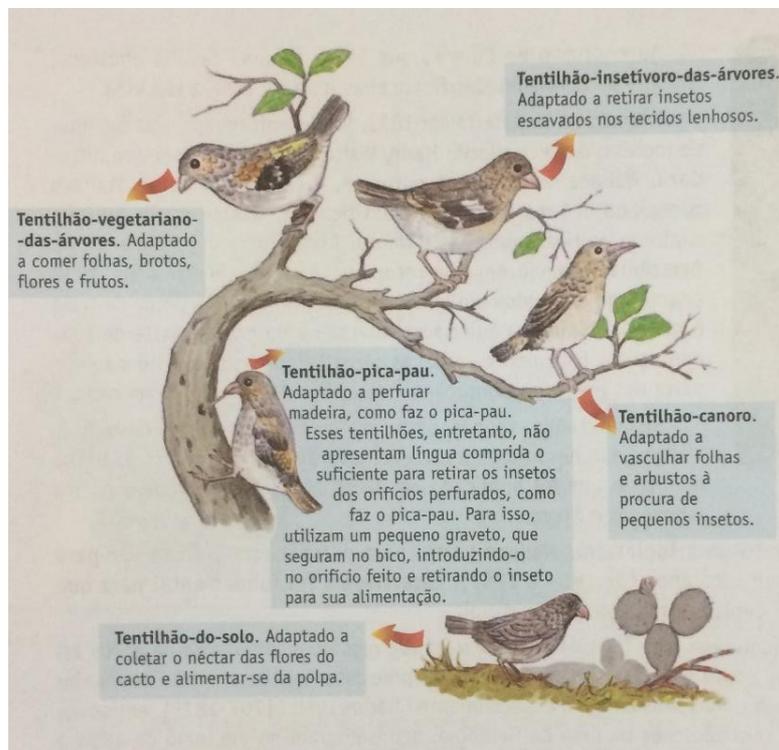


Figura 10. Variedades de tentilhões encontradas em Galápagos. **Fonte:** LOPES; ROSSO, 2010b; p. 444

Juntamente com outras observações, tanto de fósseis quanto da natureza *in vivo*, Darwin se convence que as espécies podem mudar ao longo do tempo. A elaboração pela qual isso ocorre, nomeada por ele de seleção natural, foi influenciada pelo ensaio de Thomas Malthus. Como o texto relaciona explicitamente as ideias do economista com a disputa pela sobrevivência e o mecanismo da seleção natural, tal categoria foi classificada como nível 3.

Os autores enfatizam também o conceito de seleção artificial, dando exemplos tanto de animais (raças caninas) como vegetais (variedades alimentícias de *Brassica oleracea*), mostrando como Darwin transferiu tal conceito à seleção natural a fim de explicá-la (nível 3).

Novamente, o livro deixa explícito que a evolução não é um processo progressivo em busca da perfeição. Destaca que o próprio Darwin, evitou usar o termo “evolução”, utilizando “descendência com modificação” para evitar tal interpretação progressiva. Também nesse sentido, diz sobre seleção natural:

A seleção natural deve ser entendida como um processo evolutivo e, como tal, não tem finalidade ou intenção. Deve-se evitar dizer que uma espécie “desenvolveu” uma adaptação, ou que os organismos “tentam” ou “querem” se adaptar, o que seria um linguajar finalista, com um fim determinado (LOPES; ROSSO, 2010b, p. 447).

Com relação à teoria sintética, começa ressaltando a importância da redescoberta dos trabalhos de Mendel, colocando que a princípio apenas a mutação era vista como responsável pela evolução. Ressalta que posteriormente a seleção natural voltou a ter importância na área acadêmica. A partir dessa retomada e de contribuições de outras áreas, teria surgido a teoria sintética.

Aborda as quatro forças evolutivas, chamando-as de “fatores que atuam sobre o conjunto de genes de uma população”. No entanto, coloca também a permutação e a reprodução sexuada como um desses fatores, o quais não podem ser considerados como forças evolutivas, já que não alteram a frequência alélica em uma população. A permutação (*crossing-over*) e a reprodução sexuada são importantes em termos de variabilidade genética entre os indivíduos, mas apenas a mutação é fonte de variabilidade, formando novos alelos

Assim, todas as categorias das forças evolutivas foram encontradas, sendo que apenas a migração e a deriva genética foram classificadas no nível 3. O livro faz um paralelo entre a deriva e a seleção natural, colocando que, diferentemente da seleção

natural, que não é aleatória, a deriva é um processo ao acaso e que não depende da adaptabilidade dos indivíduos. O texto volta a falar de seleção natural no contexto da síntese moderna, mas o discute apenas a partir de exemplos, como o caso da seleção em favor do heterozigoto da anemia falciforme, a resistência a antibióticos e o mimetismo (nível 2).

Os autores terminam o primeiro capítulo de evolução da unidade (antes dos exercícios e roteiro de estudo) com um quadro “tema para discussão”, no qual traz um artigo da revista *Ciência Hoje* que discute e contrapõem exemplos clássicos utilizados no ensino, como o pescoço da girafa e o melanismo industrial.

O segundo capítulo é destinado para a discussão da genética de populações e da especiação. É explicado como se calcular a frequência gênica, assim como os pressupostos do equilíbrio de Hardy-Weinberg. Como apenas cita que os fatores influenciam na frequência gênica, fazendo com que uma população não esteja no equilíbrio, mas não relaciona como cada um deles influencia especificamente, foi classificado como nível 2.

Por fim, termina o livro com a especiação, introduzindo-a com a discussão a respeito do gradualismo e equilíbrio pontuado (nível 3) e falando posteriormente de dois tipos de especiação (nível 2): especiação com ou sem isolamento geográfico (sem entrar nos termos especiação alopátrica e simpátrica). No caso da especiação sem isolamento, traz como exemplo a poliploidia em plantas.

A primeira unidade do volume 3 da coleção é intitulada “Evolução e classificação” e, além de discutir taxonomia e sistemática, introduz como serão estudados os seres vivos ao longo do livro, baseando-se na sistemática filogenética. Assim, mesmo que algumas vezes de forma indireta, nesse volume a evolução é utilizada para apresentar a biodiversidade.

Logo, observa-se que a categoria da sistemática filogenética, além de estar presente no livro, tem bastante ênfase. Há um subtópico específico dentro do capítulo de classificação exclusivo para desenvolver aspectos do pensamento filogenético, de como interpretar as árvores filogenéticas e como construí-las, utilizando para tal as terminologias específicas da área (nível 3).

Complementarmente, apresenta a história da classificação e coloca a área da sistemática como em constante modificação, uma vez que novos dados, principalmente moleculares, vão sendo coletados. O texto inicia esse subtópico com uma breve apresentação de duas escolas que utilizam a evolução como base da classificação, para

posteriormente focar na filogenética ou cladística. Antes, no entanto, fala de cladogênese e anagênese, utilizando os termos específicos (nível 3) e colocando-as como as duas possibilidades de evolução dos seres vivos.

Por fim, a unidade de contexto sobre evolução humana se encontra no último capítulo do livro, dentro da unidade 3 (“Os fungos e os animais”), após a discussão dos mamíferos.

Inicia o capítulo situando a espécie humana no grupo dos vertebrados, classe dos mamíferos, no grupo dos primatas, dando ênfase nas características em comum desse grupo e apresentando a classificação geral dos primatas (nível 3). Apresenta uma árvore evolutiva ilustrando essa classificação e mostrando as relações de parentescos entre os grupos atuais de primatas (figura 11).

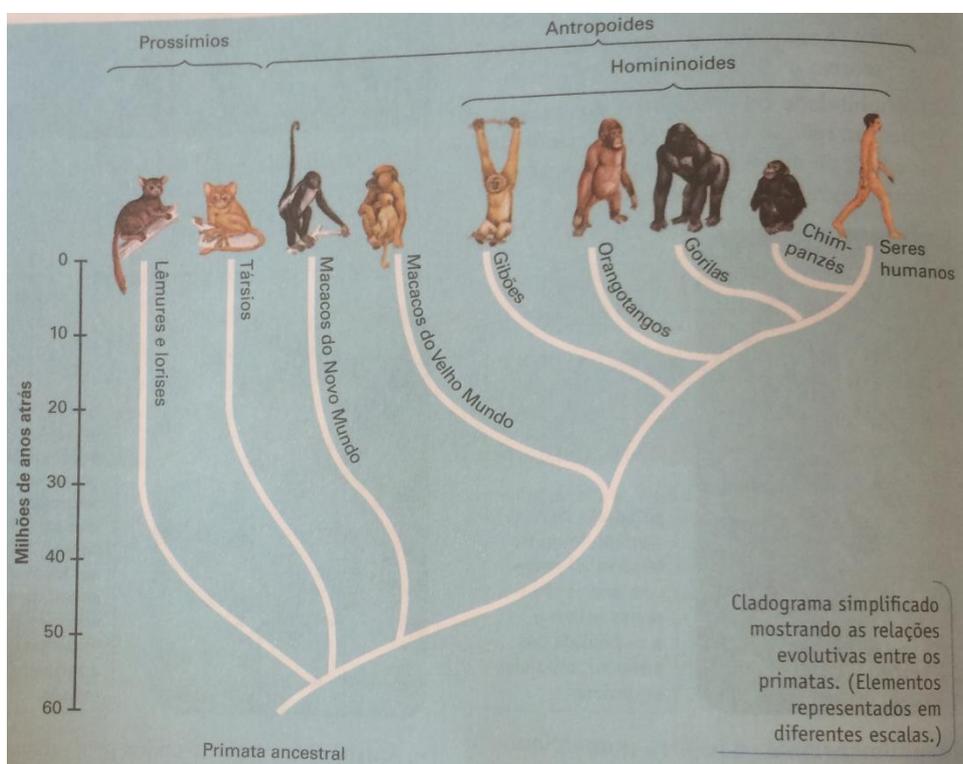


Figura 11. Árvore filogenética dos primatas. **Fonte.** LOPES; ROSSO, 2010c, p. 460.

Em sequência, trata especificamente da linhagem humana, apontando suas novidades evolutivas, como o bipedismo e o aumento da massa encefálica, por exemplo. Ao falar dos primeiros hominídeos, cita as diversas espécies fósseis relacionadas diretamente à evolução humana, explicando principalmente as características da espécie *Australopithecus afarensis* (nível 3). Explicita que diversas espécies de hominídeos possivelmente conviveram e que, há aproximadamente entre 2 a 3 milhões de anos, as

tais espécies poderiam ser classificadas em dois grupos: dos australopitecíneos e do gênero *Homo*.

A categoria sobre a evolução do gênero *Homo*, por sua vez, também foi classificada no nível 3. Além de apontar as características em comum a todas as espécies pertencentes a esse gênero, detalha cada uma delas, tanto em termos anatômicos, como de distribuição e de desenvolvimento cultural. Cita aspectos culturais de forma diluída e, portanto, foi classificada como nível 2.

A espécie dos neandertais tem destaque no texto, pois, além de discutir as suas características específicas (i.e. vida nas cavernas; rituais de sepultamento), entra também nas possíveis causas de sua extinção, inclusive apontando a hipótese que uma população de *Homo sapiens* possa estar vinculada a extinção dos neandertais.

O texto traz de forma definitiva, a partir de análises de DNA, que não houve cruzamento entre as duas espécies, como se vê no texto: “Hoje se sabe, com base em análise do DNA, que não houve cruzamento entre os neandertais e os cro-magnons” (LOPES; ROSSO, 2010c, p. 466). Porém, atualmente os dados indicam que existem traços de DNA neandertal no genoma de 2 a 4% das populações não africanas, fazendo com que se possa considerar que houve pelo menos uma hibridização parcial entre as duas espécies (CAVALLI SFORZA, 2013)

Por fim, o livro fala da migração e expansão dos *Homo erectus* e do *Homo sapiens*, sem entrar em detalhe ou falar de todas as ondas de migrações especificamente (nível 2).

- **Biologia Hoje – Coleção C**

A terceira coleção analisada é a coleção Biologia Hoje da Editora Ática, a qual também tem uma unidade inteira destinada ao conteúdo evolutivo, entre os conteúdos de genética e ecologia, dentro do terceiro volume da coleção.

A abertura da unidade é feita em uma página com uma breve colocação dos objetivos da área da evolução, a qual ressalta que se procura explicar porque as espécies apresentam semelhanças e diferenças e porque “os seres vivos desenvolveram adaptações que os ajudam a sobreviver e reproduzir em seu ambiente” (LINHARES *et al.*, 2017c, p.110), o que pode levar a uma interpretação finalística.

No início de cada capítulo, é mostrada uma imagem relacionada ao tema central que será estudado, com uma legenda e um breve parágrafo explicativo. No capítulo 8, por exemplo, cujo tema são as primeiras teorias evolutivas, é apresentada a imagem de

uma mariposa-esfinge se alimentando de uma orquídea da espécie *Angraecum sesquipedale*, a partir da qual Darwin havia feito uma previsão sobre coevolução. Antes de iniciar o conteúdo com seus subtópicos, o livro traz perguntas-chaves que podem ajudar a levantar os conhecimentos prévios dos alunos. Traz, ao final, uma seção intitulada “Biologia e Sociedade”, que tem o objetivo de aproximar a ciência com aspectos sociais importantes, como a apropriação da teoria científica que deu origem ao darwinismo social.

Neste livro, a unidade de evolução é a número 3, pois são duas unidades de genética (uma sobre Mendel e outra sobre as discussões pós-Mendel). São também duas unidades destinadas ao conteúdo de evolução. As unidades são organizadas em cinco capítulos: “Evolução – as primeiras teorias”; “A teoria sintética – variabilidade genética e a seleção natural”; “Teoria sintética – genética das populações e formação de novas espécies”; “Evolução – Método de estudo”; “A evolução humana”. Há certa correspondência entre os capítulos e as unidades de contexto estabelecidas, sendo o primeiro relacionado aos aspectos históricos, o segundo e o terceiro relacionado à teoria sintética e às discussões atuais e o último à evolução humana.

O texto cita de forma implícita Aristóteles e o pensamento genérico pré-transformista, referindo-se ao fixismo (nível 1). Inclui também os primeiros pensadores transformistas do século XVIII, anteriores a Lamarck, fazendo referência ao avô do Darwin, Erasmus Darwin (1731 – 1802). Assim como a coleção anterior, ressalta a importância de Lamarck no desenvolvimento do pensamento evolutivo e explora os conceitos de seu mecanismo, enfatizando sua ideia de ancestralidade comum (nível 3).

A teoria proposta por Darwin é bem explorada, incluindo aspectos de seu contexto e da sua produção (nível 3). Não define o conceito de seleção natural a partir de suas observações e conclusões, mas exemplifica com dados que o próprio Darwin utilizou (nível 2).

Ganha destaque no texto o conceito de seleção artificial, sendo enfatizada a estratégia argumentativa que ela representou no livro *A Origem das Espécies* (nível 3). Além da seleção artificial, traz também a seleção sexual, exemplificando-a (nível 2).

Sobre as influências no processo de formulação da teoria evolutiva, apresenta tanto Malthus como Lyell, explicando as teorias de ambos, mas sem correlacionar diretamente com os conceitos que Darwin elaborou a partir deles (nível 2), como é o caso, por exemplo, da luta pela sobrevivência, ideia-chave para a elaboração da seleção natural.

As evidências foram também bastante exploradas. O livro abordou o processo de fossilização (nível 2), comparou a anatomia (nível 3), os órgãos vestigiais (nível 3) e a embriologia (nível 2) como forma de evidências, entrando nos conceitos de evolução divergente e convergente. Com relação à biologia molecular foi também classificado no nível 3, pois explica, “em termos bioquímicos, quanto maior a diferença na sequência de ácidos nucleicos e nas proteínas de duas espécies, maior a distância evolutiva entre elas” (LINHARES *et al.*, 2017c, p. 157). Apresenta também a relação dos dados moleculares com reconstruções filogenética e traz exemplos específicos como a análise dos cromossomos as 2A e 2B, além da hemoglobina, de humanos e chimpanzés.

Com relação à unidade de contexto da síntese moderna, ao discutir o conceito de seleção natural, utiliza de conceitos da genética de populações, assunto que é abordado com profundidade e, pois, relaciona o conceito de evolução à alteração da frequência gênica de uma população ao longo do tempo. Coloca, assim, que a evolução, a partir da teoria sintética, “considera os fatores que alteram a frequência dos genes nas populações, como mutação, a seleção natural, a migração seguida de isolamento reprodutivo e deriva genética” (LINHARES *et al.*, 2017c, p. 126).

Observa-se que todas as forças evolutivas estão presentes. Enquanto a seleção natural é retomada nesse contexto na forma de um exemplo atual (nível 2) e a migração é apenas citada na definição de evolução (nível 1), tanto a deriva genética como a mutação foram amplamente discutidas (nível 3). À primeira, foi atrelado os conceitos do efeito fundador e do gargalo da garrafa e ao segundo as mutações neutras, positivas e negativas.

Para finalizar a unidade de contexto em questão, estão presentes também tanto o conceito de especiação, com a explicação da especiação alopátrica e da simpátrica (sem os termos específicos) e dos mecanismos de isolamento reprodutivo (nível 2), assim como está também presente a sistemática filogenética.

Mesmo sem entrar nas explicações das árvores evolutivas e como são interpretadas nesse capítulo, o tema é tratado no segundo livro da coleção, no capítulo sobre a classificação dos seres vivos. No mesmo, o livro relaciona o desenvolvimento da teoria evolutiva na mudança das classificações que, atualmente, consideram o parentesco evolutivo entre os grupos. Coloca que:

O objetivo da classificação é identificar grupos de organismos que descendam, por evolução, de um mesmo ancestral mais recente, exclusivo. Cães e lobos, por exemplo, são parentes próximos que evoluíram dos

mesmos antepassados. Por esse motivo, ambos pertencem ao gênero *Canis* (LINHARES *et al.*, 2017b, p.14).

Portanto, destaca aspectos interpretativos da sistemática filogenética, mesmo que de maneira superficial (nível 2). Ainda no volume 2, introduz o tópico de classificação e evolução, aborda os termos cladogênese e anagênese, explicando que são os conjuntos de processos que levam à especiação, havendo no primeiro caso separação de uma população em duas e no segundo, não (nível 3).

Voltando ao volume 3 da coleção, são diversos os aspectos mencionados a respeito da evolução humana, sobre a qual há um capítulo específico. Tem maior destaque a evolução dos homínídeos e do gênero *Homo*, sobre os quais são abordados tanto as novidades evolutivas gerais como a descrição de espécies específicas (ambas com nível 3). A evolução dos primatas é abordada de forma a situar as espécies humanas (nível 2) dentro do grupo, sem abordar aspectos evolutivos ou características dos outros primatas. Um panorama geral da evolução cultural e tecnológica é mostrado (nível 2), como, por exemplo, pinturas em cavernas, durante a descrição das espécies do gênero *Homo*.

Por fim, há também menções à evolução no primeiro volume da coleção. No primeiro capítulo (“O fenômeno da vida”) da primeira unidade (“Uma visão geral da biologia”), existe um tópico específico de evolução. Neste, exemplifica o que é evolução com as aves tendo sido originadas de um grupo de dinossauros que sobreviveu à grande extinção de milhões de anos. Coloca então que a mutação e a seleção natural são dois fenômenos importantes para explicar a transformação das populações ao longo do tempo e explica os dois, destacando que no volume 3 serão estudados outros fatores. Ou seja, destaca desde o início da coleção o caráter plural do processo evolutivo.

O último capítulo do livro traz uma reconstrução da história da vida, relacionando com a história da Terra (processos geológicos) e situando tais aspectos com os éons, eras, períodos e épocas geológicas. Introduz brevemente neste capítulo a classificação dos seres vivos e a sistemática filogenética para então discutir os principais eventos evolutivos. Discute também as extinções em massa, citando especificamente a extinção do fim do Permiano e do fim do Cretáceo (nível 3), ressaltando o que “foi somente a partir da extinção dos dinossauros, há 65 milhões de anos, que os mamíferos puderam espalhar-se pelos variados ambientes” (LINHARES *et al.*, 2017a, p.110, p. 282).

b. Livros de Ensino Fundamental – Anos Finais

As coleções escolhidas para análise foram as mais vendidas do PNLD de 2014, sendo a primeira a coleção Projeto Teláris (volume do 7º ano) e a segunda, o Projeto Araribá Ciências (volumes do 7º e 8º ano). Os resultados obtidos encontram-se compilados no quadro 11, que segue.

Quadro11. Dados obtidos na análise de livros brasileiros de EF.

Categorias	Subcategorias	Brasil	
		Coleção D	Coleção E
Aspectos históricos	Pensamento Aristotélico		
	Primeiros transformistas		
	Lamarck		
	Charles Darwin		3
	Wallace		2
Evidências	Fosseis e fossilização	2	1
	Anatomia comparada		2
	Órgãos vestigiais		
	Embriologia Comparada		
	Biologia Molecular		1
Teoria Darwinista	Seleção Natural		3
	Seleção Artificial	1	2
	Seleção Sexual		
	Influência Lyell		
	Influência Mathus		
Síntese moderna e outras discussões	Influências de outras áreas		
	Genética de populações		
	F.E. Seleção Natural	3	2
	Tipos de seleção natural		
	F. E. Deriva Genética		
	F. E. Mutação	1	
	F. E. Migração		
	Macroevolução - especiação		1
	Macroevolução - extinção		
	Sistemática Filogenética	1	1
	Anagênese x cladogênese		
Gradualismo x Eq. Pontuado			
Evolução Humana	Evolução dos primatas	3	3
	Evolução dos hominídeos	1	
	Evolução <i>do</i> gênero <i>Homo</i>	3	
	Evolução cultural	2	
	Migrações (expansão areal)		

Legenda: Números equivalentes ao grau de profundidade na exploração do tema. **Fonte:** Elaboração própria.

As figuras 12 e 13 mostram as capas de um dos livros das coleções analisadas, as quais foram obtidas no Guia de Livros Didáticos¹¹.

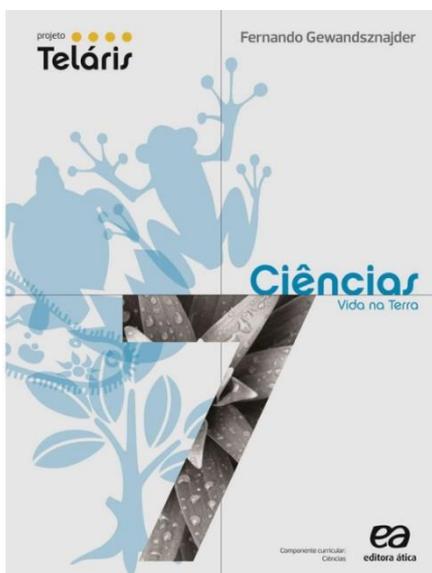


Figura 12. Capa da coleção brasileira D.
Fonte: BRASIL, 2013b.



Figura 13. Capa da coleção brasileira E.
Fonte: BRASIL, 2013b.

- **Projeto Teláris – Coleção D**

A coleção D é a intitulada Projeto Teláris Ciências, da editora Ática, sendo que o livro do 7º ano, o qual contém a parte sobre evolução, tem como subtítulo “Vida na Terra”.

O livro é organizado em unidades e estas, por sua vez, em capítulos. Por mais que não exista um capítulo exclusivo para os conhecimentos relacionados à evolução, alguns deles estão presentes com alta intensidade, como o caso da seleção natural (nível 3), dentro do contexto da síntese moderna e outras discussões.

Os conceitos evolutivos se encontram no capítulo três (“Os seres vivos se reproduzem... e as espécies evoluem”) da primeira unidade (“Vida, matéria e energia”), após a discussão sobre reprodução e seus tipos (assexuada e sexuada) e uma introdução à genética e ao DNA.

No início de cada capítulo, o livro traz uma imagem relacionada ao tema e um breve comentário, normalmente iniciado por uma pergunta que se remete ao conteúdo a

¹¹ Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/guia-do-livro-didatico/item/4661-guia-pnld-2014>

ser desenvolvido. Após breve discussão da imagem, existe um quadro intitulado “A questão é?” com um compilado de questões direcionadoras. No caso do capítulo três, as perguntas são: Quais são os tipos básicos de reprodução? Por que os filhos são semelhantes aos pais? As espécies atuais sempre existiram? O que são mutações? Observa-se que as duas últimas se relacionam mais diretamente com a evolução.

Como evidência apresenta apenas os fósseis, exemplificando o processo de fossilização (nível 2). Já na categoria das discussões atuais, uma das poucas unidades de registro que está presente é a mutação, que recebeu um subtópico específico (“As mutações e a evolução”). Relaciona a mutações às drosófilas, colocando que a observação desses animais representou um avanço nos estudos sobre hereditariedade. Explica que eventualmente aparecem alguns animais diferentes e que o surgimento dessas variedades ocorre por mutações, que são “mudanças acidentais que ocorrem nos genes e fazem surgir genes diferentes dos originais” e destaca que “elas são imprevisíveis e não é possível saber qual característica vai aparecer” (GEWANDSZNAJDER, 2012, p.38 e 39).

Não aborda a mutação como sendo uma força evolutiva, mas relaciona-a com a seleção natural, destacando que as mutações podem prejudicar o organismo ou facilitar sua sobrevivência e reprodução (nível 2).

Sobre a seleção natural, inicia a discussão com um exemplo sobre ursos e explora que características seriam ou não vantajosas em determinado ambiente e o que poderia ocorrer dentro da população com o passar do tempo, enfatizando que algumas características aumentam as chances de um indivíduo sobreviver e se reproduzir e que, sendo assim, “o número de descendentes com essas características tende a crescer ao longo do tempo” (GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 40).

Como traz um quadro com o exemplo de insetos resistentes aos pesticidas, a categoria da seleção artificial foi também marcada como presente (nível 1), mesmo sem ter sido relacionada diretamente ao Darwin.

No capítulo 4, destinado a descrever as teorias de origem da vida, cita novamente a evolução, como sendo o processo que deu origem, ao longo de mais de 3 bilhões de anos, a novas formas de vida desde seu surgimento. Faz uma breve correlação com as mudanças do ambiente físico do planeta e menciona que a história da vida no planeta é organizada em eras e períodos, trazendo uma tabela com os principais seres vivos encontrados em cada um deles (figura 14).

ERA	PERÍODO	INÍCIO (em anos)	SERES VIVOS E FATOS MARCANTES DA EVOLUÇÃO
CENOZOICA	Quaternário	1,8 milhão	 Surgimento da espécie humana. Extinção de alguns dos grandes mamíferos, como o mamute. Plantas com flor dominam.
	Terciário	65 milhões	 Mamíferos, insetos e aves se espalham pela terra. Plantas com flor e fruto dominam.
MESOZOICA	Cretáceo	145 milhões	 Extinção dos dinossauros. Primeiras plantas com flor.
	Jurássico	205 milhões	 Primeiras aves. Os dinossauros se diversificam. Plantas com semente dominam a terra.
	Triássico	245 milhões	 Primeiros dinossauros e mamíferos. Plantas com semente se espalham pela terra.
PALEOZOICA	Permiano	290 milhões	 Primeiras plantas com semente. Répteis e insetos se diversificam pela terra.
	Carbonífero	360 milhões	 Insetos começam a se espalhar pela terra, e anfíbios se diversificam. Primeiros répteis.
	Devoniano	408 milhões	 Primeiros vertebrados terrestres (anfíbios). Plantas se espalham pela terra.
	Siluriano	440 milhões	 Primeiros peixes com mandíbulas e primeiras plantas e invertebrados terrestres.
	Ordoviciano	500 milhões	 Primeiros peixes sem mandíbulas. Invertebrados se espalham pelos mares.
	Cambriano	540 milhões	 Algas e invertebrados nos mares. Primeiros animais com esqueleto.

Figura 14. Principais eventos da história da vida. **Fonte:** GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 49.

Outra unidade de registro das discussões atuais que está presente é a sistemática filogenética, porém foi encontrada em outro capítulo. O capítulo 5 (“Classificando os seres vivos”) apresenta um quadro chamado “a classificação procura dar uma ideia da evolução” no qual, a partir do exemplo da relação entre cães, lobos, coiotes e chacais, relaciona a classificação taxonômica com a evolução e a maior proximidade evolutiva entre as espécies de mesmo gênero do que da mesma classe (e de gêneros diferentes), por exemplo.

A evolução também é citada em outras partes do livro, ao exemplificar a história evolutiva dos grupos específicos nos capítulos subsequentes. Por fim, no final do capítulo 23, que corresponde ao final da unidade sobre o Reino Animal, traz uma sessão complementar, intitulada “leitura especial” sobre a evolução da espécie humana. A mesma é iniciada dando ênfase às características compartilhadas entre seres humanos e outros primatas, mostrando as relações de parentesco evolutivo por meio de uma árvore filogenética.

O texto da leitura complementar traz aspectos importantes sobre a evolução humana, discorrendo sobre as novidades evolutivas com relação aos demais primatas (nível 3), citando espécies de homínídeos fósseis (nível 1), explicando as principais características das espécies do gênero *Homo* (nível 3) e explicitando alguns aspectos da evolução cultural (nível 2). No entanto, vale ressaltar que toda a discussão sobre evolução humana se encontra como forma de leitura especial, um grande quadro complementar, no final do capítulo e fora do corpo do texto principal.

- **Projeto Araribá Ciências – Coleção E**

A coleção E é a segunda mais vendida no PNLD de 2014 e é intitulada Projeto Araribá Ciências, da Editora Moderna. O conteúdo presente no livro do 7º ano é voltando principalmente para a discussão da biodiversidade, baseado na classificação taxonômica dos reinos. O primeiro conteúdo abordado é o conteúdo de ecologia e da relação dos seres vivos com a luz. A unidade três (“A explosão da vida”) é a unidade de maior interesse nesse volume, pois apresenta um tópico chamado “a evolução dos seres vivos”. O foco dessa unidade, e do livro, de maneira geral, não é discutir os conteúdos de evolução em si, mas faz referências constantes à evolução, como sendo um pressuposto básico para o estudo da vida.

Assim, aborda nesse subtópico um breve histórico do surgimento dos primeiros seres vivos. Coloca que eles eram provavelmente unicelulares e que alguns pesquisadores acreditam que os organismos heterótrofos teriam surgido antes dos autótrofos, relacionando-os com o aumento de gás oxigênio na atmosfera terrestre. Explicita que todos os seres vivos foram originados do primeiro ser vivo e coloca, que “desde o surgimento da vida, modificações têm originado espécies diferentes; muitas continuam existindo até os dias de hoje e outras foram extintas” (SHIMABUKURO, 2010a, p. 63).

Dentro ainda do tema “O início da vida na Terra”, apresenta um quadro que explicita que não existe uma espécie mais evoluída que outra, explicando que isso se deve à ancestralidade comum de todos os seres vivos do planeta e que, portanto, todos os seres vivos atuais têm os mesmos 3,8 bilhões de anos de evolução. Coloca:

Do ponto de vista científico, não é correto considerar que uma espécie seja “mais evoluída” do que outra. Não existem espécies mais ou menos evoluídas; existem sim espécies mais ou menos complexas. Por exemplo, o ser humano é mais complexo do que uma ameba, porém é tão evoluído

quanto ela. Isso se deve ao fato de que todos os organismos no planeta teriam um ancestral em comum, que teria surgido há cerca de 3,8 bilhões de anos. Assim, a partir desse ancestral, teriam surgido todas as formas de vida do planeta; portanto, todos os seres vivos teriam cerca de 3,8 bilhões de anos de evolução (SHIMABUKURO, 2010a, p.63).

Dentro do tema “Por que classificar?”, que introduz a taxonomia, apresenta a árvore da vida com uma imagem de uma árvore que mostra os reinos. Como faz referência breve a como interpretar a imagem, especialmente na ancestralidade compartilhada, a unidade de registro sobre sistemática filogenética recebeu a classificação de nível 2.

Ao discutir os grupos de seres vivos, traz aspectos evolutivos, incluindo a representação visual da evolução dos grupos por meio das árvores filogenéticas, como demonstra a figura 15, no subtópico da evolução dos vertebrados.

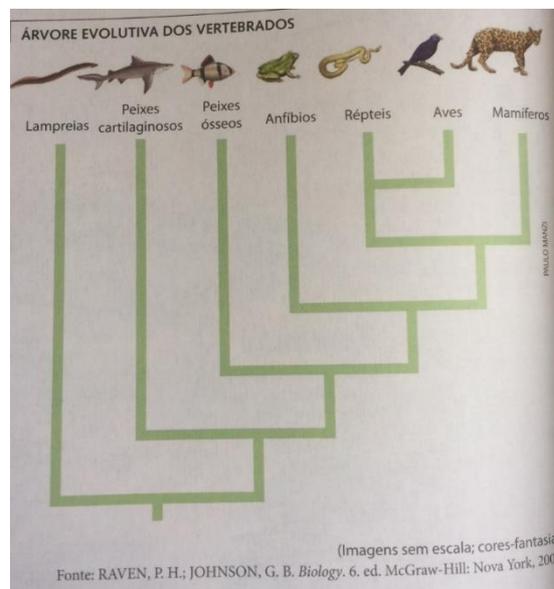


Figura 15. Exemplo de árvore filogenética utilizada no livro. **Fonte:** SHIMABUKURO, 2010a, p. 188.

Mesmo trazendo uma imagem que mostra uma linha do tempo com os principais eventos evolutivos no início da unidade 3, o livro não aprofunda na descrição sobre a história evolutiva dos seres vivos. A imagem serve como abertura da unidade. Complementarmente, no livro do oitavo ano tabela é apresentada com a marcação temporal dos primeiros registros de algumas formas de vida, relacionando o processo evolutivo com mudanças no ambiente terrestre.

Diferentemente dos outros livros analisados, a maior parte do conteúdo de evolução se encontra no livro do 8º ano, logo na primeira unidade. A temática geral do livro é voltada para a espécie humana, sua fisiologia, reprodução e genética. Essa

primeira unidade, especificamente, é denominada de “Somos todos um só?” e introduz a temática da biologia humana trazendo características gerais dos seres humanos, como a comunicação e a locomoção (tema 2), o comportamento humano (tema 3), e a relação da espécie com os demais seres vivos, principalmente no reino animal (tema 4).

A partir dessa temática da evolução humana, discute o pensamento evolucionista (tema 5), a seleção natural (tema 6) e as evidências da evolução (tema 7). O primeiro tema, chamado “de olho nas notícias” traz duas reportagens que discutem a ausência de raças humanas e o genoma humano.

A abertura da primeira unidade apresenta alguns artigos do estatuto do Homem e apresenta dois quadros. O primeiro é uma justificativa do por que estudar a unidade, o qual diz que “saber as principais características dos seres humanos e sua história evolutiva nos ajuda a entender um pouco mais de nós mesmos e de alguns de nossos comportamentos” (SHIMABUKURO, 2010b, p.13). O segundo chama-se “começando a unidade” e relaciona algumas perguntas direcionadoras, entre elas: Você já se perguntou como podem existir tantas espécies diferentes no planeta? Como você explicaria essa diversidade? O que é evolução?

Percebe-se, assim, que o livro discute inicialmente a evolução humana para depois generalizar o assunto e trazer conceitos como o de seleção natural. Localiza taxonomicamente a espécie humana, enfatizando a classe (mamíferos), a ordem (primatas) e a família (Hominidae). Aponta as características que a espécie humana tem em comum com todos os seres vivos, como, por exemplo, a constituição celular, a presença de material genético e o fato de evoluírem. Tem seu foco principal, no entanto, nas características que diferem, principalmente com relação aos outros primatas, exemplificando com a linguagem falada/pensamento abstrato, o volume encefálico e a postura ereta. Por isso, a unidade de registro “evolução dos primatas” foi classificada no nível 3. Essa foi a única categoria encontrada na unidade de contexto referente à evolução humana.

Na unidade de contexto sobre os aspectos históricos, foram encontradas apenas unidades de registros referentes ao Darwin (nível 3) e ao Wallace (nível 2). Enquanto sobre o primeiro foi falado detalhes de sua viagem e da construção de seu pensamento, o segundo foi apresentado como tendo chegado as mesmas conclusões de Darwin e como sendo coautor do primeiro trabalho apresentado na Sociedade Lineana de Londres, em 1958.

No contexto da teoria darwinista, a seleção natural foi classificada com o nível máximo de profundidade estabelecido, pois apresenta o percurso de pensamento de Darwin de maneira bem completa, relacionando os fatos por ele observados, como a grande variabilidade existente entre os indivíduos de uma população, e as conclusões feitas a partir deles (de que certas variedades têm mais chances de sobreviver e reproduzir em determinado ambiente, por exemplo).

Com relação às evidências que sustentam a evolução, estão presentes três unidades de registro. O registro fóssil foi colocado como o mais forte indício da evolução, mas apenas citado (nível 1); a anatomia comparada foi discutida abordando os conceitos de órgãos homólogos e “análogos”; e a biologia molecular foi também citada brevemente, colocando que: “técnicas de genética e de bioquímica têm adicionado novos indícios a favor da evolução dos organismos. Agregando evidências moleculares sobre a relação de parentesco entre eles” (SHIMABUKURO, 2010b, p.31) e tendo sido classificada como nível 1.

A seleção natural foi a única força evolutiva presente na coleção, tendo aparecido tanto da unidade de contexto referente às ideias de Darwin (nível 3) quanto em um contexto mais atual (nível 2), apresentando como exemplo, entre outros, a seleção artificial de baratas resistentes à pesticidas (figura 16). Por esse motivo a unidade de registro sobre seleção artificial estava também presente (nível 2).

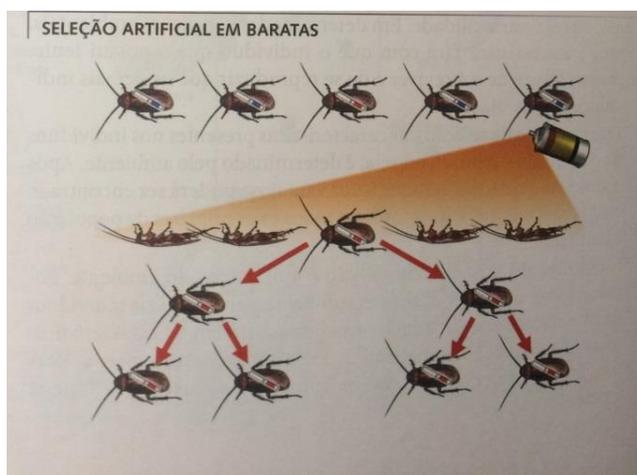


Figura 16. Exemplo se Seleção Artificial presente no livro. **Fonte:** SHIMABUKURO, 2010b, p. 28.

Por fim, estava também presente, no contexto da síntese moderna e outras discussões, uma breve introdução, sem entrar na terminologia específica, sobre a formação de novas espécies (nível 1).

4.3. Dados Italianos

4.3.1. Contextualizando o sistema educacional italiano

O sistema educacional italiano é organizado em quatro grandes segmentos, como mostra a figura 17. O primeiro segmento é chamado *scuola dell'infanzia*, o qual é seguido pelo *primo ciclo* (*scuola primaria* e *scuola secondaria di primo grado*) e *secondo ciclo* (*scuola secondaria di secondo grado* ou *istruzione e formazione professionale*). Esses três segmentos são equivalentes à escola básica e antecedem a *Istruzione e Formazione Superiore*, a qual engloba tanto a universidade (dividida em dois ciclos, a *laurea triennale*, de três anos, e a *laurea specialistica*, de dois anos) e a *Formazione Tecnica Superiore*.

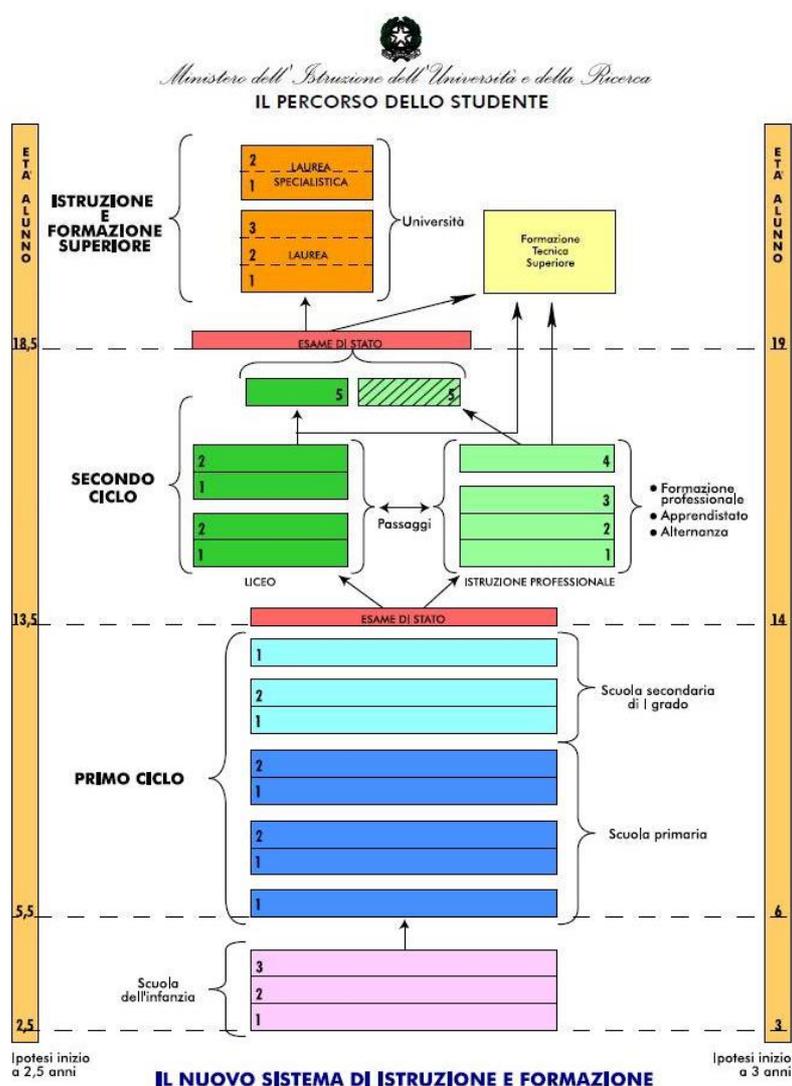


Figura 17. Organização e estrutura da educação italiana. Fonte: Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca.¹²

¹² Disponível em: https://archivio.pubblica.istruzione.it/mpi/progettoscuola/allegati/nuovi_ordin03.pdf. Acesso em 16 de janeiro de 201

Segue a descrição de cada etapa da “educação básica” italiana:

- 1) *Scuola dell'infanzia* (Escola da Infância), para crianças de três a seis anos. As crianças mais novas ficam no *asilo* (creche).
- 2) *Primo ciclo* (Primeiro ciclo), que é dividido em duas partes. A primeira é a *Scuola Primaria*, na qual se encontram os alunos de 6 a 11 e a segunda é a *Scuola secondaria di primo grado* (Escola Secundária de primeiro grau), com alunos de 11 a 14 anos, totalizando assim oito anos (cinco mais três anos, respectivamente).
- 3) *Secondo Ciclo* (Segundo ciclo), que se divide em duas opções para os estudantes. A primeira é chamada *Scuola Secondaria di secondo grado*, que se caracteriza por cinco anos de instrução (dos 15 anos 19 anos), mas com opções diferentes (*liceo, istituti tecnici e istituti professionali*). Os “liceos” podem ser de diversos tipos e o estudante pode escolher qual deles frequentar entre várias opções (clássico, científico, artístico, lingüístico, econômico, instituto-tecnológico, musical, psicopedagógico e de ciências humanas). A segunda opção é a *Istruzione e Formazione Professionale* (Instrução e Formação Profissional) e se caracteriza de três a quatro anos de estudos. Vale ressaltar que é possível a passagem dos alunos pelas duas opções e que os estudantes da segunda opção podem fazer o quinto ano da primeira e prestar o exame de Estado para entrar nas universidades.

A figura mostra algumas das características do “novo sistema de instrução e formação”, com algumas alterações introduzidas pela lei 53/2003¹³. Uma das mudanças estruturais estabelecidas foi a redução da quantidade de exames que passou a ser apenas um no *primo ciclo*, ao final da *scuola secondaria di primo grado*. Assim, os exames de estados são aplicados ao final do *primo ciclo* e ao final do *secondo ciclo*. Definiu-se também a oportunidade de uma alternância escola-trabalho, a partir dos 15 anos, ou seja, é possível para os estudantes italianos passarem da *scuola secondaria di secondo grado* para a formação profissional, e vice e versa, durante o percurso escolar.

Devido ao recorte deste trabalho, tem maior destaque a *scuola secondaria di primo e secondo grado*. O primeiro, o qual tem duração de três anos, como supracitado, é organizado em disciplinas, dentre as quais são obrigatórias o italiano, a língua inglesa, história, geografia, matemática, música, artes, educação física, ciências e tecnologia

¹³ Disponível em: <http://www.camera.it/parlam/leggi/030531.htm>

(ITALIA, 2012). Dentre os objetivos gerais desse segmento escolar estão: estimular o crescimento da autonomia de estudo e interação social; alfabetizar e aprofundar os estudantes nas tecnologias informáticas, além do conhecimento e habilidades em relação à tradição e evolução cultural, social e científica do mundo contemporâneo; desenvolver progressivamente a capacidade de escolha correspondente as vocações dos estudantes, entre outros¹⁴.

Dentre os objetivos específicos da disciplina de ciências, relacionados nas indicações nacionais do primeiro ciclo, aparece explicitamente habilidades evolutivas. O estudante ao terminar a *scuola secondaria di primo grado* deve “ter uma visão da complexidade do sistema dos seres vivos e da sua evolução no tempo” (ITALIA, 2012, p. 56, tradução livre). Especificamente sobre o componente de biologia na disciplina de ciências, acrescenta:

Compreender o sentido das grandes classificações, reconhecer nos fósseis formas de reconstruir no tempo as transformações do ambiente físico, as sucessões e a evolução das espécies (ITALIA, 2012, p. 57, tradução livre).

Sobre a *scuola secondaria di secondo grado*, os “liceos”, especificamente, permitem aos estudantes adquirir os instrumentos culturais e metodológicos, com o objetivo geral de se colocar com uma postura racional e criativa e críticas perante diversas situações, fenômenos e problemas, além de adquirir conhecimentos e competências coerentes com suas capacidades e escolhas pessoais, levando em consideração a continuação no estudo superior e na sua inserção na vida social e profissional¹⁵. São organizados em cinco anos (dois biênios e um quinto ano que completa o percurso disciplinar).

Por mais que haja muitas diferenças significativas entre os diferentes tipos de “liceos”, o componente de ciências naturais, com diferenças na carga horária, está presente em todos eles. Dentre os objetivos gerais da área estão: saber estabelecer relações e efetuar conexões lógicas; resolver problemas; aplicar conhecimentos, entre outros. No primeiro biênio a abordagem é de tipo fenomenológico, enquanto do segundo, se formalizam conhecimentos e se introduzem modelos e conceitos (Decreto 89/2010).

¹⁴ Disponível em: <http://www.miur.gov.it/scuola-secondaria-di-primo-grado>

¹⁵ Disponível em: <http://www.miur.gov.it/scuola-secondaria-di-secondo-grado>

O conteúdo específico de evolução aparece, também, nos mais diversos percursos formativos. De acordo com as indicações nacionais sobre os objetivos específicos de aprendizagem, presentes no decreto supracitado 89/2010, nos “liceos” musicais, artísticos e de ciências humanas, por exemplo, o conteúdo de evolução está previsto no primeiro biênio. Ou seja, embora haja diferenças nas cargas horárias de ciências da natureza nos diferentes percursos formativos, o conteúdo de evolução é discutido.

Segundo Rufo (2013) o conteúdo de evolução foi introduzido no currículo italiano, especificamente na *scuola secondaria di primo grado* em 1979, na disciplina de ciências naturais. Em 2004, houve uma tentativa exclusão de evolução no currículo, sobre a qual teve grande repercussão da comunidade científica, levando a uma reformulação do currículo em 2005. Atualmente, como supramencionado, os programas ministeriais dos dois seguimentos mencionam o ensino de evolução, mas não fazem indicação explícitas sobre as implicações evolutivas na espécie humana.

4.3.2. Concepções de evolução de estudantes italianos: resultados encontrados no projeto SAPIENS

O mesmo barômetro do SAPIENS foi aplicado na Itália e o eixo temático sobre evolução biológica foi comparado entre os dois países por Oliveira (2015). Os dados sobre o conhecimento autodeclarado dos estudantes italianos que participaram da pesquisa se encontram na figura 18.

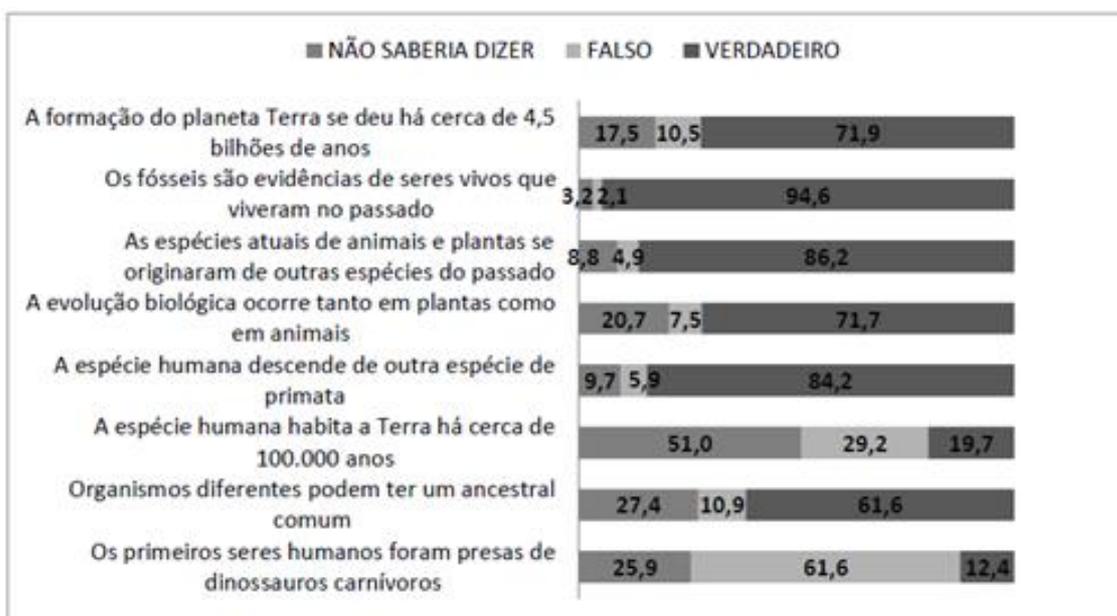


Figura 18. Distribuição dos dados italianos do SAPIENS sobre evolução biológica. **Fonte:** OLIVEIRA, 2015, p. 229.

Observa-se, a partir da figura, um alto índice de respostas “verdadeiro” nas quatro primeiras afirmações do barômetro, nesse eixo específico, que coincidem com as respostas certas. A maior porcentagem de acerto foi na afirmação “*Os fósseis são evidências de seres vivos que viveram no passado*”, com aproximadamente 95%. Também tiveram uma porcentagem maior que 80% as afirmações “*As espécies atuais de animais e plantas se originaram de outras espécies do passado*” (86,2%) e “*A espécie humana descende de outra espécie de macaco*” (84,2%).

Em seguida, as afirmações “*A formação do planeta Terra se deu há cerca de 4,5 bilhões de anos*” e “*A evolução biológica ocorre tanto em plantas como em animais*”, tiveram mais de 70% das respostas corretas (71,9% e 71,7%, respectivamente). Por fim, as afirmações “*Organismos diferentes podem ter um ancestral comum*” e “*Os primeiros seres humanos foram presas de dinossauros carnívoros*” tiveram um índice de acerto geral 61,6%, sendo que a última afirmação era a única cuja resposta certa era “falso”.

Dentre as afirmações analisadas na figura, apenas aquela relacionada ao tempo de origem do ser humano (“*A espécie humana habita a Terra há cerca de 100.000 mil anos*”) não seguiu o padrão das demais respostas, sendo que a maioria dos participantes (51%) não soube dizer se a afirmação era certa ou errada e apenas 19,7% colocou que a afirmativa era verdadeira, mostrando que os estudantes parecem confusos diante da idade do homem no planeta.

Logo, os estudantes italianos foram assertivos diante da maioria dos tópicos avaliados, com uma maior tendência ao “verdadeiro” quanto à idade da Terra, ancestralidade comum entre as espécies e entre os humanos e outra espécie de primata da qual teria se originado, aos fósseis como evidência e a atribuição do conceito de evolução biológica tanto às plantas como os animais (OLIVEIRA, 2015).

Sobre a evolução humana, os jovens tiveram que escolher a alternativa que melhor explicava, em sua opinião a origem da espécie *Homo sapiens*. A explicação mais escolhida foi a científica (“*Uma evolução gradual devido às variações genéticas (variações aleatórias) e seleção natural*”), com 45,7%. Em seguida, apareceu a concepção de progresso (“*Uma progressão natural guiada para atingir a perfeição – o homem*”), com 19,4% das respostas. Tanto a afirmação relacionada a um planejamento divino (“*Um plano divino que guiou a evolução biológica*”) quanto a ideia de criação (“*Da criação divina, diretamente com as formas que conhecemos atualmente*”) foram as menos frequentes (8,7% e 5%, respectivamente). Dentre os participantes, no entanto, 30,6% respondeu que não saberia dizer.

Embora a comparação entre os países seja foco a partir do tópico da justaposição dos dados dos livros didáticos e da discussão, vale ressaltar algumas conclusões obtidos por meio do projeto SAPIENS. Os dados sobre a origem humana, por exemplo, foram diferentes estatisticamente e encontram-se na figura 19, os quais

(...) sugerem claramente que os jovens italianos estão mais dispostos a reconhecer a validade da explicação científica para a origem do homem, enquanto os brasileiros não souberam responder e quando optaram por uma explicação para a própria origem, a criação divina pareceu a opção mais plausível (OLIVEIRA, 2015, p. 244)

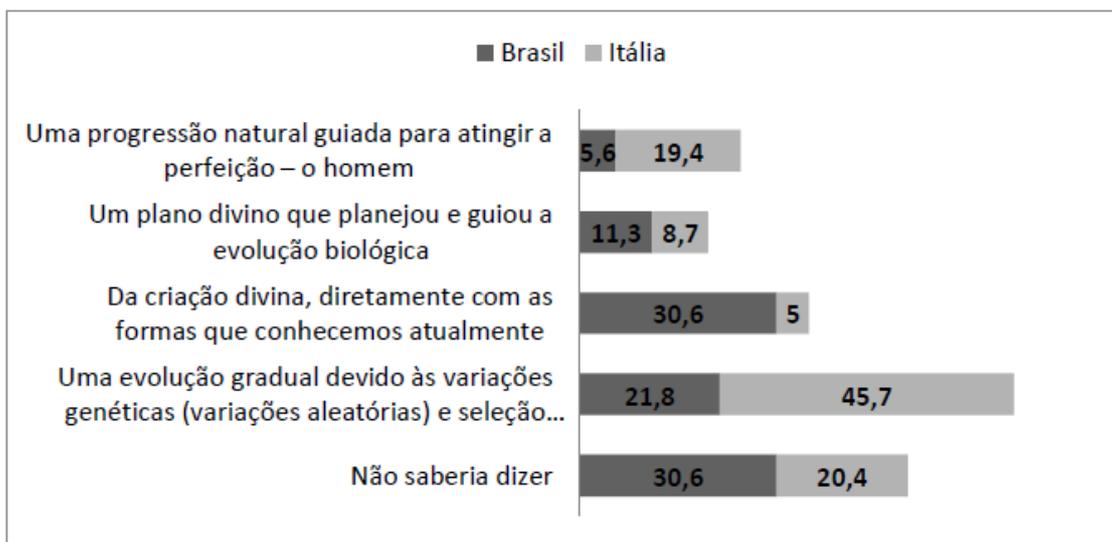


Figura 19. Distribuição das amostras quanto às respostas sobre evolução humana. **Fonte:** OLIVEIRA, 2015, p. 244.

Com relação aos conhecimentos acerca da evolução biológica, de maneira geral, destaca-se a grande diferença na aceitação de que os seres humanos descendem de outra espécie de primata, sobre a qual mais de 80% dos participantes italianos disseram ser verdade contra aproximadamente 41% dos brasileiros.

a. Secondo ciclo – Scuola secondaria di secondo grado

O quadro 12 apresenta os dados obtidos com a análise dos livros do *secondo ciclo*, da escola italiana, mais especificamente da *scuola secondaria di secondo grado*.

Quadro 12 Dados obtidos pela análise de livros da *scuola secondaria di secondo grado*.

Categorias	Subcategorias	Itália		
		Coleção F	Coleção G	Coleção H
Aspecto histórico	Pensamento Aristotélico		2	2
	Primeiros transformistas		3	3
	Lamarck	2	2	2
	Charles Darwin	3	3	3
	Wallace	2	2	1
Evidências	Fosseis e fossilização	3	3	1
	Anatomia comparada	2	3	3
	Órgãos vestigiais	1	3	
	Embriologia Comparada	3	2	2
	Biologia Molecular	3	3	3
Teoria darwinista	Seleção Natural	3	3	3
	Seleção Artificial	3		2
	Seleção Sexual	1	2	3
	Influência Lyell	3	3	2
	Influência Malthus	3	1	
Síntese Moderna e outras discussões atuais	Influências de outras áreas	1	2	1
	Genética de populações	2	3	3
	F.E. Seleção Natural	3	3	3
	Tipos de seleção natural	3	3	3
	F. E. Deriva Genética	3	3	3
	F. E. Mutação	3	3	3
	F. E. Migração	3	3	3
	Macroevolução - especiação	3	3	3
	Macroevolução - extinção	2	3	3
	Sistemática Filogenética	3	3	2
	Anagênese x cladogênese			3
	Gradualismo x Eq. Pontuado	3	3	3
Evolução Humana	Evolução dos primatas	3	2	2
	Evolução dos hominídeos	3	3	3
	Evolução do gênero <i>Homo</i>	3	3	3
	Evolução cultural	1	2	3
	Migrações (expansão areal)	1	1	2

Legenda: Números equivalentes ao grau de profundidade na exploração do tema. **Fonte:** Elaboração própria.

A coleção F é a *Biologia in evoluzione – comprendere la vita*, a qual é utilizada pela escola italiana Eugenio Montale, sediada em São Paulo. A segunda coleção (G), também conseguida na escola italiana, é a *Biologia: La vita sulla Terra*, uma tradução para o italiano da sétima edição do livro *Biology: Life on Earth*. Ambos os livros são volumes únicos. A terceira coleção (H), que se chama *Biologia* foi escolhida por ser a mais atual e assim ser possível fazer um paralelo com a coleção mais atual brasileira.

Essa coleção, composta por dois volumes, foi doada pela professora da educação básica italiana Maria Gabriella de Guio, em julho de 2016. As figuras 20, 21 e 22 se referem as capas dos livros analisados.



Figura 20. Capa da coleção italiana F. **Fonte:** ALTERS; ALTERS, 2013.

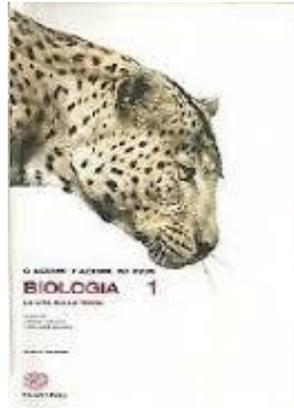


Figura 21. Capa da coleção italiana G. **Fonte:** AUDESIRK et al, 2011

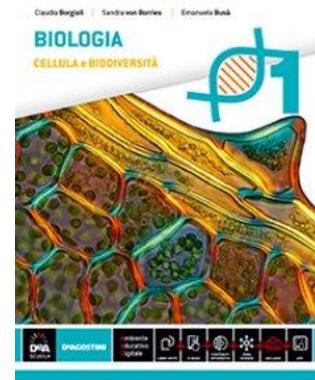


Figura 22. Capa da coleção italiana H. **Fonte:** BORGIOLOI et al, 2016.

- ***Biologia in Evoluzione* – Coleção F**

Pelo nome do livro didático da coleção F (*Biologia em evolução*), fica evidente a importância desse conceito, que é colocado não como um conteúdo isolado, mas como um eixo condutor. Logo no capítulo introdutório do livro (volume único), que discute o que é a biologia, quais são as características da vida e em que modo os cientistas catalogam a diversidade, coloca que os seres vivos são descendentes de outros organismos. Nesse tópico do primeiro capítulo, já apresenta algumas evidências que sustentam a teoria da evolução, como os fósseis, e conceitos como adaptação e seleção natural, enfatizando o processo de evolução como descendência com modificação.

Além de falar de Darwin, aborda também pesquisadores mais atuais, como Niles Eldredge e Stephen Jay Gould, colocando que não existe um consenso com relação ao ritmo de mudanças evolutivas. Enquanto Darwin acreditava que as espécies se modificavam lentamente, os dois cientistas do século XX propuseram que as espécies permanecem invariáveis por um longo período de tempo e eventualmente passam por períodos de rápidas mudanças morfológicas.

O livro é organizado em cinco seções. O conteúdo específico de evolução está localizado na seção C, após as sessões destinadas à biologia celular e a genética. Seguem, posteriormente, os conteúdos de diversidade (“A biodiversidade e a sua

evolução”) e a fisiologia (humana e comparada). Ou seja, traz um enfoque evolutivo nas descrições dos reinos, filos e classes.

São quatro os capítulos presentes na sessão C, sendo que os subtópicos são todos estruturados na forma de perguntas. O primeiro capítulo, por exemplo, tem cinco perguntas: Como nasceu a teoria evolutiva por seleção natural? O que é a seleção natural? Darwin foi o primeiro a falar de evolução? Quais são as provas a favor da evolução? Como são representadas as relações evolutivas?

A partir dessas perguntas, já se observa a presença de grande parte das unidades de registro avaliadas, como os aspectos históricos e a sistemática filogenética. Esta recebeu a classificação 3, por enfatizar aspectos interpretativos das árvores filogenéticas, incluindo a nomenclatura específica da área e o significado dos eixos vertical (tempo) e horizontal (táxons). Os autores trazem também as diferentes tipologias que as árvores filogenéticas podem ter (Figura 23).

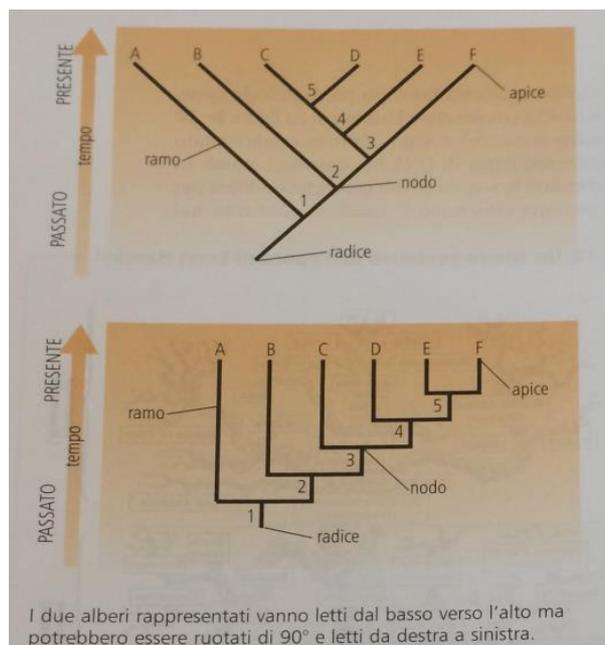


Figura 23. Tipologia das árvores filogenéticas. **Tradução:** As duas árvores representadas devem ser lidas de baixo para cima mas poderiam ser giradas 90° e lidas da direita a esquerda. **Fonte:** ALTERS; ALTERS, 2013, p 282.

Todos os capítulos têm, em sua abertura, uma imagem relacionada a uma pergunta e uma breve resposta. O final do capítulo apresenta uma síntese, retomando os tópicos e subtópicos, além de testes de verificação, tanto de múltipla-escolha como dissertativos. As questões apresentam diferentes níveis de dificuldade, sendo que o maior nível está relacionado ao pensamento crítico e a ciência aplicada. Uma das perguntas trata especificamente sobre o progresso evolutivo, fazendo com que os alunos

confrontem essa concepção alternativa ao conhecimento científico. Um diferencial é a presença de associações dos termos específicos trabalhados nos livros com a sua tradução em inglês e outro é um texto de aprofundamento que fala do livro de divulgação “O polegar do Panda”, do já citado Stephen Jay Gould.

Com relação ao conteúdo, o texto começa com a viagem de Darwin, apontando a influência de Lyell e do atualismo na sua teoria, principalmente ao aumentar a ideia da terra de poucos milhões de anos para centenas de milhões de anos (nível 3 na unidade de registro da influência de Lyell). Discute a seleção artificial como uma das provas da teoria da evolução (nível 3) e também coloca a influência de Malthus, com suas reflexões sobre o crescimento exponencial da população e do crescimento aritmético dos recursos, concluindo que alguns fatores limitam o crescimento populacional e relacionando a conclusão de que

(...) a partir do momento que as populações não podem crescer infinitamente devido aos limites dos recursos naturais, se em uma população existe uma característica favorável, essa se conserva (ou seja, é transmitido através da descendência) (ALTERS; ALTERS, 2013, p.270, tradução livre.).

Ao definir seleção natural, recapitula o raciocínio de Darwin, enfatizando a variação entre os indivíduos de uma população (algumas favoráveis e outras desfavoráveis). Coloca também outros elementos importantes, como o fato de que algumas dessas as características são transmitidas à prole, que os indivíduos que sobrevivem até atingir a idade adulta se reproduzem mais e que são os indivíduos que apresentam as variações favoráveis que tem maiores chances de sobreviver. Portanto, a cada geração, nascem mais indivíduos que apresentam essas características vantajosas (nível 3). A princípio coloca que a seleção natural é o mecanismo a partir do qual a evolução age, mas ao discutir a teoria sintética, discute com profundidade as outras forças evolutivas.

A partir da pergunta se Darwin foi o primeiro a pensar em evolução, coloca que Lamarck foi o primeiro a apresentar uma visão coerente e discute tanto a hereditariedade dos caracteres adquiridos, como a questão da necessidade e a lei do uso e desuso, concluindo que o resultado desse processo é a modificação gradual, em um ambiente que se modifica, a partir da necessidade dos organismos (nível 2).

Finalizando o capítulo, apresenta outras provas que sustentam a teoria, como os fósseis (abordando especificamente a datação e a importância dos mesmos), a anatomia

e a embriologia comparada, assim como os órgãos vestigiais. Traz bastante ênfase à embriologia, incluindo uma discussão genética sobre as semelhanças embriológicas (nível 3) e apenas citando os órgãos vestigiais com um exemplo (nível 1). A anatomia comparada, em um primeiro momento, é também apenas citada. Porém posteriormente o texto apresenta a discussão de órgãos homólogos e análogos, abordando tanto anatomia como embriologia e finaliza a discussão do tópico com o conceito de evolução convergente. Como tal conceito não foi diretamente relacionado ao conceito de anatomia, esta unidade de registro foi classificada como nível 2.

A biologia molecular também é amplamente discutida como evidência. É mencionado que, quanto mais parecido é o DNA entre as espécies, mais próximas evolutivamente elas são e enfatizado que não necessariamente alterações do DNA levam a alterações morfológicas, já que muitas mutações são neutras (nível 3).

O 14º capítulo apresenta as bases genéticas da evolução e cita o trabalho do Mendel (nível 1) como uma das influências do neodarwinismo. O livro enfatiza também o papel da genética de populações para os estudos evolutivos. A princípio apenas cita a importância da genética de populações, mas posteriormente retoma os conceitos, abordando os pressupostos do equilíbrio de Hardy-Weinberg (nível 2) e colocando que a evolução pode ser vista como a modificação, ao longo do tempo das frequências alélicas de uma população.

Por mais que esse capítulo traga as discussões pós-darwinistas, os autores retomam os conceitos de Darwin a partir de um quadro resumo. Posteriormente, volta aos conceitos de seleção natural, enfatizando a variabilidade a partir de um vocabulário de genética (alelo, genótipo e fenótipo), enfatizando que “os indivíduos que sobrevivem até a idade reprodutiva ou que se reproduzem mais são os que apresentam uma combinação de alelos capazes de conferir uma vantagem adaptativa” (ALTERS; ALTERS, 2013, p. 290, tradução livre), sendo considerada como nível 3. Entra também em detalhes sobre os tipos de evolução (direcional, estabilizante e disruptiva), com exemplos e gráficos (nível 3).

Nesse momento do texto, também traz a definição de evolução como a variação no tempo das frequências alélicas no *pool* gênico de uma população e distingue fenômenos microevolutivos dos macroevolutivos, estes como sendo fenômenos de larga escala. O capítulo 15 enfoca justamente os fenômenos macroevolutivos (especiação e extinção).

Sobre a especiação, inicia a discussão sobre os conceitos morfológico, ecológico e biológico de espécie, para então entrar na especiação alopátrica, simpátrica e a poliploidia (nível 3). Discute o tempo e modo de evolução, colocando que a especiação e as mudanças evolutivas podem ocorrer tanto de modo lento e gradual (gradualismo) quanto rapidamente e de forma inusitada (equilíbrio pontuado). Compara as duas possibilidades, relacionando-as com os autores e contexto de produção (nível 3).

Sobre a extinção, enfatiza que faz parte naturalmente do processo de evolução e enfatiza as principais causas: distribuição restrita, hiperespecialização, baixa variabilidade genética, perda de habitat, contaminação ambiental, presença de espécies exóticas, caça excessiva e uso comercial (nível 2).

A evolução humana está inserida no capítulo 16, junto com a descrição da história evolutiva de todos os seres vivos, desde a origem do universo e da vida. Apresenta uma tabela das eras geológicas e relaciona os principais acontecimentos (como a presença de estromatólitos, da célula eucarionte e a teoria endossimbiótica) às eras nas quais teriam ocorrido. Focaliza passos importantes para evolução, como, por exemplo, a explosão do cambriano. Aborda conceitos de coevolução e da grande extinção em massa do Cretáceo, apontando sua relação com o domínio dos mamíferos no Cenozoico (radiação adaptativa).

A partir do tópico “qual a história evolutiva do homem?”, discute a evolução dos primatas, com suas características em comum. Não só enfatiza a linha antropoide, mas apresenta as principais características dos principais grupos de primatas (nível 3), situando as relações de parentesco entre os grupos com uma árvore filogenética.

A temática da evolução dos homínídeos também foi classificada no nível 3, pois além de apresentar as principais características do grupo, como o bipedismo, a posição ereta e o aumento do volume cerebral, relaciona as principais espécies do gênero *Australopithecus* (i.e. *A. ramidus* e *A. afarensis*), seus fósseis e suas características.

Relaciona também cada espécie do gênero *Homo* com o seu possível surgimento e faz inferências culturais a partir de instrumentos presentes nos sítios arqueológicos que as espécies foram encontradas. Como, por exemplo, os *H. habilis* com instrumentos de pedra e os indícios de cultura dos *H. erectus*. Uma vez que todos esses elementos culturais e tecnológicos foram citados ao longo do texto de maneira diluída e não enfocando diretamente a evolução cultural, essa temática foi classificada como nível 1. Enquanto a evolução do gênero *Homo* foi classificada no nível 3, pois as principais características de cada espécie foram descritas de maneira separada.

- **Biologia: La vita sulla Terra – Coleção G**

A coleção G é da editora *Einaudi Scuola* e se chama *Biologia: La vita sulla Terra*, uma versão italiana do livro *Biology: Life on Earth*, publicada pela *Person Education* em 2005. Foram analisados os dois volumes da coleção, sendo que o primeiro (célula; hereditariedade; evolução biológica) é destinado ao primeiro biênio da *scuola secondaria di secondo grado* e o segundo (sistemática; ecologia e comportamento animal; o homem e o corpo animal), ao segundo biênio.

O primeiro livro apresenta os conceitos de evolução em mais de um momento. Logo na primeira seção, traz uma discussão inicial com as características gerais dos seres vivos, uma introdução à classificação e à evolução. O título da primeira unidade é “a vida na Terra: uma definição evolutiva” e já denota a importância do conceito evolutivo tanto para biologia como área, como na abordagem dos autores.

A primeira referência à evolução aparece nas características dos seres vivos. Além da capacidade de evoluir, relaciona outras seis características, como a capacidade de responder a estímulos, a manutenção da homeostase e a atividade metabólica, destacando também a importância das propriedades emergentes. Coloca que “a dificuldade de definir o fenômeno que chamamos vida reside no fato de que os seres vivos não são simplesmente a soma das partes que os compõem” (AUDESIRK *et al.*, 2011, p. 2). Ao explicar a característica evolutiva dos seres vivos, já a relaciona com reprodução, com a genética e com o meio ambiente.

Ainda no primeiro capítulo, retorna a discutir a evolução em seu último item, no qual explicita que a teoria da evolução unifica a biologia, citando Dobzhansky. Situa também a teoria na época de sua formulação, mencionando tanto Darwin como Wallace e as evidências que a confirmam, como os fósseis, a biologia molecular e experimentos de cruzamentos.

Explicita, também, que, embora seja um processo complexo, não é finalístico e destaca três mecanismos: a variabilidade genética (dando destaque às mutações), a seleção natural e adaptação, sobre a qual destaca que uma característica ser ou não vantajosa depende do ambiente. O texto usa o termo “mecanismos” para esses três tópicos explorados, o qual não seria o termo mais correto. No entanto, ao discutir a variabilidade destaca a mutação, que é uma das forças evolutiva e ao discutir adaptação, relaciona os conceitos de variabilidade, mutação e seleção natural.

A seção C é destinada especificamente à evolução biológica e contém três unidades: “os princípios da evolução”, “as forças evolutivas” e “o nascimento e morte das espécies”.

O primeiro objetivo da seção é “descrever os principais passos do pensamento evolutivo” (AUDESIRK *et al.*, 2011a, p. 263, tradução livre), dando um indicativo que a primeira unidade de contexto tem bastante destaque nessa seção. De fato, todas as unidades de registro dessa categoria estavam presentes e, a maioria, foram classificadas no nível 3. Apenas a categoria do pensamento aristotélico foi classificada no nível 2. Sobre ela, o texto cita diretamente Aristóteles como um dos pensadores gregos que se ocuparam do problema da origem das espécies, discutindo especificamente sua classificação e a influência que teve em Lineu e na escala da natureza, considerada permanente e imutável. De maneira geral, são apontadas as hipóteses criacionistas, nas quais os seres vivos foram criados por uma entidade sobrenatural e geraram descendentes imutáveis.

Antes de trazer os primeiros transformistas, o livro situa alguns fatos, como a exploração da África, Ásia e América e a descoberta dos fósseis que contribuíram para que naturalistas começassem a criar hipóteses que as espécies não eram imutáveis. Dentre tais naturalistas, destaca Buffon que propôs que as espécies teriam evoluído de forma natural a partir de espécies fundamentais e que muitas das espécies atuais teriam sido produzidas no tempo. A unidade de registro dos primeiros transformistas foi classificada como 3, por ter explicado as ideias de um dos pensadores, além de ter contextualizado uma das críticas sofridas, relacionada ao pouco tempo para que evolução das espécies fosse possível, devido à idade da Terra (poucos milhares de anos na Terra).

Nesse livro, o geólogo Lyell e a discussão do catastrofismo e atualismo não são colocadas juntamente com Darwin e as influência que o ajudaram na elaboração de sua teoria, mas como tendo contribuído de uma maneira geral para o desenvolvimento do pensamento evolutivo. Tendo colocado o problema da idade da Terra, explica como Lyell e James Hutton (1726 – 1875) contribuíram para a mudança dessa visão e a ampliação da idade da Terra para muitos milhões de ano, comparando com as ideias de Cuvier (nível 3).

Embora Hutton e Lyell tivessem encontrado um “tempo” plausível com a ideia de evolução, ainda não havia na época um mecanismo convincente. Nesse contexto Lamarck é apresentando como um dos primeiros estudiosos a propor tal mecanismo (lei

do uso e desuso e herança dos caracteres adquiridos), tendo sido classificado como nível 2. Explica o exemplo da girafa e destaca que, mesmo sendo uma teoria ingênua, naquele tempo ninguém conhecia os mecanismos da hereditariedade. Termina ressaltando que na metade do século XIX muitos biólogos estavam convencidos que as espécies atuais tinham evoluído de espécies preexistentes.

Em seguida, Darwin é apresentado, assim como sua viagem no Beagle, sobre a qual são enfatizadas muitas das observações feitas, como, por exemplo, as variedades de tentilhões e tartarugas nas ilhas de Galápagos (nível 3). Os autores enfatizam como Darwin se dedicou a analisar as observações feitas em sua viagem por duas décadas e como a publicação do primeiro trabalho foi feito em conjunto com Wallace, o qual chegou independentemente as mesmas conclusões (nível 2).

Sobre a unidade de contexto específica de Darwin, a categoria da seleção natural foi classificada como nível 3. Como mostra a figura 24, o texto explica a teoria de evolução por seleção natural a partir de três conclusões e quatro observações, reconstruindo o caminho de raciocínio do naturalista inglês, mas utilizando alguns termos da biologia moderna, como patrimônio moderno.

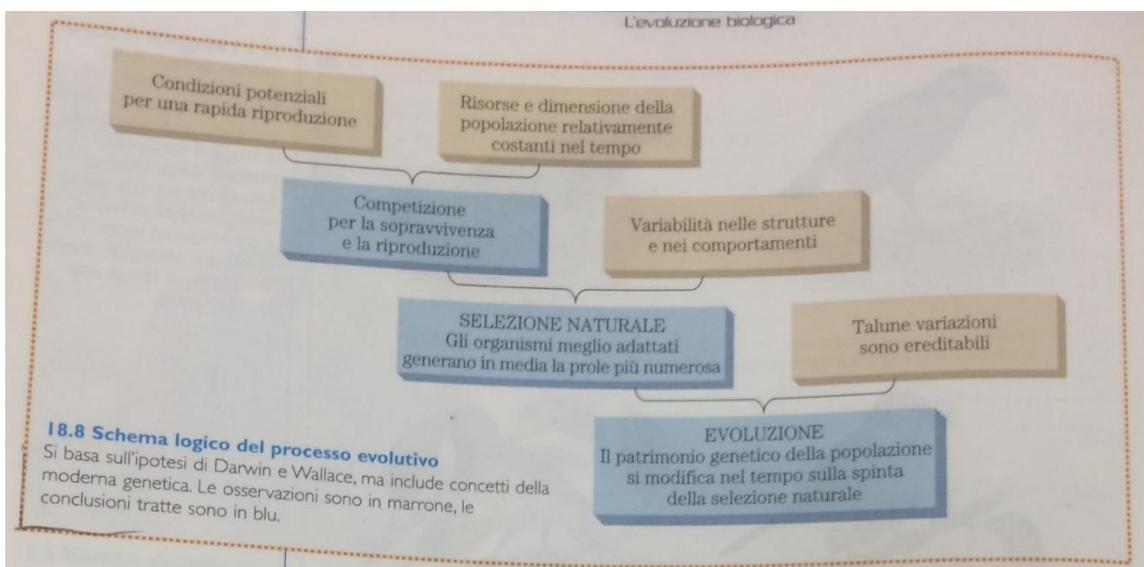


Figura 24. Esquema lógico do pensamento evolutivo. **Legenda:** As observações (O) estão nos quadros marrons (O) e as conclusões (C) nos azuis. **Tradução da esquerda para direita:** O1 - Condições potenciais para uma rápida reprodução; O2 – Recursos e dimensões da população relativamente constante no tempo; C1 – Competição por sobrevivência e reprodução; O3 – Variabilidade nas estruturas e nos comportamentos; C2 - SELEÇÃO NATURAL. Os organismos melhores adaptados geram em média uma prole mais numerosa; O4 – Algumas variações são hereditárias – C3 – EVOLUÇÃO. O patrimônio genético da população se modifica no tempo por seleção natural. 18.8 Esquema lógico do processo evolutivo. Se baseia na hipótese de Darwin e Wallace, mas inclui conceitos da genética moderna. As observações estão em marrom, as conclusões, em azul. **Fonte:** AUDESIRK *et al.*, 2011a, p. 270.

Logo, o conceito de evolução é apresentado em termos de genética e enfatizando o pensamento populacional. O texto explicita posteriormente que as descobertas genéticas confirmaram a hipótese de Darwin e que a observação 4 (algumas variações são hereditárias) era, antes da genética molecular, um ponto de fraqueza na sua teoria. Destaca também que, embora não pudesse explicar, Darwin defendia que as variações se manifestavam ao acaso nas populações.

Com relação à categoria das evidências, todas as unidades de registros estavam presentes. Os fósseis, que já haviam sido mencionados, são abordados novamente. A princípio, o livro os traz apenas exemplos e explica sua importância, mas em um quadro no final do capítulo, apresenta também a datação e aprofunda a discussão (nível 3).

A discussão dos órgãos vestigiais é trazida juntamente com a anatomia comparada, discutindo, entre outros, a anatomia dos membros posteriores (homólogos) de alguns vertebrados como a salamandra, a baleia e a serpente, destacando que nas duas últimas, são estruturas vestigiais. Foram apresentados os conceitos de homologia e analogia e os mesmos foram relacionados com a evolução convergente (nível 3).

A biologia molecular também foi classificada como nível 3, uma vez que não só apresentou com detalhes moleculares os motivos pelos quais é considerada uma evidência, mas também exemplificou e entrou no raciocínio filogenético. Apenas a categoria da embriologia comparada foi classificada como nível 2, pois apresentou o conceito geral e uma imagem comparativa.

Ao fim desta primeira unidade, o livro traz outro quadro adicional com um resumo da história da vida na Terra, relacionando as eras, os períodos e as épocas com os principais eventos evolutivos.

A segunda unidade da seção de evolução (unidade 19) trata das forças evolutivas, a partir da perspectiva da genética de populações. Antes de entrar na genética de populações e nas discussões específicas das forças, relaciona os conceitos de população, gene e evolução. Destaca que é a população, não o indivíduo que evolui e que a hereditariedade pode ser considerada como ligação entre a existência dos indivíduos com a evolução de uma população. Relaciona, pois, diretamente a genética molecular com a evolução, utilizando termos específicos como alelos, genótipos e fenótipo. Durante a reconstrução histórica, da unidade anterior, já havia citado Mendel, entrando, nesse momento, nos conceitos em si que relacionam as duas áreas (nível 2 na categoria das influências de outras áreas).

Após ter retomado os aspectos importantes da genética clássica, aborda o conceito de *pool* gênico e de frequência alélica, introduzindo a genética de populações e definindo, com ênfase (negrito) que evolução “é a mudança da frequência alélica no *pool* gênico de uma população, ao longo das gerações” (AUDESIRK *et al.*, 2011a, p. 283).

O conceito de equilíbrio de Hardy-Weinberg, com seus pressupostos, é então introduzido. A partir dos pressupostos, discute cada um dos fatores que tiram a população do equilíbrio (nível 3), incluindo os acasalamentos não aleatórios, que é um pressuposto do equilíbrio mesmo não alterando, por si só, a frequência ao longo do tempo (não sendo, portanto, uma força evolutiva). A seleção sexual aparece na discussão dos acasalamentos não aleatórios, na qual um dos sexos escolhe seu parceiro e cita o caso do pavão.

Todas as forças evolutivas foram classificadas no nível três. As mutações foram explicadas em termos moleculares, ressaltando seus aspectos estocásticos, não finalístico e os diferentes tipos (positivas, negativas ou neutras). O texto destacou também a raridade e a importância das mutações, sendo a base da mudança evolutiva por ser a fonte da variabilidade entre os indivíduos.

Destaca também a importância da migração para haver fluxo gênico entre populações diferentes de uma mesma espécie e a possibilidade de, assim, difundir um alelo vantajoso entre elas. Apresenta também um exemplo de uma população de babuínos, onde as fêmeas copulam majoritariamente com os machos dominantes e os machos jovens migram com frequência.

As forças evolutivas que têm mais destaque no livro são a deriva genética e a seleção natural. Relaciona o conceito de deriva genética com o tamanho da população, destacando que em uma população suficientemente grande os eventos causais não alteram a frequência alélica de maneira significativa, como pode ocorrer em uma população pequena (figura 25). Explica também, com exemplos, dois casos particulares da deriva chamadas de efeito gargalo e efeito fundador.

Ao discutir a seleção natural, os autores voltam a ressaltar que a mesma não é a única força evolutiva, mas destacam sua importância nas mudanças evolutivas, relacionando diretamente com o conceito de adaptação, o que não havia sido feito no capítulo introdutório. Destacam o papel do ambiente no processo seletivo, colocando que este pode ser subdividido em um componente abiótico (fatores físicos, como o clima e a disponibilidade de água) e um biótico, o que gera uma pressão seletiva a partir

das interações entre os organismos (como competição, predação, entre outros). Dentre os fatores bióticos, volta a aparecer a seleção sexual, evidenciando o contraste entre essa e a seleção natural, pois as características selecionadas como resultado da seleção sexual podem tornar os machos da população mais vulneráveis à predação, por exemplo (nível 3).

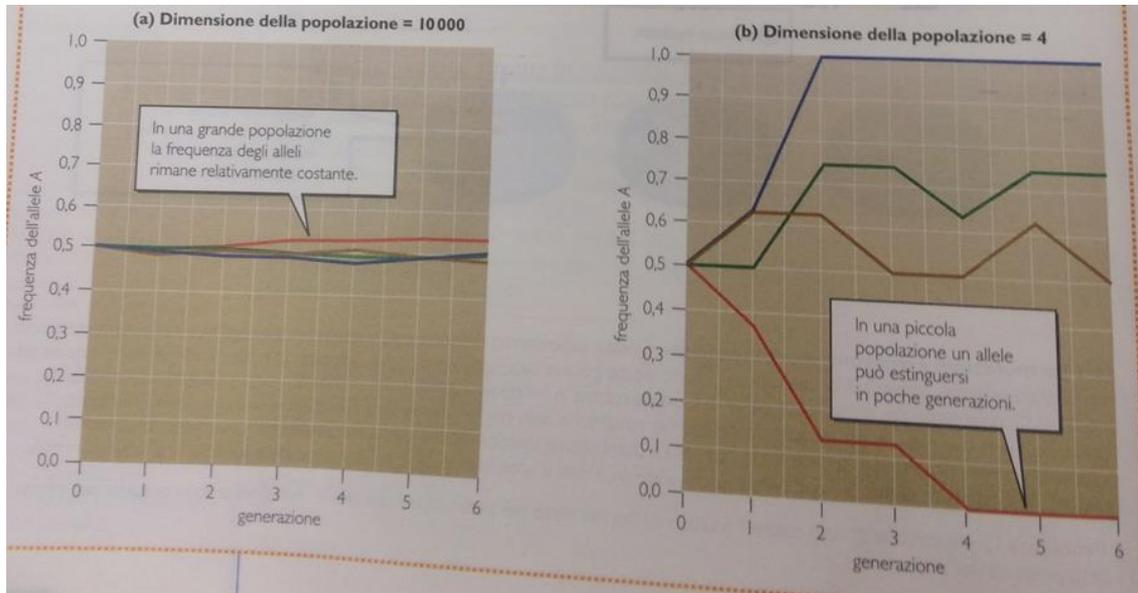


Figura 25. Representação em gráfico da influência da deriva genética em populações grandes e pequenas, respectivamente. **Fonte:** AUDESIRK *et al.*, 2011a, p. 286.

Ao fim da unidade, são apresentados os tipos de seleção natural (direcional, estabilizante e disruptiva), explicando em termos gráficos a partir do exemplo do tamanho dos bicos de uma população hipotética de pássaros, com os termos específicos (nível 3) e discutindo outros exemplos de cada uma delas. Destaca que, por exemplo, a velocidade com a qual a seleção direcional, especificamente, pode modificar o genótipo depende da variabilidade genética da população e da força da seleção, além de já apontar a extinção das espécies como fazendo parte desse processo. Relaciona também a seleção disruptiva com o conceito de polimorfismo equilibrado.

A última unidade do primeiro livro se chama “nascimento e morte das espécies” e contém os processos macroevolutivos e se inicia com a discussão biológica de espécie, trazendo como referência o biólogo alemão Ernst Mayr. Tanto a categoria da especiação quanto a da extinção foram classificadas como nível 3, por apresentarem uma discussão aprofundada, nos critérios estabelecidos. Foram colocados os conceitos de isolamento reprodutivos e divergência gênica como os fatores que tornam possível a

formação de novas espécies. Foram discutidas as especiações alopátricas, simpátricas e poliploidia.

Ao iniciar a discussão sobre a velocidade da especiação, traz a radiação adaptativa, para exemplificar que de uma espécie podem ser originadas muitas, por meio de uma invasão de nichos ecológicos diferentes. Em seguida, discute especificamente a extinção de espécies, enfatizando que esta pode ser também resultado da seleção natural e apontando alguns fatores predisposição, como a distribuição localizada e o alto grau de especialização. Coloca também a relação da destruição do habitat e mudanças climáticas nos processos de extinção, apontando a existência de extinções em massa, tanto no passado como na atualidade e destacando suas possíveis causas (i.e. meteoros; erupções vulcânicas, glaciações). Situa as cinco grandes extinções de massa do passado nas eras geológicas, como mostra a figura 26.

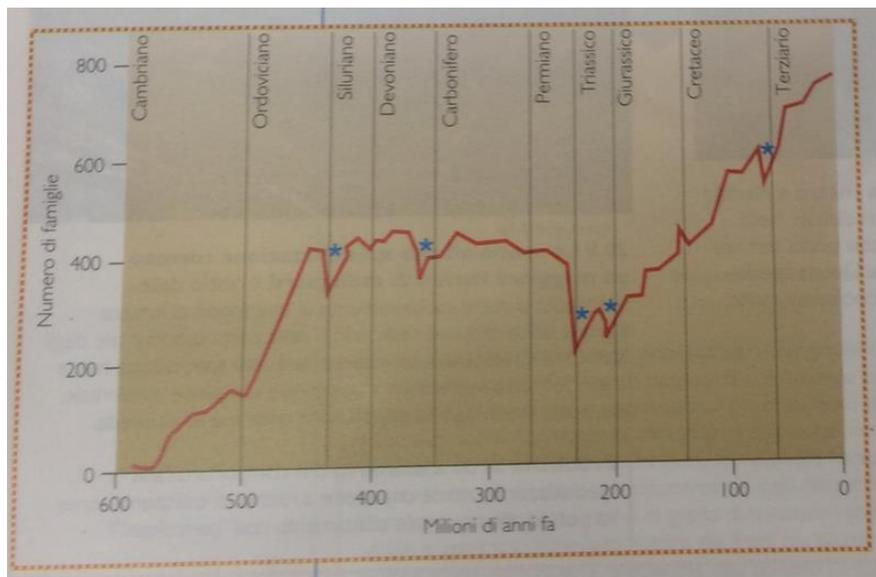


Figura 26. Relação do número de família ao longo do tempo. **Legenda:** Os asteriscos indicam as grandes extinções. **Fonte:** AUDESIRK *et al.*, 2011a, p. 306.

Os autores terminam o capítulo confrontando o gradualismo e o equilíbrio pontuado e comparando os dois modos de especiação (nível 3), após breve introdução às árvores filogenéticas e como interpretá-las. Complementarmente, relacionam o equilíbrio pontuado com os genes reguladores do desenvolvimento, apontando que “as mutações de alguns genes reguladores podem produzir mudanças significativas no desenvolvimento, ao ponto de isolar instantaneamente os mutantes da população originária” (AUDESIRK *et al.*, 2011a, p. 308) e ressaltando que o debate ainda está aberto.

Vale ressaltar que o quadro “relações evolutivas”, na qual se contextualiza a discussão do capítulo específico a partir de uma abordagem evolutiva aparece ao longo de todo o livro, não apenas nos capítulos específicos de evolução. No capítulo de membrana plasmática, na primeira seção, por exemplo, o quadro de relações evolutivas se chama “as patas das renas e a diversidade de fosfolipídios plasmáticos”. Já na seção B, destinada à hereditariedade biológica, apresenta um desses quadros, no capítulo de meiose, que discute quais seriam as vantagens da reprodução sexual.

No segundo volume da coleção, o conteúdo de evolução aparece especificamente em dois momentos: na seção D, sobre sistemática e na seção F, sobre a biologia do ser humano, a qual é introduzida por aspectos evolutivos. Dentre os objetivos da seção D, está que os estudantes devem saber a classificação dos organismos a respeito de suas relações evolutivas. Assim, trata de classificação e nomenclatura dos seres vivos relacionando-as com a sistemática filogenética e voltando ao conceito de árvore da vida, presente também no primeiro livro.

Os autores ressaltam que a sistemática revela a relação evolutiva entre os seres vivos a partir, principalmente, de observações de características anatômicas homólogas, desenvolvimento embrionário e a sequência de DNA e apresenta o conceito filogenético de espécie. Além dos aspectos interpretativos gerais já abordados no livro anterior, apresenta a discussão “os répteis existem de verdade?” (figura 27) para discutir aspectos específicos, com sua nomenclatura, de grupos monofiléticos (nível 3).

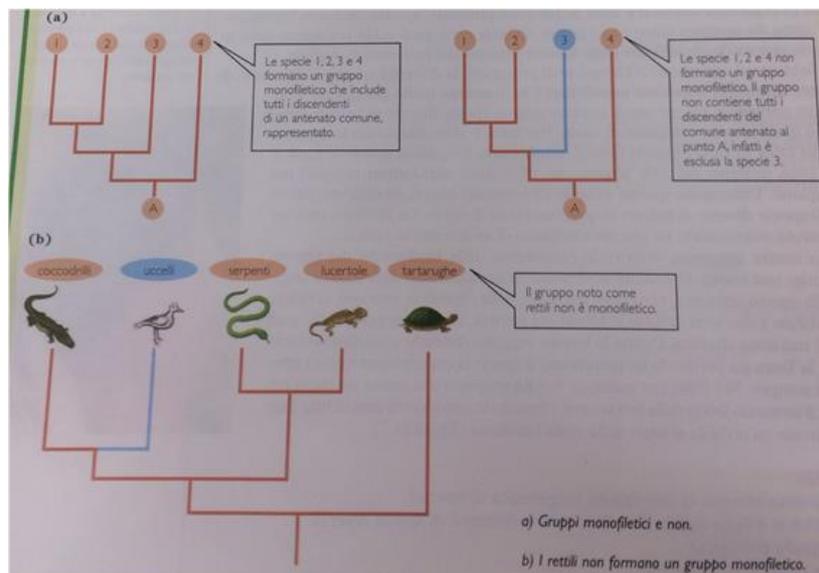


Figura 27. Relações filogenéticas entre os “répteis” (grupo não monofilético). **Tradução.** As espécies 1, 2, 3 e 4 formam um grupo monofilético que inclui todos os descendentes de um ancestral comum, representado; As espécies 1, 2 e 4 não formam um grupo monofilético. O grupo não contém todos os descendentes do ancestral A, a espécie 3 foi excluída; O grupo conhecido como réptil não é monofilético. **Fonte:** AUDESIRK *et al.*, 2011b, p.322.

As unidades intermediárias são destinadas a descrição da biodiversidade (domínios, reinos e filos) e, embora não seja o foco de análise, a abordagem evolutiva apresentada logo na introdução continua a ser usada, seja por quadros “relações evolutivas” (i.e. as simbioses que ajudam as plantas a conseguir nutrientes; como os vertebrados colonizaram as terras emersas); como pelo uso das árvores filogenéticas para mostrar o nível de parentesco entre os grupos estudados. O texto traz nesses quadros relacionados a evolução outras discussões atuais intrigantes, normalmente não encontrada caracteristicamente no conhecimento escolar, como a evolução do altruísmo e o egoísmo do gene, citando o livro do Richard Dawkins (1941 -).

Por fim, na última seção do livro, chamada “o homem e o corpo humano”, encontra-se a discussão sobre evolução humana, logo na primeira unidade, sobre a qual o objetivo específico é descrever as grandes linhas evolutivas humanas. Nela, todas as unidades de registro, com diferentes níveis de profundidade, foram encontradas. Inicialmente, são destacadas as dificuldades de se reconstruir a história evolutiva do homem, cujas pesquisas científicas contam atualmente com testemunhos fósseis e análises de DNA, e as constantes revisões dessa área científica.

Com relação a unidade de registro sobre os primatas, aponta que foram herdadas adaptações para a vida arborícola, como a visão frontal cromática, a mão preênsil, interações sociais complexas e um encéfalo de grande dimensão. Cita alguns exemplos de primatas para ilustrar tais características, mas não detalha suas características específicas, focando nas características em comum (nível 2).

Localiza temporalmente o surgimento da linhagem humana entre 5 e 8 milhões de anos, relacionando o mais antigo registro fóssil a espécie *Sahelanthropus tchadensis*, o qual teria vivido entre 6 e 7 milhões de anos. Cita outras espécies antigas de homínídeos antes de discutir as características em comum dos australopitecos e suas espécies encontradas (nível 3). Mostra também as possíveis relações evolutivas entre australopitecos e as espécies do gênero *Homo* (figura 28).

- **Biologia – Coleção H**

A coleção H é a Biologia da editora *DeAgostini*, cuja primeira edição foi lançada em 2016. Essa coleção é dividida em dois volumes, um para o primeiro biênio do *liceo* e outro para o segundo. Como o conteúdo evolutivo é trabalhado nas duas coleções, ambas foram analisadas.

Por ser uma edição mais atual, apresenta um ambiente educativo digital de acesso aos professores e estudantes, que contém o livro digital, conteúdos integrados e aplicativos para celular. O volume 2, apresenta o subtítulo Genética e Evolução, enquanto o primeiro volume é sobre Célula e Biodiversidade. Neste, a parte de evolução é apresentado depois de genética e antes da biodiversidade e a origem da vida. Alguns dos temas analisados estão presentes apenas neste volume, como, por exemplo, as evidências da evolução e a teoria de Lamarck.

A estrutura do livro é organizada em unidades, as quais sempre apresentam os pré-requisitos necessários para o conteúdo a ser trabalhado e um caso de reflexão de um aspecto da realidade para introduzir o tema da unidade. São apresentadas as etimologias das palavras expostas no capítulo e sua tradução para o inglês. Ao final, um mapa conceitual é apresentado, assim como exercícios (conceituais, de habilidades e de competências).

No primeiro livro, existe uma unidade relacionada à evolução (“Origem e evolução dos seres vivos”), a qual tem cinco lições. A primeira apresenta o pensamento genérico sobre o fixismo das espécies e os primeiros transformistas. O capítulo inicia a discussão na antiguidade com os teólogos e filósofos e chega à idade média, com o surgimento do criacionismo. Mesmo sem fazer referência direta a Aristóteles, seu pensamento fixista, essencialista e teleológico influenciou essa concepção, motivo pelo qual foi classificado como 2. Discorre também sobre os primeiros transformistas, dando ênfase ao Conde de Buffon, sobre o qual comenta a discordância que teve com a teoria do catastrofismo de Cuvier. Por fim, fala de Lamarck, segundo o qual a “mudança das condições ambientais induziria o indivíduo a se comportar de maneira diversa, fazendo-o a usar mais, ou menos, determinado órgão” (BORGIOLO *et al.*, 2016a, p.123, tradução livre). Logo, fala da lei do uso e desuso e, em seguida, da herança dos caracteres adquiridos (nível 2). Demonstra também a importância de Lamarck para o pensamento evolutivo, ressaltando que teve o mérito de ter sido o primeiro a compreender a relação entre o ambiente e os organismos.

A segunda lição fala sobre Darwin, que é também retomada com bastante profundidade no segundo livro, tendo recebido nos dois casos a classificação 3. Apresenta o exemplo do pescoço da girafa para apresentar tanto a teoria do Lamarck quanto a de Darwin, como se pode observar nas figuras 29 e 30.



Figura 29. Explicação da evolução do pescoço da girafa segundo uma visão lamarckista. **Tradução:** 1. Os ancestrais das girafas tinham um pescoço curto e podiam se alimentar somente das folhas alocadas nas partes mais baixas das árvores; 2. Com contínuo esforço, algumas girafas teriam conseguido provocar um alongamento do próprio pescoço, alcançando assim os ramos mais altos; 3. Os filhos das girafas com pescoço alongado teriam herdado essa característica adquirida dos pais com treinamento e teriam tido maior sucesso nesse ambiente. **Fonte:** BORGIOI, *et al.*, 2016a, p.123.



Figura 30. Explicação a partir da Seleção Natural de Darwin para a evolução do pescoço da girafa. **Tradução:** 1. Na natureza os indivíduos de uma mesma espécie são diversos entre eles devido a variabilidade das características naturais. Em uma população de girafas, portanto, algumas girafas têm pescoço mais longo e outras, mais curto. Trata-se de uma variabilidade natural, não relacionada ao comportamento dos indivíduos. 2. Alguns fatores, como a disponibilidade de comida, provocam a morte de uma parte da população: o ambiente opera uma seleção natural dos indivíduos mais adaptados. Se o pescoço longo é uma característica vantajosa, as girafas com essas características têm mais chance de sobreviver; 3. As girafas com pescoço longo, reproduzindo-se, transmitem as próprias características aos filhos. De geração e, geração a característica “pescoço longo” se difunde na população, modificando-a. Esse processo determina, com o tempo, o nascimento de novas espécies (evolução). **Fonte:** BORGIOI, *et al.*, 2016a, p. 125.

Já a terceira lição é destinada para a discussão das provas da teoria evolutiva. Com exceção dos órgãos vestigiais, todas as evidências relacionadas no quadro anterior aparecem, com maior ou menor aprofundamento. A anatomia comparada e a biologia molecular, por exemplo, receberam a classificação 3, a primeira por discutir os conceitos de evolução convergente e divergente e a segunda por, além de explicar a importância de maneira genérica, apresentar uma filogenia molecular, com a porcentagem de semelhança entre um os táxons. Além das evidências relacionadas no quadro descritivo, o texto apresenta também a biogeografia como prova da evolução, colocando que esta confirma a ligação entre a evolução do planeta Terra e da vida. Os dois últimos capítulos tratam da origem da vida e da classificação de seres vivos, sem entrar na sistemática filogenética.

No segundo livro, existem três unidades de evolução, antecedidas por discussões aprofundadas de genética. A unidade 5 se refere aos conceitos microevolutivos, a 6, aos conceitos macroevolutivos e a 7, à evolução humana.

Como pré-requisito da primeira unidade coloca os conceitos de população, de DNA e de alelos, mostrando a importância dos conceitos de genética para o decorrer da discussão. A primeira lição da unidade se chama “do darwinismo à síntese moderna” e traz de maneira resumida, mas completa, a história de Darwin (nível 3) e a influência que Lyell teve para a elaboração da teoria proposta por ele (nível 2). Cita brevemente Lamarck, como tendo proposto um mecanismo evolutivo, assim como também cita o Wallace como tendo mandado um ensaio com as mesmas ideias de Darwin (nível 1).

O livro retoma o raciocínio de Darwin a partir de suas observações e deduções, portanto o conceito de seleção natural, no contexto da teoria darwinista, foi classificado como nível 3, enfatizando a importância do conceito de variabilidade.

Antes de entrar nas discussões modernas e na relação entre os trabalhos de Mendel (nível 1) e de Darwin para a formulação da teoria sintética, coloca o efeito desconfortável que a difusão das ideias de Darwin trouxe para a sociedade do século XIX, deixando explícito que essa teoria “destruiu para sempre a ideia da superioridade do homem com relação aos outros organismos” (BORGIOI *et al.*, 2016b, p. 134, tradução livre).

Ao discutir a teoria sintética, apresenta seus principais contribuidores, destacando o papel de Dobzhansky e associa conceitos genéticos aos evolutivos.

A genética de populações tem bastante destaque no texto, sendo abordado tanto de maneira conceitual como matemática. Discute equilíbrio gênico e a Lei de Hardy-Weinberg, colocando os pressupostos para uma população estar em equilíbrio e ressaltando que na natureza esses pressupostos são contrapostos às forças evolutivas que fazem a frequência gênica esperada variar na ausência de forças evolutivas (nível 3).

Aborda as quatro forças evolutivas no nível de intensidade 3, embora a mutação seja enfatizada como único fenômeno que leva a origem de novos alelos e esteja em uma lição separada das demais forças evolutivas.

Ao retomar o conceito de seleção natural, destaca o papel de sobrevivência diferencial: “os diversos genótipos dos indivíduos não têm comumente a mesma probabilidade de sobrevivência e, conseqüentemente a seleção natural está normalmente ocorrendo” (BORGIOLO, *et al.*, 2016b, p. 141, tradução livre). De forma complementar, exemplifica fatores que exercem pressões seletivas, como doenças, predação, parâmetros ambientais, entre outros.

Há uma lição específica para a seleção natural como força evolutiva (nível 3), no qual são também abordados os diferentes tipos de seleção (direcional, disruptiva e estabilizante), com gráficos e exemplos. Traz também os conceitos de seleção artificial e sexual. Embora não esteja na unidade de contexto da teoria darwinista, ao explicá-los o texto volta a citar Darwin, sendo ele quem propôs essas ideias. A seleção sexual foi classificada no nível 3, pois explicitou o conflito entre seleção natural e as características selecionadas por seleção sexual. Já a seleção artificial, no nível 2, por apenas exemplificá-la.

Na última lição dessa unidade, discute a migração (fluxo gênico) de forma a enfatizar a modificação do *pool* gênico e da frequência alélica (nível 3) e a deriva genética, discorrendo sobre a causalidade do processo, que leva a variação da frequência independentemente do conjunto de alelos ser ou não vantajoso, levando, normalmente, à diminuição da variabilidade genética. Como também destaca os conceitos de efeito fundador e efeito gargalo, foi também classificada como nível 3.

Na unidade 6 são enfatizadas as discussões macroevolutivas, como especiação, (tanto alopátrica, como simpátrica e a poliploidia - nível 3) e extinção. Além dos tipos de especiação, destaca os mecanismos de isolamento reprodutivo e mostra exemplos interessantes, com imagens e árvores filogenéticas. Coloca a discussão sobre o conceito de raça, mostrando uma árvore com a distância genética das populações humanas e enfatizando que o conceito é inexistente.

Na terceira lição dessa unidade, discute o modo e tempo da evolução, fazendo uma breve retrospectiva da sistemática filogenética (nível 2), sem entrar em detalhes de interpretação e terminologia e discute explicitamente os processos de anagênese e cladogênese (nível 3). Por fim, discute o processo de extinção, principalmente as extinções em massa e sua relação com as posteriores radiações adaptativas (nível 3), citando também exemplos de coevolução.

Vale ressaltar que ao terminar cada capítulo, são também propostas leituras de livros atuais de divulgação científica, trechos de artigos científicos e de textos históricos. Existe também uma lição da unidade 6 sobre as discussões atuais, na qual indica a leitura do *Gene egoísta*, do Richard Dawkins, comenta sobre o equilíbrio pontuado, do Niles Eldredge e do Stephen Jay Gould, o qual já havia sido discutido em detalhes na lição anterior (nível 3), e fala também de epigenética.

A última unidade aborda a evolução humana, que é também discutida na descrição da biodiversidade do primeiro livro, na unidade sobre os animais. Deixa explícita, ao entrar no assunto, o questionamento comum de os humanos terem ou não descendido dos macacos ou se seria mais correto afirmar que tiveram um ancestral em comum.

Para iniciar a discussão, fala da evolução dos primatas, colocando brevemente a classificação e representando a evolução dos mesmos por meio de uma árvore filogenética, sem entrar nas características específicas de cada grupo (nível 2).

Relaciona a evolução dos homínídeos com mudanças ambientais, especificamente a formação da Rift Valley, na África, o qual deixou o ambiente mais quente e seco, causando uma redução da floresta, defendendo a hipótese da origem humana a leste da Rift Valley (*East Side Story*). Destaca as novidades evolutivas do grupo, como a postura ereta e o bipedismo e as alterações ósseas a ela relacionadas. Apresenta algumas espécies de *Australopithecus*, com os fósseis descobertos e também aos *Paranthropus* (nível 3)

Discute com detalhes a evolução do gênero *Homo*, especificando não só as novidades biológicas, mas também culturais de cada espécie, inclusive explicitando a mudança dos instrumentos de pedra utilizados e como eram fabricados. Logo, com relação à evolução cultural e tecnológica, foi classificado como nível 3. A evolução do gênero humano também recebeu o nível 3, por tratar das principais espécies e suas características.

Termina a lição com a discussão da conquista do mundo pela espécie de *Homo sapiens* com a saída da África e a chegada a todos os continentes. Como apresentou apenas a migração desta espécie, foi classificada como nível 2.

Vale ressaltar que a editora tem um livro dos mesmos autores e na mesma linha desses dois analisados intitulado *Percorsi di Biologia* (BORGIOLO; BORRIES, 2014). Por se tratar, assim como o livro 1, de um volume para o primeiro biênio, ele não foi analisado formalmente. No entanto, este se trata de um livro que pode ser usado tanto nos *licei* quanto nos percursos formativos técnicos e profissionais. Embora tenha uma introdução a todos os conteúdos tradicionalmente abordados (bioquímica, biologia celular, genética, biologia molecular, biotecnologia, biodiversidade, ecologia, fisiologia e anatomia) em menos de 300 páginas, o conteúdo de evolução é abordado de maneira muito completa, estando presentes, mesmo que de maneira sucinta, todas as unidades de registro. Assim, pode-se apontar que, independente da escolha do percurso formativo que os alunos escolham, como mencionado nas propostas curriculares, a discussão de evolução é abordada em sua complexidade.

b. Primo ciclo – Scuola Secondaria di Primo Grado

As coleções italianas foram escolhidas dentre as opções disponíveis na escola italiana Eugenio Montale, sendo que a coleção J (*Con gli occhi della scienza*) é a coleção utilizada pela escola, enquanto a coleção I (*Mondo Scienze*) é a coleção mais recente disponível (figuras 31 e 32). Os dados obtidos pela análise dos livros se encontram no quadro 13.

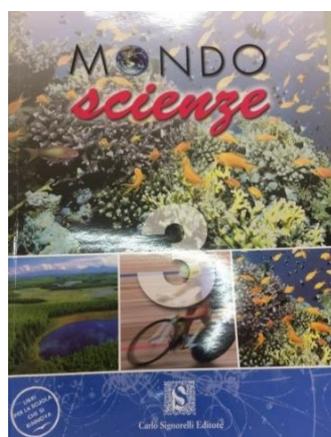


Figura 31. Capa da coleção italiana I. **Fonte:** BARGELLINI, 2010.



Figura 32. Capa da coleção italiana J. **Fonte:** BRIZZI et al, 2012.

Quadro 13. Dados obtidos pela análise dos livros italianos da *scuola secondaria di primo grado*.

Categorias	Subcategorias	Itália	
		Coleção I	Coleção J
Aspecto histórico	Pensamento aristotélico		1
	Primeiros transformistas		
	Lamarck	2	3
	Charles Darwin	3	3
	Wallace		
Evidências	Fosseis e fossilização	3	2
	Anatomia comparada	2	
	Órgãos vestigiais	2	
	Embriologia Comparada	2	
	Biologia Molecular		
Teoria darwinista	Seleção Natural	3	3
	Seleção Artificial		1
	Seleção Sexual		
	Influência Lyell		
	Influência Malthus	1	2
Síntese Moderna e outras discussões atuais	Influências de outras áreas	1	
	Genética de populações		
	F.E. Seleção Natural		
	Tipos de seleção natural		
	F. E. Deriva Genética		2
	F. E. Mutação		3
	F. E. Migração		3
	Macroevolução - especiação	2	
	Macroevolução - extinção		
	Sistemática Filogenética		1
	Anagênese x Cladogênese		
Gradualismo x Eq. Pontuado		1	
Evolução Humana	Evolução dos primatas	2	1
	Evolução dos hominídeos	2	3
	Evolução gênero <i>Homo</i>	3	3
	Evolução cultural	1	3
	Migrações (expansão areal)	1	3

Legenda: Números equivalentes ao grau de profundidade na exploração do tema. **Fonte:** Elaboração própria.

- **Mondo Scienze – Coleção I**

A coleção I analisada se chama Mundo Ciências, da editora Carlo Signorelli, cuja primeira edição foi lançada em 2005. Escrito por Alberto Bargellini, o volume que foi analisado por conter o conteúdo de evolução foi o terceiro volume, o qual seria utilizado no terceiro e último ano desse ciclo.

A coleção apresenta uma estrutura um pouco diferenciada, pois os conteúdos de Ciências relacionados à química, física e biologia se misturam nos volumes. Com relação ao conteúdo de biologia, no primeiro volume estão os conteúdos de diversidade biológica, com o estudo dos reinos de seres vivos. No segundo, fisiologia e ecologia e, por fim, no terceiro a parte de evolução, logo na primeira unidade.

Como estrutura geral, em todas as aberturas de unidades são apresentados os conteúdos que os alunos já devem saber previamente, os conceitos que deverão aprender a conhecer e o que deverão aprender a fazer. O texto apresenta negritos em algumas palavras-chaves e pequenos parágrafos com destaque em amarelo, como se estivessem grifados. Ao final de cada capítulo, apresenta uma sessão de perguntas dissertativas e bem diretas com o nome “è tutto chiaro?” (“está tudo claro?”).

O livro é dividido em unidades de aprendizagem, sendo que a primeira é chamada de “continuidade da vida sobre a Terra” (tradução livre). Dividida em quatro capítulos, inicia a discussão pelo estudo dos fósseis e dos processos de fossilização. Mesmo sem falar de datação por isótopos radioativos, o livro fala de datação indireta com fósseis guias, e por isso, foi classificado no nível 3 com relação ao nível de profundidade desta subcategoria.

O segundo capítulo traz uma discussão sobre a história da vida na Terra, com uma tabela geológica, cujas eras e períodos se relacionam a imagens e texto com os principais acontecimentos.

No terceiro capítulo, o assunto da evolução biológica em si é o foco principal. O texto de introdução aponta a relação entre os organismos e como é mais intuitiva a concepção de que as espécies não mudam ao longo do tempo. Para começar a contrapor tal concepção, mostra como a paleontologia constatou que em épocas passadas viveram animais muito diferentes. Portanto, já apresenta uma ciência que influenciou na formulação da teoria evolutiva. Para provar a evolução como fato, apresenta tanto a anatomia como a embriologia comparada e os órgãos vestigiais, dando o exemplo dos ossos vestigiais de patas nas cobras (nível 2).

Coloca a evolução como um fato científico e a define como “o conjunto de processos de mudanças aos quais os seres vivos são sujeitos, que produziu a partir de organismos primitivos, as plantas e os animais que vivem no nosso planeta” (BARGELLINI, 2010, p.8, tradução livre). Observa-se que, por mais que relacione o processo evolutivo com a ideia de mudança, dá ênfase as plantas e animais e coloca que

estes vieram de organismos primitivos e não ancestrais, podendo gerar ou enfatizar a ideia de progresso.

Diferente do esperado, não associa de maneira tão enfática a evolução à figura de Darwin. Sua história pessoal, assim como a teoria de Lamarck, é apresentada na forma de quadro, no final do capítulo. No texto principal, apenas cita A origem das Espécies e comenta brevemente as observações que levaram ao mecanismo do processo de transformação proposto por Darwin. Embora não aprofunde os conhecimentos dos dois naturalistas no corpo do texto, as duas unidades de registro a eles referentes estavam presentes, pois no quadro extra traz aspectos específicos da teoria de Lamarck, destacando sua importância por ser o primeiro naturalista e apresenta detalhes de viagem de Darwin e das observações que fez (níveis 2 e 3, respectivamente).

Para fazer compreender a teoria darwinista, inicia com a discussão da variabilidade dos indivíduos dentro de uma população, fazendo com que os alunos percebam as variações dentro do próprio grupo de amigos e familiares. Em um segundo momento, fala de caracteres hereditários, enfatizando que as variações são, em partes, passadas de uma geração para outra e discute também reprodução e a disponibilidade de recursos. Diz que, uma vez que os indivíduos têm a sua disposição uma quantidade limitada de recursos, o crescimento populacional não é ilimitado, existindo uma luta pela sobrevivência (nível 1 na categoria da influência de Malthus).

Embora não tenha focado na construção teórica de Darwin, nos fatos que observou e nas conclusões que chegou, reconstrói de maneira indireta o raciocínio que Darwin fez para chegar ao conceito de seleção natural e, portanto, esse conceito recebeu nível 3 dentro da unidade de contexto da teoria darwinista. O texto também enfatiza o caráter probabilístico da seleção natural, dizendo que é muito mais provável que, com o passar das gerações, “os indivíduos que possuem características vantajosas se tornem cada vez mais numerosos” (BARGELLINI, 2010, p.12, tradução livre).

O texto traz uma discussão muito relevante sobre o que significa ser o mais adaptado, mostrando por meio de exemplos que a característica mais vantajosa muda dependendo do ambiente.

Para finalizar a discussão genérica sobre evolução, apresenta o conceito de espécie e o processo de especiação através de exemplos, sem entrar na terminologia específica da área (nível 2).

O último capítulo é destinado à evolução humana, no qual enfatiza que também que os humanos tiveram origem em outros seres vivos que viveram no passado.

Apresenta a evolução dos primatas como um todo, relacionando as características em comum, como a posição dos olhos, que permite uma visão estereoscópica, e a estrutura de mãos e pés (nível 2). Também focaliza nas características em comum das espécies de homínídeos, como o bipedismo (nível 2), assim como o aumento da massa cerebral. Aprofunda a discussão nas espécies do gênero *Homo* (nível 3). Ao apresentar as espécies desse gênero, como a *H. erectus*, cita indiretamente a evolução cultural e tecnológica (uso do fogo) e a migração (difusão para Ásia e Europa), ambas tendo sido classificadas no nível 1.

- ***Con gli occhi della scienza* – Coleção J**

A coleção J se chama em português Com os olhos da Ciência e tem uma estrutura mais parecida com os livros brasileiros, ou seja, os conhecimentos biológicos ficam concentrados em alguns volumes e outros são destinados a geociências, física e/ou química. O conteúdo de evolução se encontra nas duas últimas unidades do volume B, ou seja, o segundo da coleção, referente ao ano intermediário da *scuola secondaria di primo grado*.

A estrutura é baseada em unidades que são divididas em lições, cada uma com apenas duas páginas. Contém várias sessões complementares, como “*Osserva e esplora o interpreta*” (“Observe, explore e interprete”), “*Speciale scienze*” (“Especial ciências”), “*Tu e la scienza*” (“Você e a ciência”), “*Ricorda che*” (“Relembre que”), entre outras, que se repetem ao longo das páginas.

Na capa da unidade, existe um texto de abertura, com breve resumo do capítulo, baseado em uma pergunta. No caso da primeira lição da unidade de evolução (unidade 9), a pergunta é “como os cientistas fizeram para reconstruir o passado?”. Para respondê-la, o texto apresenta o nome dos tópicos que serão estudados em negrito, situando as lições em um contexto mais geral.

O livro abre a unidade com observações do Darwin em sua viagem a bordo do Beagle, abordando especialmente os tentilhões e as tartarugas gigantes da ilha de Galápagos. Coloca, assim, o nascimento de novas espécies necessitando de um isolamento geográfico e reprodutivo.

A primeira lição se chama “Reconstruir o passado” e fala sobre fósseis e o processo de fossilização, sem entrar na datação (nível 2). Já na segunda lição aborda a vida nas eras geológicas, relacionando as diferentes formas de vida a cada era, como, por exemplo, os estromatólitos no Archeozoico e a explosão de vida animal no

Paleozoico. Sobre o Cenozoico, destaca a presença de mamíferos primatas e os primeiros ancestrais do homem. Tal frase pode levar à formação da concepção alternativa de um ancestral, quebrando com a continuidade do processo a partir de um único ancestral que deu origem a toda a biodiversidade

É na terceira lição que o livro entra nas teorias evolutivas, dando especial ênfase na teoria de Lamarck, que “teve o mérito de ser um dos primeiros a fazer hipóteses sobre os seres vivos terem evoluído a partir de outros seres vivos, adaptando-se ao meio” (BRIZZI *et al.*, 2012, p. 212, tradução livre,). Além de discutir a sua tese da hereditariedade dos caracteres adquiridos, coloca bastante ênfase na vontade que os animais teriam e que levaria, por fim, às modificações. A variação das condições ambientais determinaria necessidades e assim, a complexidade dos organismos progrediria gradualmente (nível 3).

Poucas vezes o caráter progressivo da teoria do Lamarck é tão evidenciado nos livros. Ao contrário do que normalmente se encontra, o uso e desuso é apenas citado (com o exemplo dos olhos da toupeira e dos dedos alongados das aves aquáticas). Além de enfatizar a importância do Lamarck no texto principal, apresenta um quadro com as contribuições de Lamarck, uma vez que foi o primeiro a propor um mecanismo preciso e teve uma contribuição decisiva para o posterior desenvolvimento do pensamento evolutivo.

A quarta lição é sobre Darwin e o fato dela se chamar “as observações de Darwin” demonstra a grande ênfase na construção de seu pensamento, mesmo que de forma implícita, colocando em evidência seus questionamentos e suas observações. Logo no início, coloca a imensa diversidade que chamou a atenção do naturalista em sua viagem. Ao mesmo tempo, Darwin observou a presença de muitas características em comuns em espécies que aparentemente são muito diferentes entre si. Aponta também a influências de Malthus para que Darwin formulasse o conceito de luta pela sobrevivência. Do conceito de luta pela sobrevivência, chega ao conceito de seleção natural, o qual é detalhado na lição 5.

Na quinta lição, ressalta a importância das diferenças entre indivíduos, sem a qual não existe a seleção natural e apresenta o conceito de variabilidade intraespecífica. Outros conceitos que usa para embasar a explicação são: potencial reprodutivo, luta pela sobrevivência e adaptação ao ambiente. Todos são apresentados no texto e em imagens, de forma relacionada. Por fim, utiliza tais conceitos para enfatizar que a seleção natural determina a evolução das espécies e quais os meios pelos quais opera.

Embora resuma a evolução das espécies, a princípio, apenas a partir da seleção natural, na lição 6 (“novas descobertas sobre a evolução”) apresenta outras forças, como a deriva genética, a migração e o isolamento geográfico. De maneira breve, fala das quatro forças evolutivas (mutação, migração, seleção natural e deriva genética). Apenas a seleção natural não é abordada de forma superficial, mas está vinculada apenas a Darwin e não discutida em termos na teoria sintética.

A segunda unidade do livro sobre a temática de evolução é destinada exclusivamente a evolução do homem e contém oito lições: “O lugar do homem na natureza”; “A nossa árvore genealógica”; “Duas linhas evolutivas”; “Os australopitecos”; “A evolução do gênero *Homo*”; “’Sapiens’ arcaicos e Neandertais”; “O aparecimento de *Homo sapiens*” e “A conquista do mundo”. Mostra assim um grande espaço para esse tópico no livro, que se refletiu na classificação de nível 3 de quase todas as unidades de registro relacionadas à evolução humana. A exceção foi a temática da evolução dos primatas, que foi apenas citada de forma a ressaltar o parentesco evolutivo próximo entre humanos e os demais primatas.

Na primeira lição, que discute o lugar do homem na natureza, coloca que Lineu já via os seres humanos como fazendo parte do reino animal e que Darwin mostrava a relação de parentesco existente. Discute a classificação e as principais características dos animais e traz uma discussão filosófica importante:

O homem foi considerado por muito tempo como um ser único, superior a qualquer outra forma de vida. No século XVIII, o homem encontrou o seu lugar certo dentro da classificação sistemática: um animal como outros animais (BRIZZI *et al.*, 2012, p. 230, tradução livre).

Na segunda lição, apresenta as características do processo de *ominazione*, ou seja, as características foram surgindo e que definem os grupos de homínídeos. Coloca a escrita como fonte recente de informação e os fósseis como fontes que permitem infer o tempo de ramificação dos grupos, ilustrando-o com uma árvore filogenética. Continua a discussão no terceiro capítulo, comparando com os possíveis ancestrais mais antigos e colocando a postura ereta e o desenvolvimento do cérebro como as características que diferenciam os humanos dos outros primatas. Em um quadro, discute os possíveis locais de origem dos *Homo sapiens*, a leste ou oeste da Rift Valley, na África.

Associa as diferentes espécies do gênero *Australopithecus*, com suas características e seus hábitos, mostrando imagens de fósseis e suas reconstruções. Também discute em detalhes as espécies do gênero *Homo*, relacionando aos *Homo*

habilis à produção de instrumentos como primeiras formas de tecnologias, o *Homo erectus* ao fogo. Coloca *H. heidelbergensis* como ancestral de *H. sapiens* e *H. neanderthalensis*.

Na penúltima lição, coloca em debate a origem africana recente e a evolução multiregional para discutir a origem do homem moderno, enfatizando que estudos com DNA suportam a primeira. Resume as novidades evolutivas dos *H. sapiens* como sendo a forma e a capacidade do crânio, o aumento do volume cerebral e a linguagem. Na última, fala das duas saídas da África, sendo a última realizada pelos *H. sapiens*, a elaboração de instrumentos e as novidades culturais, como pintura rupestre, instrumentos musicais e de cerâmica. Portanto, tem também uma discussão cultural e de migração bem embasada, sendo que as duas unidades de registro a ela relacionada foram consideradas como de intensidade 3.

5. Justaposição e Comparação dos dados

De maneira geral, poder-se fazer uma relação entre o Ensino Fundamental brasileiro e o *Primo Ciclo* italiano, já que os dois são voltados para estudantes entre os seis e os 14 anos de idade. Devido ao interesse específico desse trabalho, serão focados apenas os ciclos finais desses seguimentos: os três anos da *Scuola secondaria di primo grado* serão comparados aos quatro anos do Ensino Fundamental, anos finais (6º ao 9º ano).

Os dados obtidos com os livros de Ensino Médio foram comparados com os livros da *Scuola Secondaria di Secondo Grado*. Embora variem em quantidade de anos e esse segmento na educação italiana seja flexível (com diversos percursos formativos), ambos são o último nível da escola básica e antecedem o ensino superior. No caso italiano, usualmente os estudantes terminam a escola básica com 19 anos ou mais. Foram considerados na análise apenas os livros dos dois primeiros biênios, dos *licei*, os quais, mesmo com seus diferentes cursos formativos, são propedêuticos, assim como o Ensino Médio tradicional brasileiro.

Como descrito na metodologia, a análise dos dados, de forma comparativa, foi feita a partir da justaposição dos dados obtidos. Essa justaposição foi feita por nível escolar, como supracitado, e organizados em quadros. O item 5.1 desse capítulo é destinado à comparação dos dados obtidos pelas coleções dos últimos segmentos da escola básica (Ensino Médio e *Scuola secondaria di secondo grado*). O item 5.2, por sua vez, tem focos nos dados relacionados aos anos finais do Ensino Fundamental e à *Scuola secondaria di primo grado*.

5.2. Ensino Médio e *Secondo Ciclo*

A justaposição dos dados relativos aos livros do EM brasileiro e à *scuola secondaria di secondo grado*, do *secondo ciclo* italiano se encontram no quadro 14, no qual se destaca, de maneira geral, a presença da maioria das unidades de registros estabelecidas, tanto nas coleções analisadas do Brasil, quanto da Itália. Logo, a presença ou ausência das categorias foi semelhante, sendo a intensidade com a qual os assuntos foram abordados o principal parâmetro que variou tanto entre os países, quanto entre as coleções em si de cada um deles.

Quadro 14. Justaposição dos dados brasileiros de EM e seu equivalente na Itália.

Categorias	Subcategorias	Brasil			Itália		
		Coleção A	Coleção B	Coleção C	Coleção F	Coleção G	Coleção H
Aspecto histórico	Pensamento Aristotélico	1	2	1		2	2
	Primeiros transformistas	1	1	2		3	3
	Lamarck	3	2	3	2	2	2
	Charles Darwin	3	3	3	3	3	3
	Wallace	2	3	2	2	2	1
Evidências	Fosseis e fossilização	3	3	2	3	3	1
	Anatomia comparada	3	3	3	2	3	3
	Órgãos vestigiais	3	2	3	1	3	
	Embriologia Comparada	1	1	2	3	2	2
	Biologia Molecular	3	2	3	3	3	3
Teoria darwinista	Seleção Natural	3	3	2	3	3	3
	Seleção Artificial	3	3	3	3		2
	Seleção Sexual	2	2	2	1	3	3
	Influência Lyell	1		2	3	3	2
	Influência Malthus	3	3	2	3	1	
Síntese Moderna e outras discussões atuais	Influências de outras áreas		2	1	1	2	1
	Genética de populações	1	2	3	2	3	3
	F.E. Seleção Natural	2	2	2	3	3	3
	Tipos de seleção natural				3	3	3
	F. E. Deriva Genética	2	3	3	3	3	3
	F. E. Mutação	3	2	3	3	3	3
	F. E. Migração	3	3	1	3	3	3
	Macroevolução - especiação	2	2	2	3	3	3
	Macroevolução - extinção	1	3	3	2	3	3
	Sistemática Filogenética	2	3	2	3	3	2
	Anagênese x cladogênese	3	3	3			3
Gradualismo x Eq. Pontuado		3		3	3	3	
Evolução Humana	Evolução dos primatas	3	3	2	3	2	2
	Evolução dos hominídeos	3	3	3	3	3	3
	Evolução <i>do</i> gênero <i>Homo</i>	3	3	3	3	3	3
	Evolução cultural	2	2	2	1	2	3
	Migrações (expansão areal)	1	2		1	1	2

Legenda: Números equivalentes ao grau de profundidade na exploração do tema. **Fonte:** Elaboração própria.

Com relação aos aspectos históricos, as seis coleções abordaram Darwin com o mesmo nível de aprofundamento (3). A coleção F não discutiu nem o pensamento aristotélico, nem os primeiros transformistas, enquanto as outras coleções o fizeram de

maneira variável. Destaca-se o maior nível de aprofundamento das coleções G e H de tais aspectos históricos, sendo que em ambas foram tratados detalhes dos primeiros pensadores, como Buffon e Erasmus Darwin.

O naturalista francês Lamarck foi trabalhado de forma homogênea nas coleções italianas, as quais privilegiam a discussão das leis classicamente relacionadas a ele: uso e desuso e herança dos caracteres adquiridos. Essa abordagem foi também feita na coleção B brasileira. No entanto, nas coleções A e C, foram explícitos outros aspectos da proposta teórica de Lamarck, como o aumento crescente da complexidade (nível 3). Os livros também apontaram que, por mais que Lamarck seja tradicionalmente associado à herança dos caracteres adquiridos, tal concepção já estava presente no meio científico muito antes dele.

A abordagem da figura de Wallace também variou consideravelmente. Na coleção italiana H, ele é apenas citado como um naturalista que chegou às mesmas conclusões do Darwin. As coleções A e C (brasileiras) e na F e G italiana, ressaltaram a publicação conjunta em 1858. Já a coleção B discutiu aspectos específicos da vida de Wallace e de suas viagens, dando maior ênfase ao naturalista que as demais coleções.

Com relação a categoria das evidências, observa-se que todas as coleções destacam os fatores estabelecidos pela análise que sustentam a teoria científica da evolução. Foram trabalhadas com o maior nível de profundidade estabelecido, na maioria das coleções, as categorias dos fósseis, da anatomia comparada e da biologia molecular. A penas a coleção H citou a importância dos fósseis como evidência, sem entrar nos processos de fossilização e/ou datação (nível 1) e apenas a coleção C, discutiu os processos de fossilização, de maneira geral, sem abordar a datação dos fósseis.

Com exceção da coleção F, que foi classificada no nível 2, todas as coleções relacionaram a anatomia comparada com órgãos homólogos ou homoplásicos (análogos, na linguagem de todos os livros analisados) e aos conceitos de evolução convergente e divergente. No caso da biologia molecular, apenas a coleção B foi classificada na intensidade 2. As demais, além de explicarem nos termos específicos, como dados moleculares e/ou bioquímicos, sustentaram a teoria evolutiva, trazendo exemplos específicos, como os genes homeóticos e as filogenias moleculares.

Tiveram menos ênfase nos textos a embriologia comparada, sobre a qual apenas a coleção F trouxe mais de um exemplo que justifica essa área como evidência (nível 3), e a categoria dos órgãos vestigiais. Sobre a primeira, as coleções A e B apenas citaram

(nível 1) e as coleções C, G e H, exemplificaram-na (nível 2). Sobre a segunda, a coleção H não a apresentou, enquanto a coleção F a citou (nível 1). A coleção B foi classificada no nível 2 e as A, B e F, no nível 3, por terem trazido mais de um exemplo associada à explicação geral. A coleção H apresentou também a biogeografia como evidência, tendo sido a única coleção a apresentar tal aspecto.

Na unidade de contexto sobre a teoria darwinista, houve uma aproximação grande das categorias da seleção artificial e sexual entre as coleções brasileiras, sendo que todas foram classificadas no nível 3 e 2, respectivamente. Com relação as coleções italianas, tal equivalência não foi encontrada, sendo que a coleção F foi classificada como 3 na categoria da seleção e 1 na seleção sexual. A coleção G não trouxe o conceito de seleção artificial e se aprofundou no conceito de seleção sexual (nível 3), enquanto a coleção H, também se aprofundou na seleção sexual, mas foi classificada como nível 2. Sobre a seleção natural, por sua vez, apenas a coleção C foi classificada no nível 2, não tendo apresentado o raciocínio de Darwin, com suas observações e conclusões, para sua elaboração. Todas as outras o fizeram e demonstraram o caminho lógico da construção do conceito, portanto, foram classificadas como 3.

Ainda na unidade de contexto sobre a teoria de Darwin, suas influências também variaram entre as coleções. Na coleção brasileira B, o geólogo Lyell não foi citado (categoria ausente), assim como Malthus não foi citado na coleção H. A influência do primeiro foi abordada com mais detalhes das coleções italianas, tendo tido classificação 3 nas coleções F e G, e 2 na coleção H. Já a influência de Malthus foi discutida de forma mais explícita e com maior nível de aprofundamento nas coleções brasileiras, tendo sido classificada como 3 nas coleções A e B e 2, na coleção C, enquanto que apenas a coleção italiana F recebeu classificação 3 e a G recebeu classificação 1.

A maior diferença encontrada entre os países foi na categoria da síntese moderna e outras discussões atuais, principalmente quanto ao nível da abordagem. Sobre a seleção natural, todos os livros brasileiros voltaram a trabalhar esse conceito em um contexto mais atual, no entanto, não o trouxeram relacionando-o com termos moleculares ou de genética de populações (nível 2), o que foi feito, em contraste, nas coleções italianas analisadas. Destaca-se que nenhum dos livros brasileiros abordou os tipos de seleção (disruptiva, estabilizante e direcional), enquanto esse tema foi discutido com o nível máximo de aprofundamento em todas as coleções italianas.

A influências de outras áreas permaneceu entre os níveis 1 e 2 nos dois países. Embora todas as outras forças evolutivas (migração, mutação e deriva genética),

estivessem também presentes nas coleções brasileiras, houve variação na forma como foram abordadas, enquanto todas as coleções italianas foram classificadas como 3 nas três unidades de registro.

Sobre aspectos macroevolutivos, as coleções brasileiras e italianas foram também homogêneas entre si, sendo que as brasileiras abordaram pelo menos dois tipos de especiação, enquanto as italianas foram classificadas no maior nível estabelecido, com as respectivas terminologias. Outros aspectos macroevolutivos foram mais heterogêneos. Os conceitos de anagênese e cladogênese, quando presentes, foram classificados como nível 3. Tal categoria esteve presente em todas as coleções brasileiras e apenas na coleção H italiana.

Associado ao conceito de cladogênese, está a sistemática filogenética. Embora em muitas coleções tenham trazido a discussão específica dessa área em volumes diferentes aqueles com a maior parte dos conceitos evolutivos, todas as coleções trouxeram aspectos interpretativos das árvores filogenéticas (nível 2), sendo que as coleções B, F e G aprofundaram nas discussões específicas da área, com sua terminologia (nível 3).

A extinção foi uma categoria presente em todas as coleções. No entanto, a coleção A apenas citou o processo, sem relacioná-lo diretamente com a evolução. As demais coleções brasileiras, assim como as coleções G e H, foram classificadas no nível 3, por terem discutido, além os fatores que estão relacionados a extinção de espécie, os conceitos de extinção em massa e radiação radiativa. A coleção F, por sua vez, foi classificada no nível 2.

A última categoria da unidade de contexto que se insere nas discussões atuais é sobre o equilíbrio pontuado. Nessa, os dados italianos foram também homogêneos (nível 3). No caso brasileiro, essa discussão não esteve presente em dois (coleção A e C) dos três livros, sendo que apenas a coleção B apresentou e comparou o gradualismo com o equilíbrio pontuado e também foi classificada como nível 3.

Com relação à evolução humana, todas as coleções dos dois países receberam a classificação 3 nos tópicos sobre evolução dos hominídeos e do gênero *Homo*, sendo que os outros variaram tanto entre as coleções brasileiras e italianas, como dentro de cada país, com exceção da evolução cultural que foi classificada como 2 em todos os livros brasileiros.

Sobre a evolução dos primatas, todos os livros falaram das características em comum do grupo e das novidades da linhagem humana. Duas coleções brasileiras (A e

B) e uma italiana (F), discutiram as novidades evolutivas das outras linhagens de primatas também. Apenas um livro (C) não comentou sobre a migração das espécies humanas. Um dos livros brasileiros (A) e dois dos italianos (F e G) trouxeram a origem africana da espécie humana e a posterior expansão de areal. Uma coleção de cada país (B e H), abordou os possíveis fatores relacionados à migração e mostrou o caminho percorrido pelos *Homo sapiens*.

5.3. Ensino Fundamental e *Primo Ciclo*

A justaposição dos dados relativos ao EF e a *scuola secondaria do primo grado* se encontram no quadro 15. Tal quadro mostrou que algumas das unidades de registro analisadas estiveram presentes em todos os livros, tanto da Itália quanto do Brasil. Por outro lado, a intensidade que os temas foram abordados variou em pelo menos um dos livros analisados.

Como esperado, a quantidade de unidades de registro presentes nesses níveis escolares foi menor do que a quantidade do nível escolar superior. A profundidade, com algumas exceções que também foram classificadas no nível 3, foi também menor.

Na primeira unidade de contexto, pouco se falou de questões referentes a história do pensamento evolutivo anteriores a Lamarck. A unidade de registro sobre os primeiros transformistas está ausente nos livros dos dois países e apenas a coleção italiana J apresentou aspectos do pensamento fixista das espécies, sem relacioná-los a Aristóteles (nível 2). O próprio Lamarck também não foi abordado nas coleções brasileiras, tendo sido citado na coleção I e trabalhado de forma a abordar tanto os aspectos específicos de teoria como sua importância para o desenvolvimento do pensamento evolutivo (coleção J).

A subcategoria relacionada a Darwin, nos aspectos históricos, foi abordada com profundidade, enfatizando sua viagem, suas observações e conclusões em três das quatro coleções (nível 3): coleção E brasileira e as duas coleções italianas. A figura do Wallace, por outro lado, foi mencionada apenas na coleção E, estando ausente nas demais.

Quadro 15. Justaposição dos dados italianos e brasileiros relacionados ao EF/*primo grado*.

Categorias	Subcategorias	Brasil		Itália	
		Coleção D	Coleção F	Coleção I	Coleção J
Aspecto histórico	Pensamento aristotélico				1
	Primeiros transformistas				
	Lamarck			2	3
	Charles Darwin		3	3	3
	Wallace		2		
Evidências	Fósseis e fossilização	2	1	3	2
	Anatomia comparada		2	2	
	Órgãos vestigiais			2	
	Embriologia Comparada			2	
	Biologia Molecular		1		
Teoria darwinista	Seleção Natural		3	3	3
	Seleção Artificial	1	2		1
	Seleção Sexual				
	Influência Lyell				
	Influência Malthus			1	2
Síntese Moderna e outras discussões atuais	Influências de outras áreas			1	
	Genética de populações				
	F.E. Seleção Natural	3	2		
	Tipos de seleção natural				
	F. E. Deriva Genética				2
	F. E. Mutação	1			3
	F. E. Migração				3
	Macroevolução - especiação		1	2	
	Macroevolução - extinção				
	Sistemática Filogenética	1	1		1
	Anagênese x Cladogênese				
Gradualismo x Eq. Pontuado				1	
Evolução Humana	Evolução dos primatas	3	3	2	1
	Evolução dos hominídeos	1		2	3
	Evolução gênero <i>Homo</i>	3		3	3
	Evolução cultural	2		1	3
	Migrações (expansão areal)			1	3

Legenda: Números equivalentes ao grau de profundidade na exploração do tema. **Fonte:** Elaboração própria.

A única evidência que foi abordada em todos os livros foi a relacionada aos fósseis e a fossilização, havendo variação na classificação. Uma coleção brasileira (D) e uma italiana (J) destacaram também processos de fossilização e foram classificadas como nível 2. A coleção brasileira E apenas citou os fósseis como evidência e a coleção I trabalhou também processo de datação (nível 3).

A anatomia comparada foi abordada trazendo os conceitos de homologia na coleção E e na I (uma de cada país). Os órgãos vestigiais foram abordados apenas na coleção italiana I, a qual foi também a única a abordar a embriologia comparada, dando mais destaque, de maneira geral, para as evidências evolutivas.

Sobre a teoria darwinista, a seleção natural foi explicada a partir do processo investigativo de Darwin (nível 3) também em três dos livros. Na coleção D brasileira, porém, esse conceito não apareceu nessa unidade de contexto. Sem fazer referência a Darwin, foi abordada relacionando aos aspectos de genética, portanto em um contexto atual (nível 3). Encontra-se nesse sentido uma diferença entre os livros brasileiros e italianos nesse nível escolar: os italianos priorizaram a explicação de seleção natural no contexto da formulação de Darwin e os brasileiros o trouxeram no contexto da síntese moderna. Apenas a coleção E apresentou essa unidade de registro nos dois contextos (3 e 2, respectivamente).

Outra unidade de registro presente no contexto da teoria darwinista foi a seleção natural, a qual foi citada apenas pela coleção italiana J e pelas duas coleções brasileiras, uma delas com maior profundidade (F; nível 2). Com exceção da influência que o Malthus teve na teoria darwinista, que foi citada pela coleção J, as demais unidades de registro desse contexto estavam ausentes.

De maneira geral, a categoria da teoria sintética teve uma baixa presença nos livros de ensino fundamental brasileiro e seu equivalente italiano. Apenas a coleção I trouxe influências de outras áreas, tendo citada a relação de Mendel com a formulação da teoria sintética. Com relação as forças evolutivas, por outro lado, apenas a coleção J, também italiana, abordou as quatro forças, tendo trazido a deriva genética a migração e a mutação. A coleção A também explicou o que são mutações, mas não a associou como uma força evolutiva. O conceito de especiação foi trazido por uma coleção de cada país (E e I).

Embora a sistemática filogenética não tenha sido discutida explicitamente, árvores evolutivas foram utilizadas como recurso visual nas duas coleções do Brasil e na coleção J da Itália, a qual também foi a única, entre todas as coleções, a apresentar o conceito de equilíbrio pontuado (I). As demais unidades de registro, como genética de população, não foram encontradas.

Com relação a evolução humana, houve grande heterogeneidade, sendo que de maneira geral, os livros brasileiros tiveram menos unidades de registros presentes. A coleção E, por exemplo, discutiu apenas a evolução dos primatas como um todo

(classificada como 3 nas duas coleções brasileiras). A coleção D, apesar de ter apresentado quatro das cinco subcategorias, foram trabalhadas no final do livro, como um quadro extra. Nessa, a evolução dos hominídeos foi apenas citada, mas a evolução do gênero *Homo* foi classificada no mesmo nível de profundidade (3) das coleções italianas, exemplificando os fósseis dos primeiros homens.

Ao discutir a evolução dos primatas, as coleções italianas deram menor ênfase a esse assunto quando comparadas com as coleções brasileiras analisadas (nível 2 e 1), mas enfatizaram a evolução dos hominídeos (nível 2 e 3).

Enquanto a evolução cultural é explicada com detalhes, entrando nos modos específicos dos diferentes modos de produção tecnológica na coleção italiana J, na outra coleção italiana é apenas citada de forma implícita e abordada com mais detalhes (nível 2) na coleção D. Por fim, apenas as coleções italianas abordam o processo de migração humana, sendo que a primeira coleção apenas cita a expansão e a segunda discute amplamente, com o caminho específico e o ano aproximado com que aconteceram.

6. Discussão

Refletir os dados obtidos a partir do referencial teórico de Chevallard permite que se comparem os resultados dos conhecimentos escolares presentes nos livros com os conhecimentos acadêmicos/científicos da área.

Observa-se que algumas das unidades de contexto se aproximam de aspectos relacionados por Chevallard, permitindo que se analisem as características do conhecimento escolar relacionados ao conteúdo de evolução. Segundo o autor, dentro do processo de transposição, os saberes, ou conceitos, acabam separados do tempo, das pessoas e dos contextos onde foram criados.

Enquanto algumas das subcategorias se referem a conceitos propriamente ditos, outras se relacionam com a personalização do conhecimento (i.e. Darwin, Lamarck, Wallace, entre outros), as quais são encontradas com maior frequência na categoria dos aspectos históricos e fazem com que determinado conceito seja relacionado com as pessoas que o produziram.

Com relação à contemporização, tanto as influências externas quanto o contexto científico da época de produção fazem parte desse aspecto. Portanto as unidades de registro relacionadas a influência de Lyell, de Malthus e de outras áreas correlacionam-se a aspectos de contemporização dos saberes.

Por fim, a contextualização dos conhecimentos faz referência a seu pertencimento dentro de uma rede maior de saberes. Nessa perspectiva, um conhecimento contextualizado traria aspectos de sua produção atual, das ferramentas que são utilizadas em pesquisas científicas, assim como de suas aplicações.

A princípio, destaca-se na comparação dos dados obtidos na análise dos livros didáticos do Brasil e da Itália, principalmente com relação ao último segmento da escola básica, a presença da maioria das unidades de registro estabelecidas. Na perspectiva histórica as coleções estudadas dos dois países mostraram uma personalização dos conteúdos, ou seja, relacionaram os conceitos evolutivos com as pessoas que os produziram inicialmente, abordando figuras como Lamarck, Darwin e Wallace.

Outros trabalhos feitos a partir da análise de livros didáticos (BELLINI, 2006; ALMEIDA; FALCÃO, 2010) colocam que, ao abordar a figura de Lamarck, os livros usualmente omitem a verdadeira teoria transformista proposta por ele. Nos livros

italianos do *secondo ciclo* analisados, os quais foram classificados no nível 2 nessa unidade de registro, tal omissão esteve também presente, sendo que a discussão sobre a teoria transformista de Lamarck focou de forma restrita a lei do uso e desuso e da herança dos caracteres adquiridos. O mesmo tipo de abordagem foi feito por uma das coleções brasileiras. No entanto, duas das três coleções de Ensino Médio analisadas, enfatizaram de maneira explícita que o autor não ficou conhecido por suas ideias centrais e adicionaram na discussão suas ideias sobre aumento progressivo de complexidade, por exemplo.

No caso dos livros do segmento anterior, houve uma diferença significativa do padrão acima discutido. O naturalista francês não apareceu nos livros brasileiros, tendo sido discutido apenas nos livros italianos. Em uma das coleções italianas, tal unidade de registro foi classificada como nível 3, ou seja, também abordou aspectos originais do transformismo lamarckista e não se restringiu as leis usualmente a eles atribuídas.

Embora os resultados com relação aos livros de Ensino Médio tenham sido divergentes dos encontrados em outros trabalhos da literatura com relação à abordagem da teoria de Lamarck, com relação ao exemplo clássico da evolução do pescoço da girafa, houve uma concordância. A atribuição da evolução do pescoço da girafa devido à necessidade de se alimentar de arbustos mais altos foi apresentada na maioria dos livros analisados, tanto brasileiros, quanto italianos. O exemplo foi trazido, inclusive, por uma das coleções que foi classificada, na unidade de registro de Lamarck, como nível 3.

Segundo Gould (1996) o exemplo do pescoço da girafa é um “conto” presente nos livros didáticos, sem embasamento científico que serve para demonstrar a superioridade da teoria de Darwin com relação a de Lamarck. Quando, na verdade, o próprio Darwin, ao acrescentar o exemplo na última edição de “A origem das Espécies”, em resposta a crítica satírica de George Mivart (1827-1900), Darwin interpreta-o como um trabalho conjunto entre seleção natural e as forças lamarckistas. Lamarck, por sua vez, havia apenas feito uma alusão breve a esse exemplo, em meio a inúmeros outros de maior importância.

Os livros analisados não apresentaram a hipótese de que a evolução do longo pescoço da girafa seria resultado de seleção sexual, uma vez que os machos lutam por dominância e por acesso as fêmeas com seus pescoços longos (SIMMONS; SCHEEPERS, 1996). A exceção foi a coleção B, do Brasil, que trouxe um quadro desmitificando alguns dos exemplos clássicos da biologia evolutiva nos livros didáticos,

incluindo o caso da girafa, apresentando na íntegra o texto de divulgação científica de Roque (2003) sobre o assunto.

Se por um lado houve variação na forma como a figura do Lamarck foi representada no desenvolvimento do pensamento evolutivo, o papel de Darwin foi, qualitativamente mais homogêneo. Todos os livros do último segmento da escola básica dos dois países não só apresentaram aspectos da viagem a bordo do Beagle, como ressaltaram também suas observações e conclusões.

Apesar de haver uma contemporização e contextualização da produção acadêmica de Darwin, demonstrado pelas influências externas, por exemplo, há um recorte específico, tradicionalmente focado nas observações feitas em Galápagos como a observação das variações entre as espécies de tartarugas gigantes e tentilhões nas ilhas. Não houve, por exemplo, em nenhum dos livros, referências a grande biodiversidade encontrada no Chile Central, com uma fauna e flora muito particulares e diferentes do lado argentino dos Andes (BIZZO, 2002).

O enfoque dos livros foi também, como apontado por Bizzo (2002), apresentar as ideias de Darwin como uma série de induções e deduções, as quais levariam a uma conclusão inevitável e, por conseguinte, a aceitação da teoria evolutiva. Os livros deram grande importância ao “contexto da justificação”, tendo sido abordadas com ênfase as evidências que sustentam a teoria.

Embora todos os livros que discutiram o papel de Darwin na formulação da teoria evolutiva (tanto brasileiros, quanto italianos) tenham também trazido a figura do Wallace, apenas dois exploraram o contexto pessoal e profissional que levou com que ele chegasse as mesmas conclusões de Darwin.

Os livros do *Primo Grado* italiano apresentaram a figura de Darwin de maneira mais próxima aos livros do segmento posterior, sendo que um deles apresentou o mesmo nível de aprofundamento e o outro citou a viagem do Beagle sem enfatizar as observações e o raciocínio que delas derivou. Os livros brasileiros, por outro lado, não citaram o naturalista inglês, ou qualquer outra figura importante para o desenvolvimento do pensamento evolutivo, tendo sido o país e o segmento que tiveram as características do conhecimento escolar, apontadas por Chevallard, de forma mais marcante. Ou seja, houve maior despersonalização, maior descontextualização e descontemporização.

Ainda sobre o aspecto da personalização do conhecimento, uma diferença marcante entre os livros dos dois países foi o foco exclusivo dos livros brasileiros em pesquisadores do século XVIII e XIX. Os livros italianos, por outro lado, citaram

constantemente pesquisadores da modernidade, como Richard Dawkins, Stephen Jay Gould, Niles Eldredge, Ernst Mayr, entre outros. Apenas um dos livros brasileiros entrou em aspectos ainda em discussão no meio acadêmico, como a teoria do equilíbrio pontuado.

Com relação a personagens transformistas e pré-transformistas, embora um dos livros italianos não tendo apresentado os primeiros transformistas e o pensamento aristotélicos, os outros discutiram de forma mais aprofundada que os livros brasileiros. Esses livros abordaram em detalhes o pensamento evolutivo de pelo menos um pensador anterior a Lamarck e discutiram explicitamente pelo menos um aspecto das marcas do pensamento aristotélico, como o fixismo ou a *scala naturae* na atualidade relacionando-as com o processo de construção do conceito evolutivo ao longo do tempo.

Assim, ao apresentar a influência do pensamento aristotélico, como o fixismo, os livros mostram outro aspecto importante: a de que muitas pessoas ainda não tinham a concepção de que as espécies mudavam e de que esta mudança não era resultado de mecanismos sobrenaturais. Embora Darwin não tenha sido o primeiro a propor um mecanismo natural, ele contrapôs os três pilares do pensamento aristotélico: o fixismo pela descendência com modificação, o essencialismo (ou a ideia de que as espécies têm uma essência imutável) pela valorização da variabilidade individual e a teleologia (ou finalismo) principalmente pela seleção natural (SOLINAS, 2015). Explicitar tal discussão é importante uma vez que marcas do pensamento aristotélico ainda podem ser encontradas em concepções alternativas.

Outro ponto importante destacado pela análise de livros didáticos de Bellini (2006) foi a presença de figuras argumentativas de tempo linear e analogias de escada, a qual é uma das principais concepções alternativas relacionadas a evolução (GREGORY, 2008; CUNNINGHAM; WESCOTT, 2009; D'AMBROSIO *et al.*, 2016). A presença de figuras evolutivas que se correspondam com um processo linear é um fator preocupante. Porém essa representação linear e/ou em escada não foi encontrada nos livros analisados em nenhum dos países. Tanto os livros de EF e EM (e os respectivos níveis escolares italianos), privilegiaram figuras de linguagem e ilustrações que remetem a uma ramificação, demonstrado, por exemplo, pela grande quantidade de árvores filogenéticas utilizadas nos textos. Segundo Santos e Calor (2008), uma vez que as filogenias são diagramas ramificados, nas quais tanto a ancestralidade comum, como

a relação de parentesco evolutivo são representados, tais representações podem ser úteis para contrapor a ideia de progresso evolutivo.

Alguns dos livros não apenas trouxeram representações em árvores em suas discussões e exemplos, mas entraram na área da sistemática filogenética em si, apontando explicitamente como se interpretam tais representações. Segundo Meisel (2010) as representações de árvores filogenéticas são comuns nos livros didáticos das *middles* e *high schools* (equivalentes ao EF e EM brasileiros), porém tais livros não trazem explicações de como as filogenias devem ser interpretadas. Explicitar essa discussão mostra-se como um aspecto importante a ser trazido nos livros e discutido em sala de aula, pois entender o que as árvores evolutivas e cladogramas representam parece não ser intuitivo, principalmente no que diz respeito a compreensão da passagem do tempo e da relação entre os táxons representados, (D'AMBROSIO et al, 2017). A análise dos livros brasileiros e italianos, mostrou que, mesmo de maneira insurgente, a sistemática e o pensamento filogenético vêm ganhando mais espaço no ensino.

Além de terem utilizado as filogenias, os livros também contrapuseram explicitamente a ideia de progresso evolutivo. Duas das coleções brasileiras de EM apontaram que a evolução não é um processo linear, uma coleção do *secondo ciclo* colocou que a evolução não é um processo finalístico e outra desconstruiu a concepção de superioridade humana. A ênfase nesses aspectos foi também dada nos livros do nível escolar anterior, sendo que um dos livros brasileiros deixou explícito que não há ser vivo mais evoluído e uma das coleções italianas também desconstruiu a ideia de superioridade.

Os dados acima descritos referem-se principalmente à compreensão geral da teoria evolutiva, podendo, assim, ser relacionados com algumas das afirmações avaliadas pelo barômetro, como, por exemplo: “*As espécies atuais de animais e plantas se originaram e outras espécies do passado*”; “*A evolução biológica ocorre tanto em plantas como em animais*” e “*Organismos diferentes podem ter um ancestral em comum*”. Embora os livros tenham abordado de maneira similar o conceito evolutivo de Darwin e tenham enfatizado, em diversos momentos a ancestralidade comum, os dados coletados pelo barômetro mostraram uma diferença significativa entre os conhecimentos autodeclarados de brasileiros e italianos.

Se, por um lado, 63% dos jovens brasileiros concordou com a afirmação de que plantas e animais atuais se originaram de espécies do passado e 66% concordou com a afirmação da evolução biológica ocorrer tanto em plantas como em animais, apenas

30% concordou que seres vivos diferentes podem ter um ancestral em comum. A maioria dos jovens italianos, por outro lado, marcou “verdadeiro” nas três afirmações supracitadas (86,2%, 71,7% e 61,6%, respectivamente).

Embora o índice de respostas assertivas tenha sido maior nos dados italianos, a afirmação de reconhecer que organismos diferentes têm ancestrais em comuns pareceu mais difícil para os estudantes do que perceber que as espécies atuais vieram de outras espécies, nos dois países (por volta de 50% dos brasileiros e 25% dos italianos indicaram que não saberiam dizer). Ou seja, os estudantes aceitam que os seres vivos se modificaram ao longo do tempo com mais frequência que aceitam que organismos diferentes entre si, como uma bactéria, um lobo ou uma orquídea tiveram um ancestral comum em algum ponto do passado.

Um indicativo para essa dificuldade pode ser encontrado na forma fragmentada que os conceitos evolutivos estão presentes nos livros didáticos. Os livros analisados indicaram mais de uma vez a ancestralidade comum e vários utilizaram, de alguma forma, a evolução como eixo condutor. No entanto, a discussão da biodiversidade a partir da perspectiva evolutiva ocorreu, sempre que presente, de maneira isolada, ou seja, no capítulo de botânica, introduzia-se a evolução e filogenia das plantas, no capítulo dos metazoários, discutia-se a evolução e filogenia dos animais e assim por diante. Nenhum dos livros retomou a relação destes grupos com seus grupos irmãos ou com os demais grupos de seres vivos estudados (apresenta, por exemplo, a relação próxima entre protozoários e animais, ou a relação evolutiva entre animais e plantas).

Outros trabalhos que avaliaram o tema de evolução como eixo condutor também indicaram o uso superficial da evolução. Dalapiccola e colaboradores (2015), que analisaram o conteúdo sobre cordados, apontaram a utilização da evolução em pouca quantidade e de maneira descritiva, adicionando palavras como novidades evolutivas e adaptações. Os autores relataram que, embora os documentos oficiais coloquem que os conteúdos de biologia sejam pautados em explicações ecológicas e evolutivas, os livros do PNLD por eles analisados não apresentaram a evolução como um eixo condutor. Houve, segundo eles, apenas um acréscimo de conteúdos evolutivos ao longo dos livros.

A segregação de conteúdos e a falta da evolução foram também encontradas em livros introdutórios de biologia norteamericanos, em um trabalho que apontou que concepções alternativas persistem em estudantes após a instrução superior (NEHM et al, 2009).

O mesmo padrão, como já apontado, foi também encontrado nos livros brasileiros analisados. Nos livros italianos, por sua vez, foi encontrada uma presença maior e mais contínua de conteúdos evolutivos (em duas das três coleções), não só nos capítulos de botânica e zoologia, mas também em discussões de citologia, genética e ecologia.

O ponto mais alto de assertividade entre os estudantes brasileiros foi com relação aos fósseis representarem uma evidência de animais do passado (81% de escolhas “verdadeiro”). Os livros brasileiros analisados de EM trouxeram com ênfase esse assunto, não só na discussão dos fósseis como evidência e o processo de fossilização e datação, mas apresentando também fósseis de animais extintos, como os trilobites, por exemplo, na descrição da história da vida.

A unidade de registro relacionada aos fósseis foi a única presente nos dois livros de EF brasileiros, conotando uma tradição do ensino desse tópico. Os estudantes italianos também foram assertivos nessa questão, com uma porcentagem de aproximadamente 95% de concordância. O nível de aprofundamento nesse tópico nos livros da *scuola secondaria di primo grado* foi também maior, quando comparado com os livros de EF.

Logo, não foram encontradas diferenças qualitativamente significativas nos livros dos dois países, nas unidades de contexto dos aspectos históricos, das evidências e da teoria darwinista, principalmente no último nível da escola básica, que se relacionem conclusivamente com as diferenças encontradas no projeto SAPIENS com relação à compreensão geral e a aceitação da evolução.

No entanto, a maior diferença encontrada na comparação dos dados, a qual pode se relacionar com tal compreensão geral, foi encontrada na unidade de contexto da síntese moderna e outras discussões. Embora uma grande quantidade de unidades de registros tenha sido encontrada nos livros brasileiros, o nível de profundidade foi menor do que o abordado nos livros italianos, os quais foram, em uma maioria classificados com o nível 3 e denotaram uma maior proximidade com o conhecimento acadêmico da área.

Tal diferença se deu principalmente na abordagem das forças evolutivas, sendo que os livros italianos apresentaram a evolução de maneira mais plural, dando ênfase às quatro forças evolutivas de maneira detalhada. Quanto à seleção natural, especificamente, as classificações foram homogêneas entre os países. Todos os livros brasileiros foram classificados no nível 2 e todos os italianos, no nível 3, mostrando a

relação do conceito com a genética de populações e a variação da frequência gênica. Outra diferença foi a discussão, nos livros italianos, dos diferentes tipos de seleção natural, dando um indicativo que esse conteúdo é tradicionalmente ensinado na Itália, enquanto não entra no conteúdo programático brasileiro.

Quanto ao segmento escolar anterior, a coleção J foi a única que também abordou as quatro forças evolutivas, sendo que nos livros de EF brasileiro apenas foi apresentada a seleção natural. A abordagem das diversas forças evolutivas logo no *primo ciclo* permite que os estudantes tenham um contato mais cedo da evolução como um processo plural na qual, inclusive processos randômicos como a deriva genética fazem parte.

A abordagem da genética de populações também foi feita com maior ênfase nos livros italianos. A partir dessa área pode-se compreender o processo microevolutivo de variação da frequência gênica em uma população entre gerações em decorrência da presença de forças evolutivas, a qual ajuda a desmitificar a concepção comum de que a evolução se caracteriza por modificação ao longo da vida de um indivíduo (GREGORY, 2009). Complementarmente, a organização do conteúdo em macroevolução e microevolução foi frequente nos livros italianos.

A maior profundidade das unidades de registro da categoria das discussões atuais, demonstrado, por exemplo, pela ênfase na discussão do equilíbrio pontuado e na genética de populações como ferramenta para os estudos evolutivos, indicam uma maior contextualização nos livros do *secondo ciclo* italiano, ou seja, o conhecimento escolar traz algumas das características do conhecimento acadêmico relacionadas a sua rede de construção e aos aspectos que estão ainda sendo discutidos. A contextualização mostra-se como um fator importante para não se deixar o conteúdo de evolução restrito a noção de uma construção restrita a Darwin e ao século XIX. A personalização do conteúdo, como já mencionado, também é feita de maneira diferenciada, sendo que os estudantes italianos têm maior contato com pesquisadores e biólogos evolutivos da atualidade.

Sobre evolução humana, especial atenção deve ser dada, principalmente pela grande diferença encontrada nesse quesito nos dados coletados pelo barômetro. Além do tópico específico sobre a origem da evolução humana, no qual os jovens deveriam escolher a alternativa que, segundo eles, melhor explicava a evolução humana, foram encontradas também diferenças nas questões que deveriam marcar “verdadeiro”, “falso” ou “não saberia dizer”. Nessas, três afirmações falaram especificamente de assuntos relacionados aos seres humanos: “*A espécie humana descende de outra espécie de*

primata”; “A espécie humana habita a Terra há cerca de 100.000 anos” e “Os primeiros seres humanos foram presas de dinossauros carnívoros”.

Aproximadamente 84% dos italianos relacionou assertivamente a descendência dos seres humanos à outra espécie de primata, enquanto menos da metade (41%) dos brasileiros o fizeram. Essa afirmação relaciona-se também com a questão de múltipla escolha do barômetro, na qual os estudantes deveriam relacionar a origem e evolução humana a “*uma evolução gradual devido às variações genéticas (variações aleatórias) e seleção natural*”.

De fato, os estudantes italianos também tiveram uma frequência de acerto maior nesse tópico (aproximadamente 46% dos italianos e 22% dos brasileiros escolheram essa questão). Entre os brasileiros, a opção criacionista (“*Da criação divina, diretamente com as formas que conhecemos atualmente*”) e a opção “não saberia dizer” foram as mais escolhidas, ambas com 30,6%.

Embora a maioria dos estudantes italianos que participaram do SAPIENS tenha reconhecido a descendência com modificação também para a espécie humana, apenas metade desses escolheu a alternativa que relaciona corretamente tal fato a teoria da evolução atualmente aceita pela comunidade científica. Por volta de 19% relacionou a evolução a uma progressão natural, com o homem sendo o ápice da perfeição e 20% afirmaram que não saberiam dizer. Outro trabalho realizado com estudantes italianos também encontrou uma porcentagem aproximada de 20% que apresentaram a concepção de progresso evolutivo (CRIVELLARO; SPERDUTI, 2014), indicando um ponto a ser futuramente mais bem explorado.

Esse resultado é contraditório com os dados obtidos pela análise dos livros, principalmente quando se leva em consideração que, além de usar imagens argumentativas de ramificação para ilustrar as histórias evolutivas, muitos dos livros italianos analisados, assim como os brasileiros, contrapuseram explicitamente a superioridade humana. A frequência de brasileiros que escolheu tal alternativa progressiva foi consideravelmente menor: por volta de 6%.

Embora os dados do SAPIENS tenham mostrado diferenças significativas sobre os conhecimentos relacionados a evolução humana, a análise da abordagem da temática nos livros escolhidos do EM e da *scuola secondaria di secondo grado* não apresentaram diferenças aparentes. Todas as unidades de registro estabelecidas foram encontradas nos livros dos dois países (com exceção de um dos brasileiros, o qual não citou explicitamente o processo migratório). Em todos, foi contextualizada a evolução dos

primatas de maneira geral, situando os seres humanos nessa classe e apontando a relação de parentesco dessa espécie com as outras espécies de primatas atuais.

Portanto, embora a maioria dos estudantes brasileiros não tenha vinculado a origem da espécie humana ao processo de evolução e não tenham reconhecido a descendência de uma espécie de primata ancestral, tal conteúdo foi encontrado nos livros analisados, dando um indicativo de sua presença nos livros didáticos brasileiros de uma maneira geral e enfatizado pelo fato de a evolução estar presente em propostas curriculares nacionais (BRASIL, 2012).

Com relação ao tempo de surgimento dos *Homo sapiens*, especificamente, tanto brasileiros, como italianos mostraram-se confusos, pois a maioria dos jovens dos dois países (56% e 51%, respectivamente) optou pela opção “não saberia dizer”. Nos livros, a ênfase temporal do surgimento foi poucas vezes explicitada nos textos principais dos livros, tendo sido apontada, por exemplo, nas árvores evolutivas, com valores aproximados, ou dentro dos quadros de acontecimentos evolutivos importantes.

Outro fato que pode estar relacionado ao desconhecimento dos estudantes da localização temporal aproximada da origem da espécie humana atual é a divergência encontrada no assunto no meio acadêmico. Os italianos Cavalli Sforza e Pievani (2013), por exemplo, situam o surgimento de *Homo sapiens* em 200 a 150 mil anos atrás, enquanto o historiador israelense Harari (2017), coloca esse evento evolutivo há 300.000 anos.

As figuras ilustrativas dos principais acontecimentos evolutivos, supracitadas, foram encontradas em diversos livros analisados dos dois países (e nos dois segmentos). Essas imagens frequentemente colocam o surgimento e a extinção dos dinossauros milhões de anos antes do surgimento dos primatas e da espécie humana, apontando que apesar dos livros trazerem esse conteúdo, os estudantes confundiram a relação temporal entre esses grupos.

A questão do barômetro que se relacionava a possível relação de predador/presa entre dinossauros e humanos era a única afirmação falsa. A maior parte das respostas dos brasileiros (40,3%) foi “não saberia dizer”. Por volta de 37% dos participantes colocou “falso” e mostrou saber situar os humanos e os dinossauros em pontos distintos do tempo geológico, comparado com 61,6% dos italianos. Apenas por volta de um quarto dos participantes italianos (25,9%) marcou a opção “não saberia dizer”.

Por outro lado, nos livros de EF e da *scuola secondaria di primo grado*, destacou-se grande diferença entre os dois países na unidade de contexto da evolução

humana. Os dois livros italianos analisados apresentaram todas as unidades de registro estabelecidas, sendo que um deles abordou quatro, das cinco, no maior nível de profundidade descrito. Os livros brasileiros, embora tenham falado da evolução dos primatas, situando os *Homo sapiens*, relatando a proximidade evolutiva entre os grupos e descrevendo as principais novidades evolutivas de cada um deles, não falou das demais unidades de registro, ou se o fez, como no caso da coleção D, abordou a evolução humana como um anexo ao final do livro, isolado dos demais conteúdos. Esses dados podem indicar que, o contato prévio (mais cedo no percurso escolar) com conhecimentos evolutivos (de maneira geral e mais especificamente de evolução humano), pode influenciar na melhor compreensão científica de evolução.

Essa suposição é também sustentada pelo fato de autores apontarem que, de fato, os estudantes italianos estudam evolução desde os anos iniciais do primeiro ciclo. A evolução humana e o registro fóssil estão presentes no currículo de história (CRIVELLARO; SPERDUTI, 2014). Outros trabalhos com crianças mostraram a mudança conceitual sobre processos evolutivos em crianças, seja nos anos equivalentes aos anos iniciais do ensino fundamental (KAMPOURAKIS; ZOGZA, 2009), seja da educação infantil (NADELSON *et al.*, 2009).

Outro trabalho de comparação internacional de livros didáticos foi feito por Quessada e colaboradores (2008) e teve foco específico na abordagem de evolução humana, avaliando livros de 18 países, dos quais seis não apresentaram tal conteúdo. O trabalho mostrou que a representação da evolução humana na maioria dos livros utilizou imagens de indivíduos do sexo masculino e majoritariamente brancos.

Embora não seja o foco dessa dissertação, as figuras encontradas nos livros brasileiros e italianos se encaixam nessa descrição, como mostram, por exemplo, as duas figuras de filogenias humanas, uma de cada país (figuras 15 e 28) presentes nos resultados. Os autores concluem que existem obstáculos epistemológicos que influenciam a compreensão da evolução humana e que, frequentemente, há confusões entre o conceito biológico de evolução e o conceito de desenvolvimento cultural. Apontam também a necessidade da introdução de uma reflexão epistemológica no treinamento de professores e uma abordagem histórica no currículo de ciências, incluindo referências ao tópico da evolução humana (QUESSADA *et al.*, 2008). Essa reflexão na formação dos professores poderia ser importante para que o conhecimento da evolução humana não esteja apenas presente nos livros didáticos.

Em suma, percebe-se que, o conhecimento escolar presente nos livros didáticos italianos da *scuola secondaria di secondo ciclo*, encontra-se, mesmo que sutilmente, mais próximo ao conhecimento científico, principalmente no que diz respeito à Síntese Moderna e as discussões atuais.

No entanto, a diferença mais significativa encontrada foi no segmento anterior, sendo que os livros da *scuola secondaria di primo ciclo* analisados tiveram mais unidades de registro presentes, de maneira geral, tendo sido abordado com mais detalhes o papel de Lamarck, Darwin e Wallace no desenvolvimento do pensamento evolutivo e mais de uma força evolutiva, no contexto mais atual. A principal diferença encontrada foi no aspecto da evolução humana e, uma vez que diferenças significativas foram encontradas nas questões no barômetro a esse respeito entre os países, o contato anterior e contínuo do tópico parece ser importante para a aquisição desses conceitos.

Por fim, percebe-se que, principalmente nos livros brasileiros, o protagonismo de Darwin continua central nas discussões. Não só sua teoria da seleção natural é apresentada, mas também aspectos de sua viagem pelo mundo no Beagle e de sua vida pessoal. O foco em uma pessoa vai de encontro a despersonalização, proposta por Chevallard e normalmente encontrada nos conhecimentos escolares. Lamarck também tem um grande espaço nos livros, tendo sido discutido com o maior nível de profundidade na maioria dos livros de ensino médio.

Percebe-se, assim, uma “hiperpersonalização” do conhecimento evolutivo nos livros do Brasil. Darwin é diretamente vinculado à teoria da evolução até os dias de hoje, depois de mais de 150 anos da divulgação de suas ideias, fazendo com que a contemporização do conhecimento fique também focada no século XIX. Alguns dos livros trouxeram outros transformistas, tanto implicitamente como explicitamente, mas de maneira heterogênea. Poucos livros brasileiros citaram evolucionistas atuais, marcando uma diferença na transposição didática do conhecimento evolutivo entre o Brasil e a Itália. Neste, o conhecimento é personalizado de uma maneira mais abrangente, ajudando a produção científica como algo coletivo e em construção.

De fato, algumas propostas curriculares brasileiras, propõem, nos dois níveis educacionais, a abordagem histórica, encontrada nos livros analisados, podendo ser um dos motivos do grande foco dado às descobertas do século XIX. Isso gera, no Brasil, uma concentração da discussão no século passado que pode dificultar o entendimento da evolução e da sistemática como ciência moderna e como eixo unificador da biologia (DOBZHANSKY, 1973; FUTUYMA, 2002).

7. Considerações finais

Apesar de terem sido encontrados resultados interessantes a respeito dos livros didáticos brasileiros e italianos e, conseqüentemente, ter sido possível fazer uma caracterização dos conhecimentos escolares sobre evolução nos dois países, a análise aqui presente é um recorte e uma abordagem inicial. As diferenças de concepções entre os brasileiros e italianos não podem ser explicadas em sua totalidade apenas pelas diferenças encontradas nos livros didáticos.

A análise aqui realizada também focou o conhecimento evolutivo de maneira específica e, por isso, optou-se em utilizar os dados gerais, sem entrar nas diferenças de concepções relacionadas a diversos fatores sociais, como idade, sexo, fatores econômicos, religiosos, entre outros. A fim de se explorar de maneira qualitativa como tais fatores sociais, econômicos, culturais e religiosos influenciam nas concepções e como as diferenças nesses aspectos dos dois países poderiam explicar os dados do SAPIENS, outros recortes metodológicos se fazem necessários e devem ser futuramente explorados. Assim como se faz também necessário, para um entendimento mais completo da transposição didática, um olhar para a relação didática em si, considerando juntamente com o conhecimento, os professores e os alunos.

O papel do professor é, pois, de grande importância na caracterização do conhecimento escolar, sendo ele o maior responsável pela transposição didática interna. Pesquisas brasileiras indicam o conteúdo de evolução é muitas vezes relegado ao último plano por professores, ficando em último lugar entre os temas biológicos (BORGES; LIMA, 2007).

É importante salientar que Chevallard não interpretava a distância entre o saber científico e o saber a ser ensinado como um erro no conhecimento transposto didaticamente, sendo natural que houvesse este distanciamento devido à natureza e função de cada um destes. Porém as distâncias e proximidades entre os tipos de conhecimentos ajudam a entender as concepções alternativas e como o conhecimento escolar sobre evolução está estruturado.

O primeiro ponto dessa estruturação se refere aos momentos que os alunos têm contato com o conhecimento evolutivo. Nos dois países, a análise dos livros indicou que o contato com evolução no último nível escolar antes do ensino superior se dá, potencialmente, em mais de um momento. No entanto, enquanto a maior parte dos conteúdos evolutivos nos livros italianos se deu nos livros do primeiro biênio, ou seja, o

início da *scuola secondaria di secondo grado*, nos brasileiros, ocorreu majoritariamente no terceiro ano do EM, ou seja, no último ano.

No caso do EF, a distribuição variou mais heterogeneamente, sendo que nos livros brasileiros analisados, conteúdos de evolução foram encontrados no 7º e no 8º ano, enquanto nos italianos, no primeiro ou no segundo anos (de três) da *scuola secondaria di primo grado*. Embora a análise aqui feita tenha se restringido até esse nível a ausência de assuntos evolutivos nos documentos curriculares brasileiro dos anos iniciais do EF, como ilustrado pela proposta da BNCC (BRASIL, 2017) e sua presença no currículo do *primo ciclo* italiano (CRIVELLARO; SPERDUTI, 2014; RUFO, 2013) indicam que os italianos podem ter um contato com a evolução mais cedo no percurso escolar do que os brasileiros.

Talvez o contato mais precoce de crianças com os aspectos da teoria evolutiva seja um diferencial para uma melhor relação entre os estudantes e esse fato científico. Se assim for, torna-se ainda mais preocupante o fato que na versão atual da BNCC do EF, que será o currículo mínimo das escolas brasileiras, o conteúdo de evolução passe apenas para o 9º ano. Como a maioria das pesquisas acadêmicas não enfoca o ensino de evolução anteriormente aos anos finais do EF e a maioria dos estudos focalizam o EM e o ES, tem-se a possibilidade de um grande campo de investigação.

Com relação aos conhecimentos evolutivos, os temas, representados pelas unidades de registros, presentes nos livros didáticos não variou de forma significativa entre os dois países, principalmente no EM/*secondo ciclo*. Assim como apontado pelo trabalho de Patti (2017), a análise apontou que existe uma proximidade entre os conhecimentos aportados nos livros didáticos e no conhecimento científico.

Já no nível escolar anterior, os dados indicaram a presença de mais temas evolutivos no *primo ciclo* italiano que no EF brasileiro, especialmente a respeito da síntese moderna e da evolução humana. Esses resultados ajudam a sustentar a hipótese de que o contato precoce com a evolução seja importante para sua compreensão e aceitação.

Embora a presença e a profundidade das unidades de registro tenham variado também entre os livros analisados de um mesmo país, a maior diferença encontrada nos livros do nível de EM/*secondo ciclo* foi a respeito com a profundidade com que foram abordados, tendo destaque o maior aprofundamento nos livros italianos com relação a síntese moderna, às forças evolutivas e à genética de populações.

O fato de alguns dos LDs de EM/*secondo ciclo* analisados, principalmente nos italianos, apresentarem o conteúdo de genética de populações, diretamente relacionado à evolução, representa um aspecto importante da contextualização das problemáticas atuais dos estudos evolutivos, pois esta é uma das principais ferramentas utilizadas na pesquisa científica. No entanto, tal correlação com a produção científica atual não é feita de maneira explícita, tendo maior ênfase no conceito em si, de forma isolada, que em sua aplicação.

De qualquer modo, a forma como os assuntos da unidade de contexto da síntese moderna e das discussões atuais foram abordados nos livros italianos mostra uma maior contextualização do conhecimento escolar de evolução da Itália que do Brasil. Assim como houve diferença no quesito da personalização do conhecimento. Os livros italianos trouxeram diferentes figuras, seja sobre os primeiros transformistas como de biólogos evolutivos da atualidade, enquanto no caso brasileiro, houve uma hiperpersonalização do conhecimento na figura do Darwin.

Logo, foram encontradas diferenças pontuais na transposição entre os países, sendo que aos livros italianos sugerem uma maior proximidade ao conhecimento acadêmico com relação aos quesitos acima, especificamente. Os livros de EF/*primo ciclo*, como esperado, tinham menor quantidade de unidades de registro presentes, em menor profundidade e apresentaram características mais próximas ao proposto por Chevallard (um conhecimento mais descontextualizado e mais descontextualizado).

Embora tenham sido encontradas diferenças no conhecimento evolutivo trabalhado nos livros analisados do Brasil e da Itália, os livros brasileiros escolhidos não apresentaram erros conceituais graves (com exceção, por exemplo, da confusão entre aclimação e homeostase). Tal fato está de acordo com trabalhos como de El-Hani, Roque e Rocha (2011) que discutem a importância do PNLD para a melhora na qualidade dos livros didáticos adotados pelas escolas públicas brasileiras. No entanto, a qualidade do LD por si só pode não estar sendo suficiente para melhorar o ensino de evolução, como mostram os resultados do SAPIENS.

A opção metodológica do comparar é um grande desafio e uma grande oportunidade. Trabalhar com um contexto externo ao seu, com outra língua e outros parâmetros demanda uma atenção redobrada. Mas as reflexões decorrentes do olhar para fora para também olhar para si pode trazer contribuições e outras pesquisas nesse sentido podem ser feitas futuramente, incluindo novas aplicações do barômetro.

As reflexões feitas a partir desta comparação mostraram que algumas diferenças que podem estar relacionadas às diferenças de concepções e aceitação entre estudantes brasileiros e italianos encontradas no projeto SAPIENS, mas estão longe de as justificarem por completo. Novas perguntas também surgem, como, por exemplo: por que, mesmo com alta aceitação e assertividade, a concepção de progresso está presente em quase 20% dos jovens?

Por mais que o ensino de evolução no Brasil esteja enfrentando tempos incertos, principalmente por conta do breve lançamento da BNCC e de discussões como a Escola sem Partido, compreender a posição do ser humano na árvore da vida, como um dos pequenos ramos dentre uma diversidade enorme e não como o topo de uma escada é essencial para a formação cidadã e consciente.

8. Referências

- AGUILAR, L. E. *A política pública educacional sob a ótica da análise satisfatória*. Campinas: Edições Leitura crítica, 2013.
- ALMEIDA, A.V; FALCÃO; J.T.R. As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de biologia no Brasil. *Ciência&Educação*, v. 16, n. 3, p. 649-655, 2010.
- ANDERSSON, B; WALLIN, A. On developing content-oriented theories taking biological evolution as an example. *International Journal of Science Education*, v. 28, n.1, p. 673-695, 2006.
- ARIZA, F. V; MARTINS, L. A. P. A *scala naturae* de Aristóteles no tratado *De Generatione Animalium*. *Filosofia e História da Biologia*, v. 5, n. 1, p. 21-34, 2010.
- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BELLINI, L.M. A avaliação do Conceito de Evolução nos Livros Didáticos. *Estudos em Avaliação Educacional*, v. 17, n. 33, p. 7-28, 2006.
- BIZZO, N. M.V. *Ensino de evolução e história do darwinismo*. 1991. 312f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- _____. From down house to Brazilian high school students? What has happened to evolutionary knowledge on the way? *Journal of Research in Science Teaching*, v. 30, p. 537 – 556, 1994.
- BIZZO, M. *Darwin no telhado das américas*. 1. ed. São Paulo: Odysseus, 2002.
- _____; PELLEGRINI, G. RT ROSE: Performed Actions and Lessons learnt from Brazil, Italy and Ecuador (Galapagos). In: XVII IOSTE SYMPOSIUM, 2016, Braga. *Programme & Abstracts*. Universidade do Minho, v. 1, p.147 – 148, 2016.
- BORGES, R.M.R; LIMA, V.M.R. Tendências contemporâneas no Ensino de Biologia no Brasil. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v.6, n.1, p. 165-175, 2007.
- BRANDÃO, Z. A dialética micro/macro na sociologia da educação. *Cadernos de Pesquisa*, v.113, n.1, p.153-165, 2001.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. *Lei número 9.394*, de 20 de dezembro de 1996.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências. (3º e 4º ciclos do ensino fundamental)*. Brasília: MEC, 1998.
- _____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2000.

_____. *Lei número 11.274*, de 6 de fevereiro de 2006.

_____. Ministério da Educação; Secretária da Educação Básica. *Guia de Livros Didáticos PNLD 2012: Biologia: Ensino Médio*. Brasília: MEC, 2011.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais + (Ensino Médio). Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2012.

_____. *Lei Número 12.796*, de 4 de abril de 2013a.

_____. Ministério da Educação; Secretária da Educação Básica. *Guia de Livros Didáticos PNLD 2014: Ciências: Ensino Fundamental Anos Finais*. Brasília: MEC, 2013b.

_____. *Lei Número 13.415*, de 16 de fevereiro de 2017.

_____. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular. Proposta preliminar. Terceira versão*. Brasília: MEC, 2017.

_____. Ministério da Educação; Secretária da Educação Básica *Guia digital de Livros Didáticos PNLD 2018: Biologia: Ensino Médio*. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/pnld-2018/>. Acesso em: 20 de janeiro de 2018.

CARMO, R.S; NUNES-NETO, N.F; EL-HANI, C.N. É legítimo explicar em termos teleológicos na biologia? *Revista da Biologia*, v.9, n.2, p.28-34, 2012.

CARNEIRO, M. H. S; SANTOS, W. L. P; MÓL, G. S. Livro Didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v.7, n.1, p. 35-45, 2005.

CARVALHO, E. J. G. de. Estudos comparados em educação: novos enfoques teórico-metodológicos. *Acta Scientiarum. Education*. Maringá, v. 36, p. 129-141, 2014.

CAVALLI SFORZA, L. L.; PIEVANI, T. *Homo sapiens. La grande storia della diversità umana*. Torino: Codice edizioni, 2013.

CHEVALLARD, Y. On didactics transposition theory: some introductory notes. International Symposium on Selected Domains of Research and development in Mathematics Education, Bratislava, 3-7 out 1988. *Proceedings...* Bratislava: [s.n.], 1989. p. 51-62. Disponível em: http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/On_Didactic_Transposition_Theory.pdf. Acesso: 18 de junho de 2017.

_____. *La Transposition Didactique: Du Savoir Savant au Savoir Enseigné*. Grenoble: La pensée Sauvage, 1991.

COSTA, F.A.P.L. *O evolucionista voador*. Viçosa: Edição do autor, 2017.

CRIVELLARO, F; SPERDUTI, A. Accepting and understanding evolution in Italy: a case study from a selected public attending a Darwin Day celebration. *Evolution: Education and Outreach*, v. 7, n.1, p. 13 – 20, 2014.

CUNNINGHAM, D.L; WESCOTT, D.J. Still More “Fancy” and “Myth” than “Fact” in Students’ Conceptions of Evolution. *Evolution: Education and Outreach*, v. 2, n. 3, p. 505-517, 2009.

DALAPICOLLA, J; SILVA, V.A; GARCIA, J.F.M. Evolução biológica como eixo integrador da biologia em livros didáticos do Ensino Médio. *Revista Ensaio*, v. 17, n. 1, p. 150 – 172, 2015.

D’AMBROSIO, M; FREITAS, A. V. L; SANTOS, F. S; MEGID NETO, J. Concepções alternativas de ingressantes em Ciências Biológicas sobre evolução: uma abordagem quantitativa e qualitativa. *Revista da SBEnBio*, n. 9, p. 2006-2017, 2016.

D’AMBROSIO, M. FREITAS, A. V. L; SANTOS, F. S. Investigating how undergraduate Biological Sciences students understand tree-thinking: results from two Brazilian institutions. *Conexão Ciência*, v.12, p. 204-209, 2017.

DARWIN, C. *A origem das espécies*. São Paulo: Martin Claret, 2004 [1859].

_____. *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life*. 6th edition. London: John Murray, 1872.

_____.; WALLACE, A. On the tendency of Species to form varieties; and on the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection. *Journal of the Proceedings of the Linnean Society, Zoology*, v. 3, n.1, p.45-62, 1858.

DOBZHANSKY, T. “Nothing in biology makes sense except in the light of evolution.” *The American Biology Teacher*, v. 35, p. 125-129, 1973.

EL-HANI, C. N.; ROQUE, N.; ROCHA, P. L. B. Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio: Resultados do PNLEM/2007. *Educação em Revista*, v. 27, n. 1, p. 211-240, 2011.

FALCHETTI, E. M. Biological evolution on display: na approach to evolutionary issues through a museum. *Evolution: Education and Outreach*, v. 5, n. 1, p. 104-122, 2012.

FIERLI, M; FICHERA, A; GRECO, P; BASSOLI, R. (coord). *Le immagine e le pratiche della scienza nei libri di testo della scuola primaria e della scuola secondaria di primo grado*. Milano: Zadigroma, 2004. Disponível em: <http://www.agrariocesena.it/iss/indire/libri.pdf> . Acesso em: 07 de fevereiro de 2018.

FERRÁN FERRER, J. *La educación comparada actual*. Barcelona: Ariel, 2002.

FERREIRA, M. A. A teleologia na biologia contemporânea. *Scientia&studia*, v. 1, p. 83-93, 2003.

FRACALANZA, H; MEGID NETO, J. Livro Didático de Ciências no Brasil: a pesquisa e o contexto. In: FRACALANZA, H; MEGID NETO, J. (Orgs.). *O Livro Didático de Ciências no Brasil*. Campinas: Editora Komedi, 2006.

FRANCO, M. C. Quando nós somos o outro: Questões teórico-metodológicas sobre os estudos comparados. *Educação & Sociedade*, v. 72, n. 197 - 230, 2000.

FUTUYMA, D. J. *Evolução, ciência e sociedade*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

_____. *Biologia evolutiva*. 3 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2009.

GOERGEN, P. L. Educação comparada: uma disciplina atual ou obsoleta? *Pro-Posições*, v. 2, n. 1, p. 5 - 20, 1991.

GOULD, S. J. *La vita meravigliosa: I fossili di Burgess e la natura della storia*. Milão: La Feltrinelli, 1990.

_____.; ELDREDGE, N. Punctuated equilibrium comes of age. *Nature*, v. 366, p. 223-227, 1993.

_____. The tallest tale. *Natural History Magazine*, v. 105, n. 5, p. 18-27, 1996.

GREGORY, T. R. Understand Evolutionary Trees. *Evolution: Education and Outreach*, v.1, p. 121-137, 2008.

_____. Understanding Natural Selection: Essential Concepts and common misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, v. 2, n. 1, p.156-175, 2009.

HARARI, Y. N. *Sapiens - Uma breve história da humanidade*. 22ª edição. Porto Alegre: L&PM Editores, 2017.

HENNIG, W. Phylogenetic Systematics. *Annual Review of Entomology*, v. 10, p. 97-116, 1965.

ITALIA. *Legge numero 53*, 28 di marzo di 2003.

_____. *Decreto numero 89*, 15 di marzo di 2010.

_____. Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca. *Indicazione nazionale per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione*. Roma: MIUR, 2012.

KAMPOURAKIS, K; ZOGZA, V. Preliminary evolutionary explanations: a basic framework for conceptual change and explanatory coherence in evolution. *Science & Education*, v. 18, n.1, p. 1313-1340, 2009.

KELEMEN, D. Teleological minds: How natural intuitions about agency and purpose influence learning about evolution. In: ROSENGREN, K. S.; BREM, S. K.; EVANS, E. M.; SINATRA, G. M. *Evolution challenges: Integrating Research and Practice in Teaching and Learning about Evolution*. New York: Oxford University Press, 2012.

LALAND, K.N; FELDMAN, M.W; MULLER, S.K; MOCZEK, A; JABLONKA, E; ODLING-SMEE, J. The extended evolutionary synthesis: its structure, assumptions and prediction. *Proceedings of the Royal Society B*, v. 282, p. 1-14, 2015.

LAWSOM, A.E. A better way to teach biology. *The American Biology Teacher*, v. 50, n. 1, p. 266-278, 1988.

LOPES, C.L; MACEDO, E. *Teorias de Currículo*. São Paulo: Cortez, 2011.

MANZI, G. *Il grande racconto dell'evoluzione umana*. Bologna: Il Mulino, 2013a.

_____. Il viaggio dell'umanità: il punto di vista della paleantropologia. In: CAVALLI SFORZA, L. L.; PIEVANI, T. *Homo sapiens. La grande storia della diversità umana*. Torino: Codice edizioni, 2013b.

MARANDINO, M. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. *Revista Brasileira de Educação*, v. 26, p. 95-183, 2004.

MARTINS, L. A. C. P. Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. *Episteme. Filosofia e História da Ciência em Revista*, v. 2, n. 3, p. 33-54, 1997.

_____. Herbert Spencer e o neolamarckismo: um estudo de caso. In: MARTINS, R. A.; MARTINS, L. A. C. P.; SILVA, C. C.; FERREIRA, J. M. H. (Eds.). *Filosofia e história da ciência no Cone Sul: 3o Encontro*. Campinas: AFHIC, 2004. p. 281-289.

MATOS FILHO, M. A. S.; MENEZES, J. E.; SILVA, R. S.; QUEIROZ, S. M. A transposição didática em Chevallard: as deformações/transformações sofridas pelo conceito de função em sala de aula. Em: Congresso Nacional De Educação/EDUCERE da PUCPR, 8. 2008, Curitiba. *Anais...* Curitiba: PUCPR, 2008. Disponível em: <www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais>. Acesso em: 10 nov. 2011.

MAYR, E. The multiple meanings of teleological. *History and Philosophy of the Life Science*, v. 20, p.35-40, 1998a.

_____. *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998b.

_____. *Biologia, Ciência Única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

MEISEL, R. P. Teaching Tree-Thinking to Undergraduate Biology Students. *Evolution: Education and Outreach*, v. 3, p. 621-628, 2010.

MEYR, D; EL-HANI, C.N. *Evolução: o sentido da vida*. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

MEGID NETO, J. *O ensino de Ciências no Brasil: catálogo analítico de teses e dissertações, 1972 – 1995*. Campinas: UNICAMP/FE/CEDOC, 1998.

NADELSON, L; CULP, R; BUNN, S; BURKHART, R. SHETLAR, R; NIXONN, K; WALDRON, J. Teaching evolution concepts to early elementary school students. *Evolution: Education and Outreach*, v. 2, n.1, p. 458-473, 2009.

NEHM, R.H; POOLE, T.M; LYFORD, M.E; HOSKINS, S.G; CARRUTH, L; EWERES, B.E; COLBERG, P.J.S. Does the segregation of evolution in Biology Textbooks and Introductory Courses reinforce student's faulty mental models of biology and evolution? *Evolution: Education and Outreach*, v. 2, p. 527-532, 2009.

OLIVEIRA, G. S. *Estudantes e a evolução biológica: Conhecimento e aceitação no Brasil e na Itália*. 2015. 315 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2015.

PIEVANI, T. *Introduzione alla filosofia della biologia*. Lecce: Editori Laterza, 2005.

_____. An evolving Research Programme: the structure of evolutionary theory from a Lakatosian perspective. In: FASOLO, A. *The Theory of Evolution and its Impacts*, Berlin: Springer-Verlag, 2011.

_____. *Anatomia di una rivoluzione. La logica della scoperta scientifica di Darwin*. Milão: Mimesis Edizioni, 2013.

POBINER, B. Accepting, understanding, teaching and learning (human) evolution: obstacles and opportunities. *Yearbook of Physical Anthropology*, v. 159, n. 61, p. 232-174, 2016.

POZO, J; CRESPO, M. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PUGLISI, M.L; FRANCO, B. *Análise de Conteúdo*. Brasília: Liber Livro Editora, 2005

QUESSADA, M.P; CLÉMENT, P; OERKE, B; VALENTE, A. Human evolution in Science textbooks from twelve different countries. *Science Education International*, v. 19, n. 2, p. 147-162, 2008.

RIDLEY, M. (ed.). *Evolution*. New York: Oxford University Press, 2004.

RODRIGUES, M.E; JUSTINA, L.A.D; MEGHIORATTI, F.A. O conteúdo de sistemática e filogenética em livros didáticos do Ensino Médio. *Revista Ensaio*, v. 13, n. 02, p. 65 – 84, 2011.

ROQUE, I.R. Girafas, mariposas e anacronismos didáticos. *Ciência Hoje*, v. 34, n. 200, p.64-67, 2003.

RUFO, F; CAPOCASA, M; MARCARI, V; D'ARCANGELO, E; DANUBIO, M.E. Knowledge of evolution and human diversity: a study among high school students of Rome, Italy. *Evolution: Education and Outreach*, v. 6, p. 19-29, 2013.

RUSE, M. *Monad to Man – The concept of Progress in Evolutionary Biology*. Cambridge: Harvard University Press, 1996.

SANTOS, C.D; CALOR, A.R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética - I. *Ciência & Ensino (UNICAMP)*, v.1, p.1-8, 2007a.

_____. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética - II. *Ciência & Ensino (UNICAMP)*, v. 2, p. 1-8, 2007b.

_____. Using the logical basis of phylogenetics as the framework for teaching biology. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 48, n.18, p. 199-211, 2008.

SILVA, T.T. *Documentos de identidade: uma introdução as teorias do currículo*. 3ª Edição. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

SIMMONS, R.E; SCHEEPERS, L. Winning by a neck: sexual selection in the evolution of giraffe. *The American Naturalist*, v. 148, n. 5, p. 771-786, 1996.

SINATRA, G. M; BREM, S. K; EVANS, E.M. Changing minds? Implications of conceptual change for teaching and learning about biological evolution. *Evolution: Education and Outreach*, v. 1, p. 189-195, 2008.

SJØBERG, S; SCHREINER, C. *The ROSE project: An overview and key findings*. Oslo: University of Oslo, 2010.

SMITH, M.U. Current status of research in Teaching and Learning evolution: II. Pedagogical issues. *Science & Education*, v. 19, p. 539-571, 2010.

SOLINAS, M. *From Aristotle's teleology to Darwin's genealogy. The stamp of inutility*. New York: Palgrave Macmillian, 2015.

STEARNS; S.C; HOEKSTRA, R.F. *Evolução: uma introdução*. São Paulo: Atheneu Editora, 2003.

STUART MILL, J. Two methods of comparison. In: ETZIONI, A; DO BOW, F. *Comparative Perspectives: theories and methods*. Boston: Little Brown, 1970.

TEIXEIRA, P.M.M. *35 anos de produção acadêmica em ensino de biologia no Brasil – Catálogo analítico de dissertações e teses (1972-2006)*. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2012.

YATES, T.B; MAREK, E.A. Teachers teaching misconceptions: a study of factors contributing to high school biology students' acquisition of biological evolution-related misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, v. 7, n. 1, p. 7-25, 2014.

8.1. Livros didáticos analisados

- ALTERS, S; ALTERS, B. *Biologia in Evoluzioni*. Verona: Mondadori, 2010.
- AMABIS, J. M; MARTHO G.R. *Biologia. Volume 1 – Biologia das células*. 3ª ed. Editora Moderna: São Paulo, 2010a.
- AMABIS, J. M; MARTHO G.R. *Biologia. Volume 2 – Biologia dos organismos*. 3ª ed. Editora Moderna: São Paulo, 2010b.
- AMABIS, J. M; MARTHO G.R. *Biologia. Volume 3 – Biologia das populações*. 3ª ed. Editora Moderna: São Paulo, 2010c.
- AUDESIRK, G; AUDERSIRK, T; BYERS, B.E. *Biologia 1: La vita sulla Terra*. 4ª ed. Milano: Einaudi Scuola, 2011a.
- AUDESIRK, G; AUDERSIRK, T; BYERS, B.E. *Biologia 2: La vita sulla Terra*. 4ª ed. Milano: Einaudi Scuola, 2011b.
- BARGELLINI, A. *Mondo Scienze 3*. Milano: Carlo Signorelli Edizione, 2010.
- BORGIOLI, C; VON BORRIES, S. *Percorsi di Biologia*. Casarile: DeAgostini Scuola, 2014.
- BORGIOLI, C; VON BORRIES, S; BUSÁ, E. *Biologia – Cellula e Biodiversità – 1*. Casarile: DeAgostini Scuola, 2016a.
- _____. *Biologia Plus – Genetica ed Evoluzione – 2*. Casarile: DeAgostini Scuola, 2016b.
- BRIZZI, G; PASTORINI, G; BUSÁ, E. *Con gli occhi della scienza*. Firenze: Le Monnier Scuola, 2012.
- GEWANDSZNAJDER, F. *Projeto Teláris. Ciências – Vida na Terra. 7º ano. 1ª ed*. São Paulo: Editora Ática, 2012.
- LINHARES, S; GEWANDSZNAJDER, F; PACCA, H. *Biologia Hoje – Citologia, Reprodução e desenvolvimento, Histologia, Origem da Vida*. São Paulo: Editora Ática, 2017a.
- LINHARES, S; GEWANDSZNAJDER, F; PACCA, H. *Biologia Hoje – Os seres vivos*. São Paulo: Editora Ática, 2017b.
- LINHARES, S; GEWANDSZNAJDER, F; PACCA, H. *Biologia Hoje – Genética, evolução e ecologia*. São Paulo: Editora Ática, 2017c.
- LOPES, S; ROSSO, S. *Bio. Volume 1*. São Paulo: Editora Saraiva, 2010a.
- LOPES, S; ROSSO, S. *Bio. Volume 2*. São Paulo: Editora Saraiva, 2010b.

LOPES, S; ROSSO, S. *Bio. Volume 3*. São Paulo: Editora Saraiva, 2010c.

SHIMABUKURO, V. (ed). *Projeto Araribá Ciências. 7º ano. 3ª ed.* São Paulo: Editora Moderna, 2010a.

SHIMABUKURO, V. (ed). *Projeto Araribá Ciências. 8º ano. 3ª ed.* São Paulo: Editora Moderna, 2010b.

8.2.Dissertações e Teses citadas na Revisão Bibliográfica

ALFAYA-SANTOS J. V. *Concepções De Progresso Biológico Em Livros Didáticos De Biologia Aprovados Pelo PNL D 2012*. 2013. 168 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

BIZZO, N. M. V. *Ensino de evolução e história do darwinismo*. 1991. 312+155 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

BRAUNSTEIN, G. K. *A Evolução Biológica Segundo Os Autores De Livros Didáticos De Biologia Aprovados Pelo Programa Nacional Do Livro Didático (PNLD 2012): Buscando Um Eixo Integrador*. 2013. 203 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

CARMO, V. A. *Episódios Da História Da Biologia E O Ensino Da Ciência: As Contribuições De Alfred Russel Wallace*. 2011. 200 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CHAGAS, A. A. A. *Obstáculos e Oportunidades: O Papel Das Tensões Na Atividade De Visita a Uma Exposição Sobre Evolução Humana*. 2016. 153 f. Dissertação (Mestrado Interunidades em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

GROTO. S.R. *O debate evolução versus Design inteligente e o ensino da evolução biológica: contribuições da epistemologia de Ludwik Fleck*. 2016. 282 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal 2016.

GUIMARÃES, M. A. *Cladogramas e evolução no ensino de Biologia*. 2005. 233 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

MORAES, C. L. B. *Os documentos orientadores nacionais e estadual (Goiás) no contexto da biologia para o ensino médio: teorias de currículo e ensino de evolução biológica*. 2016. 160 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

MOURA, S. F. *O Ensino Da Teoria Da Evolução: A Construção De Conceitos Científicos*. 2016. 85 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2016.

OLEQUES, L. C. *A evolução biológica em diferentes contextos de ensino*. 2014. 110 f.

Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

OLIVEIRA, J. B. *O tempo geológico no ensino fundamental e médio: os estudantes e os livros didáticos*. 2006. 294 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PATTI, M. *A Evolução Biológica No Currículo Do Estado De São Paulo: Uma Análise Dos Cadernos De Apoio*. 2017. 125 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2017.

ROMA, V. N. *Os Livros Didáticos De Biologia Aprovados Pelo Programa Nacional Do Livro Didático Para O Ensino Médio (PNLEM 2007/2009): A Evolução Biológica Em Questão*. 2011. 299 f. Dissertação (Mestrado Interunidades em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

SEPULVEDA, C. A. S. *Perfil conceitual de adaptação: uma ferramenta para a análise de discurso de salas de aula de Biologia em contextos de ensino de evolução*. 2010. 447 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

SILVA, T. T. *Darwin Na Sala De Aula: Replicação De Experimentos Históricos Para Auxiliar a Compreensão Da Teoria Evolutiva*. 2013. 184 f. Dissertação (Mestrado Interunidade em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

9. Anexos

9.1. Quadro de Dissertações e Teses sobre Ensino de Evolução

Autor	Orientador	IES	TÍTULO	Ano	Nível de Ensino	Foco temático
ALFAYA-SANTOS, J. V.	LEYSER, V.	UFSC	M	2013	EM	RD
AZEVEDO, M. J. C.	AYRES, A.C.B M.	UFF	M	2007	EM	Carac Prof
AZEVEDO, R.C.	MOTOKANE, M.T.	USP	M	2013	Pré-vestibular	Carac Aluno
BIZZO, N.M.V.	KRASILCHIK, M,	USP	D	1991	EM	HFC
BRAUNSTEIN, G. K.	EICHLER, M.L.	UFRGS	M	2013	EM	RD
CARMO, V.A.	BIZZO, N.M.V.	USP	D	2011	Não especificado	HFC
CARNEIRO, A.P.N.	ROSA, V.L.	UFSC	M	2004	EM	Carac Prof
CARVALHO, E.	ANDRADE, M.A.B.S.	UEL	M	2015	ES	Form Prof
CERQUEIRA, A.V.	FALCÃO, E.B.M.	UFRJ	M	2009	EM	Carac Prof
CESCHIM, B.	CALDEIRA, A.M.A.	UNESP	M	2017	EM	Carac Aluno
CEZARE, P.S. L.	ANDRADE, M.A.B.S.	UEL	M	2016	Não especificado	Cont-Met
CHAGAS, A.A.A.	BIZERRA, A.F.	USP	M	2016	Não especificado	Ed. Informal
CHAVES, S.N.	SCHNESTZLER, R.P.	UNICAMP	M	1993	EM	Form Conc
CICILLINI, G.A.	PACHECO, D.	UNICAMP	M	1991	EM	RD
CICILLINI, G.A.	FRACALANZA, H.	UNICAMP	D	1997	EM	Cont-Met
COIMBRA, R.L.	SILVA, J.	ULBRA	M	2007	EM	Cont-Met
CORRÊA, A.L.	CALDEIRA, A.M.A.	UNESP	M	2010	ES	Form Conc
COUTINHO, C.	SANTOS, M.L.B.	UFSM	M	2013	Não especificado	Carac Prof
DANIEL, E.A.	BASTOS, F.	UNESP	M	2003	ES	Form Prof
DORVILLE, L.F.M.	SELLES, S.L.E.	UFF	D	2010	ES	Carac Aluno
GOEDERT, L.	DELIZOICOV, N.C.	UFSC	M	2004	ES	Form Prof
GROTO, S.R.	MARTINS, A.F.P.	UFRN	D	2016	Não especificado	HFC
GUIMARÃES, M.A.	CARVALHO, W.L.P.	UNESP	M	2005	EM	Cont-Met
IZIDORO, V.N.L.	SILVA, L.N.C.	Mackenzie	M	2012	EM	RD
JABUR, S.S.	TULLIO, G.A.	UEM	M	2001	-	HFC
KEMPER, A.	ZIMMERMANN, E.	UNB	M	2008	Não especificado	Cont-Met
LUCATTI, F.	DINIZ, R.E.S.	UNESP	M	2005	EM	Carac Prof
LIMA, D.R.S.	SALVI, R.F.	UEL	M	2013	Não especificado	Carac Prof
LUCAS, L.B.	BATISTA, I.L.	UEL	M	2010	Não especificado	HFC
LUCENA, D.P.	GASPAR, A.	UNESP	M	2008	EM	Carac Prof
MACHADO, L.C.F.	COLINVAUZ, D.	UFF	M	1999	Não especificado	Form Conc
MACHADO, M.F.	FILHO, J.B.R.	PUC-RS	M	2008	EM	RD
MADEIRA, A.P.L	CRUZ, E.R.	PUC-SP	M	2007	EM	Form conc
MARCELOS, M.F.	NAGEM, R.L.	CEFET-MG	M	2006	EM	Cont-Met
MEGLHIORATTI, F.A.	BORTOLOZZI, J.	UNESP	M	2004	Não especificado	Form Conc
MELLO, A.C.	BORGES, R.M.R	PUC-RS	M	2008	EM	Carac Aluno
MIANUTTI, J.	BASTOS, F.	UNESP	D	2010	Não especificado	Cont-Met
MONTAGNINI, D.L.	AMARAL, I.A.	UNIFRAN	M	2000	EM	Carac Prof
MORAES, C.L.B.	GUIMARÃES, S.S.M.	UFG	M	2016	EM	Curr Prog

Quadro de Dissertações e Teses sobre Ensino de Evolução (continuação)

Autor	Orientador	IES	TÍTULO	Ano	Nível de Ensino	Foco temático
MOTA, H. S.	BIZZO, N.M.V.	USP	D	2013	EM	Carac Aluno
MOTTOLA, N.	NICOLAU, M.	UNESP	M	2011	EM	RD
MOURA, S.F.	FURTADO, W.W.	UFF	M	2016	ES	Form Conc
NICOLINI, L.B.	FALCÃO, E.B.M.	UFRJ	M	2000	ES	Carac Aluno
OLEQUES, L.C.	SANTOS, M.L.B.	UFMS	M	2010	EM	Carac Prof
OLEQUES, L.C.	SANTOS, M.L.B.	UFMS	D	2014	EM/ES	Form Conc
OLIVEIRA, G.S.	BIZZO, N.M.V.	USP	M	2009	EF	Carac Aluno
OLIVEIRA, G.S.	BIZZO, N.M.V.	USP	D	2015	EM	Carac Aluno
OLIVEIRA, J.B.	BIZZO, N.M.V.	USP	D	2006	EF/EM	RD
OLIVEIRA, R.I.R.	GASTAL, M.L.A.	UNB	M	2011	ES	Ed. Informal
OLIVEIRA, T.B.	CALDEIRA, A.M.A.	UNESP	D	2015	ES	Cont-Met
PAGAN, A.A.	BIZZO, N.M.V.	USP	D	2009	ES	Carac Prof
PATTI, M.	SILVA, R.E.	UNESP	M	2017	EM	Curr Prog
PEREIRA, H.M.R.	EL-HANI, C.N.	UFBA	M	2009	EM	Cont-Met
PINTO, G.A.	MARTINS, I.R.G.	UFMG	M	2002	EM	RD
PINTO, T.H.O.	LIMA, M.E.C.C.	UFMG	M	2013	ES	Form Conc
RAZERA, J.C.C.	NARDI, R.	UNESP	M	2009	Não especificado	Carac Prof
REVERSI, L.F.	CALUZI, J.J.	UNESP	M	2015	Não especificado	HFC
ROMA, V.N.	MOTOKANE, M.T.	USP	M	2011	EM	RD
SANTOS, A.G.	FALCÃO, E.B.M.	UFRJ	M	2008	EM	Form Conc
SANTOS, L.O.S.	ALBUQUERQUE, F.S.	UFRN	M	2003	EF	RD
SANTOS, P.S.	SANTOS, C.M.	UFABC	M	2016	EF	Carac Prof
SANTOS, S.C.	BIZZO, N.M.V.	USP	M	1999	EM	Form Conc
SANTOS, W.B.	EL-HANI, C.N.	UFABC	M	2011	ES	RD
SEPULVEDA, C.A.	EL-HANI, C.N.	UFBA	M	2003	ES	Carac Aluno
SEPULVEDA, C.A.	EL-HANI, C.N.	UFBA	D	2010	EM/ES	Carac Aluno
SILVA JÚNIOR, C.A.	COIMBRA, D.	UFU	M	2016	EM	Cont-Met
SILVA, C.S.F.	LOPES JÚNIOR, J.	UNESP	M	2012	EM	Curr Prog
SILVA, D.V.C.	BASSO, I.S.	UFSCAR	M	2004	EM	Form Conc
SILVA, H.M.	MORTIMER, E.F.	UFMG	D	2015	EM	Carac Aluno
SILVA, R.G.T.	MOITA, F.M.G.S.C.	UFPB	M	2016	EF	Cont-Met
SILVA, T.T.	PRESTES, M.E.B.	USP	M	2013	EM	HFC
SOUZA, C.M.A.	FIGUEIRÔA, S.F.M.	UNICAMP	M	2008	EM	Carac Prof
TAVARES, M.L.	EL-HANI, C.N.	UFMG	D	2009	EM	Carac Aluno
TEIXEIRA LEITE, M.L.F.T.	SELLES, S.L.E.	UFF	M	2004	EM	Carac Prof
TEIXEIRA, P.P.	CARVALHO, C.P.	PUC-RJ	D	2016	EM	Carac Aluno
TONIDANTEL, S.M.R.	TRIVELATO, S.L.F.	USP	D	2014	EM	Form Conc
TRIGO, E.D.F.	FALCÃO, E.B.M.	UFRJ	M	2005	EM	Carac Aluno
VARGENS, M.M.F.	EL-HANI, C.N.	UFBA	M	2009	EM	Cont-Met
ZAMBERLAN, E.S.J.	SILVA, M.R.	UEL	M	2008	EM	RD