



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA
E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS



TASSO MENESES LIMA

ASPECTOS ONTOLÓGICOS E EPISTEMOLÓGICOS DO CONCEITO DARWINISTA
DE ADAPTAÇÃO NO DISCURSO PEDAGÓGICO DE BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

Salvador
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA
E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS

TASSO MENESES LIMA

ASPECTOS ONTOLÓGICOS E EPISTEMOLÓGICOS DO CONCEITO DARWINISTA
DE ADAPTAÇÃO NO DISCURSO PEDAGÓGICO DE BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana, para a obtenção do grau de Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências, na área de concentração em Educação Científica e Formação de Professores.

Orientador: Charbel Niño El-Hani

Coorientadora: Claudia de Alencar Serra e Sepulveda

SIBI/UFBA/Faculdade de Educação – Biblioteca Anísio Teixeira

Lima, Tasso Meneses.

Aspectos ontológicos e epistemológicos do conceito darwinista de adaptação no discurso pedagógico de biologia no ensino médio / Tasso Meneses Lima. - 2019. 304 f.

Orientador: Charbel Niño El-Hani.

Coorientadora: Claudia de Alencar Serra e Sepulveda.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Salvador, 2019.

1. Biologia (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Adaptação (Biologia) - Estudo e ensino (Ensino médio). 3. Evolução (Biologia) - Estudo e ensino (Ensino médio). 4. Livros didáticos - Análise. 5. Professores de biologia. I. El-Hani, Charbel Niño. II. Sepulveda, Claudia de Alencar Serra e. III. Universidade Federal da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. IV. Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. V. Título.

CDD 570.7 - 23. ed.

TASSO MENESES LIMA

ASPECTOS ONTOLÓGICOS E EPISTEMOLÓGICOS DO CONCEITO DARWINISTA
DE ADAPTAÇÃO NO DISCURSO PEDAGÓGICO DE BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências, na área de concentração em Educação Científica e Formação de Professores, Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, pela seguinte banca examinadora:

Charbel Niño El-Hani – Orientador _____
Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Claudia de Alencar Serra e Sepulveda – Coorientadora _____
Doutora em Ensino Filosofia e História das Ciências pela UFBA/UEFS
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Rosiléia Oliveira de Almeida _____
Doutora em Educação pela Unicamp
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Marco Antônio Leandro Barzano _____
Doutor em Educação pela Unicamp
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Diogo Meyer _____
Doutor em Integrative Biology pela University of California System
Universidade de São Paulo (USP)

Vanessa Perpétua Garcia Santana Reis _____
Doutora em Ensino Filosofia e História das Ciências pela UFBA/UEFS
Secretaria de Educação do Estado da Bahia (SEC-BA)

Resultado:

Salvador, 25 de outubro de 2019

Dedico esta tese a todas as professoras e professores da educação básica que se dedicam heroicamente na construção de uma educação digna e qualificada aos estudantes da Rede Pública brasileira.

Agradecimentos

Ao professor Charbel Niño El-Hani por ter me aceitado como seu orientando, pela confiança em minha pessoa, por todo suporte, e pelas precisas orientações ao meu trabalho;

À professora Claudia Sepulveda pela co-orientação, pela ajuda na elucidação do problema de pesquisa, pelos ajustes do roteiro de entrevista e pelo apoio nas horas (prazos) difíceis;

À professora Rosiléia Almeida e aos professores Marco Barzano e Diogo Meyer pelas ricas contribuições ao trabalho e pelo incentivo à defesa durante o exame de qualificação;

Às professoras e professores do Ensino Médio que aceitaram tão prontamente participar deste trabalho, me concedendo entrevista;

Aos colegas e amigos do LEFHBIO que colaboraram com a validação dos dados produzidos por esse trabalho;

Aos meus pais Dilson Luiz, Diná Lima e Breno Lima por toda confiança e incentivo depositados nos meus interesses profissionais. Obrigado por TUDO!!

À minha admirável companheira e mãe da minha filha Helena que está por vir, Nayara Lima, por todo apoio e paciência ao longo desses anos;

À minha filhinha Helena, que pela expectativa de sua chegada me reservou os últimos fôlegos necessários para concluir a tese;

Aos amigos professores Bruno da Mata e Lucas Zenha pelos momentos de discussão na elaboração do projeto e pela companhia sempre agradável;

Aos velhos e novos amigos e amigas que adquiri no PPGEFHC: grupo Cerveja Filosófica; Magno Penelucci, Josebel Maia, Rafaela Chaves, Hemilly Cerqueira, Samadhi Gil, Leonardo Celin, Jairo Robles; Mateus Fadigas;

A todos e todas meu muito obrigado!

Resumo

Esta pesquisa qualitativa analisou aspectos ontológicos e epistemológicos do conceito darwinista de adaptação no discurso pedagógico de Biologia no Ensino Médio. Foram examinados diferentes contextos de apresentação do conceito de adaptação em livros didáticos (LDs), bem como a significação desse conceito por professores e a relação que estabelecem com o seu ensino. Realizamos análise categórica de conteúdo (AC) do discurso pedagógico com auxílio de uma matriz semântica de adaptação (MSA). À luz da Teoria dos Perfis Conceituais, a MSA organiza a polissemia do conceito de adaptação nos diferentes domínios culturais, a partir de compromissos ontológicos e epistemológicos que constituem diferentes concepções e estabilizam zonas que compõem o perfil conceitual de adaptação. A construção de perfis conceituais é uma forma de modelar a heterogeneidade de modos de pensar e formas de falar, e a MSA é uma etapa metodológica desse modelo. Nesse trabalho, a MSA constituiu uma ferramenta efetiva para a produção de inferências sobre as formas de falar sobre a adaptação, devido a seu potencial heurístico para reconhecer aspectos ontológicos e epistemológicos desse conceito na pluralidade de ideias apresentadas no discurso pedagógico, bem como para a compreensão desse discurso em seus contextos de aplicação. Definimos discurso pedagógico a partir da Teoria do Dispositivo Pedagógico de Bernstein, a qual descreve o processo de recontextualização de um campo específico de conhecimento na constituição do currículo escolar. Nesse processo, regras de controle simbólico da consciência exercem ações seletivas sobre significados potenciais a serem recontextualizados. Por meio desse controle, a consciência recebe formas de comunicação especializadas que veiculam uma distribuição de poder resultante de disputas entre diferentes grupos sociais pelo direito de impor socialmente suas construções culturais. Esta noção se alinha com a ideia Vygotskiana de que construções coletivas se impõem à cognição individual, uma vez que esta se desenvolve mediante internalização de ferramentas culturais, por meio de interações sociais. O quadro teórico descrito acima fundamentou a questão de pesquisa desta tese, qual seja: como se configura a significação do conceito darwinista de adaptação no discurso pedagógico quando examinada a partir da análise de compromissos ontológicos e epistemológicos sistematizados numa matriz semântica sobre esse conceito? Nossas análises mostraram a prevalência nos LDs da dimensão ontológica de adaptação como característica associada à seleção natural. As narrativas que apresentaram a adaptação como um processo e como um estado de ser fizeram uso de explicações funcionais para justificar o ajustamento do organismo ou de alguma característica ao meio. A recorrência das explicações funcionais evidencia o papel da linguagem teleológica no discurso da ciência escolar, sobretudo para explicar os fenômenos evolutivos, a despeito de reações tipicamente negativas encontradas em parte da literatura em Ensino de Ciências. A significação do conceito de adaptação obtida a partir dos depoimentos dos “grupo de significação não aproximada”, não apresentou qualquer relação com a seleção natural, a qual sequer foi citada. Diversas abordagens, tanto aquelas cuja dimensão ontológica da adaptação se referiu a uma característica quanto aquelas que se referiram um processo ou estado de ser, sugerem que a baixa compreensão sobre a ação da seleção natural deu lugar a compromissos com a visão adaptacionista e prospectiva de evolução. Segundo os docentes, a polissemia, a ideia de progresso e intencionalidade são fatores que dificultam o ensino do conceito de adaptação, o qual se agrava perante fatores culturais como a crença religiosa, que muitas vezes resulta na rejeição imediata dos estudantes. Por fim, a formação continuada dos professores constituiu um fator influente sobre o modo de falar sobre conceitos evolutivos, e a aproximação com a pesquisa científica, principalmente através de grupos de pesquisa, mostrou-se um caminho promissor à produção de discursos mais apropriados ao contexto escolar.

Palavras-chave: Discurso pedagógico; Matriz Semântica de Adaptação; Livros didáticos; Professores de ensino médio.

Abstract

This qualitative research analyzed ontological and epistemological aspects of the darwinian concept of adaptation in the pedagogical discourse of Biology in high school. Different contexts of presentation of the concept of adaptation in textbooks (TBs) were examined, as well as the meaning of this concept by teachers and the relationship they establish with their teaching. We performed categorical content analysis (CAs) of pedagogical discourse with the aid of the semantic matrix of adaptation (SMA). In the light of the Conceptual Profile Theory, SMA organizes the polysemy of the concept of adaptation in different cultural domains, based on ontological and epistemological commitments that constitute different conceptions and stabilize zones that make up the conceptual profile of adaptation. Conceptual Profile is a way of modeling students' heterogeneity in thinking and speaking, and the SMA is a step in the construction of this model. In this work, the SMA was an effective tool for producing inferences about ways of talking about adaptation, due to its heuristic potential to recognize ontological and epistemological aspects of this concept in the plurality of ideas presented in the pedagogical discourse, as well as for the comprehension of this discourse in its contexts of application. We define pedagogical discourse according to Bernstein's Pedagogical Device Theory, which describes the process of recontextualizing a specific field of knowledge in the constitution of the school curriculum. In this process, rules of symbolic control of consciousness exert selective actions on potential meanings to be recontextualized. Through this control, consciousness receives specialized forms of communication that convey a distribution of power resulting from disputes between different social groups for the right to socially impose their cultural constructions. This notion aligns with the Vygotskian idea that collective constructions impose themselves on individual cognition, since it develops through the internalization of cultural tools through social interactions. The theoretical framework described above substantiated the research question of this thesis, namely: how is the meaning of the darwinian concept of adaptation in pedagogical discourse configured when examined from the analysis of systematized ontological and epistemological commitments in a semantic matrix about this concept? Our analyzes showed the prevalence in TBs of the ontological dimension of adaptation as a characteristic associated with natural selection. The narratives that presented adaptation as a process and as a state of being made use of functional explanations to justify the adjustment of the organism or some characteristic to the environment. The recurrence of functional explanations highlights the role of teleological language in school science discourse, especially to explain evolutionary phenomena, despite the typically negative reactions to it found in part of the literature in Science Education. The significance of the concept of adaptation obtained from the testimonies of the "group of not approximate meaning", had no relation to natural selection, which was not even mentioned. Several approaches, both those whose ontological dimension of adaptation referred to a characteristic, and those that referred to a process or state of being, suggest that the poor understanding of the action of natural selection gave rise to compromises with the adaptive and prospective view of evolution. According to the teachers, polysemy, the idea of progress and intentionality are factors that hinder the teaching of the concept of adaptation, which is aggravated by cultural factors such as religious belief, which often results in the immediate regimen of students. Finally, the continuing education of teachers was an influential factor in the way of talking about evolutionary concepts, and the approach to scientific research, especially through research groups, proved to be a promising way to produce more context-appropriate discourses.

Keywords: Pedagogical discourse; Semantic Matrix of Adaptation; Textbooks; High school teachers.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	12
INTRODUÇÃO.....	17
Diferentes modos de pensar sobre o conceito de adaptação semearam sua compreensão no campo da ciência escolar	17
O discurso pedagógico e o conceito de adaptação	21
CAPITULO I.....	29
O CONCEITO DE ADAPTAÇÃO NO CAMPO DE PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO.....	29
As contribuições do teólogo natural britânico William Paley à Biologia no início do século XIX.....	30
A forma orgânica na história natural pré-darwiniana.....	34
A emergência do darwinismo muda a noção de economia da natureza e a forma orgânica recebe novas interpretações	41
O eclipse do darwinismo	47
Definições contemporâneas de adaptação	53
CAPÍTULO II.....	59
CONCEITOS EVOLUTIVOS NO DISCURSO PEDAGÓGICO.....	59
A teoria evolutiva no campo do conhecimento escolar: reconhecimento e desafios	61
A influência de fatores culturais sobre a compreensão da teoria evolutiva e implicações para o ensino.....	68
O pensamento teleológico e sua legitimidade no ensino de evolução.....	81
CAPÍTULO III	91
MÉTODOS.....	91
Análise de conteúdo como instrumento inferencial das comunicações	91
Coleta e análise de dados nos livros didáticos.....	95
Matriz semântica do conceito darwinista de adaptação.....	99
Quadro 4: Matriz semântica do conceito darwinista de adaptação proposta por Sepulveda (2010).	103
Entrevista qualitativa	104
Procedimentos de produção de dados a partir de entrevista qualitativa.....	108
O roteiro de entrevista	108
Os participantes das entrevistas.....	109
A aplicação da entrevista.....	113
Transcrição e análise das entrevistas	114
CAPÍTULO IV	116
ANÁLISE DE CONTEÚDO NOS LIVROS DIDÁTICOS.....	116
CAPÍTULO V	135
ANÁLISE DO CONCEITO DE ADAPTAÇÃO A PARTIR DE CONCEPÇÕES DE DOCENTES DO ENSINO MÉDIO.....	135

CONSIDERAÇÕES FINAIS	170
REFERÊNCIAS	177

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.	Condições para que uma característica seja considerada uma adaptação de acordo com as definições histórica e a-histórica.....	54
QUADRO 2.	Distinção entre adaptação e exaptação, de acordo com Gould e Vrba (1982).....	56
QUADRO 3.	Livros didáticos aprovados no PNLD/2015.....	94
QUADRO 4.	Matriz semântica do conceito darwinista de adaptação proposta por Sepulveda (2010).....	102
QUADRO 5.	Professoras e professores participantes (nomes fictícios) e dados referentes às características adotadas para indicar o perfil profissional.....	111

APRESENTAÇÃO

Começo a escrita deste trabalho apresentando os caminhos que me aproximaram do conceito darwinista de adaptação, nosso objeto de estudo. Em seguida, procuro justificar a escolha desse objeto, realçando seu papel central nas Ciências Biológicas e no currículo de Biologia do Ensino Médio brasileiro, evidenciando dificuldades relacionadas a seu ensino por meio da Teoria Evolutiva.

O interesse em estudar o conceito darwinista de adaptação resultou da minha vontade de estabelecer, através da Biologia, pontes de diálogo com outros campos do conhecimento, a exemplo das ciências humanas, e com diferentes visões da cultura popular, encontradas principalmente na Escola Pública. Isto porque eu via no estudo da Evolução tal interface, na medida em que sua compreensão me exigia uma aproximação com a filosofia, com a psicologia, com a sociologia e com a antropologia. Frente a essa necessidade, que a partir de então considerei como um compromisso, decidi frequentar as aulas da disciplina Fundamentos da Biologia/UFBA, das quais participei como ouvinte, no ano de 2014, com a autorização do professor Charbel El-Hani.

Durante aquelas aulas, tive a oportunidade de ler textos e participar de debates, para mim altamente instigantes, a respeito de como o trabalho dos naturalistas do século XVIII e XIX era realizado, compreender as teorias e os modelos propostos por diferentes áreas da Biologia, e principalmente conhecer a interpretação do professor Charbel sobre *Origem das Espécies* (DARWIN, 1859). Essa oportunidade foi crucial para definir a Evolução como tema geral da tese. Naquele mesmo ano, tive a possibilidade de ser apresentado à professora Claudia Sepulveda, com quem pude ponderar a viabilidade das minhas intenções de pesquisa, e que juntamente com o professor Charbel me apresentou a proposta de investigar como o conceito de adaptação era apresentado nos livros didáticos aprovados Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) naquele ano.

Naquele momento, eu buscava apoio e conhecimento capazes de me ajudar a atender as demandas das minhas atividades como professor de Biologia no nível médio, e de outras disciplinas que eu ministrava, e ainda ministro, no Instituto Federal Baiano – IFBaiano. Ao mesmo tempo, eu desejava obter conhecimentos que se somassem à minha formação de mestre em Ecologia (PPGECOBIO/ UFBA) e, claro, a titulação de doutor que me permitiria progredir na carreira, ocupando novos espaços e participando de novos cursos ofertados pelo IFBaiano – a exemplo da Licenciatura em Ciências Biológicas no *campus* Valença, que em 2014 havia ini-

ciado discussões visando à implantação deste curso, e que esse ano pôde receber a primeira turma.

Foi, então, nesse contexto de desejo e necessidade de comunicação aberta com diferentes saberes, em especial daqueles cuja disposição em me ouvir dependia sobremaneira da minha clareza, honestidade e capacidade de motivá-los a aprender Ciência, que eu finalmente decidi encarar o desafio de escrever uma tese de doutorado após sete anos de conclusão do mestrado.

De acordo com a mais conhecida obra de Charles Darwin *Origem das Espécies*, a seleção natural é inicialmente apresentada como a principal explicação da diversificação da forma viva a partir do ancestral comum (DARWIN, 1959), na qual o autor afirma, logo na introdução, que há evidências suficientes para sustentar a tese da ancestralidade comum. Mas reconhece a dificuldade de conceber um mecanismo plausível de modificação e diversificação capaz de produzir seres cujas partes estão mutuamente *coadaptadas*, e, por sua vez, adaptadas às exigências ambientais. Foi para superar esta dificuldade que a seleção natural teria sido introduzida como um mecanismo de transformação e de diversificação, que ao mesmo tempo operasse como um mecanismo adaptador (CAPONI, 2011).

Atualmente, a Biologia não tem dúvida de que a seleção natural não é o único mecanismo da mudança evolutiva (*e.g.* mutação, migração, deriva genética), mas é unânime em reconhecer que a seleção natural é o único meio de modificação dos seres vivos capaz de produzir as adaptações, ou como descrevem Fisher (1954), Mayr (1963) e Williams (1966), organização funcional – variações fenotípicas que contribuem indiretamente com o sucesso reprodutivo da espécie, e com a solução de problemas adaptativos. O mecanismo de mudança evolutiva proposto pela seleção natural supõe uma luta pela existência que, de acordo com o pensamento darwinista, nos leva a pensar que as mais diversas características dos seres vivos devem responder às pressões que derivam dessa luta. A ideia de que "cada detalhe da estrutura de cada criatura viva pode ser visto, ou como tendo algum uso especial para uma forma ancestral, ou como tendo agora um uso especial para descendentes daquela forma" (Darwin, 1859, p.200) só se estabelece como uma necessidade no contexto de escassez em que Darwin descreveu a natureza – um ambiente caracterizado por antagonismos e adversidades entre as espécies, e dessas em relação à disponibilidade e aquisição de recursos para sua sobrevivência. Por esta razão, pode-se dizer que uma visão utilitária das formas orgânicas – a partir da definição do conceito darwinista de adaptação – é tanto um requisito quanto uma predição da própria sele-

ção natural; e não uma simples evidência que tenha motivado sua formulação (CAPONI, 2010, 2011).

De acordo com essa interpretação, o conceito de adaptação ganha lugar de destaque na explicação da forma orgânica, e é considerado tema central na Biologia Evolutiva. Nesse sentido, algumas das explicações mais satisfatórias para fenômenos biológicos considerados como atípicos os apresentam como subprodutos das mudanças adaptativas (AMUNDSON, 1996). São considerados subprodutos da adaptação traços fenotípicos ligados incidentalmente às adaptações que são transmitidas conjuntamente entre gerações (*e.g.* o umbigo humano a partir do cordão umbilical, indispensável ao desenvolvimento fetal e; a cor branca dos ossos resultante do acúmulo de cálcio) (GOETZ; SHACKELFORD, 2006).

Apesar da posição de destaque, a validade da ênfase atribuída à adaptação frente a outros fenômenos biológicos tem sido questionada desde a segunda metade do século XX (LEWONTIN, 1978). Alega-se que os compromissos das pesquisas com foco exclusivo na seleção natural como mecanismo causal da mudança evolutiva – “adaptacionistas” – negligenciam os limites explicativos da seleção natural e as influências causais não adaptativas sobre todos os fenômenos biológicos (GOULD; LEWONTIN, 1979). Contudo, tais críticas, longe de representarem um enfraquecimento do valor da seleção natural na compreensão dos processos evolutivos, elas puderam proporcionar à Biologia uma visão mais cuidadosa e refinada do conceito de adaptação. O fato de a seleção natural não explicar tudo o que vemos no mundo natural não diminui, de modo algum, sua importância. Além disso, a cuidadosa ponderação dos papéis de diferentes processos (*e.g.* deriva gênica, restrições filogenéticas), lado a lado com a seleção natural reforça a importância do estudo das adaptações, e os limites da sua utilização enquanto conceito. Em vez de apenas assumirmos que a seleção natural atuou para preservar certa característica, podemos testar uma diversidade de explicações possíveis e, assim, alcançar um conhecimento mais confiável acerca do processo evolutivo, e produzir discursos mais apropriados a esse respeito (SEPULVEDA; MEYER; EL-HANI, 2011).

O debate entre defensores da centralidade da adaptação (pela prioridade concedida às explicações seletivas) e os apoiadores de outras “forças” não adaptativas sobre a evolução orgânica tornou-se também central na Biologia Evolutiva. Diferentes opiniões sobre aspectos fundamentais desse debate, em especial a aplicabilidade do conceito de adaptação, devem promover avanços conceituais úteis aos “biólogos nas trincheiras” (ORZACK; SOBER, 2001). Nesse sentido, entendemos que esses avanços possam encontrar lugar também no conhecimento

escolar, e que as professoras e professores de Biologia, junto com outros atores do campo educacional (*e.g.* autores de livros didáticos) possam adotá-los a ponto de promover melhor enfrentamento de dificuldades com o ensino de Evolução.

Entre as principais dificuldades relacionadas com o ensino de Evolução no Brasil (e em outros países) encontra-se a descontextualização do tema, tratado como conteúdo específico, quando deveria ser um eixo norteador de todo o ensino de Biologia (ZAMBERLAN; SILVA, 2012). Nos livros didáticos do Ensino Médio, é bastante comum que esse tema Evolução receba menos de 10% do espaço da disciplina e apareça apenas no final do terceiro ano, de forma isolada, onde fenômenos adaptativos não são tratados como tal, e o termo adaptação é associado a fenômenos não adaptativos (CICILLINI, 1993; TIDON; LEWONTIN, 2004). Verificam-se dificuldades conceituais de muitos docentes sobre a compreensão populacional e não progressiva da evolução, dificuldades de estudantes com a conceitos de uso e desuso e seleção natural, incompreensão das grandes dimensões temporais, bem como da relação filogenética do ser humano com as outras espécies, motivadas por concepções de evolução equivocadas, do ponto de vista científico, veiculadas na mídia (VIEIRA; KARAT, 2016; BIZZO, 1994).

Constata-se uma forte presença da concepção criacionista entre os alunos, particularmente na questão do surgimento da espécie humana, identificado como um dos principais obstáculos à compreensão do “acaso” como um importante mecanismo evolutivo, e a tendência dos alunos em obrigatoriamente relacionar Evolução com ateísmo (ALMEIDA, 2012). Finalmente, nota-se também a influência das ideias criacionistas nos currículos escolares, consideradas como problemáticas ao ensino de evolução – ao qual podemos acrescentar, contemporaneamente, projetos como Escola Sem Partido (TIDON; VIEIRA, 2009), os quais pretendem não mais promover influências do criacionismo, mas sim estabelecê-lo como tema do currículo de Biologia enquanto a Evolução seria suprimida totalmente.

Como se vê, são muitas as dificuldades que envolvem o ensino de Evolução. Essas dificuldades têm razões distintas e comprometem tanto a produção de discursos escolares apropriados sobre o tema – e a relação deste com a Biologia de modo geral – quanto a sua visibilidade enquanto conhecimento científico capaz de comunicar-se com múltiplos ramos do conhecimento. Esta tese não pretende sanar tais dificuldades, mas tem potencial para contribuir com a o enriquecimento de discussões a respeito delas, principalmente no que diz respeito às dificuldades conceituais e à influência de compromissos ontológicos e epistemológicos edificadas culturalmente. Assim, particularmente, acreditamos que esse trabalho se soma a outros

que se posicionam em favor da pesquisa em educação científica, avivando a credibilidade do tema Evolução frente a outras visões que se pretendem estabelecer no currículo de Biologia do Ensino Médio.

INTRODUÇÃO

Diferentes modos de pensar sobre o conceito de adaptação semearam sua compreensão no campo da ciência escolar

Na história da biologia, várias interpretações sobre a origem e a diversificação das formas orgânicas antecederam o Darwinismo (MAYR, 2001; ROSE; LAUDER, 1996; BRANDON, 1990), desempenhando papéis importantes, por vezes antagônicos, por vezes complementares, na compreensão do pensamento evolutivo. Um exemplo de como antagonismo e complementaridade comparecem nas relações entre perspectivas sobre a evolução reside na oposição entre visões funcionalistas e estruturalistas sobre a forma orgânica¹: por um lado, a primazia causal foi atribuída à função das estruturas, e por outro, aos padrões de organização estrutural herdados de linhagens ancestrais (ver CAPONI, 2005; 2011), com o debate avançando até um maior reconhecimento da complementaridade dessas perspectivas. Esta e outras oposições tiveram papel heurístico no desenvolvimento do pensamento darwinista, que, através da teoria da seleção natural, explorou suas complementaridades, produzindo um quadro mais unificado, ao explicar a divergência das espécies a partir de ancestrais comuns, como também a relação entre as características e suas funções a partir da adaptação (SEPULVEDA; MEYER; EL-HANI, 2011).

De acordo com Whewell (1837) e Russel (1916), o antagonismo existente entre as visões estruturalistas e funcionalistas pode ser considerado um dos mais fundamentais na biologia. A busca por um significado adaptativo para as estruturas orgânicas em cada um desses domínios de investigação nos permite conhecer como diversas formas de pensar sobre a adaptação puderam se desenvolver e dar origem a distintos compromissos epistemológicos e ontológicos que estruturaram esse conceito. O reconhecimento desses compromissos pode auxiliar na

¹ A oposição entre visões estruturalistas e funcionalistas se destacou nos discursos da história natural pré-darwiniana e da Teologia Natural do século XVIII e início do XIX, e se remetia a dois princípios complementares que foram contemplados na teoria darwinista: a unidade do tipo, explicada pela descendência comum, e o impacto do arranjo das condições de existência sobre as características dos organismos, explicado pela seleção natural. A unidade do tipo consiste na semelhança geral de estrutura que existe entre diferentes grupos de seres vivos, da qual nos dão testemunho a anatomia e a embriologia comparada, e que sugere, de uma perspectiva darwinista, possível ancestralidade comum dos seres vivos. As noções sobre condições de existência, a partir das quais se supõe uma ação recíproca entre as partes de um todo (de um corpo organizado) concorrendo para um fim comum, a sobrevivência, bem como a análise das correlações entre a estrutura e a função, eram encontradas nas reflexões de teólogos naturais como William Paley (1809), William Kirby (1835), Charles Bell (1837), Peter Roget (1840). Essas noções viriam a ser confrontadas pela teoria da seleção natural, cuja perspectiva incluía influências do ambiente e de limitações estruturais derivadas das correlações de desenvolvimento, em resposta aos desafios e às oportunidades que o ambiente colocava para os seres vivos, fundamentais na explicação da adaptação (CAPONI, 2010).

compreensão deste conceito não só no campo da história e da filosofia, mas também no campo do ensino da biologia.

Uma análise dos significados atribuídos ao conceito de adaptação em vários contextos de produção de significados, incluindo pelo menos três dos domínios genéticos considerados por Vygostky (WERTSCH, 1985) – sociocultural, ontogenético e microgenético–, foi realizada por Sepulveda (2010) (ver SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2013, 2014), como base para a construção de um modelo de perfil conceitual do conceito darwinista da adaptação à luz da Teoria dos Perfis Conceituais (TPC) (MORTIMER, 1995). Esta análise cumpre papel central no presente trabalho, por ter explicitado compromissos epistemológicos e ontológicos que estruturam modos distintos de pensar a adaptação (zonas do perfil conceitual de adaptação)².

Perfis conceituais são ferramentas teórico-metodológicas que permitem compreender a diversidade de significados atribuídos a conceitos científicos em diferentes contextos sociais, incluindo contextos de ensino e aprendizagem. A partir de um modelo de perfil conceitual, pode-se entender a evolução das ideias não como uma substituição de ideias alternativas por ideias científicas, mas como a evolução de um perfil de modos de pensar, em que as novas ideias adquiridas no processo de ensino e aprendizagem passam a conviver com ideias anteriores, de diferentes maneiras. Quando a aprendizagem inclui uma dimensão metacognitiva, ou seja, os estudantes compreendem que há uma diversidade de modos de pensar, representados no modelo de perfil, e de contextos distintos para seus usos, cada modo de pensar pode ser empregado em contextos nos quais mostra valor pragmático (MORTIMER, 1995, 2000; EL-HANI; MORTIMER, 2010; EL-HANI; SILVA-FILHO; MORTIMER, 2014).

Sepulveda (2010) identificou e caracterizou temas epistemológicos e ontológicos a partir dos quais a polissemia do conceito darwinista de adaptação pode ser ordenada, constituindo uma matriz semântica³ desse conceito. Realizamos na presente tese uma breve descrição da

² O Presente trabalho não se relaciona com a Teoria de Perfis Conceituais apenas por meio da Matriz Semântica do Conceito de Adaptação, mas principalmente por aderir à ideia de que a aprendizagem de ciências é concebida como um processo de mudança de perfil conceitual, e de aquisição de consciência sobre diferentes zonas desse perfil, que incluem tanto senso comum, quanto ideias científicas.

³ Sepúlveda (2010) nomeou essa matriz “Matriz Epistemológica de Significação do Conceito de Adaptação”. Contudo, como tal matriz inclui não só compromissos epistemológicos mas também ontológicos associados aos temas e às categorias que dão significado à adaptação, Reis (2018) propõe uma nova denominação para a matriz, passando a nomeá-la matriz semântica, pois esse termo captura melhor a natureza da matriz, como uma ferramenta que organiza diferentes significados atribuídos a um conceito.

construção dessa matriz e de seu papel na construção de um modelo de perfil conceitual de adaptação, uma vez que ela serviu como ferramenta teórico-metodológica na análise do conteúdo semântico do termo “adaptação” em livros didáticos de Biologia aprovados no Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) (BRASIL, 2014). Esta matriz também nos possibilitou a construção de um roteiro de entrevistas a professores, abrangendo cenários de adaptação contemplando seus diversos temas e categorias.

Neste trabalho, revisamos estudos sobre ensino de evolução que expõem ambiguidades oriundas da proliferação de significados do conceito de adaptação à luz de construtos epistemológicos de biólogos evolutivos (*e.g.*, SEPULVEDA, 2010; KAMPOURAKIS; ZOGZA, 2008; CLOUGH; WOOD-ROBINSON, 1985; DEADMAN; KELLY, 1978). Mostramos, por exemplo, que o uso indiscriminado do mesmo termo, “adaptação”, para designar dois fenômenos biológicos distintos - mudanças fisiológicas e mudanças evolutivas - reforça um erro categórico comum entre os estudantes, o de atribuir propriedades de um processo de ajuste ontogenético, por exemplo, na taxa de transporte de oxigênio no sangue em condições de altitude, a outro, de adaptação evolutiva (SEPULVEDA, 2010). Examinamos também o achado de que estudantes, ao explicarem a origem de traços orgânicos, muitas vezes atribuem às espécies ações conscientes próprias, que seriam responsáveis pela modificação de traços *para* “se adaptarem” ao ambiente, um raciocínio teleológico incompatível com o pensamento evolutivo aceito (em contraste com outros raciocínios teleológicos válidos à luz desse modo de pensar, a exemplo daqueles de natureza funcional). Essa visão frequentemente assume a existência de um poder vital (quando não, de um poder sobrenatural) que ajudaria os organismos a se adaptarem a seus ambientes, mas representa uma concepção intuitiva, baseada na ideia de que o processo evolutivo é rígido intencionalmente, que não tem lugar no pensamento científico sobre evolução (KAMPOURAKIS; ZOGZA, 2008).

Além dos modos de pensar dos estudantes, a linguagem utilizada por professores e textos didáticos, muitas vezes recorrendo a termos de natureza antropomórfica para supostamente facilitar a compreensão, pode sugerir que a adaptação seja um fenômeno intencional e propositado. Aliado a isso, a própria presença do termo na linguagem vernacular, com definições próprias, dificulta o emprego adequado do significado evolutivo. Afinal, o termo “adaptação” está presente nos domínios cultural e da linguagem cotidiana tipicamente designando um processo ou um resultado de um processo de ajuste ou adequação de algo a

uma nova condição (WELLMAN; GELMAN, 1998; FERRARI; CHI, 1998; SINATRA et al., 2008, SEPULVEDA, 2010).

Assim, a polissemia do conceito de adaptação, bem como a escassa compreensão de outros conceitos relacionados - como os de seleção natural, mutação gênica, herança e variação (FERRARI; CHI, 1998; GREGORY, 2009; BISHOP; ANDERSON, 1990) -, dificultam a compreensão da teoria darwinista da evolução por estudantes e professores, acarretando, em termos mais gerais, dificuldades para a aprendizagem e para o ensino de evolução. Desse modo, a confusão semântica gerada pela abundância de significados diferentes atribuídos ao conceito de adaptação pode ser considerada um dos fatores que explicam a dificuldade dos estudantes de compreender o pensamento darwinista e de empregá-lo nos contextos em que ele mostra valor pragmático (SEPULVEDA; EL-HANI, 2007).

A literatura sobre ensino de evolução discute uma série de concepções ou modos de pensar e significados construídos socioculturalmente, que professores e estudantes mobilizam nos processos de ensino e aprendizagem de conceitos científicos (ALTERS; NELSON, 2002; KAMPOURAKIS; ZOGZA, 2007, 2008; NEHEM; SCHONFELD, 2007; SINATRA et al., 2003). Elas estão atreladas à influências de fatores socioculturais e históricos e são parte da cultura e da linguagem cotidianas, sendo adquiridas pelos indivíduos no curso de seu desenvolvimento. No presente trabalho, nosso interesse recai sobre os modos de pensar e explicar a adaptação e outros conceitos relativos à evolução encontrados nos livros didáticos e nas concepções docentes com distintos percursos formativos e bases culturais. Tendo em vista que analisamos livros didáticos e concepções de professores à luz da TPC, essas análises não tratam as narrativas investigadas como contradições conceituais que devam necessariamente ser superadas para que o ensino de ciências ocorra (POSNER et al., 1982). Elas são, em vez disso, compreendidas dentro de um modelo geral da heterogeneidade do pensamento e da linguagem, um modelo de perfil conceitual que permite relacioná-las com, e ao mesmo tempo diferenciá-las dos conceitos científicos ensinados e aprendidos na escola.

Muitos dos problemas na aprendizagem de conceitos científicos têm sido relacionados com a dificuldade dos estudantes de reconhecer e compreender dimensões ontológicas de um dado conceito (MORTIMER, 1996). Por exemplo, Ferrari e Chi (1998) argumentam que a dificuldade dos estudantes de entender a seleção natural e a evolução pode não estar atrelada a uma ausência de entendimento dos princípios e conceitos darwinianos, mas sim à dificuldade de distinguir entre processos que têm elementos randômicos e não são sequenciais, não

dirigindo-se a um fim predeterminado, e processos pontuais e direcionados a um fim (FERRARI; CHI, 1998).

Diante de tais dificuldades de natureza ontológica, Mortimer (1996) afirma que é uma fase fundamental do planejamento de ensino a identificação dos modos de pensar sobre um conceito, que podem implicar limites para a construção de modos científicos de pensar, assim como da interação de diferentes modos de pensar e formas de falar no processo de construção de significados. Berger e Luckmann (1967) enfatizam o papel da linguagem cotidiana quando empregada para mediar situações de deslocamento da realidade cotidiana para outras realidades, como a do conhecimento científico. A linguagem disponível para objetivar esses diferentes tipos de experiência é baseada na linguagem da vida cotidiana e, mesmo que se possam usar linguagens mais sofisticadas pertencentes a esse universo simbólico - como a matemática, por exemplo -, é necessário, vez por outra, "traduzir as experiências não-cotidianas na realidade da vida cotidiana" (BERGER; LUCKMANN, 1967, p. 40). Dessa perspectiva, assim como da perspectiva da TPC, o ensino de ciências deve ser planejado e desenvolvido de maneira que as bases culturais dos estudantes, as relações de poder e de controle em sala de aula e as perspectivas de negociação entre diferentes discursos sejam levados em consideração (ver O'LOUGHLIN, 1992).

A TPC sustenta que a aprendizagem de ciências envolve dois processos interligados: (1) aquisição de novas zonas de um perfil conceitual, ou seja, de novos modos de pensar um conceito, neste caso, os modos científicos de pensar; (2) tomada de consciência pelo aprendiz acerca da multiplicidade de modos de pensar disponíveis no contexto sociocultural em que vive, bem como dos contextos em que cada um deles pode ser aplicado de maneira fértil (MORTIMER, 1995). O primeiro processo, de natureza cognitiva, conduz à aprendizagem de modos científicos de pensar, aos quais os estudantes geralmente não têm acesso por outro meio que não a escola. O segundo, de natureza metacognitiva, implica a construção pelos estudantes de uma clara visão sobre quais modos de pensar e significados de um conceito estão disponíveis como representações coletivas e em quais contextos se mostram mais apropriados (EL-HANI; MORTIMER, 2007).

O discurso pedagógico e o conceito de adaptação

A matriz semântica do conceito de adaptação apresenta potencial heurístico para o reconhecimento de aspectos ontológicos e epistemológicos na pluralidade de ideias apresentadas no discurso pedagógico, bem como para a compreensão desse discurso em seus

contextos de aplicação. É necessário, contudo, que adotemos alguma definição de discurso pedagógico. Nesse trabalho, recorreremos à Teoria do Dispositivo Pedagógico de Basil Bernstein com esse propósito (BERNSTEIN, 1986). Nessa teoria, encontra-se o modelo de discurso pedagógico, que foca no que é transmitido como conhecimento educacional. A partir desse modelo, Bernstein⁴ descreve o processo pelo qual uma disciplina ou um campo específico de conhecimento é recontextualizado, ou “pedagogizado”, com o intuito de constituir o conhecimento escolar.

Bernstein distingue duas instâncias de transformação de um discurso durante a recontextualização pedagógica: a instância de produção do discurso pedagógico oficial e a instância de reprodução do discurso pedagógico. Esta última constitui nosso foco de investigação - que constitui-se de princípios internos balizados por orientações ideológicas e culturais, não se tratando da simples transposição de um discurso para outro. O discurso pedagógico oficial pode ser considerado como o resultado de um conjunto de relações que se estabelecem entre vários campos envolvidos na sua geração e recontextualização do conhecimento original. Essas relações mostram, sobretudo, que o discurso pedagógico oficial representa os princípios dominantes de uma sociedade, que são gerados no campo do Estado sob alguma influência do campo internacional, sempre envolvendo relações de poder e conflitos. Neste processo, intervém o campo de recontextualização oficial, diretamente controlado pelo Estado, e o campo de recontextualização pedagógica. Ambos são influenciados pelos campos da economia e do controle simbólico (princípios de comunicação que regem a criação e reprodução da consciência através de meios simbólicos), cuja principal atividade é a definição do *que* e do *como* do discurso pedagógico. Assim, ideias contidas no conhecimento original são acopladas a novos contextos, que permitem releituras e reinterpretações, visando discursos cada vez mais específicos para o conhecimento escolar (MORAIS; NEVES, 2007).

⁴ Segundo Bernstein, a teoria do dispositivo pedagógico explicita regras que regem a comunicação pedagógica, que implicam uma ação seletiva em relação aos significados potenciais que estão disponíveis para ser recontextualizados, assim como o exercício de um controle simbólico da consciência. É por meio deste controle que a consciência recebe formas de comunicação especializadas, as quais, por sua vez, veiculam uma distribuição de poder resultante de disputas entre diferentes grupos sociais pelo direito de impor socialmente suas construções culturais. Esta noção se alinha com as ideias de Vygotsky sobre a imposição de construções coletivas à cognição individual, tendo em vista que esta última se desenvolve mediante a internalização de ferramentas culturais, por meio de interações sociais. Desse modo, a multiplicidade de atividades realizadas socialmente por um indivíduo, culminando na aquisição de novas ideias – sem que ideias mais recentes sejam epistemologicamente superiores às primeiras, ao menos não necessariamente – constitui a noção de heterogeneidade do pensamento verbal de Tulviste (1986) (ver WERTSCH, 1991), que, por sua vez, tem valor pragmático na compreensão do programa de pesquisa da TPC (SEPULVEDA, 2010).

Já o discurso pedagógico de reprodução está presente nas práticas pedagógicas de uma escola e de cada professor, e envolve relações de poder entre a escola e o contexto cultural primário do aluno: a família e a comunidade. Esse discurso se caracteriza pela relação entre o discurso instrucional (proferido nas relações professor-aluno, pais-alunos, formadores de professores-professores etc.) e o discurso regulador (relacionado com a aquisição de valores, normas de conduta social e competências sócio-afetivas). Essa relação é regulada por um princípio conhecido como código pedagógico – presente no modelo de Reprodução e Transformação Cultural (BERNSTEIN, 1981) – que regula a forma especializada da comunicação educacional, podendo dar origem a diversas formas de discurso pedagógico, a depender do contexto em que se estabelecem relações de poder e controle. Através do discurso pedagógico, o professor, a família e a comunidade podem influenciar a reprodução do conhecimento escolar e interferir em sua prática, assim como a escola pode incorporar os discursos da família e da comunidade como forma de controle social e de validação do seu discurso regulador (NEVES et al., 2000; MORAIS; NEVES, 2007).

Bernstein (1996) centra-se nos princípios internos da construção do conhecimento⁵ e na base social deles para relacionar diferentes formas de aquisição e de desempenho durante a aprendizagem. Segundo o autor, um conhecimento pode ser adquirido, além de no ensino formal, através de relações funcionais entre contextos da vida cotidiana, sem que necessariamente haja algum princípio coordenador integrando significados aprendidos – seria o caso dos conhecimentos adquiridos informalmente fora da escola, caracterizado por um discurso oral, local, dependente e específico do contexto. Nesse sentido, a organização segmentada dos conhecimentos nesse discurso conduz a aquisições segmentadamente estruturadas, não havendo uma necessária relação entre o que é aprendido nos diferentes segmentos deste discurso. Dessa perspectiva, a prática pedagógica deve variar de acordo com os contextos de aquisição do conhecimento, ou conforme grupos e classes sociais, e sua ênfase recairá na aquisição de uma competência comum, e não em um desempenho graduado.

⁵ De acordo com Bernstein (1996, p. 77), “O conceito [de conhecimento] refere-se a procedimentos empregados para fazer parte do mundo e construí-lo. As competências são intrinsecamente criativas e se adquirem tacitamente por meio de interações informais. São realizações práticas. A aquisição desses procedimentos está além da esfera das relações de poder e de seus posicionamentos diferenciais e desiguais, ainda que a forma que essas realizações possam assumir não esteja claramente fora das relações de poder. Nessa perspectiva, os procedimentos que constituem uma determinada competência podem ser considerados como sociais: a negociação da ordem social como prática, estruturação cognitiva, aquisição da linguagem e novas elaborações culturais com base nas que já existiam”.

A noção de competência apresentada por Bernstein revela uma lógica social, que pode ser compreendida através dos modos de comunicação e linguagem, de interação social, e do sujeito inerente ao conceito. Uma análise dessa lógica nos revela: 1) que todos os sujeitos são intrinsecamente competentes e possuem procedimentos em comum; 2) que o sujeito é ativo e criativo na construção de um mundo válido de significados e práticas; e 3) a ênfase no sujeito capaz de se auto-regular, uma vez que o papel dos socializadores não deve ir além da facilitação e do controle do contexto. Essa noção de competência incorpora o legado vygostkyano da introdução de uma base social para as teorias de desenvolvimento pelo papel da linguagem, salientando a atividade do aprendiz na relação pedagógica. Assim, é dada ênfase à instrução, sobre a qual se pressupõe uma democracia de procedimentos que advêm do exterior e contribuem para a prática social com um potencial criativo, em vez de se acentuar a importância da maturação - ênfase sobre conteúdos pedagógicos em um contexto no qual o “pedagogizado” é um parceiro ativo e no qual a aprendizagem aparece como resultado dessa relação (BERNSTEIN, 1996).

Com base nesse referencial teórico, objetivamos analisar nesta pesquisa qualitativa aspectos ontológicos e epistemológicos do conceito de adaptação como apresentados por dois atores do discurso pedagógico: (1) o livro didático (LD) de biologia, como um instrumento intencionalmente estruturado para se inscrever nos processos de ensino e de aprendizagem, e possuidor de alguma proposta pedagógica que influencia de modo decisivo a ação docente (SELLES; FERREIRA, 2004); e (2) a significação daquele conceito por professoras e professores dessa disciplina, assumindo-se que sua relação com a prática de ensino desse conceito são construídas também a partir da recontextualização de outros discursos (o oficial, o disciplinar, o curricular, o acadêmico etc.) que circulam no meio escolar (BERNSTEIN, 1986).

Nesse sentido, é oportuno enfatizar aspectos das relações de poder e controle exercidos por diferentes atores e setores da sociedade sobre o LD e sobre os professores/as. No entanto, salientamos que tal ênfase se faz oportuna, pois nos ajuda a justificar a escolha, neste trabalho, pelo foco sobre esses dois atores do discurso pedagógico. Além disso, a Teoria do Dispositivo Pedagógico não foi adotada aqui visando analisar o discurso pedagógico segundo uma perspectiva sociológica, dentro da qual seriam discutidas relações antagônicas entre os campos recontextualizadores do discurso científico na construção do conhecimento escolar. Interessou-nos, unicamente, reafirmar que o conhecimento científico sofre transformações que podem distanciar o entendimento do significado de um conceito no discurso pedagógico e

mesmo de suas intenções em relação ao discurso original de um campo acadêmico, durante o processo de “pedagogização”.

À luz da Teoria do Dispositivo Pedagógico, a superação do distanciamento promovido pela transformação do conhecimento durante a recontextualização pedagógica deve ocorrer com a compreensão do papel da *ordem social* durante a produção do discurso pedagógico. A ordem social figura como discurso regulador e dá legitimidade aos conhecimentos, determinando o sequenciamento e o compassamento da aquisição dos mesmos. Especificamente, o foco da perspectiva da recontextualização é estudar a transferências dos conhecimentos (*textos pedagógicos*) em diferentes contextos de produção e reprodução, mediada pelas relações de poder e pela regulação do discurso de ordem social. Para tanto, o autor descreve regras relacionadas a produção (distributivas), regras de transmissão (recontextualizadoras) e de aquisição (avaliativas) do discurso (BERNSTEIN, 1977) como forma de sistematizar a compreensão da transformação do discurso científico para o contexto de ensino.

Desde a última década do século XX, os LDs brasileiros passam por um processo de avaliação instituído pelo governo, através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que estabeleceu critérios de distribuição universal para o Ensino Fundamental a partir de 1996, e para o Ensino Médio a partir de 2004. Essa iniciativa do governo resultou, efetivamente, num amplo processo de intervenção no currículo, e em seu controle por meio do LD, que desde a década de 1930 era lançado na praça pelo mercado editorial sem qualquer ponderação pelo Estado (BATISTA; ROJO; ZÚÑIGA, 2005).

Através do PNLD, os livros didáticos adquiridos pelo estado brasileiro passaram a ser avaliados de maneira que algum controle pudesse ser exercido sobre sua qualidade. Além disso, em alguma medida, críticas à estrutura e ao discurso pedagógico dos LD se tornaram possíveis para uma parte da academia, dentro dos limites colocados pelo programa governamental (por exemplo, engajando uma parcela da comunidade acadêmica apenas, dando voz limitada – ainda que presente – aos professores da educação básica). Isso deve explicar a melhora da qualidade dos livros⁶ desde que esse programa passou a vigorar, e desde

⁶No ano de 2005, os livros didáticos de Biologia do ensino médio tiveram sua primeira avaliação no âmbito do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM), que posteriormente passou a ser parte do PNLD. Como no caso dos livros do ensino fundamental, tal avaliação objetivou orientar a compra pelo Ministério da Educação (MEC) de materiais didáticos com uma qualidade mínima, aferida de acordo com critérios decididos por um comitê técnico formado por funcionários do MEC e pelos coordenadores das equipes de avaliação, oriundos das universidades parceiras (ver El-Hani, C. N.; Roque, N. e Rocha, P. L. B. (2011). Livros didáticos de

que as editoras passaram a dedicar maior esforço para reformular suas obras (de certo modo compulsoriamente, pela importância da compra de livros pelo governo para seu desempenho financeiro), visando a atender melhor estas demandas (ROSA, 2017).

De modo geral, os LDs são considerados importantes materiais de apoio ao trabalho docente, podendo trazer contribuição significativa para as aulas, como recurso instrucional e de leitura para docentes e alunos, e para o desenvolvimento de atividades que criem oportunidades de aprendizagem de conceitos, procedimentos, valores e atitudes (FRANZOLIN; BIZZO, 2007).

Devido à sua importância, os LDs têm sido objeto de muitas pesquisas que apontam, nesse material didático, conhecimentos considerados distantes em relação ao conhecimento científico (e.g. FERREIRA; JUSTI, 2004; MARTÍNEZ-GRACIA; MOHR, 2000). Diante disso, Franzolin e Bizzo (2007) defendem a necessidade de uma metodologia estratégica para analisar o afastamento do conhecimento escolar em relação ao conhecimento acadêmico nos LDs. Esses autores propõem uma ferramenta analítica que diferencia tipos de distanciamento, seja o distanciamento oriundo da transposição do conhecimento científico para cada nível de ensino (vertical), seja o distanciamento relativo a uma estratégia didática, que inclui conhecimentos cotidianos (horizontal). Estes autores se basearam na Teoria da Transposição Didática de Chevallard ⁷(1991), a qual defende a necessidade de transformações nos saberes para que se tornem ensináveis no ambiente escolar.

Os conhecimentos cotidianos são considerados parte do saber escolar que constitui disciplinas científicas, as quais se estabelecem a partir da relação entre diferentes saberes sociais e o saber científico (LOPES, 1999), o qual, por sua vez, possui especificidades que justificam sua necessidade de ser ensinado nas escolas: (1) apresenta uma terminologia própria, a qual pode ser entendida como um “código de compactação”, que reúne informações, agregando significados aos termos; (2) possui preferência pelo simbólico, buscando afirmações aplicáveis a diferentes situações; (3) apresenta teorias interligadas, podendo umas servirem de

Biologia do Ensino Médio: resultados do PNLEM/2007 (High School Biology textbooks: results from PNLEM/2007). *Educação em Revista* 27(1): 211-240).

⁷ O referencial teórico de Chevallard (1991), especialmente seu conceito de “transposição didática”, guarda proximidade com o conceito de recontextualização pedagógica de Bernstein no que diz respeito à transformação do conhecimento científico (GVIRTZ; PALAMIDESSI, 1998). Porém, Chevallard considera o saber científico como referência principal para o saber a ser ensinado, apesar de afirmar a necessidade de sua adaptação, logo este é legitimado epistemologicamente, e a legitimação social está submetida à legitimação epistemológica. Diferentemente, a recontextualização de Bernstein é um conceito que deve ser visto dentro de um quadro teórico mais amplo, já que focaliza essencialmente a forma, as regras e os princípios de produção e reprodução do discurso pedagógico, no qual o componente legitimador do conhecimento a ser ensinado é a ordem social.

base para outras; e (4) sua introdução na vida das pessoas é mais tardia do que o conhecimento cotidiano, devido à sua complexidade e às demandas que coloca para sua compreensão (BIZZO, 1998).

Assim, a escola pode realizar aproximações que sejam consideradas válidas da perspectiva do conhecimento de referência (FRANZOLIN; BIZZO, 2007), desde que se leve em consideração não apenas as características próprias desse conhecimento, como também as características do aluno, como seu desenvolvimento cognitivo e seus conhecimentos cotidianos culturalmente fundados. Segundo Baptista (2015), práticas educativas no ensino de ciências devem ser sensíveis às diferenças culturais, comprometendo-se com a promoção do diálogo intercultural, ou seja, entre a cultura da ciência e as culturas dos estudantes. Concordando explicitamente com Mortimer (2000), Baptista afirma que, durante as práticas educativas em ciências, deve ocorrer um diálogo equilibrado de apresentação dos distintos significados atribuídos pelos interlocutores a um determinado tema. Isto é, o diálogo nas aulas de ciências deve gerar oportunidades para a exposição das diferentes ideias, que serão consideradas e exploradas, cada qual com seu contexto de origem e validade (BAPTISTA, 2015), sem perder de vista a tomada de consciência pelos estudantes da diversidade de modos de pensar e da validade deles em cada contexto.

De acordo com essa perspectiva de ensinar ciências, a análise da significação do conceito de adaptação pretendida por esse trabalho pode representar um caminho frutífero à compreensão da discurso da ciência escolar, dado que compromissos ontológicos e epistemológicos da matriz semântica indicarão formas de estabelecer pontes dialógicas entre diferentes atores, tendo como ponto central dessas interações o conhecimento escolar (MORTIMER; SCOTT, 2002). A abordagem multicultural de ensino e aprendizagem de ciências constitui parte significativa do quadro teórico desta tese, notadamente a partir da TPC, e fundamenta nossa questão de pesquisa, qual seja: Como se configura a significação do conceito darwinista de adaptação no discurso pedagógico, quando examinada a partir da análise de compromissos ontológicos e epistemológicos sistematizados numa matriz semântica sobre esse conceito?

Para responder a esta questão, estruturamos esse trabalho em cinco capítulos: I O conceito de adaptação no campo da produção do conhecimento; II. Conceitos evolutivos no discurso pedagógico; III. Referenciais teórico-metodológicos; IV. Análise de conteúdo nos livros didáticos; e V. Análise do conceito de adaptação a partir da significação atribuída a ele por professores do ensino médio.

No capítulo I, descrevemos como o conceito de adaptação foi construído no campo da investigação científica. Damos ênfase aos compromissos ontológicos e epistemológicos que caracterizaram as principais tradições de pesquisa sobre evolução, assim como aos debates presentes em torno dessas tradições. No capítulo II, analisamos trabalhos sobre ensino de evolução disponíveis na literatura com o intuito de destacar a influência de fatores socioculturais e psicológicos na apropriação de conceitos evolutivos. No capítulo III, métodos, descrevemos os fundamentos teóricos que definem e estruturam a matriz semântica de adaptação, justificando a utilidade desta matriz para este trabalho. Abordamos, também, diferentes ideias a respeito das técnicas de análise de conteúdo, assim como tratamos da técnica de entrevista semi-estruturada a partir de diferentes referenciais teóricos. Em seguida, explicamos o delineamento da pesquisa, no que diz respeito à produção de dados, começando pela definição das fontes analisadas, os livros didáticos (*corpus* do trabalho), passando pela entrevista com os participantes, até a produção de inferências a partir de cada fonte pesquisada. Nos capítulos IV e V, relatamos os principais resultados obtidos na análise de cada um dos atores do discurso pedagógico investigados e suas implicações para a reprodução do conhecimento escolar. Ao fim da tese, reservamos uma última seção para expormos nossas considerações finais.

CAPÍTULO I

O CONCEITO DE ADAPTAÇÃO NO CAMPO DE PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO

Para entendermos o conceito darwinista de adaptação, consideramos necessário analisar diferentes visões a respeito das estruturas orgânicas que antecederam a obra *A origem das espécies* (DARWIN, 1859). Entre estas visões, podemos citar as da Teologia Natural britânica, que podem ser exemplificadas com base na obra do teólogo William Paley, e as concepções naturalistas encontradas nas obras de autores como Buffon, Lamarck e Cuvier, contribuições influentes no campo de produção do conhecimento biológico, entre o século XVIII e o século XIX, que foram mobilizadas no desenvolvimento do conceito de adaptação por Charles Darwin.

Os trabalhos desses autores evidenciam a busca por explicações para a origem, a complexidade e a funcionalidade da forma orgânica que, analisadas em conjunto, põem em foco explicações alternativas sobre esses fenômenos. Trataremos brevemente das contribuições desses trabalhos para a construção de uma abordagem estritamente naturalista, elaborada por Darwin, centrada na teoria da seleção natural, como base para explicar as transformações e diversificação das formas orgânicas, assim como a origem das adaptações.

Após considerarmos a abordagem da adaptação por Darwin, passaremos a discutir desafios à centralidade desse conceito, a partir de teorias evolutivas alternativas ao darwinismo, defendidas na virada do século XX, tais como o neolamarckismo, a ortogênese e o mutacionismo mendeliano. À exceção do mutacionismo, estas teorias tinham como compromisso comum resgatar um elemento de *finalidade* no processo evolutivo - àquela altura, ofuscado pelo papel do *acaso* e em especial pela natureza aberta, não-teleológica, do processo evolutivo conforme explicado no pensamento darwinista. Em seus escopos particulares, elas apresentavam como argumentos centrais, respectivamente: a herança de caracteres adquiridos, a linearidade das transformações evolutivas rumo a uma meta preestabelecida, e as mutações - súbitas alterações herdáveis - como bases para explicar a evolução dos seres vivos.

Trataremos, então, do ressurgimento do darwinismo na primeira metade do século XX, com efeito, a recuperação da credibilidade da seleção natural na explicação do processo evolutivo e das adaptações, a partir da fusão do darwinismo com o mendelismo, iniciada na década de 1920 e consolidada nos anos 1940, o que deu origem à Teoria Sintética da Evolução. Essa

teoria teve, como uma de suas origens, modelos matemáticos que se mostraram capazes de demonstrar como a frequência de genes mudava sob ação da seleção natural, permitindo compreender como mudanças sutis entre os indivíduos, inicialmente ignoradas pelos mutacionistas, seriam geradas e transmitidas para as gerações seguintes e poderiam acumular-se por seleção natural, eventualmente dando origem a adaptações (MEYER; EL-HANI, 2005). A partir de então, a explicação das adaptações baseada na ação sobrenatural, comum entre naturalistas dos séculos XVIII e XIX, foi superada nos meios científicos, e foi crescente a adesão de cientistas dispostos a enfatizar a capacidade da seleção natural de explicar todas as características que nos parecem úteis para um organismo.

Concluiremos o recorte histórico dessa pesquisa, focada sobre a produção do conceito de adaptação, com críticas contemporâneas à visão estritamente adaptacionista da mudança evolutiva, dando destaque ao influente artigo de Gould e Lewontin (1978) e a desenvolvimentos posteriores acerca da significação de adaptação. Ao longo desta exposição, enfatizaremos a importância da ponderação de diferentes dimensões ontológicas e construtos epistemológicos que legitimaram o entendimento do conceito de adaptação biológica no campo da produção do conhecimento. Esta ponderação se fez necessária, uma vez que esses construtos reforçam o poder heurístico do estudo das adaptações e estruturam diferentes modos de pensar conceitualmente, os quais se manifestam durante a reprodução do discurso pedagógico.

As contribuições do teólogo natural britânico William Paley à Biologia no início do século XIX

A Teologia Natural buscava defender a existência e os atributos de Deus a partir de características da natureza, utilizando como uma de suas estratégias o chamado argumento do planejamento (*argument from design*). Segundo esse argumento, existe um projeto supremo de engenharia natural, dentro do qual é totalmente previsível que os organismos sejam perfeitamente “equipados” e bem inseridos no ambiente em que foram criados (RUSE, 2004). O representante mais influente desta visão foi o teólogo William Paley (1743-1805), que contribuiu para a formação do pensamento de Darwin⁸. Paley (1809) considerava que a complexidade e a perfeição do mundo natural eram os mais poderosos argumentos a favor da existência de Deus, de modo que todos os padrões e leis encontrados na natureza refletiriam o

⁸ A Teologia Natural de William Paley foi matéria obrigatória por mais de cem anos em Oxford e Cambridge, e Charles Darwin a estudou em sua vida universitária, nesta última universidade (BIZZO, 2010).

Seu pensamento e, conseqüentemente, o estudo da natureza seria um caminho para provar Sua existência.

Em particular, Paley utilizou a metáfora do organismo como um relógio e de Deus como um relojoeiro para argumentar que, assim como somos levados a inferir, a partir da visão de um relógio, que o mesmo só poderia existir caso tenha sido projetado por um relojoeiro, somos ainda mais compelidos a inferir, diante de uma estrutura complexa de um organismo, ainda mais complexa do que a de um relógio, que o organismo não poderia ter emergido acidentalmente, mas requerido a existência de um propósito, que orientaria um projetista, que estaria para o ser vivo como o relojoeiro para o relógio. Consideremos a seguir seu argumento:

Suponhamos que, ao cruzar um descampado, eu topasse com uma pedra, e que me pergundassem como a pedra viera a dar ali; eu poderia bem responder que, tanto quanto sabia, ela devia estar ali desde sempre – e creio que não seria fácil acusar tal resposta de absurda. Mas suponhamos que eu tivesse encontrado um relógio no chão, e que me perguntassem como o relógio podia estar ali; desta feita eu dificilmente pensaria em responder que, tanto quanto sabia, o relógio devia estar ali desde sempre. ... Que o relógio deve ter tido um criador; que deve ter existido, em algum momento e em algum lugar, um artífice (ou artífices) que o formou para o propósito que o vemos cumprir, um artífice que apreendeu sua construção e designou os seus usos. ... Todos os indícios de um artifício, todas as manifestações de um design que existem num relógio existem também nas obras da natureza, com a diferença de que, na natureza, são maiores e mais numerosos, e isso num grau que excede todo o cômputo (PALEY, 1802, p. 7)

Este é um argumento de caráter teleológico⁹ que pressupõe duas características a respeito do relógio, uma agência intencional e alguma complexidade (de um projeto estrutural). Desse modo, o relógio sugere um propósito claramente perceptível, uma adaptação¹⁰ e um desenho, de acordo com o qual a organização de suas partes permite que o relógio seja funcional. Assim, a complexidade exibida no projeto de um relógio não poderia ser concebida de modo

⁹ Teleologia é um modo de explicação no qual a existência de uma característica é explicada de acordo com a contribuição daquela característica à consecução de algum fim (LENNOX; KAMPOURAKIS, 2013). Este assunto será discutido em maior detalhes no capítulo dois deste trabalho. Note-se que a explicação de Paley se refere a uma certa modalidade de visão teleológica, mas há outras formas de explicação teleológica, que podem ser compatíveis com o raciocínio darwinista, a exemplo das explicações funcionais.

¹⁰ A palavra “adaptação” não entrou na Biologia com o advento da teoria evolutiva de Darwin. A escola Britânica de Teologia Natural usou “adaptação” como um termo padrão para ilustrar a sabedoria divina, que seria visível no refinado ajuste das formas às suas funções imediatas (GOULD, 2002).

casual, devendo ser explicada pelos propósitos claros de um projetista. Já a pedra mencionada no argumento não apresenta tal complexidade, com partes prontamente delimitadas e ajustadas para um fim. Portanto, não existiria razão, segundo Paley, para assumir que a pedra teria sido desenhada por alguém, em contraste com o relógio, cuja fabricação dependeria da habilidade de um projetista (GOULD, 2002).

O relógio implica, pois, uma mente capaz de premeditação, desenho e construção. O que dizer, então, dos organismos, que mostram mais complexidade do que um relógio. A inferência de um projetista dotado de propósitos pareceria, analogicamente, ainda mais motivada. Assim, Paley argumenta ser possível identificar nos organismos o trabalho de Deus, que seria superior a qualquer arte humana. Ele compara, por exemplo, a estrutura de um olho com um telescópio, afirmando que, embora ambos sejam instrumentos que operam sob os mesmos princípios, não pode haver dúvida sobre a superioridade do projeto que origina o olho: o telescópio, consistindo de partes formadas e ajustadas para algum propósito, deve ter um criador, e o olho, sendo superior ao telescópio, teria um criador superior ao criador do telescópio.

De acordo com suas inferências, Paley afirmou que o criador do olho superou dificuldades relacionadas à adaptação dessa estrutura para observar objetos a diferentes distâncias, a receber diferentes intensidades de luz, algo que o construtor do telescópio não teria feito. Além disso, o criador do olho, ao superar tais dificuldades, o teria feito de muitas formas e em muitos momentos, levando-se em consideração peculiaridades do modo de vida de cada organismo. Assim, Ele não foi simplesmente capaz de criar o olho, mas teria sido capaz de criar muitas formas diferentes de olhos operando sob diferentes circunstâncias, que teriam imposto limitações ao seu processo criativo, que ele então teria sido capaz de superar (PALEY [1802], 2006). Paley concluiu seu argumento afirmando que os órgãos dos animais são muito mais complexos do que os artefatos criados pelo homem e, logo, o criador dos órgãos dos animais deveria ser superior e mais competente do que qualquer criador humano, então, o criador dos órgãos dos animais seria Deus.

Por que Paley teria feito inferências sobre um projeto a partir da complexidade? Segundo Kaporakis (2014), parece que os humanos tendem a ligar intuitivamente a complexidade orgânica a um projeto de criação, e pensam que qualquer estrutura complexa é mais provável de ter sido planejada do que de ter emergido por algum outro processo. Trabalhos na área da psicologia educacional, realizados com crianças e adolescentes de diferentes países

(KELEMEN, 2003; KELEMEN, 2004; EVANS, 2000; KELEMEN, 1999b; KELEMEN; Di-YANNI, 2005), foram levantados por Kampourakis para justificar a hipótese de que há razões além da religião, envolvidas na intuição humana a respeito de propósitos e projetos na natureza. Esses trabalhos mostram, assim, que outros fatores culturais, e não só a religião, envolvidos em nosso entendimento sobre artefatos podem justificar o porquê de tendermos a perceber propósitos e projetos na natureza. Isso é o que Paley precisamente parece ter feito em seu trabalho. Deste modo, pode-se concluir que, inicialmente, a complexidade nos chama atenção, em seguida nos remete aos artefatos que nos são familiares, e é a partir de então que nós começamos a buscar um projetista (KAMPOURAKIS, 2014).

Como vimos em sua descrição a respeito do poder do Criador de produzir diferentes tipos de olhos adaptáveis a diferentes circunstâncias ambientais, Paley parece ter se preocupado em atribuir um viés utilitarista àquelas estruturas. Em *Natural Theology* (1809), Paley menciona a língua do pássaro carpinteiro em função de sua adequação como recurso para a captura de insetos que habitam os troncos, o que implica, para ele, que sua existência só poderia ser explicada pela mediação de um projeto (PALEY, 1809).

Entretanto, ao analisar a perspectiva utilitarista de Paley (1809), Caponi (2011) salienta que o projeto orgânico a que Paley apelava em seus argumentos aludem muito menos a estratégias adaptativas dos organismos para lidar com desafios impostos pelo meio e por outros organismos do que à mútua correlação e integração das partes no interior de cada ser vivo e às suas funções na preservação do que ele chama de economia animal. Assim, interessava mais a Paley a correlação funcional das partes do que a conveniência ecológica das mesmas, e sua teologia natural é definitivamente mais rica em descrições anatômicas e fisiológicas do que em análises que possam nos remeter às narrativas adaptacionistas darwinianas.

Na medida em que Paley descreve as correlações funcionais entre as estruturas, ele defende explícita ou implicitamente uma ideia de *mutualismo providencial*, segundo a qual os organismos não apenas apresentam características que lhes permitem perpetuar e se manter ante as condições do meio, como também sugere que eles existem em função de outros organismos. Nesse sentido, animais e plantas seriam dotados de recursos que lhes permitiriam a propagação e conservação, e que lhes serviriam à própria realização e à manutenção do equilíbrio natural que garantiria a sobrevivência de todas as espécies criadas. Essa ideia, conhecida como *economia da natureza*, foi sustentada pela Teologia Natural britânica e se manteve na história natural pré-darwiniana (CAPONI, 2011). A seguir, analisaremos como, a

partir dessa noção de economia da natureza, investigações sobre história natural teriam subsidiado novas interpretações a respeito das estruturas orgânicas, até a primeira metade do século XIX.

A forma orgânica na história natural pré-darwiniana

A ideia de *economia da natureza*, tal como enunciada por Paley (1809), exerceu influência sobre o campo de produção do conhecimento biológico, mas limitou a agenda de pesquisa dos naturalistas, por não se questionar sobre como os diferentes seres vivos conseguiam conquistar e conservar seu lugar na natureza. A razão disso é que se supunha, *a priori*, que o lugar dos seres vivos no meio já se encontrava garantido. Logo, a economia da natureza mostrou-se, de início, mais um compromisso da teologia em reafirmar, através da perfeição da natureza, a existência e a generosidade divinas do que uma questão de caráter científico. Talvez isso explique o parco interesse dos naturalistas em estudar os recursos com os quais os seres vivos enfrentavam os desafios impostos pelo meio (CAPONI, 2011).

A história natural pré-darwiniana, em alguma medida, lidava com a ideia de equilíbrio natural sem indagar-se sobre minúcias morfológicas que pudessem servir como recursos de sobrevivência para os seres vivos. De modo geral, a pressuposição de uma ordem natural estabelecida pelo Criador, na qual nenhum ser vivo vive por si mesmo senão pelos outros, se fazia muito influente nas perspectivas de muitos naturalistas como Buffon, Lamarck e Cuvier, embora estes tenham abandonado o tratamento explícito de que aspectos morfológicos dos seres vivos permitiam sua inserção na economia da natureza. Buffon, por exemplo, nunca se mostrou interessado em pensar as estruturas morfológicas como sendo recursos particulares dos seres vivos para resolver problemas de sobrevivência, uma vez que não tinham por que apresentar muitas dificuldades de sobrevivência. Suas características morfológicas e comportamentais não tinham por que ser vistas como estritamente ajustadas às suas condições de existência, e menos ainda como “armas” para a luta pela existência. Seus estudos mostram, por outro lado, a influência que a alimentação e o clima exerciam sobre a constituição e distribuição dos organismos. Longe de aperfeiçoar ou modelar as formas dos animais, esses fatores somente produziam perturbação ou degeneração das formas originais¹¹, resultando

¹¹ Buffon (1749, p. 42) afirmava que “o corpo de um animal ou vegetal é um molde interior que possui uma forma constante, mas cuja massa e volume podem aumentar proporcionalmente, e que o desenvolvimento ocorre pela extensão desse molde em todas as direções exteriores e interiores”. Buffon supunha que esse molde já esteja constituído no corpo de um indivíduo adulto, e nos novos indivíduos esse molde seria considerado subproduto do próprio processo de nutrição e crescimento dos seus genitores.

numa modificação dos traços dos descendentes, sem contudo dar origem a estruturas úteis ou prejudiciais (BOWLER, 2003; PAPAVERO et al., 1997; ROGER, 1983).

Segundo Buffon (1749), a partir da nutrição, a parte excedente dos alimentos, que não teria mais influência sobre o crescimento do organismo, seria armazenada inicialmente em estruturas específicas do corpo, em seguida seria transferida, já moldada conforme a estrutura onde foi armazenada, e posteriormente, seria aglomerada naturalmente para reproduzir um molde geral do organismo que a assimilou. Buffon jamais explicou a natureza do molde interno, mas sustentava que era característica da espécie e capaz de garantir que as gerações futuras tivessem a mesma forma básica. Cada uma dessas gerações isoladas sofreriam, porém, modificações sob influências climáticas, capazes de produzir variantes locais, mas manteriam sempre um único molde interno (BOWLER, 2003).

Não existiriam moldes preexistentes nem moldes contidos uns nos outros, mas uma matéria orgânica sempre ativa, pronta para se moldar. Segundo Roger (1993, p.18), foi esse “preformismo sem preexistência” que permitiu a Buffon explicar a degeneração, cuja compreensão requeria o entendimento de como os fatores ambientais e o modo de vida poderiam afetar a constituição do organismo individual. (CAPONI, 2011). Portanto, Buffon não atribuía à degeneração a capacidade de otimizar as formas orgânicas com vistas a uma melhor adaptação do organismo ao seu ambiente, tampouco a conquista da harmonia com um novo clima. Tratava-se da simples degeneração de uma forma originária, produzida pelas condições de vida (BOWLER, 2003).

É particularmente importante salientar que a ideia de degeneração para Buffon não é nada semelhante a um mecanismo adaptador, porque o modo como ele entendia a relação existente entre as mudanças ambientais e as modificações das formas orgânicas vigorou até a revolução darwiniana, e sua forma de pensar sobre as peculiaridades morfológicas teria influenciado grande parte da geração de naturalistas que o sucedeu, a exemplo de Lamarck (CAPONI, 2011; 2006a).

O trabalho de Lamarck foi a primeira tentativa de construir uma teoria compreensiva sobre evolução, segundo a qual todos os seres vivos se desenvolveriam de um ancestral primitivo, com exceção das formas mais rudimentares, cuja emergência se daria espontaneamente (LAMARCK, 1994 [1809]). Desse modo, Lamarck postulou uma tendência hierárquica progressiva que conduzia a vida a altos níveis de organização, sem, contudo, considerar que todas as formas de vida compartilhariam um ancestral comum, uma vez que o processo de

geração espontânea estaria constantemente criando novos seres vivos primitivos (BOWLER, 2003).

A visão de arranjo dos seres vivos em uma sequência linear progressiva, a partir dos seus planos gerais de organização estrutural, traria para Lamarck dificuldade para explicar, por exemplo, as divergências entre gêneros e espécies, uma vez que tais variações mostram-se bastante tênues, tornando a determinação de formas mais complexas cada vez mais difícil. Insistindo em sua ideia progressivista, Lamarck incluiu um papel secundário para o ambiente em sua teoria, enfatizando que ele forçaria os organismos a modificarem seus hábitos, devido às necessidades de sobrevivência, e essa mudança nos hábitos resultaria numa mudança nos padrões de uso e desuso dos órgãos, de modo que as estruturas orgânicas poderiam ser desenvolvidas ou atrofiadas (MEYER; EL-HANI, 2005). Todas as características adquiridas seriam, então, herdadas, conforme a ideia de herança de caracteres adquiridos, largamente aceita na época de Lamarck, tanto que ele afirma ser desnecessário argumentar a seu favor. É nesse contexto explicativo, secundário em sua teoria da progressão dos animais, que Lamarck explica características que, no contexto da teoria darwinista, seriam pensadas como adaptações. Em outras palavras, Lamarck defendia, segundo uma perspectiva fisiológica, que as modificações estruturais - independentemente das vantagens eventuais advindas de seu aparecimento - representariam efeitos residuais de um movimento habitual e constante. É como ele explica, por exemplo, a formação de cornos dos ruminantes:

[...] não podendo usar seus pés para além de sustentá-los, e tendo pouca força em suas mandíbulas, as quais se exercitam exclusivamente para cortar e mastigar a planta, só podem se bater com golpes de cabeça, dirigindo um contra o outro o vértice dessa parte, e como seus acessos de raiva, sobretudo entre os machos, são freqüentes, seu sentimento interior, pela mediação desses esforços, dirige mais fortemente os fluidos em direção a essa parte da cabeça, formando-se ali uma secreção de matéria córnea em alguns casos, e de matéria córnea misturada com matéria óssea em outros que dá lugar a protuberâncias sólidas; daí a origem dos cornos (LAMARCK, 1994[1809] pp. 230-231.).

É nesse sentido que o comportamento se apresenta como um fator capaz de produzir fenômenos fisiológicos, e é dessa perspectiva que as peculiaridades morfológicas interessavam a Lamarck (CAPONI, 2011). É preciso acrescentar que o comportamento, o sentimento interior, a vontade, tal como mostra a citação acima, só implicaria mudança na forma orgânica de organismos considerados por Lamarck como mais complexos – aqueles que estavam localizados no ápice da sua progressão -, a exemplo de aves e mamíferos. No

caso da maioria dos outros organismos, Lamarck apelava para o papel das influências ambientais sobre a mudança no padrão de uso e desuso das estruturas dos organismos.

Para Lamarck, as modificações que os organismos adquiriam em virtude de suas condições de existência não resultariam necessariamente em alguma vantagem para seus portadores, e isso justifica porque uma possível utilidade das mesmas não era considerada em suas explicações. Nesse sentido, ao descrevê-las, Lamarck tinha como interesse destacar peculiaridades organizacionais que não permitiam alinhar os organismos sucessivamente numa escala ou série natural de complexidade e perfeição crescente (RUSE, 1998; JACOB, 1973). Assim, improváveis de serem pensadas como recursos para enfrentar as circunstâncias do meio, Lamarck entendia tais modificações como deformações produzidas pelas condições em que se desenvolviam as diferentes formas de vida (CAPONI, 2006a). Não se tratava, assim, de explicar adaptações no mesmo sentido em que Darwin as assumia como fenômenos, mas de explicar por que a progressão dos animais, ela própria explicada pela tendência natural de aumento de complexidade dos organismos, não exibia apenas os tipos perfeitos, mas variações em tornos deles, que impossibilitavam a classificação numa única escala de aumento de complexidade e perfeição.

Como discute Caponi (2011), as ideias transformacionais defendidas por Lamarck estavam muito mais próximas da temática buffoniana da degeneração do que a temática darwiniana da adaptação. Portanto, para Buffon e Lamarck, as circunstâncias deformam, degeneram ou desviam o desenvolvimento normal das formas, e não as aperfeiçoam ou mesmo as adequam ao cumprimento de uma função.

Ainda à luz das análises de Caponi (2011), diante de um eventual incremento de complexidade morfológica, a exemplo do aparelho bucal mastigador de alguns insetos, Lamarck (1816) utilizava um argumento que versava sobre a instauração gradual de um “plano de organização” disposto pela própria “natureza”, a qual designava alguma potência produtora e organizadora, e que não se confunde com as circunstâncias do meio, na medida em que fatores ambientais seriam capazes apenas de obstruir ou desviar tal potência. Desse modo, por mais convenientes e necessárias que possam parecer à sobrevivência dos insetos, aquelas mandíbulas não dependeriam do que esses animais fizessem ou deixassem de fazer, pois seriam mudanças que obedeceriam a um plano de organização propiciado pelo *poder da vida*, responsável por uma tendência natural de aumento de complexidade e perfeição (que, por ser uma tendência natural, não demandaria explicação) (ANDRADE, 2009).

Na visão de Lamarck, a natureza era suficientemente poderosa a ponto de garantir que as formas não se extinguissem completamente, já que as espécies se transformariam em outras mais recentes. Essa ideia foi duramente criticada por Cuvier (1805) que, contando com estudos comparativos da anatomia interna de animais, teria mostrado que muitas espécies “antigas” haviam sido extintas e que a causa de tais extinções seria a ocorrência de eventos geológicos catastróficos. Segundo Cuvier, cada espécie permanecia constante no período geológico em que vivia, já que não havia qualquer sinal de mudanças graduais nos registros fósseis até o período moderno em que ele analisado. Assim, Cuvier defendia que as espécies não mudavam, mas poderiam desaparecer abruptamente do registro ao fim do período em que teriam ocorrido (BOWLER, 2003).

Ao classificar as espécies a partir de comparações, Cuvier propôs o princípio da “subordinação de caracteres”, segundo o qual algumas características seriam mais basilares e assim deveriam receber mais importância, uma vez que poderiam determinar como poderiam ser as menos importantes. Cuvier (1817) afirmava que as ordens taxonômicas mais altas seriam definidas em virtude de diferenças nas características basilares; e as ordens mais baixas seriam definidas em função das conformações particulares das características subordinadas.

Assim, ao atribuir uma espécie a uma ordem taxonômica qualquer, estamos dizendo que a harmonia fisiológica dessa espécie seria determinada por certas características dominantes que foram compartilhadas por todas as outras espécies dessa ordem. E, ao atribuir essa mesma espécie a uma subordem dentro dessa ordem, dizia-se que esse padrão organizacional assumiu uma forma particular em virtude da posse de certas características subordinadas que foram compartilhadas com apenas uma parte das espécies dessa ordem. Diferente do que ocorria na taxonomia clássica, as categorias taxonômicas não eram, para Cuvier, meras regiões de semelhança, ou agrupamentos de analogias entre plantas ou entre animais. Para ele, determinar uma forma viva dentro de uma dessas categorias era o mesmo que formular uma caracterização de organização fisiológica, era adjudicar um modo de organização (APPEL, 1987; BOWLER, 2003; CAPONI, 2008).

Cuvier (1805) apreciava a complexidade da estrutura interna e defendia a existência de uma “correlação entre as partes”, isto é, que relações deveriam existir entre os órgãos para criar um todo funcional. Ao lado disso, as condições de existência impostas pelo hábitat do animal deveriam, segundo ele, influenciar a *organização* geral do organismo. Daí é possível notar

que o programa de investigação de Cuvier centrava-se num princípio geral de que as partes de um organismo deveriam estar coordenadas de tal forma que possibilitassem sua totalidade funcional, não só em relação a si mesmo, mas também em relação ao entorno (FARIA, 2010). Tal princípio distingue-se do que viria a ser, mais tarde, o princípio da “condição de vida” defendido por Darwin, cujo enfoque voltava-se às condições ambientais relacionadas às contingências da luta pela sobrevivência. Segundo Faria (2010), o entorno para Cuvier estava relacionado ao ambiente físico em que o ser estava inserido, o qual poderia influenciar em sua organização através da troca de matéria ou mesmo da influência de propriedades físicas, como, por exemplo, o ar e a temperatura, não importando a existência de interações ecológicas.

Assim, grande parte do que hoje chamaríamos estratégias ou estruturas adaptativas era, para Cuvier, um resultado necessário de certas leis de coexistência que regem a fisiologia dos organismos, e não uma simples resposta às exigências do ambiente. Além disso, a função de um órgão seria o papel causal que aquele órgão exerceria no funcionamento da máquina animal. Era a esta noção fisiológica de função que Cuvier aludia quando dizia que a anatomia comparada nos permitia conhecer a função de um órgão e de cada uma de suas partes, e não a algo parecido com a ideia darwiniana de função (CAPONI, 2008; 2011).

O conhecimento desse modo de funcionamento do organismo, cujo método fundamental de investigação se baseava na anatomia comparada, foi reconhecido no programa de pesquisa de Cuvier como *organização*. Tal noção, segundo nos informa Caponi (2006b), teria gerado dificuldades de entendimento conceitual, na Academia de Ciências de Paris nos anos 1830, a respeito da unidade de composição dos tipos zoológicos. A noção de organização de Cuvier era incompatível com aquela defendida por Geoffroy Saint-Hilaire, em sua tese da *unidade de composição*, segundo a qual todos os animais respondem a um plano único de composição. Através da embriologia comparada, Saint-Hilaire explica e justifica seu método, afirmando:

A natureza emprega constantemente os mesmos materiais, sendo engenhosa apenas por variar formas. Como se na verdade, ela estivesse sujeita aos seus primeiros dados, vemos a tendência de sempre aparecer os mesmos elementos em igual número, nas mesmas circunstâncias e com as mesmas conexões. Se um órgão crescer de modo extraordinário, a influência se torna manifesta nas partes vizinhas, as quais não chegarão a ter seu desenvolvimento normal; mas nenhuma deixará de ser conservada, embora seja num grau tão pequeno que possa se tornar inútil: elas se tornam rudimentos que atestam a permanência do plano geral (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1807, p.342).

Sua explicação apresenta os princípios fundamentais do seu projeto. Podem ser encontradas, além do plano básico único, o princípio das conexões, “*a natureza faz reaparecer os mesmos elementos, em igual número, nas mesmas circunstâncias e com as mesmas conexões*”; o princípio do balanceamento dos órgãos, “*se um órgão adquire crescimento extraordinário, as partes vizinhas não chegarão a ter o desenvolvimento habitual*” e, além disso, ao dizer que algumas estruturas definem rudimentos, que testemunham de alguma forma a permanência do plano geral, Saint-Hilaire também está nos indicando a importância que, em sua perspectiva, terão os órgãos rudimentares.

A diferença entre as noções de Cuvier e Saint-Hilaire no que diz respeito ao conceito de *organização* teve implicações importantes para o entendimento dos objetivos da anatomia comparada, a qual segundo Saint-Hilaire buscava entender como se articulavam os componentes orgânicos na configuração morfológica do ser vivo. Saint-Hilaire propunha que, a partir de um plano único de composição, certas constantes morfológicas nos permitiriam enxergar e compreender processos fundamentais que guiavam a formação das estruturas orgânicas. De acordo com essa perspectiva, a origem das estruturas orgânicas particulares de um animal deveria ser explicada a partir da correlação com estruturas similares e correspondentes em outros animais do mesmo grupo taxonômico (CAPONI, 2006b).

Esses dois pontos de vista empregados para explicar as estruturas orgânicas dos animais, ora mencionando prioritariamente o papel que elas desempenham no sentido de um funcionalismo organicista (teleológico), ora a partir da comparação de estruturas correspondentes entre animais que apresentam o mesmo plano corporal (estruturalista), ocuparam a campo teórico da biologia na Inglaterra, pouco antes da publicação de *A Origem das Espécies* por Darwin, em 1859 (OSPOVAT, 1981; AMUNDSON, 1996). Não obstante, em oposição a Amundson (1996) e Gould (2002), Caponi (2008;2011) e Faria (2010) argumentam que não houve no funcionalismo de Cuvier qualquer tentativa de explicar as estruturas orgânicas em termos de soluções adaptativas dos seres vivos aos desafios impostos pelas circunstâncias do meio, inclusive o biótico. É importante reiterar, portanto, que a função de um órgão, para Cuvier, não representava seu papel adaptativo, mas se referia a uma operação fisiológica necessária, dentro do funcionamento do animal, à manutenção de sua vida ou à sua reprodução (CAPONI, 2006b).

Por fim, diante dos aspectos aqui levantados sobre as ideias de Buffon, Lamarck e Cuvier, construídas entre o século XVIII e o começo do século XIX, podemos afirmar que não se pode identificar, no trabalho de qualquer um desses naturalistas, propostas que sugerissem que as peculiaridades morfológicas, apontadas em suas obras, designassem “vantagens ou desvantagens em um mundo de muitos inimigos e poucos aliados” (CAPONI 2011). Ou seja, a história natural pré-darwiniana não enxergava tais peculiaridades segundo uma perspectiva utilitária ou adaptacionista, e tampouco um mundo natural que incluísse antagonismos e imperfeições nos seres vivos e nas relações que estes estabeleciam entre si e com o ambiente à sua volta. Estas ideias emergiram, de fato, com a reconfiguração da ideia de economia da natureza no darwinismo.

A emergência do darwinismo muda a noção de economia da natureza e a forma orgânica recebe novas interpretações

Além de não responder como os seres vivos teriam ocupado seu espaço na economia da natureza, as teorias transformacionais propostas por teólogos e naturalistas na virada do século XIX, ao limitar-se em sua descrição da correspondência entre estruturas orgânicas e demandas ambientais a explicar a organização dos seres vivos, não conseguiam dar conta de explicar: 1) como transformações nas estruturas orgânicas permitiriam a preservação das condições de existência dos seres vivos, ante as mudanças do entorno em que viviam; (2) como mudanças morfológicas ocorreriam de modo a resultarem formas bem adaptadas; e (3) como a reorganização funcional resultante daquela transformação poderia ocorrer de forma harmônica, seguindo etapas funcionalmente coerentes. Esses questionamentos foram levantados por Darwin (1859, [1985]) e foram, precisamente, o que sua Teoria da Seleção Natural buscou responder (CAPONI, 2010), pela postulação de um processo que era tanto de transformação e diversificação dos seres vivos, como também adaptador da forma orgânica às condições do meio (ELDREDGE, 2005).

É importante destacar que levantar tais questionamentos implicava, inevitavelmente, uma mudança radical no modo de ver a natureza e no modo de entender o lugar dos diferentes seres vivos dentro dela. De acordo com sua perspectiva, Darwin entendia que cada espécie existe por conta, risco e benefício próprio e, assim, ao analisar as particularidades morfológicas, fisiológicas, etológicas de um ser vivo, o que lhe importava era a contribuição que poderiam oferecer, ou ter oferecido, para a sobrevivência de sua linhagem. Ou seja, a “razão de ser” do ser vivo ou de suas partes, segundo o darwinismo, se contrapunha ao mutualismo providencial, defendido por Paley e pela história natural precedente. Dessa

maneira, o darwinismo partia do pressuposto de que os seres vivos não têm posições e funções preestabelecidas em uma economia da natureza estática e estável. Ao invés disso, os seres vivos “lutariam” para conquistar e defender permanentemente seu lugar em um mundo hostil, cujas exigências mudariam a cada momento (CAPONI, 2011). Caberia, portanto, à seleção natural operar sobre a organização funcional interna e estrutural dos seres, em virtude das vantagens que cada modificação pudesse trazer para o desempenho daqueles seres nessa luta (CAPONI, 2010).

Darwin reconheceu a ideia de “luta pela existência” após a leitura de *Ensaio sobre o princípio da população* de Malthus, em março de 1837 (HODGE, 2009). Porém, havia uma diferença significativa entre a maneira como Darwin e Malthus concebiam tal luta. A visão de Malthus sugeria uma “luta” da espécie humana contra o ambiente¹². Entretanto, Darwin concebia dois conceitos distintos de luta: uma luta das espécies como um todo contra o ambiente, mas também uma competição entre indivíduos da mesma espécie (VORZIMMER, 1969; BOWLER, 1976).

De acordo com Mayr (1982; 2001), a “luta pela existência” é uma inferência produzida a partir de três observações levantadas por Darwin: (1) as populações têm potencial de crescimento exponencial, (2) as populações permanecem relativamente estáveis uma vez que atingem certo tamanho e (3) os recursos naturais são limitados. Embora as espécies se empenhem para reproduzir-se massivamente (dada sua fecundidade), podendo em princípio expandir-se exponencialmente, elas não o fazem, porque a maioria da prole produzida não sobrevive até produzir outra geração, o que acarreta a tendência de as populações se manterem relativamente estáveis por longo tempo. A discrepância entre o contingente da prole produzida e o número de indivíduos que pode ser mantido pelos recursos disponíveis cria uma luta pela existência, na qual uma pequena fração de indivíduos sobrevive.

A luta entre os indivíduos de uma população, conforme observou Darwin (1859), representaria uma condição necessária para que a seleção natural pudesse agir sobre as variações que contribuiriam para a sobrevivência e reprodução de certos indivíduos. Dessa maneira, a variação entre os indivíduos seria um requerimento fundamental para a mudança evolutiva, embora Darwin não pudesse explicar, em 1859, por que a variação existia,

¹²Na visão de Malthus, enquanto a tendência natural das populações humanas era aumentar em números conforme uma progressão geométrica, a produção agrícola aumentaria em uma taxa aritmética. Consequentemente, haveria uma luta por recursos, que reduziria o crescimento populacional humano (DESMOND; MORE, 1994; BROWNE; 2003).

tampouco como características específicas eram transmitidas de pais para filhos. Foi somente anos depois, com sua teoria da pangenese, que ele tentou tais explicações. Apesar disso, as observações de que há variação entre os indivíduos, de que muitas características podem ser herdadas e de que há características que afetam favorável ou desfavoravelmente a capacidade dos indivíduos de obter recursos para sobrevivência e reprodução tornam possível uma segunda inferência sobre o processo de seleção natural, a saber, a de que alguns indivíduos têm maior probabilidade de sobreviver e de reproduzir do que outros por causa de suas características herdáveis (DARWIN, 1859).

Ter lido o trabalho de Malthus foi importante para Darwin desenvolver suas ideias a respeito da seleção natural. Entretanto, foi também crucial seu conhecimento sobre seleção artificial. Darwin compreendia que a seleção artificial poderia promover intuições importantes sobre a transmutação das espécies¹³ e, logo após a leitura de Malthus, ele concebeu que um processo similar – a seleção natural – poderia operar na natureza. Sua analogia entre a seleção artificial e a seleção natural se baseava na afirmação de que a seleção feita pelos criadores de animais e plantas resultava em modificações nos organismos domésticos que eram permanentes e não existiam em seus ancestrais selvagens (RUSE, 1975; CONNELL, 1984; EVANS, 1984).

Contudo, estes dois processos diferem em um aspecto importante: a seleção artificial necessita de um seletor externo inteligente que escolhe variações de acordo com sua conveniência, enquanto na seleção natural não há mediações intencionais, mas apenas um processo natural de luta entre diferentes variantes. A analogia entre esses dois processos poderia parecer fraca, até que Darwin alegasse, como o fez, que na seleção natural a mudança evolutiva emerge da competição entre os indivíduos da mesma espécie e, simultaneamente, entre indivíduos de espécies diferentes. Nesse sentido, o ambiente externo e os diferentes tipos de competição substituiriam a ação do seletor inteligente, tornando a analogia entre os dois processos mais forte (KOHN, 2009). Darwin tentou mostrar que a seleção natural poderia realmente ser uma causa real¹⁴ da transmutação, enunciando sua existência a partir da

¹³ Esta era a denominação usada, naquela época, para referir-se ao processo de mudança das espécies e de surgimento de uma espécie a partir de outra preexistente. O termo “evolução” se referia na época ao progresso e desenvolvimento dos organismos individuais. Esta é provavelmente a razão pela qual ninguém usava a palavra “evolução” na época para referir à modificação e origem de novas espécies: Lamarck usava “transformismo” e Darwin descrevia o processo como “descendência com modificação” (KAMPOURAKIS, 2014).

¹⁴ Durante o século XIX a tradição da filosofia da ciência britânica caracterizava-se pela busca de leis e identificação de causas reais (*vera causa*) para os fenômenos da natureza. Dois importantes filósofos da ciência daquele período teriam influenciado o trabalho de Darwin, à luz daquela tradição, John Herschel e William Whewell, os quais, segundo Ruse (1975) teriam contribuído significativamente para a teoria da seleção natural baseada na

analogia com a seleção artificial, e que merecia importância por parecer mais plausível do que qualquer outra teoria para explicar muitos fatores das espécies, como suas adaptações e sua distribuição geográfica (HODGE, 1977).

Darwin manteve-se bastante confiante com a teoria da seleção natural para postular um processo de transformação que fosse adaptador, produzindo e preservando o ajuste dos seres vivos à sua condição de existência, gerando quase inevitavelmente, conforme ele mostra na apresentação do *princípio da divergência de caracteres* (Darwin, 1859/ 2002, p. 115), a radiação de novas formas na tese da filiação comum (CAPONI, 2011). Segundo esse princípio, se dentro de qualquer espécie, cujo sustento depende de um certo recurso particular, surgem indivíduos hereditariamente aptos a explorar qualquer outro recurso mais fácil de se obter, esses últimos serão “premiados” pela seleção natural pelo simples fato de que, durante um tempo, permaneceriam menos susceptíveis à pressão da luta pela existência. Será a mesma seleção natural que permitirá qualquer acentuação dessa divergência, a que permita uma exploração mais eficiente desses novos recursos (SEPULVEDA et al., 2011). O princípio da divergência traria, portanto, como implicação necessária, a mudança da noção de adaptação perfeita para a noção de adaptação relativa (OSPOVAT, 1981). Tanto a ideia da transmutação através da seleção natural como a noção de adaptação relativa compreenderam marcos da mudança conceitual de Darwin, e foi a partir delas que ele desenvolveu seus principais argumentos em *Origem das espécies* (1859).

Um aspecto significativo da originalidade da contribuição de Darwin foi que ele aproximou o problema da origem das espécies através da biogeografia e a sucessão de espécies no espaço geográfico, e não apenas no registro fóssil (BOWLER, 2013). Talvez o fato mais conhecido pelas pessoas, que exerceu influência importante sobre a mudança conceitual de Darwin, tenha sido a sua passagem pelas ilhas Galápagos. Essa mudança em sua visão não teria acontecido quando Darwin visitou as ilhas em setembro e outubro de 1835, mas no ano

analogia com a seleção artificial, uma vez que, tendo Malthus (através de sua teoria) fornecido a Darwin leis quantitativas – o melhor tipo de lei na visão de Herschel e Whelwell –, a ideia de luta pela existência poderia ser compreendida dedutivamente. Contudo, na interpretação de Hull (1973), o pensamento de Darwin não se mostrou aderente ao daqueles filósofos, por ele ter abandonado a visão essencialista das espécies, e sobretudo no que diz respeito ao seu método indutivo, o qual para Herschel e Whelwell se mostrava insuficiente. Para esses pensadores, indução compreendia alcance de conclusões com certeza, e que a enumeração de causas possíveis de um evento deve ser seguido de testes empíricos, e se as propriedades das causas possíveis mudarem de uma situação para outra, então a indução não poderia oferecer certeza (HULL, 1973). Ruse e Hull concordam que Herschel e Whelwell teriam rejeitado o trabalho de Darwin; o primeiro, devido à sua concepção de ciência (incluindo sua teoria da confirmação), fiando-se na possibilidade de analisar entidades nos tipos naturais, e o segundo, devido à sua afiliação ao platonismo e kantismo similarmente comprometidos com o essencialismo. Nenhuma dessas visões foi, logicamente, compatível com a teoria selecionista de Darwin.

seguinte, depois de retornar para a Inglaterra. Durante 1836 Darwin quis saber se os pássaros que ele havia coletado naquelas ilhas eram variedades diferentes ou espécies diferentes. Concluir que eram variedades distintas teria implicações importantes para a possibilidade de transmutação, porque as variedades têm potencial de originar novas espécies. Se esse não fosse o caso, e os pássaros fossem espécies distintas, Darwin assumiria que elas poderiam simplesmente ter migrado do continente americano. Entretanto, em março de 1837, o ornitólogo John Gould teria dito a Darwin não apenas que os pássaros que ele havia coletado nas Ilhas Galápagos eram espécies distintas, mas também que elas não eram espécies encontradas no continente Americano (HODGE, 2010).

Para Darwin, isso era uma evidência biogeográfica crucial que apoiou uma conclusão importante: as espécies de pássaros que se originaram naquelas ilhas vulcânicas eram muito mais parecidas com as espécies originárias de áreas continentais mais próximas, sob condições muito diferentes, do que as espécies originárias de qualquer outra ilha oceânica do planeta. Tal similaridade só podia ser explicada como resultado da ancestralidade comum, e não como adaptações a condições semelhantes do meio (HODGE, 2010).

De acordo com o jovem investigador, as populações insulares teriam emergido como resultado da migração de indivíduos de um continente próximo. Isso explicaria as similaridades entre os organismos que habitavam as ilhas. Como a migração não ocorreria a todo instante, as populações insulares também divergiriam daquelas que vivem no continente e se tornariam espécies distintas. Além disso, independentemente das condições físicas similares nas ilhas, diferentes organismos poderiam migrar, casualmente, para diferentes ilhas em momentos distintos e encontrar diferentes competidores e alimentos já disponíveis nesses locais. Assim, as populações iniciais poderiam evoluir em diferentes direções e, uma vez que os organismos raramente migram entre as ilhas, as populações eventualmente divergiriam e tornar-se-iam espécies distintas (BOWLER, 2009).

Além da seleção natural, Darwin insere três avanços fundamentais no arcabouço da sua teoria: o pensamento populacional¹⁵(CAPONI, 2005), a atribuição de um papel ao acaso no processo

¹⁵ Darwin rompeu radicalmente com a tradição essencialista – visão de mundo segundo a qual todos os fenômenos similarmente variáveis da natureza poderiam ser organizados por classe (tipo). Cada classe seria caracterizada por sua essência, por sua vez constante e acidentalmente variável. As espécies eram consideradas pelos essencialistas como classes, e referidas pelos filósofos como *tipos naturais*. Nesse sentido, Darwin inicia uma nova forma de pensar, que propõe, segundo ele, que o que encontramos entre os organismos vivos não são classes constantes, mas populações variáveis, nas quais cada indivíduo é unicamente diferente dos demais. Essa nova forma de pensar, baseada no estudo das populações é então referida como pensamento populacional

evolutivo, e a inserção dos organismos na história (considerando a dimensão do tempo geológico) (MAYR, 2001). A seleção natural pode ser interpretada como uma explicação unificada para os polos do debate pré-darwiniano. A adequação funcional dos traços às condições de existência – fenômeno priorizado pelo funcionalismo cuvieriano – passava a ser interpretada como uma adaptação às condições ambientais do presente, enquanto os padrões estruturais dos tipos naturais – fenômenos enfatizados pela biologia estruturalista, como a de Saint-Hilaire – eram explicados como produtos de adaptações ao ambiente ancestral, as quais subsequentemente foram herdadas pelos descendentes diversificados (SEPULVEDA, 2010).

Entretanto, o empenho de Darwin em mostrar como o surgimento de modificações vantajosas pode produzir divergência de caracteres a partir de uma forma originária deixou dúvidas entre os cientistas do século XIX sobre o efeito da seleção natural (CAPONI, 2011). Enfrentar controvérsias em torno da seleção natural e sustentá-la implicaria, naquele momento, apresentar explicações para a origem e para a natureza da variação contínua entre os indivíduos de uma população, bem como um mecanismo de herança convincente. Darwin (1868) buscou fornecer tais explicações em sua teoria da pangênese, mas a mesma não foi aceita por seus contemporâneos.

Para compreender tais controvérsias é necessário distinguir a natureza do pensamento de Darwin entre as décadas de 1860 e 1880, período conhecido como darwinismo original, caracterizado por uma postura flexível em relação à possibilidade de haver outros mecanismos evolutivos, chegando o próprio Darwin a atribuir à herança de caracteres adquiridos um papel em sua teoria, apesar de sempre mencionar a seleção natural como o principal fator de mudança evolutiva. Tal abrangência do darwinismo original diminuiria, por um lado, o impacto das controvérsias no interior do darwinismo, apesar dessas ainda existirem, e de outro, permitia que naturalistas contrários à seleção natural permanecessem dentro da comunidade de darwinistas (MEYER; EL-HANI, 2005). Porém, na década de 1890, quando outros naturalistas, a exemplo de August Weisman, vieram a defender a seleção natural de modo mais exclusivo, novas teorias evolutivas e antidarwinistas começaram a surgir, período conhecido como Eclipse do Darwinismo (BOWLER, 2003).

(MAYR, 2001). Segundo Dijk e Reydon (2010), o pensamento populacional enfatiza que os indivíduos são membros importantes e únicos da população, enquanto a variação intra-populacional entre indivíduos é o que permite que a seleção natural ocorra.

O eclipse do darwinismo

O eclipse é uma metáfora determinística da escuridão que estabeleceu uma história descontínua da teoria evolutiva. Foi um momento em que a luz da teoria darwinista da evolução por seleção natural foi obscurecida por metodologias concorrentes, pela natureza especulativa do trabalho realizado por seus apoiadores de teorias e por um ataque de teorias concorrentes da mudança evolutiva (LARGENT, 2016). De acordo com Largent (2016), a noção de eclipse apareceu pela primeira vez em uma obra de Huxley (1942) denominada *Evolution: The Modern Synthesis* na qual o autor utilizou a frase “eclipse do darwinismo”. O eclipse do darwinismo correspondeu, portanto, a um período iniciado na década de 1890, marcado pelo surgimento na comunidade científica de formas de evolucionismo explicitamente antidarwinistas e por uma queda muito grande na aceitação da teoria darwinista (MEYER; EL-HANI, 2003), quando se destacaram teorias evolucionistas como o neolamarquismo, a ortogênese e o mutacionismo (BOWLER, 2003)

A teoria neolamarckista, por exemplo, postula que mudanças evolutivas graduais que ocorrem nos organismos individuais, baseadas no uso e desuso, requereriam que características adquiridas durante a vida de um indivíduo fossem transmitidas para sua prole (ideia referida como herança tênue - *soft*) (GREGORY, 2009). Nesses termos, a adição acumulativa de modificações corporais poderia ser gerada por novos padrões de comportamento, isto é, de novos hábitos, que resultariam, por sua vez, das necessidades impostas pelo ambiente para a sobrevivência dos organismos. Um importante representante do lamarckismo foi o paleontólogo Edward Drinker Cope, que defendeu que a herança de caracteres adquiridos, de algum modo, envolveria a adição de estágios ao desenvolvimento embriológico – seu principal argumento alternativo à seleção natural. O acréscimo ou o decréscimo de estágios desenvolvimentais resultariam no aumento da capacidade adaptativa dos traços gerados por aqueles decréscimos ou acréscimos. Com o decorrer do tempo, haveria um acúmulo no porte de novos traços, capaz de caracterizar os indivíduos portadores como uma nova espécie. Ele argumentava que tal mecanismo¹⁶ controlaria a evolução “porque todas as estruturas adaptativas são produzidas de acordo com ela e não de outra maneira” (COPE, 1871, p.263). As ideias de Cope repercutiram entre os neolamarckistas, a exemplo do naturalista Alpheus

¹⁶ Cope defendia tal mecanismo mas com o viés adaptacionista, uma diferença que, para ele, era suficientemente importante para ser considerada uma novidade teórica. Para ele, essa diferença era tão marcante que, em 1884, ele teria declarado durante uma sessão do encontro anual da então Associação Americana para o Avanço da Ciência, que nunca teria lido Lamarck e se colocou como o formulador do *modus operandi* da lei que ele “caracterizava” como uso e desuso, e que se tornaria uma das bases da teoria do neolamarckismo (FARIA, 2017).

Packard que, ao queixar-se do fato de a seleção operar muito lentamente para produzir mudança evolutiva, e da ausência de explicação para a forma de surgimento de novos traços, teria buscado explicações com base em processos internos ao organismo sob influência de fatores ambientais. Nesse sentido, Packard teria desenvolvido a formulação da lei evolutiva da aceleração e retardo do desenvolvimento, embasada nas ideias de acréscimos e decréscimos de estágios desenvolvimentais de Cope (FARIA, 2017).

Para Cope, a lei de aceleração e retardo do desenvolvimento explicava o surgimento da variação de uma maneira que pudesse se tornar mais ou menos adaptativa, conforme as exigências do ambiente no qual o organismo estava inserido (PACKARD, 1901). Seus estudos levaram-no a concluir que cada etapa de desenvolvimento correspondia ao traço que adaptava o organismo ao estilo de vida que ele executava num dado momento de sua sobrevivência. Tal traço surgia por meio da adição ou redução dos estágios desenvolvimentais, os quais eram retidos na espécie por meio da herança de caracteres adquiridos (PACKARD, 1890; 1894).

A noção de herança de caracteres adquiridos havia sido de fato aceita durante muito tempo, antes e durante o período de Darwin - que inclusive a aceitava como fonte de variação -, mas se tornou objeto de debate na virada do século XX, terminando por ser colocada de lado anos mais tarde, sob influência da genética mendeliana. De acordo com a compreensão dominante sobre herança no século XX, mudanças físicas que ocorriam durante a vida de um indivíduo não poderiam ser passadas para a prole, uma vez que as células que estão envolvidas com a reprodução (linhagem germinativa) são distintas daquelas que compõem o resto do corpo (linhagem somática), e só mudanças que afetam a linhagem germinativa poderiam ser passadas adiante.

A teoria da ortogênese, por sua vez, era baseada na crença de que a mudança evolutiva ocorreria com uma determinada meta, o aumento da perfeição. Segundo esta teoria, os tipos naturais (essências) seriam incrementados por forças intrínsecas ao próprio organismo que limitariam as modificações em direções específicas, logo, a evolução seguiria um caminho predeterminado que eventualmente chegaria ao homem. Nessa perspectiva, a evolução deveria acontecer não com a origem de novos tipos, mas pela transformação de tipos preexistentes. Esta forma de pensar era particularmente defendida entre os paleontólogos, que viam no registro fóssil padrões que, para eles, sustentavam um processo evolutivo a partir de um padrão preestabelecido (MEYER; EL-HANI, 2005).

A ortogênese também alega que a evolução deve continuar até que uma estrutura maximizada se desenvolva ao ponto em que a mudança evolutiva cesse e prevaleça a estase, ou o “estado de perfeição”, e por essa razão teria se tornado uma teoria popularizada (BOWLER, 1979). Apoiadores dessa teoria defendiam hipóteses de que muitos exemplos de formas vivas se tornaram extintas porque nessa evolução direcional certas características excederam seu desenvolvimento ou ficaram desajustadas, levando à extinção. Evidências de mecanismos evolutivos baseados nas ideias da ortogênese incluem os enormes répteis do cretáceo, os quais necessitavam de enormes quantidades de alimento para sobreviver (KELLOG, 1907). O hoje extinto alce irlandês foi citado como primeiro exemplo apoiador da teoria da ortogênese porque os chifres se tornaram tão grandes que contribuíram para que o animal se tornasse extinto (GOULD, 1977).

Atualmente a teoria da ortogênese é considerada amplamente abandonada porque nenhum mecanismo físico plausível para a suposta força intrínseca dos organismos que fazia a vida evoluir nunca foi encontrado (RUSE, 1996; SIMPSON, 1967). Outro problema encontrado na ortogênese foi que o registro fóssil não foi capaz de sustentar a ideia de evolução linear, um fato que foi chamado de “paradoxo da estase” (HENDRY, 2007).

Uma terceira teoria que emergiu no período do eclipse do darwinismo foi o mutacionismo, segundo a qual uma nova espécie natural emergiria a partir de “mutações instantâneas”, que transformariam, num “salto”, uma espécie preexistente numa nova espécie. Segundo os mutacionistas, também conhecidos como saltacionistas, seus experimentos mostrariam que as mutações davam origem a mudanças bruscas de uma geração para outra, indicando que as características herdáveis não eram variações sutis, sob as quais a seleção natural atuaria, mas sim mudanças grandes capazes de gerar novas espécies.

Os mutacionistas afirmavam que todas as espécies da fauna e flora de um local pareciam ser nitidamente demarcadas entre si, e o aparecimento ou desaparecimento de uma nova espécie do registro fóssil invariavelmente parecia ser um evento instantâneo. Além disso, pressupunha-se que as mutações teriam origem no interior do organismo, ainda que sem direção particular, embora, a esse respeito, houvesse opiniões divididas sobre se as formas seriam eventualmente selecionadas pelo ambiente.

Diferentemente do neolamarckismo e da ortogênese, que não mantiveram sua credibilidade por muito tempo, principalmente porque não confirmaram suas previsões através de evidências empíricas, o mutacionismo, por sua vez, gozou de grande prestígio pelo fato de

trabalhos em laboratório terem evidenciado a ocorrência das mutações (MEYER; EL-HANI, 2005). Tais trabalhos permitiram que os geneticistas minassem o lamarckismo e a ortogênese, mostrando a impossibilidade de haver qualquer processo através do qual características adquiridas pudessem ser incorporadas no genótipo do indivíduo de modo a serem transmitidas entre as gerações e que as mutações não eram dirigidas a nenhum sentido ou fim.

Paralelamente, os estudos em genética de populações mostravam que as variações eram efetivamente randômicas, conforme Darwin havia suposto, no sentido de que não eram dirigidas para as necessidades adaptativas dos organismos, e que o saltacionismo era insustentável, uma vez que grande número de diferenças sutis afetava uma única característica, de modo que as mutações deveriam promover mais variações randômicas, e não novas espécies a partir da modificação de uma única característica (BOWLER, 2003). Os geneticistas de populações demonstraram, através de modelos matemáticos, que a variação estudada por evolucionistas poderia ser explicada pela herança mendeliana e pela seleção natural. Tornava-se assim cada vez mais frequente a aceitação de que a seleção natural constituiria a explicação das adaptações, características que se tornaram freqüentes na população porque favoreceram a sobrevivência e/ou a reprodução de seus portadores na circunstância ambiental em que evoluíram (MEYER; EL-HANI, 2005). A seleção natural atuaria preservando e otimizando permanentemente a mútua adequação das estruturas orgânicas na medida em que tal adequação permitisse e melhorasse o desenho dos seres vivos na luta pela existência. Mas, ao fazer isso também permitiria modificações que, sem grande importância fisiológica como a coloração, pudessem incrementar a viabilidade ecológica de seus possuidores. Nesse sentido, explicando mais que mera preservação e reformulação das estruturas orgânicas, a teoria da seleção natural nos leva a suspeitar que pode existir uma razão de ser até para os mínimos detalhes morfológicos e para os mais estranhos ajustes comportamentais (CAPONI, 2010; 2011).

Este conjunto de ideias foi a base da argumentação para o que hoje se denomina adaptacionismo – programa de pesquisa da biologia evolutiva que busca na seleção natural as explicações para as características encontradas nos seres vivos (CAPONI, 2011). Em uma narrativa adaptacionista, o investigador, ao enxergar uma estrutura cujo estatuto de adaptação deve ser atestado, lhe atribui uma função, passada ou presente, cujo cumprimento pode ter sido premiado por uma pressão seletiva a ser identificada. Caponi ressalta que neste tipo de narrativa não está em jogo o poder explicativo da seleção natural, mas sim o seu poder

enquanto fator causal; logo, se tal explicação fracassar, é porque possivelmente a estrutura analisada não é uma adaptação.

O programa de pesquisa adaptacionista tem sido vigorosamente criticado desde o final dos anos 1970, quando Stephen Jay Gould e Richard Lewontin (1979) publicaram o artigo *The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme*, no qual, amparados pela visão pluralista¹⁷ de Darwin sobre possíveis fatores de mudança evolutiva, colocaram em xeque o adaptacionismo e seu apelo praticamente exclusivo à seleção natural e defenderam alternativas à ideia da seleção natural como agente otimizador da forma orgânica. Eles alegaram que o programa adaptacionista “compartimenta” o organismo em traços atomizados, propondo então histórias adaptativas para explicar a preservação de cada um separadamente, e, quando estes parecem não estar otimizados ao ambiente, responsabilizam compromissos entre forças seletivas em conflito (*trade-offs*). Esses autores acusaram o programa adaptacionista de não distinguir a utilidade corrente de um traço das razões para a origem do mesmo; de confiar apenas na plausibilidade como critério para a aceitação de histórias seletivas especulativas; de não considerarem adequadamente explicações alternativas à seleção natural, por exemplo, baseadas na fixação randômica de alelos nas populações (deriva genética) e na produção de estruturas não adaptativas por “restrições desenvolvimentais do desenho orgânico” (GOULD; LEWONTIN, 1979, p.159).

Segundo Rose e Lauder (1996), a defesa do fator restrições desenvolvimentais no artigo *Spandrels* (1979) foi inspirada na pesquisa histórica de Gould *Ontogeny and Phylogeny* (1977) que o colocou em contato com as tradições europeias a respeito do tema morfologia. Coincidente com *spandrels*, críticas dos adaptacionistas foram dirigidas ao estudo da embriologia e à biologia do desenvolvimento, atacando principalmente a limitação dos processos de desenvolvimento ontogenético sobre o processo de mudança evolutiva (MAYNARD SMITH et al., 1985).

¹⁷Darwin em *Origem das espécies* (1859) reconhecia a dificuldade de entender a origem de algumas estruturas cuja importância não parecia suficiente para causar a preservação dos indivíduos sucessivamente variantes. No entanto, essa aparente dificuldade teria sido amenizada pela história do traço, que explicaria a suposta utilidade daquele traço em relação aos seus possuidores ancestrais. Além disso, Darwin admitia a intervenção de outras variáveis, como as correlações de crescimento e o efeito direto das condições físicas sobre as estruturas orgânicas sem nenhum uso direto pelos seus possuidores. Uma visão pluralista em relação aos fatores evolutivos estava presente em Darwin (GOULD, 2002; GINNOBILI; BLANCO, 2007), que não defendeu a seleção natural como explicação exclusiva das mudanças evolutivas, desde que hipóteses complementares não fossem incompatíveis com a tese da ancestralidade comum, ponto inegável de sua argumentação, nem tampouco que postulassem mecanismos capazes de anular ou limitar a seleção natural a ponto de tornar inexplicáveis as adequações de função e de estrutura exibidas pelos seres vivos (CAPONI, 2011).

A morfologia e a embriologia representaram significativamente os estudos da biologia evolutiva durante o século XIX até a Síntese Moderna (movimento que reergueu o darwinismo original, a partir da contribuição das ideias da genética mendeliana aliadas aos fundamentos da seleção natural ao longo da década de 1940). Mas esses campos de estudo não foram incorporados à formulação da Síntese. Hamburger (1980) afirma que os biólogos da síntese trataram a embriologia como a “caixa preta”, na qual os conteúdos seriam irrelevantes aos estudos evolutivos. Mayr (1981) alega que foi o próprio desinteresse dos embriologistas que os manteve fora da Síntese. Rose e Lauder (1996) afirmam que ambos podem estar corretos; a transmissão genética mendeliana foi crucial para a síntese, enquanto nem a embriologia nem o desenvolvimento genético fizeram-se necessários. Em resposta, os desenvolvimentistas alegam que a embriologia (e não a transmissão genética) estaria apta a explicar a origem da forma orgânica, e assim explicar as diferenças fenotípicas que deverão ser selecionadas.

Rose e Lauder (1996) afirmam, ainda, que as diferentes ideias entre adaptacionistas e desenvolvimentistas sobre as restrições desenvolvimentais representam um choque entre tradições biológicas com mais contrastes metodológicos do que os debates sobre a deriva genética com a adaptação. Segundo esses autores, as restrições parecem ter se tornado um tópico relevante não porque estejam no centro das teorias evolucionistas não adaptacionistas, mas porque a restrição é o tópico desenvolvimental mais intimamente relacionado com a adaptação. Ainda assim, adaptacionistas e desenvolvimentistas apresentam, sutis porém muitos, conceitos distintos de restrição (AMUNDSON, 1994). Os primeiros consideram que as restrições agem sobre as adaptações; para eles a restrição é uma diminuição do grau de adaptação que uma espécie pode alcançar. Os desenvolvimentistas, por outro lado, consideram que as restrições atuam sobre a forma biológica; nesse caso a restrição impõe limites sobre o conjunto de variabilidade que pode ser gerado pelo modo particular do desenvolvimento embriológico dentro da linhagem.

A adaptação ainda é a chave para o entendimento da biologia para os adaptacionistas, enquanto a estrutura e homologia são fatores primordiais para os desenvolvimentistas. Nesse sentido, considerando a relevância dessas duas tradições biológicas, a adaptação deve ser concebida como um conceito útil para organização da pesquisa biológica, a qual não deve, contudo, ignorar o poder de outros fatores causais não-seletivos (ROSE; LAUDER, 1996). Finalmente, o debate entre adaptacionistas e desenvolvimentistas possibilitou também a identificação de dificuldades enfrentadas pelo conceito de adaptação formulado na

perspectiva da Teoria Sintética, para compatibilizar-se com avanços conceituais e empíricos da biologia evolutiva (SEPULVEDA, 2010). A seguir, apresentaremos variações conceituais referentes à adaptação, evidenciadas ainda no campo de produção do conhecimento, que representam caminhos de enfrentamento das dificuldades semânticas latentes neste conceito.

Definições contemporâneas de adaptação

De acordo com o *Oxford English Dictionary* (OED), o termo “adaptation” apresenta um radical “apt” que deriva do Latim “apt-us”, que significa “ajustado”, “adequado”, “apropriado”. Constam no OED como principais definições para “adaptation”: primariamente como um processo; (1) a ação ou processo de adaptar, ajustar ou adequar uma coisa a outra... (2) o processo de modificar algo para adequá-la a uma nova condição. O termo pode também indicar o resultado de um processo: (3) condição, estado de ser adaptado, um estado genérico de adaptatividade, e (4) um exemplo especial de adaptação ou um traço específico.

Qualquer das definições acima sugere, segundo Rose e Lauder (1996), que a adaptação é um conceito relacional. Nesse sentido, esses autores afirmam que o processo de adaptação seria o ajuste de uma coisa a outra, enquanto um estado genérico de adaptatividade seria uma relação entre uma dada coisa à qual a primeira está adaptada. Aplicando essas definições ao caso dos seres vivos, o processo de adaptação seria o ajuste de um organismo a (grosso modo) um ambiente, enquanto um estado genérico de adaptatividade seria uma relação entre um organismo e (grosso modo) um ambiente ao qual ele está adaptado. Um traço específico seria, por sua vez, uma parte modificada que exerce uma função biológica para um organismo e assim contribui para o estado de adaptação do mesmo (ROSE; LAUDER, 1996).

Kampourakis (2011) alega que diferentes definições de adaptação biológica como processo podem existir. Entre essas definições, a seleção natural tem importância relativa: adaptação é um processo de mudança evolutiva na forma e na função de uma característica que lhe permite continuar exercendo papel biológico específico sob circunstâncias específicas (BOCK, 1980, p.221); modificação evolutiva de um caráter sob seleção para uma função vantajosa em um contexto particular (WEST-EBERHARD, 1992, p. 13); processo evolutivo durante o qual as características ou capacidades dos organismos mudam de modo a permitir superar problemas impostos pelo ambiente (BURIAN, 1992, p. 7); processo durante o qual espécies distintas se tornam ajustadas a diferentes ambientes por meio de seleção natural (LEWONTIN, 2001, p.42). Fica evidente nessas definições que a adaptação está sendo

entendida como um processo de mudança, embora em algumas não permaneça evidente sua causa por meio de seleção natural (BOCK, 1980; BURIAN, 1992).

O conceito de adaptação enquanto processo não gera controvérsias, tampouco diferenças notórias em suas formulações, mas o mesmo não pode ser dito do conceito de adaptação como traço específico, o qual abriga controvérsias marcantes em torno de suas formulações. Essas controvérsias se iniciam quando nos perguntamos por que e como alguns organismos vieram a adquirir tais adaptações? Para responder a questão, é necessário descrever o processo que produz as adaptações. Assim, teremos duas formas de definir as adaptações enquanto traços específicos: a definição histórica, a qual considera a adaptação como um resultado da ação da seleção natural, e a definição a-histórica, que a trata como uma característica que contribui para a sobrevivência e a reprodução¹⁸ dos seus possuidores (GOULD; VRBA, 1982).

As definições histórica e a-histórica foram sintetizadas por Gould e Vrba (1982) a partir de Williams (1966) e dos escritos de Bock (BOCK; WAHLERT, 1965; BOCK, 1980) respectivamente. A definição histórica foi endossada por Elliott Sober (1993[1984]) e Robert Brandon (1990), que defenderam que o critério para considerar um traço como uma adaptação deve ser a história causal do traço. De acordo com esses autores, um traço não é uma adaptação só porque confere alguma vantagem ao seu possuidor – tendo em vista que traços vantajosos podem ter evoluído casualmente -, mas porque seus ancestrais foram selecionados devido àquela vantagem. Ainda que o traço não confira vantagem ao seu possuidor, ele ainda assim será considerado uma adaptação à luz dessa definição se tiver sido derivado da ação da seleção natural (WILLIAMS, 1996). Além disso, para que um traço seja considerado uma adaptação, sua prevalência numa população não só tem que ter resultado de um processo de seleção para ele, mas também *para* uma tarefa específica que ele desempenha (BURIAN, 1992). Nesse sentido, Sober (1993 [1984], p.208) propõe a seguinte definição de adaptação: A é uma adaptação para a tarefa *T* na população *P* se, e somente se, A se tornou prevalente em *P* porque houve seleção para A, em que a vantagem seletiva de A se deve ao fato de que A ajudou a exercer a tarefa *T*. Portanto, de acordo com a definição histórica, a seleção natural de um traço para uma tarefa é uma condição necessária e suficiente para considerar aquele traço uma adaptação, enquanto sua contribuição corrente não é condição nem necessária nem suficiente para que ele seja uma adaptação (KAMPOURAKIS, 2011a; 2014).

¹⁸ A contribuição de um traço à sobrevivência e reprodução de um organismo é comumente descrita como *fitness*. Mais informações sobre *fitness* serão apresentadas no capítulo II.

Embora a definição histórica da adaptação possa ser uma abordagem válida, existe uma complexidade prática, qual seja, a de não conseguir clarificar se um traço foi selecionado por exercer uma tarefa particular que conferiu uma vantagem, ou por alguma outra razão (LAUDER et al., 1993). Tal dificuldade aproxima pesquisadores como Reeve e Sherman (1993) e Mayr (2001) da definição a-histórica. Mayr (2001, p.149) afirma que, se uma característica teve qualidade adaptativa desde seu surgimento ou não, é irrelevante para sua classificação como adaptação. Segundo Reeve e Sherman (1993), o que importa é a contribuição vantajosa de uma característica e não sua história seletiva, a qual, segundo esses autores, não deve ser o único tipo de história que deve resultar nas adaptações. Assim, de acordo com a definição a-histórica, um traço será uma adaptação se ele conferir uma vantagem corrente a seus possuidores, aumentando suas chances de sobrevivência e reprodução, e se ele for conseqüentemente favorecido por seleção (KAMPOURAKIS, 2011a; 2014). Nesse caso, a contribuição de um traço à sobrevivência e reprodução de um organismo é uma condição necessária e suficiente para ser uma adaptação, enquanto a seleção para um caráter devido ao seu papel não é nem uma condição necessária nem suficiente. O quadro 1 sintetiza as duas definições de adaptação discutidas até aqui.

Quadro 1. Condições para que uma característica seja considerada uma adaptação de acordo com as definições histórica e a-histórica.

Condições	Definição Histórica	Definição a-histórica
Resultado de um processo de seleção natural.	<ul style="list-style-type: none"> • Necessário • Suficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Desnecessário • Insuficiente
Contribuição corrente ao incremento da sobrevivência e da reprodução.	<ul style="list-style-type: none"> • Desnecessário • Insuficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessário • Suficiente

Fonte: Kampourakis (2014).

Operacionalmente, é necessário considerar que na definição histórica o apelo à agência da seleção natural se situa no passado, e na definição a-histórica da adaptação se situa no tempo presente. Essa diferença é relevante, pois a partir dela cada uma dessas definições leva a descrições da adaptação com bases bastante distintas. Kampourakis (2011a) apresenta um exemplo bastante elucidativo dessa diferença: se desejamos saber se a cor branca dos ursos polares é uma adaptação, é possível estabelecer o seguinte raciocínio: segundo a definição histórica, em um ambiente nevado a coloração branca dos ursos será uma adaptação porque naquele ambiente houve seleção para a pelagem branca e esta se manteve porque conferiu

vantagens na sobrevivência e reprodução de seus possuidores. Mas se neste mesmo ambiente uma população de ursos pardos sofreu mutação genética que gerou uma prole de ursos brancos e, como consequência da inibição do alelo mutante à produção da coloração parda, a pelagem branca prevaleceu na população por conferir vantagem reprodutiva e de sobrevivência, a cor branca dos ursos será considerada uma adaptação de acordo com a definição a-histórica. Finalmente, considerando mudanças ambientais capazes de fazer com que a cor branca deixe de conferir vantagens às populações de ursos que possuem esse traço, a cor branca passa a ser vista como adaptação de acordo com a definição histórica – porque se trata de um traço herdado que se manteve devido às vantagens que conferiu às populações ancestrais – mas não será uma adaptação de acordo com a definição a-histórica.

Outra diferença importante entre as definições histórica e a-histórica da adaptação reside no fato de que uma mesma característica apresentaria explicações distintas à luz de cada uma delas. Por exemplo, Meyr e El-Hani (2005) afirmam que ao observarmos as penas das aves, parece natural pensar que a seleção natural teria produzido tal estrutura para auxiliar no voo das aves, porque de fato elas exercem esse papel. Porém, esses autores alegam que a descoberta de fósseis de dinossauros indica que as penas teriam surgido antes das aves existirem, e que eram utilizadas por aqueles répteis para auxiliar na regulação da sua temperatura corporal, constituindo um excelente isolante térmico, e posteriormente seriam utilizadas com a função de voo. Portanto, o exemplo mostra “como o pensamento biológico frequentemente depende, para ser aplicado corretamente, de uma perspectiva histórica: foi necessário olhar para as relações entre aves e dinossauros, situando a origem das penas no tempo, para descobrir como elas foram aproveitadas para função distinta da que elas tinham inicialmente” (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 74). Assim, definir as penas como adaptação das aves a partir de uma perspectiva funcional no tempo atual não é o mesmo que defini-la à luz de sua história evolutiva.

É possível combinar critérios históricos e a-históricos para definir as adaptações como qualquer característica que aumente a capacidade de sobrevivência e reprodução e tenha se tornado prevalente devido à ação da seleção para o uso corrente. Entretanto, uma característica que exerce algum benefício corrente pode ter evoluído para algum outro papel e pode ter sido cooptada posteriormente para outro, independentemente da seleção natural. Assim, seria possível suspeitar que a definição histórica se refere às adaptações e a definição a-histórica se refere a características adaptativas que contribuem à sobrevivência e à

reprodução dos seus possuidores. Entretanto, essa distinção ainda não é capaz de explicar a história evolutiva da característica.

Diante dessa dificuldade, Gould e Vrba (1982) circunscreveram o conjunto geral de características de algum modo úteis ao bem-estar dos organismos e as definiram como “aptações”, identificando dois subconjuntos: de um lado, características resultantes da ação seletiva para a ação que desempenham em tempo corrente, que denominaram adaptações; de outro, características que independentemente da ação direta da seleção natural, teriam sido cooptadas para exercer uma utilidade corrente, ou outro uso, que denominaram exaptações. A distinção proposta por Gould e Vrba (1982) também incorpora uma decisão terminológica proposta por Williams (1966), de acordo com a qual as adaptações desempenham “funções” e as exaptações produzem “efeitos”(Quadro 2).

Quadro 2: Distinção entre adaptação e exaptação, de acordo com Gould e Vrba (1982).

Processo	Caráter	Uso
A seleção natural moldou o caráter para um uso corrente - Adaptação	Adaptação	Função
Um caráter, previamente moldado pela seleção natural para uma função particular (uma adaptação), é cooptado para um novo uso – Cooptação	Exaptação	Efeito
Um caráter cuja origem não pode ser atribuída à ação direta da seleção natural (uma não adaptação), é cooptado para um uso corrente – Cooptação		

Fonte: Gould & Vrba (1982).

Essa nova distinção é capaz de nos informar melhor sobre a história evolutiva de uma característica, pois a definição de adaptação e exaptação devem explicar se o caráter evoluiu para um papel corrente, ou para outro papel (KAMPOURAKIS, 2014). Nesses termos, propõe-se uma demarcação temporal quanto à circunstância na qual o caráter teria se tornado prevalente na população. Além disso, o conceito de exaptação lança luz sobre a possibilidade de reinterpretação da evolução como uma interação complexa e constituída por forças internas – regras estruturais e restrições genéticas e – forças externas – nichos ecológicos, mudanças das condições ambientais etc. Nesse sentido, o conceito de exaptação pode consistir no entrelaçamento entre características oriundas de processos ontogenéticos (do desenvolvimento do indivíduo) e características determinadas pela seleção natural (PIEVANI, 2010).

Por fim, as abordagens oriundas de diferentes tradições de pesquisa que apresentamos neste capítulo mostram a importância do conceito de adaptação para organização do pensamento

biológico. Contudo, as contribuições do teólogo natural Paley e dos naturalistas pre-darwinianos, Buffon, Lamarck, Cuvier e Saint-Hilaire, apesar de abordarem, de modos particulares, a relação das estruturas orgânicas com condições de existência dos organismos, estas contribuições jamais significaram uma visão utilitária dessas estruturas, tal como preconizadas pelo darwinismo. O processo de adaptação causado pela seleção natural defendido por Darwin - cuja compreensão a respeito era mais uma desafio a ser concebido cientificamente como um mecanismo plausível de modificação e diversificação (CAPONI, 2011) – implicava uma atenção ao ambiente biológico que, antes de 1859 era sequer suspeitada. A adaptação por seleção natural deveria explicar seres cujas partes estão mutuamente correlacionadas, e por sua vez adaptadas às exigências do ambiente.

Essa atenção ao ambiente derivava de uma síntese conceitual operada por Darwin entre duas escolas de fisiologia opostas: os que aceitavam a doutrina das causas finais, e cujos trabalhos estavam pautados pelo princípio das condições de existência, princípio defendido por Cuvier; e os que negavam a doutrina das causas finais, cujos trabalhos estavam pautados pela teoria da unidade de plano ou unidade de composição, teoria sustentada por Saint-Hilaire (WAIZBORT, 2012). Ou seja, embora haja referência ao ajuste entre a forma do ser vivo e o ambiente antes de Darwin, ninguém antes dele havia pensado o ambiente como um cenário composto pelos mais variados desafios e oportunidades, como que pressionando a própria estrutura das populações, eliminando os portadores de variações desfavoráveis e preservando os portadores de variações favorecidas no cenário ambiental em questão.

CAPÍTULO II

CONCEITOS EVOLUTIVOS NO DISCURSO PEDAGÓGICO

Relações de poder e controle influenciam o discurso pedagógico

Até os anos de 1980, período que antecedeu a construção da Teoria do Dispositivo Pedagógico (BERNSTEIN, 1986), o trabalho de Bernstein foi dirigido à compreensão dos diferentes princípios de transmissão e aquisição pedagógica, dos seus contextos de produção e de sua mudança. Esses princípios foram definidos como modalidades do “código pedagógico” – *classificação* e *enquadramento*, através dos quais as relações de poder e de controle, respectivamente, foram descortinadas dentro das interações pedagógicas (BERNSTEIN, 1977, 1981).

O conceito de código está intimamente relacionado com a orientação dos discursos e com os contextos de interação pedagógica. As orientações podem ser elaboradas ou restritas. O discurso da ciência escolar, por exemplo, apresenta orientações elaboradas, cujos significados têm caráter universalista, mas isso não quer dizer que as realizações escolares se traduzam do mesmo modo. A forma como os significados são realizados depende da relação de poder e de controle que regulam as relações sociais e os contextos da interação pedagógica.

Dado que as relações de poder podem ser analisadas pela modalidade *classificação* e as de controle pela modalidade *enquadramento*, quando a classificação dos discursos é “forte” supõe-se um nítido distanciamento entre os agentes de discurso (estudantes, professores, conteúdos, escola etc.), originando hierarquias, nas quais cada agente tem um estatuto e voz específicos e, portanto, um determinado poder. Nesse caso, é esperado um forte isolamento entre o discurso educacional e os discursos do cotidiano e, conseqüentemente, atribui-se a cada um destes discursos uma voz¹⁹ especializada. De modo similar, um enquadramento “forte” sugere o controle da comunicação por um ou alguns dos agentes em relação a outros agentes. Ao estabelecer essa relação, Bernstein (1981) se baseia em um tipo de estrutura social que se assenta na regra “mantenham-se as coisas separadas”. Isso significa dizer que,

¹⁹ A voz é um conceito que aparece no modelo de geração, aquisição e transformação do código pedagógico (um regulador da forma especializada da comunicação educacional) (BERNSTEIN, 1981). É através da aquisição do código que o sujeito adquire voz, a qual é gerada pela natureza dos discursos (ou dos seus agentes) produzidos a partir das relações sociais (de poder) na escola. Os discursos podem ser marcados por diferentes níveis de distanciamento entre seus agentes. Assim, tal modelo mostra que as relações de poder estabelecem a voz dos agentes do discurso pedagógico posicionando os sujeitos através dos princípios de classificação que estabelecem (BERNSTEIN, 1981).

numa sociedade caracterizada por uma distribuição hierarquizada de poder, em que prevalecem relações sociais verticais, o princípio de controle vigente será aquele que legitima discursos com classificações e enquadramentos fortes (MORAIS; NEVES, 2007).

Nesse sentido, diferentes estruturas sociais podem ser verificadas em diferentes escolas, ou mesmo numa mesma sala de aula, onde as relações de poder estabelecem vozes de diferentes grupos sociais, posicionando os sujeitos e suas respectivas visões em torno do conhecimento escolar. Dessa maneira, a depender do contexto e de como se manifesta o controle simbólico da consciência, o discurso da ciência escolar pode reger práticas e realizações que devem resultar no distanciamento ou na aproximação dos seus atores entre si e em relação ao conhecimento escolar. Dessa maneira, importa-nos ter em mente que se defendemos um ensino de ciências cuja perspectiva dialógica prevê a conexão entre diferentes vozes e visões, com intuito de promover a evolução conceitual, é preciso enxergar nos princípios de transmissão e aquisição do discurso pedagógico (BERNSTEIN, 1981, 1986) ferramentas auxiliares na compreensão da construção do conhecimento escolar.

Neste capítulo, apresentamos pesquisas em ensino de evolução que mostram modos distintos de interpretar conceitos evolutivos por estudantes e professores, bem como diversas razões para essas interpretações. Entre as principais razões, destaca-se a influência das concepções prévias fundadas culturalmente²⁰ e o apelo a argumentos de natureza teleológica para explicar as propriedades biológicas.

Atribuímos às abordagens teleológicas valor heurístico e pedagógico no ensino de evolução como modos de aproximação inicial dos fenômenos biológicos, como os de adaptação, a partir de perspectivas mais familiares aos estudantes. Ao se permitir que estas formulações surjam, criam-se oportunidades para discutir seu significado, auxiliando, inclusive, a tomada de consciência acerca dos aspectos que distinguem a linguagem social do cotidiano e a linguagem social da ciência (SEPULVEDA; NETO; EL-HANI, 2011; ZOHAR; GINOSSAR, 1998; MOLINA, 2007). Desse modo, se trabalhadas apropriadamente, explicações teleológicas não constituirão necessariamente obstáculos ao ensino de evolução, embora possam em determinadas circunstâncias colocar dificuldades à aprendizagem. Elas podem ser também trabalhadas como contextos favoráveis a esta aprendizagem, caso discutidas a partir

²⁰ Utilizamos aqui a definição de cultura de Geertz (1973, p. 5), como “um sistema ordenado de significados e símbolos, em termos do qual a interação social tem lugar”. Podemos citar como exemplos visões de mundo pautadas em valores de ordem religiosa ou sistemas de conhecimentos tradicionais (COBERN; AIKENHEAD, 1998; AIKENHEAD, 2001).

de suas aproximações e diferenças das explicações científicas. Não se deve perder de vista, ainda, que explicações funcionais, que são para alguns autores de natureza teleológica (e.g., WRIGHT, 1973), são consideradas válidas dentro do discurso científico.

Tendo em vista que nosso estudo se ocupa do conhecimento a ser ensinado na escola, em particular como apresentado em livros didáticos, iniciamos esse capítulo caracterizando a teoria evolutiva enquanto conhecimento escolar e sua importância no currículo de Biologia do Ensino Médio.

A teoria evolutiva no campo do conhecimento escolar: reconhecimento e desafios

O ensino da teoria darwinista da evolução assume grande importância na educação básica, pois cumpre papel central e organizador do pensamento biológico, sendo indispensável à compreensão de teorias e modelos explicativos na biologia (MEYER; EL-HANI, 2005). Diversas áreas da biologia moderna, como a fisiologia, a sistemática, a genética, a ecologia, entre muitas outras, não podem ser entendidas de modo apropriado e integrado sem a compreensão da evolução (GOULD, 1982; BISHOP; ANDERSON, 1990; ERKUNT, 2016).

A teoria evolutiva também exerce um importante papel na formação para a cidadania, em particular, para a tomada de decisões em situações sociocientíficas (SADLER, 2005). Afinal, a compreensão satisfatória de diversos processos biológicos que têm impacto social depende do pensamento evolutivo, a exemplo da resistência bacteriana a antibióticos e das pandemias provocadas por vírus emergentes (MEYER; EL-HANI, 2005) ou do melhoramento genético de plantas e animais utilizados pelos seres humanos (BULL; WICHMAN, 2001; FUTUYMA, 2002).

A teoria darwinista se destaca, sobretudo, por explicar a diversidade da vida, elucidando os padrões de parentesco entre espécies extintas e atuais com base no compartilhamento de ancestrais comuns, assim como a maneira como espécies particulares evoluíram a partir daquele ancestral através de processos naturais, que fundamentam a explicação científica da diversidade biológica e das adaptações (KAMPOURAKIS et al., 2012; STERELNY; GRIFFITHS, 1999).

O estatuto de centralidade da evolução nas Ciências Biológicas foi reconhecido no Brasil pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), que atribuíram a ela o papel de eixo curricular. A defesa de que a teoria da evolução é central para a Biologia enquanto disciplina escolar é o principal argumento para que o seu ensino seja organizado

pela evolução como eixo estruturante, tal como enfatizam os PCNEM ao proporem abordagens evolutivas de diversos conceitos biológicos, tais como:

As considerações [a respeito de estudos como os que relacionam forma função e ambiente, que levam a critérios objetivos, através dos quais os seres vivos podem ser agrupados] sugerem uma articulação de conteúdos no eixo Ecologia-Evolução que deve ser tratado historicamente, mostrando que distintos períodos e escolas de pensamento abrigaram diferentes idéias sobre o surgimento da vida na Terra (BRASIL, 1998, p. 16).

Para o estudo da diversidade de seres vivos, tradicionalmente da Zoologia e da Botânica, é adequado o enfoque evolutivo-ecológico, ou seja, a história geológica da vida. Focalizando-se a escala de tempo geológico, centra-se atenção na configuração das águas e continentes e nas formas de vida que marcam cada período e era geológica. Uma análise primeira permite supor que a vida surge, se expande, se diversifica e se fixa nas águas. Os continentes são ocupados posteriormente à ocupação das águas e, neles, também a vida se diversifica e se fixa, não sem um grande número de extinções (BRASIL, 1998, p. 18).

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM), outro documento educacional brasileiro importante, defendem a posição da abordagem evolutiva como estruturante do componente Biologia nesse nível de escolaridade:

Um tema de importância central no ensino de Biologia é a origem e evolução da vida. Conceitos relativos a esse assunto são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas. [...] A presença do tema origem e evolução da vida ao longo de diferentes conteúdos não representa a diluição do tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos, como elemento central e unificador no estudo da biologia. (BRASIL, 2006, p. 22)

No estado da Bahia, a Evolução da Vida é referenciada nas Orientações Curriculares do Ensino Médio, área Ciências da Natureza (BAHIA, 2015), no eixo temático intitulado “Conhecimentos Antigos: Alicerce das Ciências Naturais”. Esse eixo considera imprescindível que os grandes nomes responsáveis pelo desenvolvimento das ciências e seus respectivos feitos sejam apresentados numa perspectiva de aproximação e reconhecimento das contribuições (positiva e/ou negativa) construídas ao longo da história da humanidade, mostrando a relação entre o passado e presente, além da evolução ao longo do tempo. Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à evolução da vida é uma das competências a serem trabalhadas nos estudantes dos três anos do Ensino Médio, a partir da qual busca-se desenvolver as seguintes habilidades:

[...] Compreender o papel da evolução na produção de características adaptativas mediante as condições impostas pelo ambiente e pela organização taxonômica dos seres vivos.

[...] Explicar a adaptação dos seres vivos pela ação da Seleção Natural, exemplificando com a camuflagem, coloração de aviso e o mimetismo (BAHIA, 2015, p.19).

Não obstante o reconhecimento de seu papel central no currículo escolar de Biologia, a evolução ainda é assunto conflituoso, envolvendo resistências ao poder e ao controle do Estado no âmbito escolar. Ela tem sido negligenciada no Ensino Médio por razões intrínsecas e extrínsecas aos professores de biologia, a exemplo da falta de conhecimento devido sobre natureza da ciência, e o próprio currículo escolar, que tem sido influenciado fortemente pelo criacionismo, respectivamente. A influência desse movimento tem sido considerada uma ameaça²¹ à educação científica, especialmente se a biologia avolutiva não for considerada como tema fundamental do currículo nacional. Isso deve resultar numa falta de contato com a evolução que poderá dificultar a educação científica dos estudantes, e professores com falta de treinamento em tópicos centrais da disciplina, repercutindo em suas aulas (SILVA et al., 2018).

Os próprios PCNEM (1988) sugerem cautela aos professores ao abordarem o tema da origem da vida:

O aprendizado da Biologia deve permitir a compreensão da natureza viva e dos limites dos diferentes sistemas explicativos, a contraposição entre os mesmos e a compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas para tudo, sendo uma de suas características a possibilidade de ser questionada e de ser transformada (BRASIL, 1998, p. 14).

O mais recente documento educacional brasileiro é a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), que apresenta caráter normativo e define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica (BRASIL, 2019). A BNCC é referência nacional para a formulação dos currículos dos sistemas e das redes escolares dos estados, do distrito federal e dos municípios, e das propostas pedagógicas das instituições escolares. Nesse documento, as

²¹ Um exemplo dessa ameaça ocorreu no Brasil quando o projeto de lei PL8099/2014 “introdução dos conteúdos de criacionismo nos currículos de escola pública e privada” (<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=777616>) foi apresentado em 13 de novembro do ano de 2014 por uma das maiores representatividades do Congresso Federal, formada por deputados evangélicos. Atualmente este projeto encontra-se em tramitação na Mesa Diretora da Câmara dos Deputados.

competências e as habilidades de Biologia aparecem incorporados à área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias junto com as da Física e da Química. Nessa área, propõe-se que os estudantes avaliem a complexidade de processos relativos à origem e à evolução da vida na Terra, mas não é feita qualquer menção a respeito de quais perspectivas, modelos, ou teorias deveriam referenciar esse trabalho.

A BNCC propõe como uma das competências específicas das Ciências da Natureza no Ensino Médio analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da vida, da Terra e do cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis. Sobre tal competência encontra-se descrito:

[...] podem ser mobilizados conhecimentos conceituais relacionados a: origem da Vida; evolução biológica; registro fóssil; exobiologia; biodiversidade; origem e extinção de espécies; políticas ambientais; biomoléculas; organização celular; órgãos e sistemas; organismos; populações; ecossistemas; teias alimentares; respiração celular; fotossíntese; neurociência; reprodução e hereditariedade; genética mendeliana; processos epidemiológicos; espectro eletromagnético; modelos atômicos, subatômicos e cosmológicos; astronomia; evolução estelar; gravitação; mecânica newtoniana; previsão do tempo; história e filosofia da ciência; entre outros (BRASIL, 2019, p.556).

E entre as habilidades referentes a tal competência:

Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente (BRASIL, 2019, p. 557).

A forma como a BNCC trata as competências e as habilidades a serem alcançadas pelos estudantes a partir do tema evolução e diversificação da vida relativiza o papel central da teoria darwinista no currículo escolar ao não mencioná-la em nenhuma seção do texto²². Tal omissão pode dar margem a que outra(s) forma(s) de pensar sobre esse tema ocupe(m) o lugar central que o darwinismo ainda ocupa na biologia, e que apresente(m) papel privilegiado na estrutura dos currículos regionais dessa disciplina.

As influências de múltiplas visões de mundo de estudantes e professores, relacionadas às suas distintas matrizes socioculturais, têm sido associadas a dificuldades de ensinar e aprender a

²² O único trecho da BNCC em que a palavra “darwinismo” aparece é para fazer referência ao Darwinismo Social como conhecimento conceitual para investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade (BRASIL, 2019, p. 559).

teoria evolutiva em muitos países. Diversas interpretações sobre a origem da vida têm sido identificadas em sala de aula, por exemplo: a associação do surgimento do homem e da mulher às figuras bíblicas de Adão e Eva, assumindo-se a intervenção divina na origem da espécie humana; a tendência de compreender o processo evolutivo como direcionado a algum estado final e associado à noção de progresso, de modo que a mudança evolutiva obedece a fins predeterminados; a suposição de que a mudança evolutiva é consequência da mudança individual, e não populacional; a visão da mudança evolutiva baseada nas necessidades do organismo e no uso e desuso (BIZZO, 1994; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 2009; BARDAPURKAR, 2008; DORVILLE, 2008; KAMPOURAKIS; ZOGZA, 2008; SOUTHERLAND et al., 2001; PASSMORE; STEWART, 2002; BISHOP; ANDERSON, 1990). Estas dificuldades devem impor limites à percepção pública da ciência como um todo, sendo a teoria evolutiva apenas aquela mais notadamente suspeita (RUDOLPH; STEWART, 1998).

Ainda no campo de produção do conhecimento, quando foi apresentada na segunda metade do século XIX, a teoria de Charles Darwin teve dificuldades de recepção na própria comunidade científica, na qual surgiram críticas à sua inquietação com necessidades metafísicas da comunidade científica à época como noções de planejamento inteligente e propósito no mundo vivo (RUSE, 1979) e, à aparente irregularidade metodológica do seu trabalho, que para muitos lançou dúvida quanto à validade de suas conclusões.

Uma das principais críticas foi dirigida à abordagem filosófica darwinista como um todo, a qual se baseou em explicações estritamente naturalistas para a origem e diversidade dos organismos, vista por muitos como um materialismo perigoso, por eliminar a agência divina da história da vida na Terra. Esta abordagem também repercutiu no entendimento do lugar do ser humano na natureza, na medida em que se contrapõe à ideia de que ele seria superior aos demais seres vivos, que teriam sido criados para servi-lo (RUDOLPH; STEWART, 1998). De modo geral, a rejeição da teoria darwinista, em virtude de conflitos com a visão de mundo de estudantes (*e.g.*, baseadas em valores das religiões cristãs), pode explicar a persistência de dificuldades por parte dos alunos para resolver problemas e interpretar fenômenos biológicos em termos darwinistas (COBERN, 1994; SMITH, 1994; SEPULVEDA; EL-HANI, 2006; BIZZO, 1994; ALTERS; NELSON, 2002).

Outra crítica ao trabalho de Darwin pela comunidade científica da época tem relação com a natureza da ciência que caracterizou o seu trabalho, em comparação com aquela praticada

pelos então naturalistas, especialmente os físicos, que buscavam demonstrar a validade das suas leis levantando previsões que poderiam ser confirmadas por experimentação direta. Foi com este modelo de ciência que Darwin teve sua teoria confrontada, a qual, diferente daquelas dos físicos, era probabilística e baseada em tendências no mundo vivo, dependendo de contingências do passado e da indeterminação do futuro (HULL, 1973).

Tomando-se estes fatos como referência, a história da biologia pode contribuir para a pesquisa educacional ao fornecer uma melhor compreensão das condições intelectuais passadas que impediram a aceitação científica do darwinismo - condições que, por várias razões, persistiram ao longo do tempo e podem influenciar as concepções dos estudantes de modo a tornar o entendimento da evolução difícil atualmente (RUDOLPH; STEWART, 1998).

As lições que podemos tomar a partir da recepção da teoria de Darwin envolvem o reconhecimento da pouca equivalência entre os compromissos ontológicos e epistemológicos dos programas de pesquisa de muitos cientistas e os de Darwin a respeito da história da vida na Terra, bem como as diferentes formas de se empregar novos conceitos nesta investigação. Na visão de longo prazo da história, a compreensão dos compromissos darwinistas é relativamente recente e não totalmente completa, especialmente fora do campo de Biologia evolutiva, onde ideias remanescentes (*e.g.* evolução linear e essencialismo) ainda representam dificuldades de entendimento sobre a história evolutiva por parte dos estudantes, e indicam necessidades fundamentais a serem examinadas pela educação. Outras necessidades estão relacionadas com a interpretação de conceitos centrais que estruturam a teoria darwinista. Por exemplo, os conceitos de adaptação, sobrevivência e reprodução diferenciais, e herança, que se tornam mais difíceis de aprender quando há tensões entre o modo como os estudantes os concebem e o significado que apresentam na ciência, em especial quando estas tensões estão relacionadas a compromissos ontológicos distintos (FERRARI; CHI, 1998; CHI 1992, 1997, CHI et al., 1994).

Para superar tais dificuldades na compreensão de conceitos científicos, Rudolph e Stewart (1998) afirmam que é necessária uma reavaliação da visão dos estudantes sobre a natureza da ciência, dando acesso a um melhor entendimento sobre o papel dos compromissos ontológicos no desenvolvimento da ciência. Assim, muitos autores propõem que é preciso ensinar sobre o que é ciência e como ela é praticada, quais métodos a ciência emprega, como teorias são construídas e qual seu papel na ciência, e como compromissos ontológicos se relacionam com esses aspectos antes de introduzir conteúdos de biologia evolutiva

(AKERSON; VOLRICH, 2006; APAYDIN; SÜRMELE, 2009; SINATRA, et al. 2003; DAGHER; BOUJAOUDE, 1997).

Almeida (2012) propõe que em abordagens introdutórias à evolução é preciso considerar a possibilidade da presença contextualizada de outros sistemas explicativos, de forma a interagir com outras áreas do conhecimento, como história, antropologia, filosofia, sociologia, psicologia, artes, contribuindo para a compreensão das diferenças metodológicas entre ciência e as demais esferas do conhecimento, e das possibilidades de um diálogo entre elas. Entre os sistemas explicativos, Santos (2002) considera pertinente a exposição das explicações dos próprios estudantes a respeito do fenômeno evolutivo, pois permitirá aos professores “elaborar estratégias de ensino mais eficazes” (p.7). Isso porque o aluno sempre traz conhecimentos prévios à sala de aula, os quais representam seus contextos socioculturais, suas realidades, suas histórias de vida, incluindo-se aí visões não científicas, que podem ou não entrar em conflito com a interpretação evolucionista, dependendo, dentre outros fatores, das suas visões e das abordagens dos professores (ALMEIDA, 2012).

O papel do ensino contextual de ciências pode ser enfatizado do ponto de vista de pesquisas sobre a forma pela qual os construtos de ordem afetiva e intencional, incluindo compromissos epistemológicos, interferem no entendimento dos estudantes sobre tópicos controversos, tais como a biologia evolutiva (e.g. DEMASTES et al., 1995; SOUTHERLAND et al., 2001; SINATRA et al., 2003). Sinatra e colaboradores (2003) mostram que estudantes que veem o conhecimento como provisório e sujeito a mudanças, colocando-se receptivos a novos conhecimentos têm maior probabilidade de aceitar explicações científicas sobre tópicos controversos, como a evolução humana. Sinatra e colaboradores (2003) observaram que a falta de abertura dos estudantes à mudança de suas próprias visões pode ser uma barreira ao entendimento da evolução. Esses autores afirmam que “estudantes que estão dispostos a analisar e questionar suas visões – mesmo que não aceitem a validade da teoria evolutiva – podem vir a entender o conteúdo” (p.522).

No ensino de ciências é possível progredir conceitualmente estimulando os estudantes a serem receptivos a novos conhecimentos e, particularmente, a superar posicionamentos totalitários sobre o conhecimento. Moreira-dos-Santos e El-Hani (2017) consideram como posicionamento totalitário aquele cujo indivíduo assume alguma forma de pensar como a única capaz de expressar a verdade sobre tudo o que existe no mundo e inflexibilidade para entender diferentes perspectivas interpretativas - *a priori* tomadas como falsas e como alvo

putativo a ser suprimido. Alternativamente a tal posicionamento, esses autores defendem uma avaliação mais falibilista de nossas próprias crenças, e uma avaliação mais respeitosa da diversidade de crenças dos alunos tanto por alunos quanto por professores. Moreira-dos-Santos e El-Hani (2017) discutem os riscos de se cair em relativismo epistêmico ou absolutismo quando se lida com relações entre ciência e outras perspectivas culturais. O relativismo epistêmico, por um lado, implicaria tanto à ciência quanto à outras posições culturais perda de suas características, ignorando definitivamente suas características sociohistóricas particulares; por outro lado, posições absolutistas (totalitárias) negam qualquer possibilidade de diálogo e cooperação entre aquelas formas de conhecimento.

Diante dos conflitos entre as visões de mundo dos estudantes e as concepções científicas, a alternativa mais apropriada para o professor não seria a tentativa de forçá-los a romper com suas visões de mundo em defesa da “superioridade” do conhecimento científico, mas, sim, a de levá-los a reconhecer e explicitar domínios particulares do discurso em que as concepções científicas e suas ideias têm, cada qual em seu contexto, validade (COBERN, 1996). Além disso, os professores devem promover a seus estudantes o entendimento crítico e engajado da ciência, o qual os levaria a utilizar o conhecimento científico para resolver problemas para os quais o conhecimento construído forneça respostas apropriadas (MOREIRA-DOS-SANTOS; EL-HANI, 2017) .

Tal abordagem de ensino de ciências representa um modelo de educação culturalmente sensível, que privilegia situações dialógicas nas quais as ideias dos estudantes desempenham papel central durante as interações discursivas, sem perder de vista o objetivo de estimular os estudantes a construir uma compreensão adequada das ideias científicas (EL-HANI; MORTIMER, 2007). Defendemos, pois, essa perspectiva de ensino para compreender evolução frente aos desafios conceituais levantados por pesquisas em ensino de ciências, os quais detalharemos nas seções subsequentes.

A influência de fatores culturais sobre a compreensão da teoria evolutiva e implicações para o ensino

Como vimos na seção anterior, a teoria da evolução é um bom exemplo de que a ciência pode ser interpretada de modos distintos, ao mesmo tempo em que a preparação para sua aplicação em contextos apropriados reivindica uma reflexão crítica sobre a relação entre as culturas – mais especificamente, sobre diferentes visões de mundo – e o conhecimento científico no âmbito escolar. Diante disso, analisamos a seguir a influência do sistema de crenças religiosas

sobre o ensino e a aprendizagem da teoria evolutiva, pois essas crenças ocupam parte das visões de mundo de professores e estudantes, as quais também analisamos na literatura.

A teoria evolutiva emergiu historicamente em um contexto religioso Cristão. Devido a isso, nós focamos nossa discussão em contradições entre pressupostos da teoria darwinista da evolução e as concepções criacionistas associadas à visão de mundo cristão. Nessa visão, o argumento do planejamento (*argument from design*) tem papel importante, afirmando que a natureza exibe um planejamento, o que indica ter sido ela criada por Deus (RUSE, 2004). O Criacionismo corresponde à crença de que Deus criou o universo, incluindo a Terra e os seres humanos, através de uma série de milagres. Uma primeira tensão que identificamos aqui, entre o evolucionismo e o criacionismo, reside no compromisso ontológico, no criacionismo, com a ideia de que um fator além do natural seria necessário para explicar a origem das espécies e suas características, contrapondo-se ao caráter naturalista da explicação evolutiva. Este fator seria Deus, cuja existência e poder constituem, na perspectiva cristã, a última explicação para tudo (KAMPOURAKIS, 2014).

Uma distinção entre as visões criacionistas e evolucionistas reside, pois, na identificação destas últimas como uma forma de materialismo, o qual é frequentemente percebido como amoral, se não imoral. Isso porque o evolucionismo supostamente privaria a vida humana de princípios e valores morais ao apresentar os humanos como animais como quaisquer outros. A consequência é que a teoria evolutiva passa a ser identificada como ateísmo ou materialismo e, por conta disso, muitas pessoas se tornam receosas de suas consequências antes mesmo de terem a oportunidade de saber do que a teoria trata (KAMPOURASKIS, 2014).

A influência de valores e ideias criacionistas, bem como a escassa compreensão conceitual sobre a biologia evolutiva, devem influenciar o ensino e a aprendizagem, podendo também, conforme dito anteriormente, culminar em sua rejeição (GRIFFITH; BREM, 2004; SMITH, 2010; COLEMAN et al., 2015; BISHOP; ANDERSON, 1990; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1991; SETTLAGE, 1994; ALTERS; NELSON, 2002). Maldonado-Rivera (1998) mostraram, por exemplo, que 25% dos professores participantes de seu estudo se recusaram a ensinar evolução porque o tema entrava em conflito com suas crenças religiosas, sendo que aqueles com maior inclinação religiosa tinham maior resistência. Nesse mesmo trabalho, o autor relata que 38% dos participantes consideravam que a evolução não ocorreu; 21% descreveram a evolução como um processo dirigido por Deus; 17% aceitavam o processo evolutivo, mas defendiam a criação especial do ser humano; e, finalmente, 14% afirmaram que a evolução é

um processo natural que ocorre sem a intervenção divina. Em um estudo realizado por Roelfs (1987), apenas 8% dos professores participantes ensinavam os postulados da evolução como parte de uma teoria com validade científica e como um fato.

Outras pesquisas em educação científica também evidenciam a recusa de professores ao ensino da teoria evolutiva, destacando como principais razões os sistemas de crenças religiosas, a pressão e o estresse devido a conflitos e crenças pessoais, relações familiares e com a comunidade (BOUJAOUDE et al., 2011; GRIFFITH; BREM, 2004; GOLDSTON; KYZER, 2009; CHUANG, 2003). Apesar desses resultados, os trabalhos de Deniz et al. (2008), Rutledge e Mitchell (2002) e Vlaardingerbroek e Roederer (1997) afirmam que a aceitação da teoria evolutiva por parte de professores está relacionada ao seu devido entendimento. Professores que aceitam os pressupostos darwinistas da evolução apresentam em comum um modo de entender a natureza que pode ser considerada “mecanística” e “baseada em evidências”, de maneira que tendem a reconhecer o papel de processos evolutivos como a seleção natural, bem como fazem uso de conceitos importantes como “variação genética”, “competição por recursos limitantes” e “sobre-reprodução”. De modo geral, dispensam qualquer explicação religiosa para comunicar suas concepções e sua compreensão sobre evolução (RUTLEDGE; MITCHELL, 2002). A relação entre o entendimento da evolução com sua aceitação entre os professores não significa que esses profissionais não possam ser religiosos. Resultados encontrados por Teixeira e Andrade (2014) mostraram que não existiu uma clara oposição entre a fé religiosa dos professores em relação ao ensino de evolução. Os professores participantes daquela pesquisa afirmaram desenvolver estratégias didáticas para contornar possíveis tensões entre o criacionismo e a teoria evolutiva, de modo que essa última não deixasse de ser ensinada.

Entre os estudantes, os estudos de Sinatra e colaboradores (2003), Ingram e Nelson (2006) e Demastes e colaboradores (1995) mostraram que, entre aqueles com forte inclinação religiosa, a compreensão dos conteúdos relativos à teoria evolutiva não implica sua aceitação. Ainda que os estudantes entendam evolução, é possível que eles não a aceitem, ou que a aceitem baseados em um parco entendimento (DEMASTES et al., 1995). Estes autores defendem que a fraca relação entre entendimento e aceitação de evolução pelos estudantes pode estar

associada ao nível de controvérsia²³ sobre esse tema, assim como com a interação com as crenças religiosas dos estudantes.

Segundo Moreira-dos-Santos e El-Hani (2017) quando lidamos com educação científica é importante considerar as relações entre conhecimento científico e formas culturalmente embasadas de compreender a realidade (a exemplo da religião) encontradas em um determinado contexto social, que podem ser tanto complementares quanto conflitivas. Se não houver conflitos profundos, aceitação e crença tenderão a acompanhar a compreensão dos estudantes sobre as ideias científicas. Mas havendo conflitos, possivelmente esses não serão resolvidos em direção à aceitação das ideias científicas caso não sejam rompidas as convicções dos estudantes sobre suas próprias visões de mundo. Do ponto de vista ético, esse rompimento pode acarretar problemas com a suposição de que o ensino de ciências deve necessariamente se esforçar para ter sucesso na promoção de tal rompimento, já que isso pode muitas vezes equivaler a uma violência simbólica contra os alunos por professores com posturas científicas. Em casos de conflitos culturais profundos, assumir o entendimento como objetivo do ensino de ciências seria suficiente, e a aceitação e crença poderão, ou não, ser uma consequência desse entendimento (COBERN, 1996; SMITH; SIEGEL, 2004; EL-HANI; MORTIMER, 2007).

Um estudo realizado por Dorvillé (2010), com 245 estudantes brasileiros de um curso de Ciências Biológicas de uma universidade pública, apontou que diante da afirmação “todos os seres vivos descendem de uma única forma de vida”, o menor percentual de concordância foi de 18%, que correspondeu a um grupo de evangélicos pentecostais, seguidos de 45,8% por católicos, 59% por participantes sem religião e 61% espiritualistas (Kardecistas e de religião de matriz africana). Alguns exemplos dos argumentos de natureza religiosa por parte do grupo evangélico foram: “Porque eu acredito no criacionismo, e não no evolucionismo”, “não consigo visualizar o homem vindo do macaco”, “não consigo acreditar nessa história de atmosfera primitiva, coacervados, etc.”, “acredito que Deus criou o universo com todas as espécies que hoje existem”. Quanto ao questionamento “a espécie humana surgiu a partir de outra

²³O ponto central de tal controvérsia e a principal razão por trás da não aceitação da teoria evolutiva parecem residir na explicação sobre “a origem dos seres humanos”, cuja visão proposta pela evolução, de que os seres humanos e outros seres vivos evoluíram de um ancestral comum, é considerada incompatível com a visão da Gênese nos livros sagrados (APAYDIN; SÜRMELE, 2009). O fundamentalismo cristão, portanto, mantém o lema bíblico que cada tipo biológico ou espécie teria sido criado individualmente por Deus, há cerca de 6000 anos atrás (NUMBERS, 1992). A pedra fundamental desta visão de mundo é a imutabilidade das espécies e novos tipos, que só poderiam ser criados por Deus, mas nunca por meios naturais (KEHOE, 1995).

espécie?”, apenas 38,5% dos estudantes evangélicos responderam afirmativamente. Por sua vez, entre os estudantes sem religião 92% responderam que sim, entre os espiritualistas 86,7%, e entre os católicos 85%. O autor comenta que a imagem dos evangélicos como um grupo monolítico representa um estereótipo diante da diversidade de modos de condutas e posturas encontrados no interior de uma mesma comunidade religiosa. Contudo, em função de questões doutrinárias e de uma visão de mundo comum, alguns posicionamentos parecem ser mais frequentes nesse grupo, o que não significa que as mediações entre o pensamento religioso e os saberes científicos realizadas individualmente não variem de acordo com as experiências de cada um (DORVILLÉ, 2010).

Resultado similar foi encontrado num trabalho realizado por Sepulveda e El-Hani (2004), ao solicitarem que diferentes grupos de estudantes universitários protestantes (dos tipos Carismático e de Missão)²⁴ de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas discorressem sobre suas concepções de natureza, e caracterizassem estratégias para administrar a convivência entre conhecimento científico e conhecimento religioso em sua visão de mundo. Os dados mostraram que os participantes apresentaram diferentes posicionamentos perante o uso do discurso científico, desde a recusa total e sistemática deste discurso até a sua apropriação em meio à sua visão de mundo teísta.

Apesar de os resultados obtidos indicarem recusa total de certos alunos ao discurso científico, Sepulveda e El-Hani (2004) afirmam que, uma vez que o conhecimento científico passa a apresentar considerável força e alcance entre os estudantes, eles podem não somente querer dominá-lo e utilizá-lo quando considerarem conveniente, como também podem vir a sentir a necessidade de integrá-lo às suas convicções religiosas, criando inclusive, modelos explicativos próprios, que combinam os conceitos e as teorias científicas e o conhecimento religioso. Os dados desse trabalho mostraram que, independente do tipo de protestantismo praticado, um grupo de participantes que não negou o discurso científico o utilizou integrado à suas concepções teístas de criação divina e ação permanente de Deus no mundo natural. Assim, esses estudantes descreveram os sistemas naturais evocando, por exemplo, a noção de que há um propósito na maneira como eles se organizam e nos fenômenos que instanciam. Isso mostra a *força* que a noção cristã de teleologia cósmica²⁵ possui na visão de mundo des-

²⁴ Tipologias de classificação das denominações protestantes do Centro Ecumênico de Documentação (SILVA, 1998).

²⁵ A crença em uma teleologia cósmica, fortemente associada ao credo judaico-cristão, consiste na ideia de que há um princípio finalístico no universo, o qual é responsável pela ordem e harmonia observadas no seu funcio-

tes alunos, sendo integrada, contudo, a alguns conceitos científicos. Os modelos explicativos da ciência são vistos, frequentemente, por estudantes protestantes com visões de mundo compatíveis com a ciência como contribuições que tornam mais claras certas questões que se encontram implícitas e subentendidas no texto bíblico, enriquecendo e sofisticando as visões que eles apresentavam antes da apropriação do conhecimento científico, baseadas apenas no conhecimento bíblico (SEPULVEDA, 2004; EL-HANI; SEPULVEDA, 2010).

Os exemplos acima nos mostram que a compreensão de conhecimentos científicos pode interferir na sua aceitação pelo indivíduo. Contudo, a integração desses conhecimentos científicos a conceitos prévios para formular explicações próprias, por meio da aprendizagem escolar, pode ocorrer desde que haja negociação de significados entre pontos de vista, visões de mundo e ideologias implicadas no discurso da ciência escolar e no discurso do aluno, especialmente daqueles comprometidos com sistemas de conhecimento diferentes da ciência ocidental moderna. Além disso, é necessário que os professores reconheçam no discurso cotidiano possíveis estratégias dos estudantes para apropriarem-se do discurso científico (SEPULVEDA; EL-HANI, 2004; MORTIMER; EL-HANI, 2014). Dessa maneira, na aprendizagem de ciências deve haver espaço para vinculações semânticas entre eventos, objetos e pessoas, já que nesse percurso os estudantes estão sujeitos a um processo no qual devem apropriar-se de uma segunda cultura (COBERN, 1996), o que significa vir a compreender uma nova visão de mundo, ainda que não necessariamente venha a adotá-la.

Compreender evolução requer o reconhecimento do valor das evidências que a sustentam, e a interrelação entre as ideias que a constituem. Dificuldades para a compreensão da teoria darwinista decorrentes do modo como estudantes entendem a natureza da ciência, especialmente no que diz respeito ao apoio da teoria por evidências, foram identificadas na visão de um grupo de estudantes investigados por Dagher e BouJaoude (2005), para os quais, na medida em que a evolução não pode ser provada por experimentação direta, ela permanece como uma teoria apenas, e não uma lei, e não seria então capaz de fazer previsões sobre o futuro evolutivo das espécies. Similarmente, Smith (2010) alega que frequentemente os alunos têm uma concepção de ciência como uma atividade estritamente experimental, o que dificulta o entendimento da teoria da evolução. Isso implica que os estudantes investigados tanto por Dagher e BouJaoude (2005) quanto por Smith (2010) enxergam um único caminho

namento. No bojo desta concepção, postula-se ainda que a evolução cósmica ocorre com base em um 'plano' estabelecido pelo criador, que a orientaria em direção a uma perfeição progressiva.

para o desenvolvimento da ciência, através do qual a biologia evolutiva deveria percorrer para ser reconhecida como proponente de uma teoria válida.

Lombrozo, Thanukos e Weisberg (2008) alegam que reconhecer o peso de uma evidência implica compreender que ela pode resultar de métodos diversos, inferências e interpretações para sustentar uma teoria, a qual pode se conectar com a evidência indiretamente, por meio de outras teorias intermediárias e hipóteses auxiliares. Muito do que se conhece sobre os processos evolutivos foi construído com base em observações, pesquisas em museus, análise de registros fósseis e também através de estudos experimentais, por exemplo, em biologia molecular, ao longo de muitos anos por um grande número de pesquisadores (LOMBROZO; THANUKOS ; WEISBERG, 2008). Uma diversidade de práticas epistêmicas resultou, pois, em um conjunto crescente de evidências que fornece apoio ao papel de uma série de processos no curso da evolução. Diante dos achados discutidos acima, pode-se concluir que um entendimento apropriado sobre a natureza da ciência é crucial para a compreensão de teoria evolutiva.

Por fim, Lederman (1992) afirma que a busca de uma concepção aceitável sobre a natureza da ciência deve considerar particularidades de diferentes campos do conhecimento científico, o que evitaria a imposição de determinado modelo de ciência a professores e alunos. Lederman afirma, ainda, que o trabalho de educação científica deve ser orientado no sentido de considerar as mudanças de concepções sobre ciência ocorridas ao longo do tempo e as diferenças e particularidades dessas concepções nas diversas áreas do conhecimento. Nesse sentido, destaca-se o papel dos professores (MATTHEWS, 1994), o dos formadores de professores e dos cientistas que participam da formação de professores, na construção de um entendimento próprio sobre a natureza da ciência pelos estudantes, bem como no incentivo ao desenvolvimento de explicações razoáveis sobre a realidade, e de justificativas para as escolhas teóricas adotadas nessas explicações.

A visão de mundo dos estudantes ganha relevância para a aprendizagem na medida em que, para que idéias científicas sejam aprendidas de modo significativo, elas devem encontrar um nicho em sua visão de mundo, adquirindo significado em seu contexto, e não apesar dela (COBERN, 1996). Portanto, a compreensão das relações entre educação científica e as culturas das quais se originam os estudantes reforça a necessidade de que os professores investiguem e compreendam quais conhecimentos sobre o mundo os estudantes trazem consigo para os contextos de ensino e aprendizagem (BAPTISTA; EL-HANI, 2009).

Várias pesquisas em ensino de evolução têm mostrado um conjunto de fatores de ordem afetiva e epistemológica que contribuem para visões de mundo anti-evolucionistas (ALTERS; NELSON, 2002; BISHOP; ANDERSON, 1990; LAWSON; WORSNOP, 1992; SINATRA et al., 2003; SOUTHERLAND et al., 2001). Kampourakis e Zogza (2008) investigaram a compreensão de estudantes de ensino secundarista (14-15 anos) sobre conceitos evolutivos importantes, como descendência comum e seleção natural, quando mobilizadas para explicar as causas de homologias e adaptações. Nesse trabalho, 40 dos 98 estudantes apresentaram explicações evolutivas para as similaridades morfológicas entre espécies. Contudo, os autores afirmaram que este grupo de estudantes entende que há uma possível relação de parentesco entre as espécies, não mostrando propriamente uma compreensão do conceito de descendência comum.

Kampourakis e Zogza (2008) concluíram que pode ser fácil para muitos estudantes acomodarem o conceito de descendência comum, desde que eles já tenham tal noção em mente (muito provavelmente, a noção de parentesco familiar, e não de parentesco evolutivo). Nesse caso, o uso do pensamento antropomórfico²⁶ pode conduzir os estudantes a atribuírem alguma relação de parentesco aos organismos.

A respeito das explicações dos estudantes sobre a origem das adaptações, Kampourakis e Zogza (2008) relatam variações entre concepções que eles classificaram como teleológicas, biológicas focadas em causas próximas²⁷ e biológicas focadas em causas evolutivas. Quanto

²⁶ A ideia de antropomorfismo está relacionada a uma visão teleológica, na qual uma intenção consciente humana é atribuída ao produto da seleção natural ou ao próprio processo em si. Subjazem a ela concepções intuitivas de que os organismos se comportam de modo a alcançar, em longo prazo, o bem estar da sua própria espécie. Algumas metáforas associadas a adaptações, como as de que elas seriam “inovações”, “invenções”, “soluções” etc., podem estar associadas a visões antropomórficas (GREGORY, 2009), uma vez que a abordagem antropomórfica explica estruturas e processos biológicos por comparação ou analogia a intervenções tipicamente humanas (COLEY; TANNER, 2015). O antropomorfismo, ao auxiliar a construção de uma ideia sobre o parentesco evolutivo capaz de aproximar a compreensão do estudante do modo de pensar segundo o darwinismo, mostra como o pensamento teleológico pode ser empregado na perspectiva do modelo de perfis conceituais.

²⁷ Causas próximas estão relacionadas a explicações causais atribuídas a fatores sistêmicos dos indivíduos, ou seja, à fisiologia, enquanto causas distantes ou remotas estão relacionadas à história evolutiva das espécies. Esta distinção foi formulada por Ernest Mayr (1961), na proposição de uma distinção entre biologia funcional, que estuda as causas próximas e propõe respostas para questões do tipo “Como?”, e biologia evolutiva, que estuda causas remotas e propõe respostas a questões do tipo “Por quê?”. Contudo, a dicotomia entre causas próximas e causas remotas tem sido questionada (e.g. LALAND et al, 2011; CALCOTT, 2013; LALAND et al, 2013) e um dos principais argumentos é a defesa de uma causalidade recíproca, na qual eventos ocorridos na ontogênese do organismo teriam efeitos evolutivos. Isso aconteceria quando organismos realizam atividades que alteram as pressões seletivas que atuam sobre uma população e a pressão seletiva (por meio de fatores ecológicos) agiria de volta sobre os organismos, caracterizando a reciprocidade. Caponi (2013) crítica a compreensão da ideia de pressão seletiva, alegando que a pressão seletiva só existe de fato quando um fator ecológico promove diferenças de sucesso reprodutivo entre os indivíduos de uma população, levando à alteração de suas proporções gênicas.

menos informações eram apresentadas aos estudantes, maior a frequência das concepções teleológicas (as quais explicaremos em maior detalhe na próxima seção), e, quanto mais informações eram dadas, mais explicações por causas próximas e evolutivas ocorriam. Por fim, quanto mais informações eram fornecidas para os estudantes, mais naturalistas e menos sobrenaturais eram suas explicações (KAMPOURAKIS; ZOGZA, 2008).

Outras pesquisas envolvendo concepções dos estudantes em relação à evolução mostraram a presença da ideia de que o ambiente por si só causa mudanças nos traços biológicos ao longo do tempo, não levando em consideração o papel de mutações gênicas, da recombinação genética e mesmo da seleção natural. Alters e Nelson (2002) afirmam que os estudantes por eles investigados não conseguiam distinguir entre processos responsáveis pelo aparecimento de características e pela manutenção de características numa população. Segundo esses autores, os estudantes têm dificuldade de compreender que o ambiente afeta a sobrevivência dos traços *depois* que eles surgem na população. Ao invés disso, tendem a acreditar que o ambiente age sobre o organismo para produzir a mudança.

Desse modo, muitos estudantes atribuem a mudança evolutiva à necessidade do organismo de mudar em resposta às exigências do meio e/ou ao uso e desuso das estruturas e, nesse caso, como consequência, à herança de caracteres adquiridos. Os estudantes tendem, portanto, a usar o termo “adaptação” não com seu significado técnico, mas com seu significado cotidiano, referindo-se a processos de alteração individual de traços por meio de esforços dos próprios organismos, que resultariam em padrões de uso e desuso, em resposta a necessidades particulares, de maneira análoga a como o treinamento regular deliberado em uma academia, por exemplo, resulta em crescimento muscular (DIJK; REYDON, 2010). Em estudo realizado com professores de biologia em formação, Nehm e Schonfeld (2007) mostraram que estes apresentavam concepções que apontavam para o “uso e desuso” dos traços biológicos como responsáveis pela sua manutenção, de acordo com a necessidade do organismo, sendo o ambiente a causa da mudança evolutiva. Mais especificamente, mais de 25% dos professores

Uma vez que uma pressão seletiva tenha agido por tempo suficiente para que não exista mais variação a ser selecionada, a própria pressão deixa de existir, ainda que o fator ecológico permaneça inalterado. Nesse sentido, Carvalho (2016) afirma que a reprodução (um fenômeno tradicionalmente entendido como uma causa próxima) levará ao fim da pressão seletiva (um fenômeno tradicionalmente entendido como uma causa última) tão logo toda a população seja composta por seus descendentes e não houver mais variação a ser selecionada. Assim, todo e qualquer fenômeno evolutivo será influenciado por fenômenos tradicionalmente entendidos como causas próximas (CARVALHO, 2016).

estudados empregaram argumentos baseados no “uso e desuso” ou na “necessidade” para explicar a evolução.

A ideia de que o uso e desuso de uma característica ou uma estrutura pode ocasionar mudanças evolutiva, também é comum nas explicações dos estudantes sobre o fato de órgãos considerados desnecessários se tornarem vestigiais ou eventualmente desaparecerem (GREGORY, 2009). Contudo, a teoria darwinista reconhece muitas razões para a perda de traços complexos, algumas delas envolvendo diretamente a seleção natural, mas nenhuma delas sendo baseada no desuso e na herança de caracteres adquiridos (JEFFREY, 2005; ESPINASA; ESPINASA, 2008). Ideias de evolução baseados em herança de caracteres adquiridos comprometem o entendimento do conceito de adaptação, porque, segundo eles, os traços são modificados em uma geração e aparecem em sua forma alterada na próxima independentemente da seleção natural. Tais ideias ignoram o papel da mutação e da recombinação genética na compreensão da origem das novas variações (GREENE 1990; CREEDY, 1993; MOORE et al. 2002). Assim, a evolução passa a ser vista pelos estudantes como um processo que age sobre a espécie como um todo, enquanto a variação entre os indivíduos da população, que constitui a matéria-prima da evolução, é negligenciada (ALTERS; NELSON, 2002). Nesse caso, as espécies são vistas como um “tipo” único, ou uma “essência comum”, sendo as variações individuais concebidas como desvios anormais e irrelevantes do tipo (SCHTULMAN, 2006).

De acordo com Alters (2000) e Bardapurkar (2008), a crença de que as espécies são uniformes leva a uma visão de adaptação “transformacional”, segundo a qual a população como um todo se transforma na medida em que se adapta. Essa crença contraria o entendimento “variacional” da seleção natural, característico da teoria darwinista, que postula que o que se altera é a proporção de variantes dentro da população, e não os organismos individuais simultaneamente. Bishop e Anderson (1990) mostraram que os estudantes por eles investigados frequentemente assumiam que a mudança adaptativa das populações e das espécies consiste em um processo único, que ocorre ao nível do organismo, ao invés de enxergar a adaptação como resultado de processos que causam variações dentro das populações – mutações e recombinação genética – tendo um processo seletivo agindo sobre as características dos indivíduos. Resultados semelhantes foram obtidos por Brumby (1984), mostrando que os estudantes confundem mudanças (as quais chamam de “adaptações”) dentro do período de existência de um indivíduo com mudanças em populações selecionadas ao longo de gerações. Similarmente, Halldén (1988) afirma que os estudantes por ele investigados

pareciam conceber o processo de adaptação como se consistisse em mudanças graduais em traços dos indivíduos ao longo de gerações, ao invés de mudanças em proporções de indivíduos com certos traços dentro de uma população.

Para os professores, é um objetivo estratégico importante para o ensino de evolução o desenvolvimento do pensamento populacional pelos estudantes, focando nas diferenças individuais entre os organismos dentro de uma população e em seu papel na evolução. Discutir visões contrastantes das populações biológicas (ênfatisando similaridades entre os membros de uma população, ao invés de enfatizar variação) pode tornar os estudantes e professores em formação predispostos ao pensamento essencialista, o qual leva a uma visão da natureza das populações biológicas equivocada, de uma perspectiva científica (DIJK; REYDON, 2010).

No pensamento darwinista, a adaptação é entendida como uma propriedade da população, e não do indivíduo (SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2013). Nesse sentido, uma característica só pode ser chamada de adaptação após ter-se tornado prevalente na população ao longo de um processo histórico de seleção natural, tendo em vista seu papel vantajoso para a sobrevivência e reprodução dos organismos na população. Se a adaptação for apenas definida pela utilidade corrente de um traço, e nenhuma informação for dada aos estudantes sobre os processos históricos pelos quais o traço se tornou prevalente na população, eles tenderão, provavelmente, a inferir que existe propósito na natureza (KAMPOURAKIS, 2011a).

A evolução das espécies é um processo histórico cuja ocorrência está associada a condições ancestrais particulares do meio. Os estudantes não devem aprender simplesmente, por exemplo, que a resistência a antibióticos é uma adaptação das bactérias porque favorece sua sobrevivência e reprodução em um ambiente particular. Eles precisam aprender como isso aconteceu, situando a evolução da resistência na história de uma linhagem bacteriana. É necessário ensiná-los que não é uma bactéria individual que se adapta a antibióticos, mas que dentro de uma determinada população bacteriana, já havia alguns variantes resistentes que prevaleceram e se reproduziram com maior sucesso do que outras variantes, enquanto os indivíduos que não possuíam a característica de resistência ao antibiotico tenderam a desaparecer ao longo das gerações da linhagem bacteriana (BEATTY, 2006; KAMPOURAKIS, 2011a).

Muitos dos conceitos fundamentais da ciência, a exemplo daqueles associados à seleção natural, são negligenciados ou mal compreendidos, mesmo quando individualmente esses conceitos parecem relativamente claros, quando é necessário combiná-los há dificuldade, mesmo quando individualmente esses conceitos parecem relativamente claros, a exemplo de adaptação, parentesco, herança, intencionalidade, variação etc. (GREGORY, 2009). Sepulveda e El-Hani (2014) propõem uma interpretação das dificuldades de aprendizagem do conhecimento evolutivo e dos desafios de promover sua interpretação a partir do diálogo entre a filosofia da biologia e uma abordagem sociocultural da aprendizagem. A partir desta perspectiva, aprender ciência consiste em aprender a usar uma linguagem conceitualmente especializada para ler, escrever, resolver problemas e desempenhar atividades práticas, não se restringindo apenas a dominar definições de conceitos, mas também aprendendo como combinar os significados dos diferentes termos de acordo com os modos aceitos de falar na ciência.

Assim, Sepulveda e El-Hani (2014) lançam mão de um diagrama temático²⁸ (LEMKE, 1999) como forma de avaliar a apropriação da linguagem da ciência escolar, mais especificamente, do modo darwinista de falar sobre adaptação, em narrativas produzidas por estudantes para explicar fenômenos de mudança adaptativa. O diagrama foi construído a partir de narrativas de livros didáticos de biologia do ensino médio que explicavam mudanças adaptativas, em seguida itens temáticos foram selecionados e as relações semânticas mais recorrentes eram estabelecidas, elegendo-se então os itens e as relações compatíveis com análises epistemológicas da explicação seletional.

O processo criativo da seleção natural pôde ser melhor compreendido, segundo Depew (2013), a partir da Síntese Moderna da Evolução, a qual teria revitalizado o darwinismo após a revolução da probabilidade²⁹ na ciência (GIGERENZER, 1990). Uma figura seminal desse movimento foi o estatístico Ronald Fisher que considerou o *fitness* como uma medida não de taxa de mortalidade diferencial, mas de contribuição genética às próximas gerações medida

²⁸ Na interpretação de Lemke (1999), pode-se dizer que o professor e os alunos estejam de fato falando ciências em sala de aula caso os termos conceituais de um dado campo do conhecimento científico estejam sendo combinados semanticamente ao longo do diálogo de modo semelhante a como se encontram relacionados em livros didáticos de ciências (considerando-se a ciência escolar) ou na linguagem de cientistas profissionais.

²⁹ A revolução da probabilidade refere-se ao registro de todo o conhecimento científico, da dimensão subatômica à social, em termos estatísticos. Não se trata simplesmente de usar a estatística e a probabilidade para reconhecer o valor objetivo de variáveis, como na então chamada “lei do erro”. Trata-se de definir os objetos de uma ciência como um conjunto estatístico que possa ser alcançado por probabilidades calculáveis. Nem todos ou cada um dos membros de uma população terão uma certa propriedade, mas o conjunto terá (DEPEW, 2013).

por taxas de natalidade diferenciais de populações intimamente relacionadas que possuem variações sutis.

Utilizando mecanismos estatísticos e termodinâmicos como modelo – a seleção natural atua probabilisticamente sobre diferenças de *fitness* de vários genótipos em populações que se cruzam livremente da mesma forma que a entropia age sobre diferenças de energia em conjuntos de átomos e moléculas, mesmo se ela se mover em direções opostas (FISHER, 1930, pp. 36-37) – Fisher demonstrou com bases puramente probabilísticas que os genótipos distribuídos nas populações não são conduzidos ao *fitness* médio espontaneamente (DEPEW, 2013). Eles permanecem distribuídos nas populações até serem afetados pela seleção natural e por outros processos. Similarmente, as mutações genéticas com pequenos efeitos sobre os fenótipos podem ser impulsionadas através da intensa reprodução caso incrementem, ainda que sutilmente, a média reprodutiva das populações. Assim, Fisher alegou que a seleção natural, a qual ele definiu como retenção diferencial de variações genéticas aditivas, adapta populações aos ambientes numa taxa diretamente direcionada á quantidade de variação aditiva que as populações contenham (FISHER, 1930, p.36).

A analogia entre a física estatística e a seleção natural construída por Fisher (1993) teria transformado a ideia de pressão populacional malthusiana em uma interpretação especialmente limitada da evolução por seleção natural, e abriu um espaço conceitual em que a morte diferencial poderia ser substituída pela reprodução diferencial como uma medida de comparação de *fitness* (GAYON, 1995). Nesse sentido, de acordo com a nova perspectiva conceitual da seleção natural a partir dos princípios da genética de populações, a “ameaça de morte violenta” não é mais vista como algo iminente sobre os seres vivos como interpretado nas formas anteriores do darwinismo. Além disso, tudo que é necessário para que a reprodução diferencial ocorra é que uma sub-população tenha alguma pequena vantagem reprodutiva sobre outra (DEPEW, 2013).

Por fim, a reformulação do darwinismo original a partir dos princípios da genética de populações permitiu perceber como a combinação de fatores, como seleção natural, mutação, fluxo gênico e deriva, podem propelir genótipos variantes nas populações de modo que nos permita dizer que os genótipos favoráveis não só produzem bons efeitos, mas são bem sucedidos porque têm bons efeitos adaptativos e não meramente porque sua frequência aumentou. Consequentemente, esses fatores nos permitem conceber o que Darwin algumas vezes concebeu: uma forma modesta completamente natural de teleologia biológica. Essa abordagem torna a

seleção natural tão criativa quanto Darwin a considerou sem flertar com analogias de projeto ou forças que causariam a morte dos organismos (DEPEW, 2013).

O pensamento teleológico e sua legitimidade no ensino de evolução

O termo “teleologia”, em latim, foi introduzido pelo filósofo alemão Christian Wolff, em 1728, para se referir à parte da filosofia natural que explicaria os fins das causas (OWENS, 1968; LENNOX, 1992). Em outras palavras, a teleologia refere-se a um modo de pensar sobre um dado fenômeno em termos de seu objetivo ou finalidade, para os quais ele contribui (EVANS, 2008; ARIEW, 2007; WALSH, 2008; ROSENBERG ; MCSHEA 2008). No domínio das ciências biológicas, a teleologia é caracterizada pela referência às noções de “função”, “propósito”, “objetivo”, sendo também reconhecida por expressões como “papel de” e “contribuir para” (CARMO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2012). Logo, enunciar a função, o objetivo ou o propósito de uma estrutura ou do comportamento de algum ser-vivo, num dado contexto, é oferecer uma explicação teleológica para aquela estrutura ou comportamento (CARMO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2016).

Diversos filósofos têm defendido na literatura o caráter indispensável da linguagem teleológica para a Biologia, apesar das controvérsias que o uso de tal linguagem continua a suscitar na comunidade de filósofos e da sua rejeição por pesquisadores em ensino de Biologia (ver GODFREY-SMITH, 1999; ALLEN et al., 1998; McLAUGHLIN, 2001; ARIEW et al., 2002; CAPONI, 2003; PERLMAN, 2004; WOUTERS, 2005; ZOHAR ; GINOSSAR, 1998). A grande tensão causada pelas explicações teleológicas sobre os sistemas biológicos parece estar centrada no fato de que as mesmas implicariam conflitos com a causalidade físico-química (Ver FERREIRA, 2003), tendo seu lugar ameaçado na metafísica moderna devido ao seu forte compromisso com pressupostos de natureza teológica e vitalista até o fim do século XIX. Nesse contexto, o trabalho de Darwin, que consistiu numa importante contribuição para os fundamentos das ciências biológicas, teria reacendido a importância da teleologia na biologia, ao construir as bases para apelar para esse tipo de expressão desde um ponto de vista que não se compromete com pressupostos teológicos ou vitalistas.

Assim, Darwin não eliminou a teleologia da biologia, mas a naturalizou – através do mecanismo da seleção natural -, separando de forma perspicaz o teleológico do teológico, que antes eram irmãos siameses (cf. CAPONI, 2003; REGNER, 2006). Todavia, mesmo essa contribuição de Darwin não foi suficiente para desfazer um dilema dos biólogos com relação

à teleologia. De um lado, ainda se teme a associação de um discurso teleológico na biologia com posições teológicas, vitalistas ou antropomórficas, enquanto, de outro, percebe-se que muito se perderia em termos explicativos e heurísticos se a linguagem teleológica fosse posta de lado nessa ciência (e.g., TAYLOR, 1964; WRIGHT, 1973; MAYR, 1982, 1988).

Segundo Carmo, Nunes-neto e El-Hani (2012), o que há de distintivo nas explicações teleológicas na biologia em oposição às explicações causais físicas, reside no domínio da linguagem, não no domínio dos fenômenos em si. Quando usamos uma explicação teleológica no domínio da biologia, não estamos nos pronunciando sobre a ordem de eventos no mundo — e assim, supostamente, violando o princípio de causalidade — mas em vez disso, estamos usando um modo de linguagem próprio das ciências biológicas, que nos permite obter compreensão, de uma maneira que se mede pela satisfação intelectual gerada. Ruse (2002), defensor de tal abordagem, propõe que a linguagem e o pensamento teleológicos são poderosos para o enfrentamento dos problemas que a biologia evolutiva se propõe a responder, os quais são diferentes daqueles das ciências físicas.

Para Ruse (2000), a teleologia tem lugar na biologia evolutiva a partir do fato de que as adaptações podem ser vistas como se apresentassem “design”, à semelhança de artefatos humanos. Tal percepção o fez propor a “metáfora do desenho” para explicar a adequação de uma linguagem teleológica na biologia evolutiva. Nesse sentido, as adaptações sendo explicadas a partir de um mecanismo de seleção natural, corresponderiam a entidades produzidas por seleção natural, mas a razão pela qual a linguagem teleológica é apropriada não se deve ao fato de a seleção natural figurar como fator causal, mas sim por ela produzir entidades que aparentam ter sido projetadas, ou seja, apresentam “design”^{30;31} (LAKOFF; JOHNSON, 2002). Logo, Ruse (2000, 2008) alega que a metáfora do desenho é constitutiva das explicações darwinistas – (considerando-se que os traços dos organismos possam parecer concebidos com caráter adaptativo) e que a linguagem teleológica na biologia não está relacionada a uma questão ontológica, mas sim a uma questão de perspectiva: a adaptação dos

³⁰ Para Ruse (2008), a vinculação de metáforas à biologia é inevitável para explicar a adaptação, porque explicações que se baseiam exclusivamente em fatos do passado só podem ser reconstruídas retrospectivamente depois de terem sido pensadas metaforicamente. Nesse sentido, alega que enquanto não for possível explicar o fenômeno adaptativo sem recorrer à metáfora (evidentemente teleológica), então tanto o fenômeno que se pretende explicar quanto as próprias explicações serão teleológicas.

³¹ A despeito da defesa de uma linguagem teleológica por meio de metáforas, Ruse (2000) considera inadequado atribuir algum tipo de intenção consciente ou ação dirigida por metas ao comportamento de organismos na explicação da origem de estruturas vivas, ou seja, em sua visão, as adaptações não têm o caráter de ser dirigidas a uma meta.

organismos vivos convida ao pensamento teleológico de um modo que os objetos da física não o fazem.

O uso das explicações teleológicas tem sido investigado, também, nos campos da psicologia cognitiva e da psicologia da educação, a partir dos quais se identifica a defesa da tese de que a teleologia é um modo inato (ATRAN, 1995), básico (KELEMEN, 1999a) ou autônomo (KEIL, 1992, 1994, 1995) do pensamento biológico de crianças e adultos. Ou seja, ao tentarem perceber os objetos ao redor delas, as pessoas tendem a utilizar intuitivamente explicações teleológicas para organismos e artefatos desde as idades iniciais. Nesse sentido, Kelemen (1999b) alega que as crianças devam usar explicações teleológicas para os organismos porque os consideram como artefatos – fato que reforça a importância da metáfora do desenho de Ruse (2000) para ensinar a compreender as adaptações através do discurso teleológico. Parece plausível, para Kelemen e Carey (2007), que os artefatos influenciem o conhecimento sobre os organismos, uma vez que nas idades iniciais a maioria dos objetos que as crianças encontram a sua volta apresenta algum desenho projetado.

A despeito dos resultados encontrados por Kelemen (1999b) e Kelemen e Carey (2007), Keil (1992) extrapola a ideia de que o discurso teleológico inato é comum na explicação de estruturas orgânicas à semelhança do design de artefatos, para a ideia de que o discurso teleológico encontra naturalmente espaço na explicação dessas entidades por meio de sua finalidade. Similarmente, Lakoff e Johnson (2002) afirmam que o ato de pensar é eminentemente metafórico – semântica cognitiva. Em um estudo envolvendo crianças do ensino fundamental, e também do pré-escolar, Keil (1992) afirma que as crianças se limitam a usar explicações teleológicas para características aparentemente vantajosas dos animais e dos artefatos. Nesse trabalho, foram apresentadas aos participantes esmeraldas e plantas, aos quais foi solicitado que justificassem a presença da cor verde em ambas, utilizando dois tipos de respostas: uma teleológica “elas têm cor verde, pois ajuda a maioria delas a sobreviver” e a física “elas são verdes porque as partes minúsculas se misturam para dar a elas a cor verde”. As crianças dos dois níveis deram respostas teleológicas para as plantas e físicas para as esmeraldas (KEIL, 1992). Este resultado permitiu ao autor concluir que, ao justificarem propriedades de artefatos e de seres vivos, as crianças o fazem considerando que as

propriedades dos organismos servem aos mesmos, enquanto as dos artefatos servem àqueles que os utilizam para algum fim específico³².

A conclusão alcançada pelo trabalho de Keil (1992) coincide com as justificativas apresentadas por De La Gándara e colaboradores (2002) sobre o uso de explicações teleológicas ao conceito de adaptação nos livros didáticos de nível médio na Espanha. Estes autores mostraram que o conceito de adaptação apresentado naqueles livros se fundamentou na contribuição de um traço à sobrevivência do seu possuidor, sendo o vitalismo a única perspectiva do primeiro ano daquele nível. Seus dados apontaram que os conteúdos de fisiologia animal corroboram o vitalismo, ao descrever a organização anatômico-funcional como uma consequência lógica do benefício que promove à sobrevivência do organismo. Em consequência desses resultados, os autores concluíram que uma vez que a utilidade de um traço pode ser definida pelo benefício funcional que ela proporciona ao seu possuidor, a adaptação, por sua vez, passa a ser entendida como um fenômeno necessário, dando suporte à interpretação teleológica (DE LA GÁNDARA et al., 2002).

A referência feita por muitos biólogos ao que consideram como adaptação - sobre a qual se permite supor que os organismos modificam intencionalmente seus traços para melhor se adaptarem aos seus ambientes -, bem como a ideia pessoal que muitos estudantes mantêm sobre a evolução, segundo a qual as espécies exercem um esforço coletivo de modificação em direção a formas de vida superiores, são claramente teleológicas (BISHOP; ANDERSON, 1990; PASSMORE; STEWART, 2002; STERN; ROSEMAN, 2004). Tais intuições implicam uma compreensão da adaptação como um fenômeno propositado, cujo resultado a ser alcançado dependeria da transformação de cada indivíduo em resposta às suas demandas de sobrevivência. (COLEY; TANNER, 2012; GALLI; MEINARDI, 2015).

³² Kampourakis (2011b) apresenta dois tipos de explicações teleológicas com base em experimentos sobre intuições teleológicas das crianças. Explicações teleológicas intrínsecas e extrínsecas. Nas explicações teleológicas intrínsecas as propriedades ou características são explicadas com base nas vantagens que conferem a seus possuidores. Explicações teleológicas extrínsecas são apropriadas para artefatos enquanto as intrínsecas são apropriadas para organismos. A distinção desses dois tipos de explicação revelou conexões interessantes: se as crianças apresentam explicações teleológicas extrínsecas para artefatos e intrínsecas para organismos, então elas estão aptas a identificar propriamente suas características recorrendo a explicações teleológicas. Se as crianças apresentam explicações teleológicas intrínsecas para ambos, será uma evidência que elas não percebem apenas os organismos, mas também os artefatos, como entidades vivas (animismo). Por outro lado, se apresentam explicações teleológicas extrínsecas para artefatos e organismos, será uma evidência de que elas percebem essas entidades como criações (criacionismo). Dessa maneira Kampourakis (2011b) afirma que fazer as crianças entenderem que apenas organismos são vivos e que apenas artefatos são desenhados pode ser crucial para as aulas de evolução no futuro.

De fato, o poder explicativo do argumento finalista para os processos evolutivos, a partir das ideias levantadas acima, deve embasar a visão dos estudantes, uma vez que não há motivos aparentes para que os mesmos mudem sua forma de pensar, pretensamente reforçadas pelas observações cotidianas da natureza. Por exemplo, a visão de mundo que leva muitas pessoas a afirmarem que as asas das aves têm a “função de” fazer voar, indica que as asas estão sendo explicadas em termos de suas finalidades. À primeira vista, tal explicação mostra-se incompatível com a os pressupostos da teoria evolutiva por seleção natural, não necessariamente porque esta se contrapõe às visões de mundo comum, uma vez que qualquer pessoa deve imaginar que as asas teriam finalidade de fazer voar - mas em grande medida pelo uso inadvertido das intuições teleológicas incorporadas ao discurso evolutivo (KAMPOURAKIS et al., 2012).

Portanto, mesmo que se assumisse que os sistemas biológicos, seja o indivíduo ou suas partes, não pressupõem propósitos evolutivos, ainda assim se pensaria o contrário, pois sendo os sistemas biológicos considerados produtos da seleção natural, a não previsão de propósitos seria pouco provável. Por esse motivo esta forma de pensar tem sido atribuída ao fenômeno da adaptação (DAWKINS 1996; DENNETT, 1987).

Segundo Sepulveda e El-Hani (2014) as visões dos estudantes que supõem uma noção utilitarista sobre o papel das adaptações, bem como as que atribuem ao organismo um papel protagonista numa mudança adaptativa representam compromissos epistemológicos, vistos por um lado como dificuldades a serem superadas no percurso de apropriação da ciência escolar (ver BRUMBY, 1983; CLOUGH; WOOD ROBINSON, 1985; BISHOP; ANDERSON, 1990; FERRARI; CHI, 1998). Por outro lado, esses mesmos compromissos podem representar aspectos heurísticos que servem como sementes conceituais, instrumentos de pensamento para os alunos se aproximarem gradualmente do modo darwinista escolar de pensar e falar sobre o fenômeno da mudança adaptativa.

De acordo com os dados de Sepulveda (2010), Sepulveda e El-Hani (2014) afirmam que a ênfase na relação funcional entre estrutura e as condições de vida constitui um obstáculo epistemológico para a apropriação da perspectiva darwinista quando é vista como explicação suficiente para a existência de traços adaptativos, amparada pelo princípio da economia natural e por uma perspectiva teleológica de organização da forma orgânica. Contudo, esse compromisso pode ser uma semente conceitual para a formulação do problema darwinista da adaptação – ou seja, de como explicar o aparente ajuste funcional da estrutura orgânica às

exigências impostas pela luta pela sobrevivência –, uma vez que pode constituir o primeiro passo para que o ajuste da estrutura orgânica seja contemplado como um fenômeno digno de investigação e explicação.

As tentativas dos estudantes de explicar a mudança adaptativa a partir da noção de que a evolução da forma orgânica pode ser dirigida pelo protagonismo individual, capaz de resultar na adequação de suas estruturas morfológicas a novas condições ambientais são frutíferas (SEPULVEDA; EL-HANI, 2014). Isto porque, a construção de argumentos elaborados sob uma perspectiva darwinista da mudança evolutiva foi verificada a partir do modo vivencial de falar (um ponto de partida para novas narrativas) dos estudantes, orientados por estratégias enunciativas da professora, que levaram, por exemplo, a um deslocamento do foco das ações do organismo para as populações, durante a explicação da diversidade de tentilhões nas ilhas Galápagos pelos estudantes.

A análise por Sepulveda (2010) das interações discursivas durante o ensino de evolução permitiu detectar a construção de uma narrativa, segundo a perspectiva darwinista, a respeito da variação fenotípica de populações de besouros sob efeito seletivo de inseticidas. Auxiliado por uma linguagem antropomórfica, um estudante pôs em evidência personagens que protagonizavam e sofriam ações. Ações deliberadas referiam-se ao acasalamento e à reprodução, e as ações sofridas diziam respeito à mudança evolutiva, nesse caso, uma mudança na frequência das variantes existentes na população de besouros. A sobrevivência de certas variantes explicava a mudança evolutiva da população sob o efeito seletivo do inseticida (SEPULVEDA, 2010).

Para Galli e Meinardi (2010), a tomada de consciência por parte dos estudantes sobre seus modos de pensar pode representar um importante marco para o desenho de estratégias didáticas que facilitem o progresso da compreensão dos princípios do modelo evolutivo por seleção natural. Os exemplos apresentados através do trabalho de Sepulveda (2010) confirmam a importância de tal alegação, e reforçam a ideia de que não é possível, nem desejável, a eliminação e substituição de concepções intuitivas, tal como supõem posturas relacionadas com a “mudança conceitual”³³ (DUIT, 2003; POSNER et al., 1982). A

³³Segundo Mortimer (1996), “mudança conceitual” corresponde a um modelo de ensino para lidar com as concepções dos estudantes e transformá-las em conceitos científicos. Proposto, inicialmente, para explicar ou descrever “as dimensões substantivas do processo pelo qual os conceitos centrais e organizadores das pessoas mudam de um conjunto de conceitos a outro, incompatível com o primeiro” (POSNER; STRIKE; HEWSON;

semântica cognitiva pode ajudar na argumentação de que o pensamento metafórico é constitutivo da cognição humana e, portanto, é impossível eliminá-lo (LAKOFF; JOHNSON, 2002).

Nesse sentido, portanto, o caráter informal da linguagem teleológica, praticada tanto por estudantes quanto por muitos biólogos, caracterizando um modo de comunicação particular que aproxima a compreensão de fenômenos biológicos, é uma das razões não triviais para que ela subsista na biologia (FERREIRA, 2003; ZOHAR; GINOSSAR, 1998). Outra razão seria o fato de a biologia abranger fatos peculiares como o surgimento da vida na Terra e o decorrente processo evolutivo, que não têm conexão estabelecida com as leis físicas (o modo como a matéria se comporta) – “é fácil descrever o que ocorre em um organismo em termos físicos, é ainda fácil assim descrever as transformações pelas quais o organismo passa em um processo de mutação e seleção, mas descrever a complexidade já estabelecida não é explicá-la”, logo o caráter histórico da biologia mostra que a evolução não é uma decorrência necessária do que a física nos diz sobre a matéria (FERREIRA, 2003, p.189).

Ao analisar o objetivo explanatório das explicações darwinistas, buscando responder “por que a variante fenotípica P resultou ser mais vantajosa do que a variante fenotípica alternativa R no contexto de T?”, Caponi (2003, p.1010) afirma que esta pergunta não pode ser traduzida em termos físicos e tampouco podem existir respostas físicas para a mesma, pois a física não é capaz de dizer sob quais condições uma estrutura pode ter sido mais vantajosa que outra. Caponi argumenta que, quando enunciamos que uma estrutura biológica apresenta alguma vantagem em relação a outra ou responde a uma pressão seletiva de maneira melhor do que outra, estamos propondo que essa estrutura é mais adequada do que outra para a solução de um problema. Neste caso, as explicações baseadas em seleção natural serão teleológicas porque se baseiam em um par categoria “problema-solução”, ao qual não existe correspondente na física (CAPONI, 2003).

Assim, introduzimos uma perspectiva de análise que ultrapassa a física - a do papel do ambiente em dispor as condições em que uma determinada variante fenotípica se mostra vantajosa em relação a variantes alternativas de uma população, por contribuir para o sucesso reprodutivo de seus portadores (SEPULVEDA; EL-HANI, 2014).

GERTZOG, 1982, p. 211), 'mudança conceitual' se tornou sinônimo de 'aprender ciência' (NIEDDERER; GOLDBERG; DUIT, 1991), o que não significa que haja um consenso acerca de seu significado.

Assim como Caponi (2003) e Ferreira (2003), Ernest Mayr (1998) já defendia o uso das explicações teleológicas na biologia, afirmando que elas não entram, de modo algum, em conflito com as explicações físicas. Para evitar o mau uso da teleologia, ele propõe o termo “teleonomia” para se referir a fenômenos biológicos cujas explicações sejam formuladas a partir da interação dos seus componentes físico-químicos. Um exemplo de teleonomia são os processos que caracterizam o programa genético (replicação e síntese protéica, por exemplo), cujo funcionamento regular dos seus componentes faz desaparecer a intuitiva intencionalidade do referido programa (FERREIRA, 2003). Ao propor o termo teleonomia, Mayr chama atenção para processos explicados por causas próximas e aqueles explicados por causas remotas, considerando, portanto, inadequado o emprego do termo “teleonomia” para explicar a adaptação biológica por seleção natural. A adaptação responderia pela origem do programa biológico, para a qual apenas a linguagem selecionista seria adequada, uma vez que o uso da linguagem teleonômica nos remeteria à ideia de que a evolução conduz a adaptação à perfeição e ao progresso (CHEDIAK, 2011).

Carmo, Nunes-Neto e El-Hani (2012) afirmam que a questão central das discussões recentes a respeito das explicações teleológicas no ensino de biologia não é se a disciplina deve ou não fazer uso delas, mas quais são seus usos apropriados e inapropriados. Eles defendem o uso dessas explicações desde que se limite a compreender processos fisiológicos e comportamentos, e as consideram inadequadas para explicar fenômenos evolutivos. O posicionamento desses autores é amparado por dois projetos explanatórios que buscam dar conta do modo teleológico de explicação nas ciências biológicas: a abordagem etiológica de Larry Wright (1973) e a sistêmica de Robert Cummins (1975).

Em linhas gerais, a importância da abordagem de Wright (1973) para a filosofia da biologia é reconhecida por colocar o conceito de função no centro dos debates sobre explicação científica. Wright defende que as atribuições funcionais são um tipo de explicação legítima, no sentido de que enunciar a função de um traço biológico, com referência à sua história seletiva, seria o mesmo que explicar por que o traço existe. Nesse sentido, seu argumento permite-nos distinguir os efeitos funcionais de meros efeitos acidentais, tendo em vista a ocorrência de traços de algum modo úteis ao organismo, eventualmente não produzidos por seleção natural.

Em sua abordagem, portanto, Wright mostra seu interesse em uma definição de função que não se compromete com qualquer noção de utilidade, mas sim com efeitos funcionais

selecionados no passado por causa da sua contribuição em aumentar as chances de sobrevivência e reprodução do seu possuidor em um ambiente específico (CARMO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2012). Não obstante as limitações que podem ser percebidas nesse projeto explanatório (cuja discussão extrapola nossos objetivos, mas não inviabiliza a sua abordagem em nosso trabalho), fica claro que o poder explicativo que essa abordagem pode possuir encontra seu contexto mais natural na biologia evolutiva (NUNES-NETO; EL-HANI, 2009).

Cummins (1975), por sua vez, defende que as explicações funcionais podem ser formuladas independentemente de considerações evolutivas, com efeito, as avaliações de adaptatividade. Cummins rejeita fortemente a ideia de considerar a função como algo que explica a presença de um item num dado organismo, como defende Wright. Seu modelo sistêmico (também chamado de concepção analítica de função - Chediak, 2011), propõe que enquanto se busca responder *por que* certo traço existe, respondendo *para que* ele serve, a análise funcional não se dirige de modo algum à questão *por que* ele existe, mas sim como ele funciona. Assim, seu projeto busca saber qual é o papel desempenhado por um elemento, parte de um sistema, na capacidade e atividade total do sistema a que ele pertence.

Portanto, a abordagem de Cummins enfoca a complexidade e as relações entre capacidades sistêmicas e capacidades das partes de sistema biológico (NUNES-NETO; EL-HANI, 2009). Por exemplo, o sistema respiratório, assim como o circulatório, apresenta capacidades específicas e é composto por um conjunto de elementos com disposições específicas que desempenham funções importantes para a realização de uma atividade geral do sistema. Desse modo, na visão de Cummins, bombear sangue é a função do coração porque essa é a disposição que o coração exhibe e que contribui para a realização de um objetivo a ser explicado pela análise funcional – circular nutrientes e gases pelo corpo (CARMO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2012).

Carmo e colaboradores (2012) afirmam que os dois modos de explicar funcionalmente na biologia (etiológico e sistêmico) oferecem bases epistemológicas consistentes para os usos de função na biologia. De acordo com o entendimento destes autores, estes dois modos de explicar função são necessários à orientação devida quanto ao uso desse conceito em diferentes campos da biologia discutidos no ensino médio. Logo, os referenciais de Wright (1973) e de Cummins (1975) devem ser mobilizados e recontextualizados de maneira que os estudantes sejam capazes de, minimamente, compreender as formas de pensar e falar que caracterizam a biologia (CARMO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2016).

Para tanto, é necessário tornar os estudantes conscientes do modo como eles tendem a pensar quando analisam sistemas biológicos. É preciso que os alunos deixem explícitos os modos de pensar que são normalmente implícitos, estimulando o auto-conhecimento dos processos cognitivos em geral. Segundo Galli (2016), essa é uma condição necessária para o desenvolvimento da capacidade dos estudantes de identificar e avaliar seus próprios modos de pensar, permitindo adotá-los diante de um modelo científico de referência. Assim, encontrar diferenças entre suas concepções prévias e modelos científicos deve ser um passo importante para, finalmente, compreender e empregar modelos científicos em contextos apropriados. Portanto, longe de banir as expressões teleológicas da sala de aula, tal perspectiva reconhece a necessidade de recorrer a elas (ZOHAR; GINOSSAR, 1998).

Finalmente, o reconhecimento de que há na Biologia explicações teleológicas que recorrem ao conceito de “função” deve contribuir para superar a rejeição da comunidade de ensino de Biologia sobre a formulação de explicações teleológicas e sobre o uso da metáfora do desenho (GALLI, 2016; ZOHAR; GINOSSAR, 1998), na medida em que nos permite estudá-las sob a perspectiva das abordagens sobre função elaboradas na Filosofia da Biologia (CARMO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2016).

CAPÍTULO III

MÉTODOS

Neste capítulo, apresentamos referenciais teóricos e metodológicos, bem como procedimentos adotados para análise de dados qualitativos, coletados a partir de textos de livros didáticos e de depoimentos dos professores em situação de entrevista. Os referenciais adotados fundamentam técnicas de análise de conteúdo (AC) (BARDIN, 2009; LAVILLE; DIONNE, 1999), técnicas de entrevista semiestruturada (JUNIOR; JUNIOR, 2011; GASKELL, 2008; GIL, 2008), e linhas de raciocínio sobre generalização de dados qualitativos (LARSSON, 2009). Utilizamos a AC pois ela é capaz de exprimir significados a serem interpretados, levando-se em conta as condições textuais, componentes cognitivos, valorativos e afetivos que definem um objeto de investigação (FRANCO, 2005; BARDIN, 2009). Nesse sentido, a identificação de significados, compromissos ontológicos e epistemológicos sobre o conceito de adaptação, a partir dos discursos dos livros e dos professores evidencia a abordagem qualitativa desta pesquisa, já que as inferências realizadas foram produzidas a partir do que esses discursos informam, e não a partir da frequência de significações obtidas.

Análise de conteúdo como instrumento inferencial das comunicações

A literatura contempla uma variedade de produções relativas à AC, cujas definições realçam suas características: uma técnica de investigação que tem por finalidade a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto na comunicação; uma técnica válida e replicável para a realização de inferências específicas sobre o texto ou outras propriedades do objeto de estudo; a semântica estatística do discurso político; toda técnica para fazer inferências através da identificação objetiva e sistemática de características específicas de mensagens; método de pesquisa que utiliza procedimentos para fazer inferências válidas sobre o texto – emissor, mensagem e receptor (WEBER, 1990; HOLSTI, 1969; KRIPPENDORF, 2002; BERELSON, 1952; KAPLAN, 1943), ou ainda:

[...] Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2009, p. 44).

Seguiremos a definição Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2009) pois se adequa de modo preciso ao escopo do nosso trabalho. Bardin (2009) organiza a Análise de Conteúdo em três etapas:

1. A pré-análise: na qual são escolhidos os documentos a serem submetidos à análise, formulação das hipóteses e objetivos, e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final. Esta fase tem por objetivo a organização geral de todos os materiais que serão utilizados para a coleta dos dados, assim como também outros materiais que podem ajudar a entender melhor o fenômeno e fixar o que o autor define como *corpus* da investigação.
2. Exploração do material: Nesta fase serão aplicadas de modo sistemático as operações de codificação, decomposição ou enumeração das unidades textuais em função de hipóteses e do referencial teórico.
3. Tratamento dos resultados, inferências e interpretação: fase de estabelecimento de quadros de resultados, figuras e modelos, os quais condensam e põem em relevo as informações fornecidas pela análise. A partir daí o pesquisador propõe inferências e interpretações a propósito dos objetivos -, ou que digam respeito a outras inferências inesperadas relevantes.

De acordo com Laville e Dionne (1999), a AC não obedece etapas rígidas de execução, mas sim às percepções do pesquisador em vias nem sempre claramente balizadas. O pesquisador elabora sua percepção do fenômeno e se deixa guiar pelas especificidades do material selecionado. Para Laville e Dionne (1999), a AC pode ser desenvolvida seguindo uma etapa de recorte de conteúdos, na qual os relatos são decompostos para em seguida ser recompostos, no intuito de melhor expressar sua significação; uma definição de categorias analíticas, onde os elementos de conteúdo agrupados por parentesco de sentido irão se organizar sob as devidas categorias analíticas. É importante ressaltar que estes autores admitem que o analista pode decidir *a priori* as categorias, apoiadas em um ponto de vista teórico e submetidas frequentemente à prova da realidade, conforme a pré-análise de Bardin (2009).

Os métodos de AC de Bardin (2009) e de Laville e Dionne (1999) têm em comum procedimentos similares de análise nos quais os dados coletados são recortados de acordo com temas, expressões ou partes do discurso, para uma posterior categorização dos conteúdos e análise de acordo com a percepção e sensibilidade do pesquisador. Weber (1990) afirma que o ponto-chave da AC é escolher uma estratégia que reduza a perda de informação, mantendo a substancialidade do campo e generalizações teóricas úteis, enquanto se reduz a quantidade de informação analisada e referida pelo investigador. Além disso, os pesquisadores devem levar em conta a fidedignidade (concordância entre intérpretes) para melhorar seu processo de

codificação, cujos referenciais devem ser expressamente claros aos codificadores. A codificação de um material pode ser realizada por um analista por mais de uma vez, depois de um intervalo de tempo, ou por duas ou mais pessoas simultaneamente. Ao lado disso, deve-se levar em conta o processo de validação, que responderá até que grau os resultados encontrados referem-se ao texto, ou ao contexto. Para tanto, um referencial de codificação deve, finalmente, incorporar a teoria subjacente à análise – validade do construto (BAUER, 2008).

Os objetivos básicos da Análise de Conteúdo, segundo Bardin (2009) são: (a) a superação da incerteza sobre a leitura feita do objeto de estudo, tornando-a válida e generalizável, assim como (b) a busca do enriquecimento da leitura ao aprofundar a compreensão do significado do assunto que é tratado e, com isso, aumentar a produtividade e a pertinência das inferências que serão originadas. O nosso objeto de estudo – a “fala” dentro da qual o conceito de adaptação e/ou suas derivações terminológicas (e.g. adaptado, adaptativo, adaptável) são apresentados para referir-se a fenômenos biológicos – pode apresentar diferentes interpretações, por vezes imperceptíveis ao leitor, conforme exemplo abaixo retirado de um trecho de livro didático:

[...] A evolução do padrão básico de construção do corpo dos vertebrados está estreitamente relacionada à adaptação dos animais ao seu meio ambiente, aquático ou terrestre. O entendimento do valor dessas adaptações, e do porque de elas serem como são, passa obrigatoriamente por uma série de princípios da física (...). O sistema esquelético e muscular são responsáveis pela mobilidade dos animais e a forma como ocorre o movimento depende da natureza do ambiente. Essencialmente, entre o ar e a água, a maior diferença quanto à locomoção está no fator densidade do meio. (LOPES; ROSSO, 2013; p. 276).

Nota-se que no primeiro período o termo adaptação pode ser interpretado como um estado de ser dos vertebrados compatível com as condições do meio em que ocorrem. Já no segundo período, o mesmo termo sugere atributos daquele grupo de animais, e que diz respeito a características do sistema esquelético e muscular dos animais. A abordagem enfatiza distintos significados ao termo adaptação, mostrando como o nosso objeto de estudo demanda análise sistemática de conteúdo capaz de elucidar diferentes dimensões ontológicas.

De acordo com Mayring (2004), o material empírico sobre o qual se desenvolvem os procedimentos da AC e sua interpretação está envolvido pelo contexto da comunicação, composto pelo autor e pelas características textuais que são o recipiente da comunicação. O contexto sobre o qual realizamos a análise de conteúdo do conceito de adaptação foi o do

campo de reprodução do discurso escolar (BERNSTEIN, 1986) praticado no nível médio, a partir de dois atores; o primeiro, o livro didático, produzido a partir de diversos campos de recontextualização, cuja linguagem se propõe a oferecer uma perspectiva formativa, voltada à expansão dos horizontes interpretativos dos estudantes e que oferta aos docentes um universo plural de concepções e perspectivas variadas (BRASIL, 2014). O segundo, professoras e professores de biologia, a partir de entrevista qualitativa (GASKELL, 2008), cuja conversação foi mediada por cenários de evolução extraídos de livros didáticos - um instrumento que influencia decisivamente sua prática (SELLES; FERREIRA, 2004) - e por itens relativos ao uso do livro didático, às ações cotidianas de ensino.

Por fim, a AC possui duas funções; a função heurística, aquela que aumenta a propensão à inferência, através de técnica exploratória do material investigado; e a função de administração da prova, na qual hipóteses são criadas previamente como diretrizes de uma técnica sistemática que busca confirmá-las posteriormente (BARDIN, 2009). De acordo com Weber (1990), ao utilizar a AC, o investigador interpreta e explica resultados da pesquisa com base em teorias relevantes. Desta forma, os procedimentos elencados *a priori* permitem a realização de ações pautadas em uma teoria que embasará a condução dos passos necessários para a compreensão do fenômeno estudado.

Neste trabalho, a AC teve função heurística, tanto para a avaliação dos textos dos livros didáticos, quanto para as narrativas dos docentes. Optamos por uma análise em profundidade, com propósitos exploratórios, a partir dos quais pretendemos descrever variáveis emergentes que servirão de base para a proposição de hipóteses, que, posteriormente poderemos testar empiricamente. Nesse sentido, a abordagem qualitativa aplicada neste trabalho poderá abrir caminhos para estudos complementares sobre o conceito de adaptação nos livros didáticos aprovados no PNLD 2018. Do mesmo modo, os resultados apontados a partir da investigação das visões do grupo de professores participantes poderão subsidiar a exploração de novas questões a serem respondidas a partir de outros participantes, ampliando a validade externa dos dados obtidos. Por fim, o caráter descritivo e a preocupação com o significado, que são características de uma abordagem metodológica qualitativa e interpretativa, se mostram adequados ao nosso objetivo de analisar aspectos ontológicos e epistemológicos do conceito de adaptação a partir dos autores no discurso pedagógico aqui investigados.

Coleta e análise de dados nos livros didáticos

As fontes investigadas neste trabalho, que constituíram o *corpus*³⁴ da pesquisa, corresponderam aos livros didáticos de Biologia aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático do Ensino Médio - PNLD/2015. Em 2015 foram aprovadas por este Plano nove obras de biologia, cada uma com três volumes, totalizando 27 livros (Quadro 3).

Quadro 3: Livros didáticos aprovados no PNLD/2015.

LIVRO	TÍTULO	VOLUME	EDIÇÃO	AUTOR/A/S
L1	BIO	1	Editora Saraiva 2ª edição 2013	Sônia Godoy Bueno Carvalho Lopes Sergio Rosso
L2	BIO	2	Editora Saraiva 2ª edição 2013	Sônia Godoy Bueno Carvalho Lopes Sergio Rosso
L3	BIO	3	Editora Saraiva 2ª edição 2013	Sônia Godoy Bueno Carvalho Lopes Sergio Rosso
L4	BIOLOGIA	1	Editora AJS 2ª edição 2013	Vivian Lavander Mendonça
L5	BIOLOGIA	2	Editora AJS 2ª edição 2013	Vivian Lavander Mendonça
L6	BIOLOGIA	3	Editora AJS 2ª edição 2013	Vivian Lavander Mendonça
L7	BIOLOGIA	1	Editora Saraiva 11ª edição 2013	César da Silva Júnior Sezar Sasson Nelson Caldini Júnior
L8	BIOLOGIA	2	Editora Saraiva 11ª edição 2013	César da Silva Júnior Sezar Sasson Nelson Caldini Júnior
L9	BIOLOGIA	3	Editora Saraiva 11ª edição 2013	César da Silva Júnior Sezar Sasson Nelson Caldini Júnior
L10	BIOLOGIA EM CONTEXTO	1	Editora Moderna 1ª edição 2013	José Mariano Amabis Gilberto Rodrigues Martho
L11	BIOLOGIA EM CONTEXTO	2	Editora Moderna 1ª edição 2013	José Mariano Amabis Gilberto Rodrigues Martho
L12	BIOLOGIA EM CONTEXTO	3	Editora Moderna 1ª edição 2013	José Mariano Amabis Gilberto Rodrigues Martho

³⁴ Bardin (2009) define o *corpus* como o conjunto de documentos levados em consideração para serem submetidos aos processos analíticos. Segundo Bauer e Aarts (2008), o *corpus* é uma coleção finita de materiais, determinada de antemão pelo analista, com inevitável arbitrariedade e com a qual ele irá trabalhar. Estes autores afirmam que as decisões sobre quais tipos de textos devem ser incluídos, e quais devem ser excluídos, deverão abranger um espectro de texto suficiente dentro de uma “população” alvo, a qual deve significar uma coleção de materiais textuais determinada a partir de diferentes contextos. Portanto, o *corpus* deste trabalho foi definido levando-se em consideração a pertinência dos textos enquanto fonte de informação, de modo a corresponderem ao objeto que suscita a análise.

L13	BIOLOGIA HOJE	1	Editora Ática 2ª edição 2013	Sérgio de Vasconcelos Linhares Fernando Gewandsznadjer
L14	BIOLOGIA HOJE	2	Editora Ática 2ª edição 2013	Sérgio de Vasconcelos Linhares Fernando Gewandsznadjer
L15	BIOLOGIA HOJE	3	Editora Ática 2ª edição 2013	Sérgio de Vasconcelos Linhares Fernando Gewandsznadjer
L16	BIOLOGIA UNIDADE E DIVERSIDADE	1	Editora Saraiva 1ª edição 2013	José Arnaldo Favaretto
L17	BIOLOGIA UNIDADE E DIVERSIDADE	2	Editora Saraiva 1ª edição 2013	José Arnaldo Favaretto
L18	BIOLOGIA UNIDADE E DIVERSIDADE	3	Editora Saraiva 1ª edição 2013	José Arnaldo Favaretto
L19	CONEXÕES COM A BIOLOGIA	1	Editora Moderna 1ª edição 2013	Rita Helena Bröckelmann
L20	CONEXÕES COM A BIOLOGIA	2	Editora Moderna 1ª edição 2013	Rita Helena Bröckelmann
L21	CONEXÕES COM A BIOLOGIA	3	Editora Moderna 1ª edição 2013	Rita Helena Bröckelmann
L22	NOVAS BASES DA BIOLOGIA	1	Editora Ática 2ª edição 2013	Nélio Marco Vicenzo Bizzo
L23	NOVAS BASES DA BIOLOGIA	2	Editora Ática 2ª edição 2013	Nélio Marco Vicenzo Bizzo
L24	NOVAS BASES DA BIOLOGIA	3	Editora Ática 2ª edição 2013	Nélio Marco Vicenzo Bizzo
L25	SER PROTAGONISTA – BIOLOGIA	1	Edições SM 2ª edição 2013	Márcia Regina Takeuchi Tereza Costa Osorio
L26	SER PROTAGONISTA – BIOLOGIA	2	Edições SM 2ª edição 2013	Márcia Regina Takeuchi Tereza Costa Osorio
L27	SER PROTAGONISTA – BIOLOGIA	3	Edições SM 2ª edição 2013	Márcia Regina Takeuchi Tereza Costa Osorio

Todas as coleções foram adquiridas junto às respectivas editoras, pelo Laboratório de Ensino Filosofia e História das Ciências do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia (LEFH BIO), onde se encontram depositadas para fins de consulta e pesquisa pela comunidade acadêmica.

Esses livros didáticos foram lidos com o intuito de identificar as diferentes abordagens dadas ao objeto de estudo. Foram feitos dois ciclos de leitura de cada livro (BIBER, 1993) pelo autor desta pesquisa, a fim de se evitar ausência de algum índice – menção explícita dos termos de interesse de estudo relativos ao objeto: palavra adaptação e/ou suas derivações nas

narrativas textuais. Vejamos alguns exemplos de como os índices foram apresentados em diferentes abordagens:

[...] A resposta imunológica, um dos mais importantes mecanismos adaptativos, permite a sobrevivência de animais em ambientes potencialmente agressivos. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 1, PÁG.284).

[...] Presença de célula como unidade da vida, metabolismo, capacidade de se reproduzir, de se adaptar e de evoluir são atributos encontrados em todo ser vivo, com exceção dos vírus. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO, VOL.1, PÁG. 51).

[...] Simultaneamente à evolução das adaptações dos parasitas, também houve adaptações nos hospedeiros que os tornaram capazes de equilibrar e até reduzir a ação parasitária. (CÉSAR; SEZAR; CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 250).

Tendo o *corpus* definido, demos início à codificação ou preparação do material para análise, que consistiu em “recortar” os textos de interesse. Todos os recortes foram transcritos, enumerados e identificados de acordo com a fonte de onde foram extraídos (ver Apêndice A). Nós nos preocupamos em interpretar as relações semânticas apresentadas nos textos, especialmente quando um índice não estava explícito ao longo de uma seção, mas apenas no título dela – e.g. “Adaptações dos répteis”. Mesmo, que o texto daquela seção não mencionasse a palavra “adaptação” ou suas derivações, era possível compreender e considerar como um registro que designava “adaptações” como característica(s) específicas, um estado de ser, ou qualquer outra designação que fosse atribuída como adaptações daqueles organismos. Assim, definimos as unidades de registro (UR) a serem analisadas – unidades de significação a partir de recorte léxico(palavra/índice) e semântico (um tema).

Bardin (2009) afirma que existe uma correspondência entre a palavra e uma temática ou contexto, que dá suporte à ordem semântica da análise. Nesse sentido, situar as UR em segmentos maiores de texto onde se encontravam informações oriundas de campos de investigação específicos das Ciências Biológicas – nos quais o conceito de adaptação pode apresentar diferentes significados – foi devidamente importante para se compreender as relações semânticas das comunicações textuais. Esses segmentos foram denominados unidades de contexto (UC). São exemplos de UC nos livros didáticos: “Evolução da vida”, “Ecologia”, “Sociedade e Ambiente”, “Zoologia”, “Botânica”, “Classificação dos seres vivos”, “Fisiologia Humana”, “Histologia”, “Citologia”, “Genética Mendeliana”, “Estudo da Hereditariedade”, “Biotecnologia” etc.

A etapa final da AC foi a determinação da correspondência semântica das mensagens codificadas (UR) com os temas e categorias epistemológicas organizadas na matriz semântica de adaptação. Procuramos, de modo sistemático, definir que tema/categoria se fazia presente naquela UR e posteriormente, produzimos nossas inferências. Para tanto, ao analisarmos as UR, levantamos alguns questionamentos como: o índice aparece em forma de substantivo, ou de outro modo? A que nível de organização biológica o traço adaptativo se refere? Qual o papel do organismo e do meio na origem da adaptação? Ao descrever as origens de uma adaptação, o autor descreve uma história evolutiva? Ao enfatizar funções dos traços adaptativos, como o autor as explica? Na medida em que essas questões eram respondidas à luz da literatura especializada, das contribuições da história e da filosofia da biologia, outras questões eram formuladas, aumentando o aprofundamento das inferências e a confiança na correspondência semântica do conceito de adaptação apresentado com os compromissos da matriz semântica da adaptação.

Abaixo apresentamos um exemplo da análise de conteúdo realizada em um trecho de um livro didático, no qual o objeto de estudo foi apresentado:

[...] Adaptações – são características resultantes de um longo processo evolutivo que conferem vantagens a determinada espécie, permitindo sua sobrevivência e reprodução sob as condições de seu hábitat. Populações com maior capacidade de adaptação podem ocupar um espectro mais amplo de habitats que as outras. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 238)

O trecho sugere que a autora concebe adaptação de duas formas: no primeiro período, como características capazes de permitir melhores condições de sobrevivência e reprodução em um contexto ambiental específico. Tais vantagens devem conferir uma condição necessária à designação daquelas características como uma adaptação. A autora afirma, no segundo período, que a adaptação representa um tipo de propriedade de certas populações que permite um ajustamento ao hábitat, possibilitando distribuição mais ampla que outras populações que não a possuem.

Para reforçar esse tipo de análise e equilibrar as possíveis diferenças de interpretação a respeito da dos compromissos ontológicos e epistemológicos do conceito de adaptação identificados nos livros didáticos, utilizamos a validação dos dados entre pares - autor deste trabalho e outro pesquisador doutorando em Ensino de Ciências com atuação em biologia evolutiva.

Matriz semântica do conceito darwinista de adaptação

A matriz semântica do conceito de adaptação foi criada por Sepulveda (2010) a partir de diferentes fontes de informação que permitiram o entendimento da gênese desse conceito nos domínios sociocultural, ontogenético e microgenético. O primeiro domínio representa fontes secundárias da história das ciências e análises epistemológicas do conceito, o segundo é relativo a trabalhos sobre concepções alternativas de estudantes e o terceiro, dados oriundos de entrevistas e registros de interações discursivas entre estudantes e professores em diferentes contextos, especialmente os de sala de aula.

De posse de informações relacionadas a esses três domínios, a matriz semântica foi construída com o objetivo de organizar as diferentes formas de pensar dos estudantes sobre o conceito de adaptação, a partir de compromissos ontológicos e epistemológicos que constituíam suas concepções e estabilizaram as zonas que compõem o perfil conceitual de adaptação³⁵. A construção de perfis conceituais é uma forma de modelar a heterogeneidade de pensar e falar dos estudantes durante as aulas de ciências, e a matriz semântica constitui uma etapa da construção deste modelo (MORTIMER, 1995, 1996; MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Neste trabalho, contudo, esta matriz teve o objetivo de referenciar temas e categorias ontológicas e epistemológicas para subsidiar a determinação semântica do termo adaptação codificado nas narrativas dos livros didáticos e dos temas emergentes no discurso dos professores entrevistados. Do ponto de vista metodológico, consideramos pertinente a adoção da referida matriz como uma ferramenta para análise deste trabalho, pois os três domínios que dão significação ao conceito de adaptação também estão presentes em livros didáticos e, em grande medida, no discurso docente em contexto de entrevista (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

A Teoria dos Perfis Conceituais - que fundamenta a construção de modelos de perfis conceituais de conceitos polissêmicos - é baseada precisamente na ideia de que as pessoas exibem diferentes modos de ver e conceituar o mundo e assim, diferentes maneiras de pensar

³⁵ O modelo de perfis conceituais foi inspirado nos “perfis epistemológicos” de Bachelard (1940) [1984]. Porém, algumas características foram adicionadas às ideias desse filósofo a fim de construir o perfil conceitual com o intuito de investigar o ensino e a aprendizagem de ciências; como a caracterização de perfis a partir de aspectos ontológicos e epistemológicos (não apenas em termos de escolas filosóficas do pensamento, como na ideia original) e a atenção dada a conscientização dos estudantes sobre seus próprios perfis conceituais. O modelo de perfis conceituais foi integrado a uma estrutura teórica que trata a aprendizagem de ciências como a aprendizagem da linguagem social da ciência escolar, analisada sob uma perspectiva multicultural (MORTIMER; SCOTT, 2002).

que são usadas em diferentes contextos (MORTIMER; EL-HANI, 2014). Tendo em vista que o modelo de perfil conceitual de adaptação abrange visões e conceituações cotidianas de estudantes, estamos otimistas quanto à eficácia da matriz semântica como ferramenta de auxílio às análises de nossa investigação. Contudo, salientamos que é possível que visões e entendimentos ainda não contemplados no modelo de perfil conceitual da adaptação sejam identificados, uma vez que a conceituação é um processo emergente, sempre produzido através de interação social entre o indivíduo e o evento ou experiência externa. Desse modo, em nossa inventividade, podemos sempre reordenar nossos modos de pensar e falar dentro de limites socioculturais possíveis (VYGOTSKY, 1978). Interpretações a respeito do conceito de adaptação, em emergência, devem enriquecer sua matriz de significação, fortalecendo o poder heurístico do perfil conceitual.

De acordo com a análise dialógica dos compromissos ontológicos e epistemológicos emergentes dos três domínios genéticos relativos ao conceito de adaptação, Sepulveda (2010) identificou seis temas epistemológicos, a partir dos quais o conceito de adaptação pode ser significado: (1) ontologia, (2) fator causal, (3) mecanismo causal, (4) natureza da adaptação como solução de problemas que desafiam a sobrevivência e o sucesso reprodutivo do organismo, (5) condições necessárias e suficientes para que o traço seja uma adaptação e, (6) o papel do conceito na explicação da forma orgânica.

Sepulveda comenta que um aspecto distintivo do conceito de adaptação é o fato do mesmo, na esfera das ciências biológicas, poder ser interpretado segundo categorias dentro da ontologia, como uma característica fenotípica distinguível no indivíduo, bem como um processo. Destaca ainda que tanto nessa esfera, quanto na esfera da cultura geral, a adaptação pode ser entendida como um estado de ser ou um atributo biológico de ser adaptado ao ambiente. Sua avaliação vai adiante, no que diz respeito ao uso da “adaptação” no contexto biológico, propondo que a mesma não deve ser aplicada para referir-se a indivíduos, uma vez que deve ser concebida em termos históricos, isto é, designando traços resultantes do processo de seleção natural. Tal argumento resulta de um entendimento compartilhado por Mayr (1988), Sober (1993) e Burian (2005) ao criticarem o emprego do termo conforme propôs West-Eberhard (1992), que defende utilizá-lo para indicar uma propensão do organismo à sobrevivência e à reprodução em um ambiente particular. A maneira de conceber o uso da adaptação seja como traço resultante da seleção natural ou como propensão do indivíduo a sobreviver e reproduzir-se resultou em duas categorias dentro do tema ontologia – a visão retrospectiva e a visão prospectiva do processo evolutivo, respectivamente.

A análise de Sepulveda permitiu detectar, ainda em termos ontológicos, o aspecto referente a níveis hierárquicos de acordo com os quais as adaptações podem ser encontradas. Em nível individual, as adaptações podem resultar de uma modificação decorrente do próprio desenvolvimento natural do organismo; nível ontogenético. Em nível populacional, a mudança que se daria ao longo do tempo evolutivo da espécie, através de gerações - a filogenética.

O segundo tema epistemológico, que diz respeito à origem das adaptações, se preocupa em responder as questões relativas ao “por que” das formas orgânicas existirem e “como” elas se originaram, destacando mecanismos e fatores. Dentre os mecanismos, as análises de Sepulveda (2010) mostraram que os estudantes buscaram responder a esses questionamentos apelando para argumentos que sugerem adaptação como um princípio auto-explicativo, dentre os quais destacaram-se expressões como “é um processo adaptativo” ou “para se adaptar”. Além disso, houve estudantes que nem mesmo reconheceram o problema darwinista da adaptação - a relação da complexidade da forma orgânica com a luta pela sobrevivência - sugerindo um entendimento sobre adaptação como um fenômeno auto-evidente, que não demanda explicações causais.

Por outro lado, a autora identificou entre os estudantes o emprego de explicações sobre um mecanismo causal que indicou razões teleológicas - de finalidade, objetivo, propósito compartilhado através do seu uso entre os indivíduos. Ainda sobre os mecanismos relacionados às possíveis causas das formas orgânicas, a autora chama atenção para a consideração de perspectivas históricas através de dois tipos de abordagem: a transformacional e a variacional ou seletional. A abordagem transformacional, procura explicar a evolução de um sistema em virtude de mudanças simultâneas e conjugadas em todos e em cada um dos componentes do sistema. Assim, pretende-se explicar, numa perspectiva organicista regida por fatores fisiológicos, como os indivíduos de determinado tipo chegaram a ter a forma que de fato têm, considerando os organismos como os próprios sujeitos das forças evolutivas (CAPONI, 2005). Na abordagem variacional ou seletional, que deriva da teoria evolutiva proposta por Darwin, a razão do fenômeno biológico não é investigada a partir do funcionamento e da estrutura do organismo individual, mas sim pela história e pela dinâmica das populações. A evolução da forma orgânica, nesse caso, se dá porque existe variação entre indivíduos dentro da população e algumas variantes se reproduzem mais que outras (LEWONTIN, 2000).

Quanto aos fatores causais que controlam o fenômeno adaptativo, foram identificados três, o externalista que atribui controle pelo regime seletivo ao meio; o internalista ao organismo, no qual processos de desenvolvimento promovem a mudança morfológica; e o dialético entre esses dois tipos de processos, que leva em consideração a perspectiva construcionista da mudança evolutiva, a saber: (1) modificação dos nichos devido a alterações ambientais e atividades seletivas dos organismos e (2) evolução subsequente de uma ou mais populações em resposta a pressões seletivas promovida pela ação do meio (ODLING-SMEE et al., 2003).

O quarto tema epistemológico da matriz refere-se à natureza da adaptação, enquanto solução aos desafios impostos pelo ambiente à sua sobrevivência e sucesso reprodutivo. Neste caso, a autora propõe que, sendo a adaptação um traço fenotípico – uma estrutura ou um comportamento – ele pode ser concebido como o melhor estado possível do caráter definitivamente, ou o provisoriamente, em um dado momento da história evolutiva de um organismo. O quinto tema, por sua vez, refere-se às condições necessárias e suficientes para que um traço qualquer seja considerado uma adaptação. A autora distingue três situações: na primeira, ser resultante do processo de seleção natural é condição necessária e suficiente para que o traço seja considerado adaptação. Na segunda situação, contribuir com a sobrevivência e a reprodução do organismo é uma condição suficiente e na terceira, contribuir com a sobrevivência e reprodução deve ser necessário, e suficiente desde que seja resultante de seleção natural.

Finalmente, o sexto e último tema da matriz aborda sobre o papel exercido pelo conceito de adaptação para explicar a forma orgânica. Neste caso, são descritas duas visões: a adaptacionista – na qual a adaptação é a principal causa da origem e diversificação da forma orgânica, de modo que todas as características dos organismos são vistas *a priori* como caracteres ótimos produzidos por seleção natural especificamente para exercer funções atuais; a pluralista – que atribui causalidade da forma orgânica a três fatores, não excludentes: restrições atuais, adaptações atuais e herança ligada à história passada tanto de restrições quanto de adaptações (Quadro 4).

Quadro 4: Matriz semântica do conceito darwinista de adaptação proposta por Sepulveda (2010).

Temas	Categorias	Compromissos ontológicos e epistemológicos
Ontologia	Estado de ser	Adaptação como um estado de ser, ou propriedade biológica da população ou do organismo de estar adaptado ao ambiente.
	Característica	Adaptação é tida como um traço que pode ser distinguido no fenótipo do organismo pelo efeito que apresenta no modo como o organismo interage com ambiente.
	Processo	Adaptação é concebida como um processo (adaptar-se a)
	Visão prospectiva	Adaptação é a propensão presente do organismo ou da estrutura orgânica de ser preservado (a) pela seleção natural devido ao seu valor adaptativo.
	Visão retrospectiva	Adaptação é concebida como resultado de uma história passada de seleção natural.
	Ontogenético/ Nível do organismo	Adaptação ocorre no nível ontogenético, ao longo do ciclo de vida de um organismo.
	Filogenético/ Populacional	Adaptação ocorre no nível filogenético, ao longo da história evolutiva das populações de uma espécie.
Mecanismo Causal	Ausência de explicação etiológica	Adaptação é um fenômeno auto-evidente, dispensando explicação causal.
	Finalismo	Adaptação é suficientemente explicada pelo fim ou meta (<i>télos</i>) que realiza.
	Transformacional	Adaptação resulta da transformação dos membros individuais de uma espécie.
	Variacional	Adaptação resulta de mudanças das proporções de diferentes variantes encontradas nas populações.
Fator causal	Internalismo	Processo adaptativo é controlado internamente.
	Externalismo	Processo adaptativo é um processo controlado externamente.
	Construcionismo	A evolução de estruturas, comportamentos e mecanismos fisiológicos etc. resulta de um processo de co-evolução entre organismos e seus ambientes. Mudanças no organismo são ao mesmo tempo causa e efeito de mudanças no ambiente.
Natureza da solução adaptativa	Adaptação absoluta	Adaptação é o design ótimo de um organismo ou uma estrutura orgânica para o enfrentamento dos desafios postos pelas condições ambientais.
	Adaptação relativa	Adaptações são soluções provisórias para os problemas apresentados pelo ambiente, tornando um dado organismo ajustado às condições ambientais vigentes num dado momento, mas sem garantia de que este ajuste se manterá ou será sempre mais eficiente do que outros ajustes possíveis.

Condições necessárias e suficientes para que uma característica seja considerada adaptação.	Gênese Histórica	É necessário e suficiente que a característica tenha tido origem na seleção natural para ser considerada uma adaptação.
	Incremento da aptidão biológica	O fato de uma característica aumentar a aptidão darwiniana é suficiente para ser designada uma adaptação.
	Gênese Histórica + Incremento da aptidão biológica	É necessário, mas não suficiente, o fato de uma característica ter sido moldada pela seleção natural para que seja considerada uma adaptação. É preciso satisfazer outra condição necessária, o incremento da aptidão darwiniana (<i>fitness</i>).
Papel da adaptação na causalidade da forma orgânica.	Adaptacionismo	Atribui primazia à adaptação na explicação da origem e diversificação das formas orgânicas.
	Pluralismo	Há três fatores determinantes (não mutuamente excludentes) da forma orgânica: restrições atuais, adaptações atuais, herança ligada à história passada tanto de restrições quanto de adaptações.

A construção da matriz foi um passo fundamental para a construção das zonas de um modelo de perfil conceitual de adaptação (ver SEPULVEDA, 2010, p. 182). Nela, estão presentes compromissos ontológicos e epistemológicos que dirigem a interpretação do conceito de adaptação a partir dos seis temas discutidos nesta seção.

Entrevista qualitativa

A Entrevista Qualitativa (EQ) é considerada uma das técnicas de produção de dados mais utilizadas em pesquisa na área das ciências sociais, como psicologia, assistência social, sociologia e pedagogia (JUNIOR; JUNIOR, 2011; GIL, 2008; GASKELL, 2008). A EQ desempenha papel fundamental em fornecer dados básicos para a compreensão das relações entre atores sociais e seus contextos sociais específicos (GASKELL, 2008; SELLTIZ et al., 1967).

A EQ tem recebido diversas definições, a saber: técnica de coleta de dados para dirigir com eficácia um conteúdo sistemático de conhecimentos, de maneira mais completa possível, com o mínimo de esforço e de tempo (ROSA; ARNOLDI, 2006); técnica que permite conhecer sobre atitudes, sentimentos e valores subjacentes ao comportamento, incorporando novas fontes para a interpretação dos resultados (RIBEIRO, 2008); técnica de coleta de dados, em forma de diálogo, na qual uma das partes busca coletar dados e a outra se apresenta como fonte de informação (GIL, 2008); e ainda, uma técnica, ou método para estabelecer ou

descobrir perspectivas, ou pontos de vista sobre fatos, além daqueles da pessoa que inicia a entrevista (FARR, 1982).

A utilização da EQ é recorrente quando se faz necessário que o pesquisador obtenha dados que não podem ser obtidos em registros e fontes documentais, podendo ser fornecidos por determinadas pessoas (JÚNIOR; JÚNIOR, 2011). Neste sentido, a definição apresentada por Farr (1982) elucida bem o papel da entrevista, pois parte do pressuposto de que o dado que se busca através dela deriva de um mundo construído por pessoas em suas vidas cotidianas, mas não sob condições que elas mesmas estabeleceram. Assim, entendemos que nesta pesquisa, o discurso de professoras e professores está atrelado às influências dos seus valores e convicções, construídas em seu mundo vivencial, cuja linguagem, compreendida em maior profundidade através da entrevista, pode fornecer informação contextual valiosa. Dialogar com esses atores do discurso pedagógico nos permite identificar as relações que eles têm com o conhecimento recontextualizado no livro didático e com aquele trazido pelos estudantes para a sala de aula.

A fim de se obter melhor aproveitamento das respostas oriundas da EQ que nos permitisse acessar informações subjacentes às narrativas, foi importante conhecer previamente os aspectos vantajosos desta técnica frente a outros procedimentos de produção de dados. Se comparada com o questionário, outra técnica de largo emprego nas ciências sociais, a entrevista permite obter uma maior taxa de resposta, visto que a mesma apresenta questões abertas, sem opções determinadas (LAVILLE; DIONNE, 1999). Gil (2008) destaca outras vantagens da EQ, que foram relevantes para este trabalho como: a possibilidade de classificação/categorização dos dados; não necessita que o entrevistado saiba ler ou escrever e é altamente flexível, pois o entrevistador pode esclarecer o significado das perguntas e adaptar-se às pessoas e às circunstâncias em que se desenvolve a entrevista.

Ainda segundo Gil (2008), há, entretanto, situações em que se estabelecem no decorrer da entrevista que exigem bastante treinamento e habilidade do entrevistador o que a torna pouco conveniente, em certos casos. O autor exemplifica: a indisposição do entrevistado, a possibilidade de lidar com informações não verdadeiras, determinadas por razões conscientes ou inconscientes; a influência exercida pelo aspecto pessoal do entrevistador e suas possíveis opiniões sobre o entrevistado. Para superar alguns desses obstáculos, o autor deste trabalho contou com o apoio de seus pares dentro dos grupos de pesquisa dos quais faz parte

(LEFHBIO/UFBA e GCPEC/UEFS) para simular as entrevistas até que elas pudessem ser desenvolvidas e corressem com as professoras e professores convidados.

Tradicionalmente, as entrevistas são classificadas de acordo com o seu grau de diretividade, isto é, segundo seu grau de profundidade (BARDIN, 2009). Logo, têm-se entrevistas diretas, aquelas mais curtas, mais fáceis, com guia, e focalizadas em um único respondente. São conhecidas também como as entrevistas estruturadas, nas quais estão presentes uma série de perguntas pré-determinadas. As entrevistas não diretas - ou não estruturadas - caracterizam-se pela conversação continuada, foco em um grupo de respondentes (grupo focal), visando a abordar realidades pouco conhecidas pelo pesquisador, ou então oferecer visão aproximativa do problema pesquisado (GASKELL, 2008). Segundo Leville e Dionne (1999) e Gil (2008), além das entrevistas estruturadas e não estruturadas, há também a entrevista do tipo semi-estruturada, a qual foi adotada neste trabalho, razão pela qual priorizaremos a sua caracterização. Nesse tipo de entrevista é permitido ao entrevistado formular sua resposta pessoal. É possível também, mudar a ordem das perguntas, em função das respostas obtidas, assegurando mais coerência suas trocas com o interrogado, cabendo ao entrevistador incluir outras perguntas para aumentar a certificação das respostas, como: “Por quê?” “Como?” “Pode me dar um exemplo?”

A decisão sobre como se deve conduzir uma entrevista depende dos objetivos da pesquisa e, das circunstâncias que a envolvem e em que os entrevistados se inserem (JUNIOR; JUNIOR, 2011). Nesse sentido, Rosa e Arnoldi (2006) afirmam que é necessário que o entrevistador esteja atento aos aspectos éticos da pesquisa. Recomendam ao entrevistador obter não só o consentimento, como também esclarecer o(s) entrevistado(s) sobre os motivos da entrevista, os questionamentos que lhe serão feitos, os riscos e os favorecimentos que os resultados podem ocasionar e da sua liberdade de deixar de ser participante, caso sinta necessidade, por qualquer que seja o motivo. Assim, buscamos atender todas as recomendações desses autores que abordam o caráter ético da pesquisa. Nesse sentido, submetemos o projeto desta tese à análise de requisitos éticos pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos pela Universidade Federal da Bahia, que proferiu parecer favorável (CAAE nº: 75281917.4.0000.5531).

Outro aspecto importante para a condução da entrevista foi a definição de um roteiro passível de comparações futuras. Segundo Gil (2008), o roteiro de entrevista deve ser preparado de forma que as questões possibilitem fácil compreensão pelo entrevistado e sejam ordenadas de

maneira a favorecer o rápido engajamento do mesmo na entrevista, bem como a permanência do seu interesse. Nas entrevistas semi-estruturadas, Gaskell (2008) recomenda a utilização de um tópico guia, construído a partir da leitura crítica da literatura concernente ao tema investigado e da discussão com pesquisadores experientes e imaginação criativa. O tópico guia funciona como uma agenda a ser seguida de forma flexível, permitindo um desenvolvimento lógico da entrevista através de temas e hipóteses emergentes na medida em que o diálogo progride. Nossas entrevistas também contaram com um roteiro único do tipo semi-estruturado, contendo itens compostos por compromissos ontológicos e epistemológicos concernentes à temática a ser debatida. O roteiro de entrevista desta pesquisa é discutido mais adiante.

Finalmente, coube-nos a adoção de critérios metodológicos capazes de indicar algum tipo de generalização empírica sobre os dados obtidos nesta pesquisa. Nesse sentido, seguimos dois pressupostos de generalização sugeridos por Larsson (2009), complementarmente: *a generalização potencializada pela maximização da variedade de contextos*, e a *generalização por similaridade de contextos*.

De acordo com o pressuposto de generalização potencializada pela maximização da variedade de contextos, à medida em que investigamos respostas de cada participante - e considerando que cada um deles apresenta uma trajetória particular de atuação profissional, que representa visões qualitativamente distintas³⁶ sobre nosso objeto de estudo - é possível aumentar a generalidade dos dados obtidos no estudo. A ideia de maximizar a variação foi explicitamente expressa dentro da tradição chamada fenomenografia (MORTON, 1994), a qual foca na descrição da variação nos modos de ver um fenômeno. Ela é usada frequentemente em estudos de educação científica (LARSSON, 2009).

Ainda de acordo com a noção de generalização potencializada pela maximização de variedade de contextos, se uma seleção prudente de participantes for realizada - a qual se possa esperar que seja diversificada - é possível abranger de forma satisfatória a variação. Dado que não é fácil prever diferenças reais com base em impressões superficiais ou em características formais, o que pressuporia uma lógica determinista, resolvemos combinar essa perspectiva de generalização com a generalização por similaridade de contexto.

³⁶ Cada participante desta pesquisa foi convidado arbitrariamente devido a especificidades de sua trajetória profissional. Informações específicas sobre o perfil profissional de cada participante estão descritas na próxima seção.

Nesse caso, se as condições ou contextos da investigação são conhecidos, as consequências devem ser possíveis de prever (STRAUSS; CORBIN, 1990). Lincoln e Guba (1999) apontam que o julgamento sobre a generalização dos dados de uma pesquisa pressupõe que o contexto da pesquisa seja similar a algum contexto³⁷ conhecido pela audiência, o que muitas vezes significa que quem queira usar a pesquisa deve ser mais capaz de fazer o julgamento do que o próprio pesquisador. Conseqüentemente, “a responsabilidade do investigador termina ao fornecer à audiência dados descritivos suficientes para promover um julgamento de similaridade possível” (p.404). Sepulveda e colaboradores (2016), utilizam metodologia similar³⁸(SIMONS et al., 2003) para obter generalização interna (entre os professores que vivenciam a sala de aula e os pesquisadores do grupo de pesquisa) em suas pesquisas, contribuindo com a diminuição do risco de saltos inferenciais na transferência de premissas científicas para premissas situacionais encontradas na prática.

Procedimentos de produção de dados a partir de entrevista qualitativa

O roteiro de entrevista

Desenvolvemos um roteiro de entrevista semi-estruturada (LAVILLE; DIONNE, 1999) visando a um desenvolvimento lógico da entrevista, a partir de temas oriundos da matriz semântica de adaptação. Incluímos doze questões guiadas por cenários - pequenos textos de livros didáticos nos quais o conceito de adaptação foi mencionado sob diferentes contextos de apresentação do conteúdo, e cinco questões sem cenário, nas quais estão descritas perguntas direcionadas à relação do professor com o livro didático e com a prática de ensino. Os cenários compreenderam as próprias narrativas dos livros avaliados, especificamente algumas unidades de registro, cuja linguagem e conteúdo são familiares àqueles do cotidiano do/a professor/a, promovendo uma interface entre os significados atribuídos pelos professores ao conceito de adaptação e o contexto social da sala de aula. Cada questão guiada apresentou, além do respectivo cenário, sua fonte bibliográfica e o(s) tema(s)/categoria (s) epistemológica(s) subjacente(s) a ele (Apêndice B).

³⁷ Larsson (2009) alega que o conceito de “contexto” não deve se referir apenas a descrições de circunstâncias materiais e ao comportamento dos atores, mas também ao mundo interpretativo, e.g. uma cultura similar (GERTZ, 1999).

³⁸ A generalização situada. é descrita por Simons e colaboradores (2003) como a transformação de dados ligados a um contexto no qual transcorreu uma pesquisa, em evidências transferíveis para outros contextos. Segundo esses autores, para que essa generalização ocorra, é necessário que a conexão entre a situação da pesquisa e a situação em que outros professores trabalham se torne visível pelo reconhecimento de questões e problemas compartilhados. Para que outro professor se disponha a aplicar o conhecimento produzido por uma pesquisa, é preciso que ele reconheça as possíveis similaridades entre o contexto da pesquisa e a sua sala de aula, e para tanto, é preciso que seja fornecida uma descrição etnográfica daquele contexto que seja suficientemente rica.

Entendemos que um roteiro de entrevista guiada por cenários confere ferramenta útil à aproximação compreensiva do entrevistado à abordagem apresentada pela questão. Os cenários permitiram que o entrevistado entendesse o que eventualmente ele não pudesse entender através da pergunta isolada. Deste modo, buscamos nos livros unidades de registro que apresentassem um ou mais temas/categorias epistemológicas (SEPULVEDA, 2010) explícitas ou implícitas à narrativa consultada.

A determinação do número de questões guiadas deste roteiro foi resultante da distribuição equitativa das 21 categorias epistemológicas da matriz semântica dentro de um número mínimo possível de cenários que não tornasse a entrevista longa e fastidiosa, comprometendo a motivação participativa do professor. A distribuição das categorias epistemológicas por questões permitiu que a entrevista se tornasse suficientemente abrangente em relação aos temas possíveis (Apêndice C). Por fim, os cenários também nos ofereceram a vantagem de funcionar como tópico guia (BAUER; GASKELL, 2008), salvaguardando a relação entre o tema do cenário e a questão proposta.

As questões não guiadas tiveram caráter exploratório, permitindo, através do diálogo, por luz a aspectos da relação dos professores com o conceito de adaptação recontextualizado no âmbito escolar. Elas foram construídas com potencial de expor estratégias e dificuldades dos professores ante a pluralidade de contextos de reprodução do conceito de adaptação e de outros conceitos evolutivos abordados no ensino médio. Identificar dificuldades e estratégias dos professores a respeito da teoria evolutiva nos permite compreender como emergem possíveis obstáculos, e o porquê da propensão a certos modos de pensar o conceito de adaptação, que caracterizam o discurso pedagógico de reprodução. O roteiro de entrevista foi validado internamente por dois pesquisadores especializados no temática, coordenadores dos grupos de pesquisa aos quais esta pesquisa está vinculada, LEFHBIO/UFBA e GCPEC/UEFS.

Os participantes das entrevistas

Escolhemos arbitrariamente como participantes da entrevista qualitativa professores/as com formação em Ciências Biológicas/ Biologia em exercício no Ensino Médio, ou afastados provisoriamente de sala de aula, mas que se declararam atuantes nesse nível de escolaridade. Incluímos profissionais que atuam na rede pública, privada, e em ambas. Nossa amostra foi composta por onze participantes, sem restrições de faixa etária, sexo, cor/raça, etnia, orientação sexual e identidade de gênero.

Os principais critérios de inclusão dos participantes desta pesquisa foi o da formação plena em Ciências Biológicas ou Biologia e que fosse licenciado ou bacharel (com complementação pedagógica). Definimos esse critério porque através dessas formações nos asseguramos de que o conceito de adaptação evolutiva tenha sido apresentado durante a graduação daquele profissional, pois é conteúdo indissociável da grade curricular da formação do biólogo. Consideramos como critério de exclusão a condição de inativo aposentado, ou de solicitante de aposentadoria. Outro critério de exclusão foi o da condição de professores formados em biologia que deixaram o Ensino Médio, ou que abandonaram a docência.

Ressaltamos que a inclusão de participantes não se restringiu apenas a professores que lecionem os conteúdos de evolução, pois em nosso roteiro de entrevista, os cenários não levam em conta, exclusivamente, o uso do conceito de adaptação para exprimir uma definição de natureza evolutiva, mas sim sua relação com a explicação de diversos fenômenos biológicos. Apesar disso, todos os participantes declararam lecionar ou já ter lecionado os conteúdos de biologia evolutiva. As abordagens contidas no nosso roteiro de entrevista foram extraídas de diferentes conteúdos do componente curricular (unidades de contexto), das três diferentes séries do Ensino Médio.

Outro critério importante para a escolha dos professores foi o perfil profissional. Consideramos como características do perfil profissional: área da pós-graduação (quando possuía); experiência como docente; rede a que pertence a escola em que atua ou em que já atuou; participação em grupo de pesquisa; e produtividade acadêmica nos últimos cinco anos - acessadas através da Plataforma Lattes (portal do CNPq). O perfil profissional foi um critério de suma importância para nossas análises, uma vez que um dos critérios de generalização deste trabalho tem como premissa o número de casos qualitativamente diferentes que compõem a base empírica, e não a representatividade obtida por uma amostragem extensa e randômica (LARSSON, 2009). Por outro lado, o fato de cada participante apresentar um perfil distinto também foi relevante, pois aumenta a probabilidade de audiências distintas reconhecerem em nossos dados culturas, vivências e dificuldades similares, o que reforçaria a generalização por similaridade de contextos (Quadro 5).

Cada uma dessas características deve apresentar implicações na forma como eles lidam com o ensino de evolução. Possuir uma pós-graduação provavelmente influenciará na interpretação e na produção de discursos. É possível que conceitos oriundos de uma formação específica sejam utilizados para buscar apropriação de outros. Dado que a perspectiva da compreensão

de fenômenos naturais pode variar, seria razoável esperar de ecólogos, por exemplo, uma perspectiva de equilíbrio, ainda que momentâneo, entre os traços biológicos e as forças seletivas (REEVE; SHERMAN, 1993). A experiência como docente permite uma maior aproximação com textos pedagógicos e com a linguagem escolar, bem como com as dificuldades encontradas pelos estudantes em relação a certos conteúdos. Isso fornece ao(a) professor(a) mais experiente estratégias pessoais para captar dificuldades dos alunos, e até mesmo de distanciar dos alunos suas próprias dificuldades durante a instrução.

Entendemos que a rede a que pertence uma escola, seja pública - federal, estadual, militar, técnica, ou privada - evangélica, preparatória para Exame Nacional de Ensino Médio e pré-vestibular, deve fornecer diferentes condições de trabalho e incentivo ao exercício e à capacitação do professor. Podem ser fatores influentes desse critério: diferenças de foco sobre competências a serem estimuladas nos alunos, diferentes mecanismos de regulação e controle (BERNSTEIN, 1986) conforme “clientela”, diferentes cargas horárias a serem cumpridas em sala de aula, diferentes remunerações, diferenças na participação de pais/responsáveis e comunidade junto às escolas etc. A participação em grupo de pesquisa pode fornecer uma perspectiva mais plural e flexível diante de evidências, hipóteses, fatos, e mais facilidade de compreensão e apropriação de conhecimentos científicos de modo geral. Permite, sobretudo, que o participante se sinta apoiado para discutir sobre dificuldades relativas a suas experiências, tanto na pesquisa quanto no ensino.

Por fim, a produtividade acadêmica evidencia a efetivação da atividade de pesquisa como parte do cotidiano profissional do professor pesquisador. Essa atividade deve permitir que ele enxergue o conhecimento científico e escolar passíveis de refutações e recontextualizações. Para este tipo de profissional, o material didático não deve ser a única fonte de conhecimento a ser seguido nas aulas, não apenas porque eventualmente não está disponível a todos os alunos, mas principalmente porque a prática de produzir conhecimento é parte indissociável de seu exercício laboral.

Quadro 5: Professoras e professores participantes (nomes fictícios) e dados referentes às características adotadas para indicar o perfil profissional.

	Pós-graduação (Área)	Experiência como docente	Rede em que atua (ou que já atuou)	Participação em grupo de pesquisa (área)	Produtividade acadêmica (últimos 5 anos)	Orientação religiosa
Leonor	Doutorado Genética e Biologia Molecular	9 anos	Pública Federal	Ensino de Ciências	Periódico: 2018;2017 Capítulo de livro: 2018 Anais de eventos: 2017;2015	Sem orientação definida*
Tito	Doutorando Ensino de Ciências	4 anos	Pública Estadual (Pública Federal)	Ensino de Ciências	Periódico: 2018	Ateu
Nero	Mestrado Ciências Biológicas	20 anos	Pública Estadual	Ecologia Animal	Periódico: 2017;2016;2015 Anais de eventos: 2016	Sem orientação definida
Tibério	Mestrado Ensino de Ciências	7 anos	Pública Estadual	Ensino de Ciências	Anais de eventos: 2017; 2016	Sem orientação definida
Augusto	Mestrado Ecologia	16 anos	Pública Federal (Privada; Estadual)	-	Anais de eventos: 2017	Católico
Marco Aurélio	Mestrado Ecologia	22 anos	Privada (Estadual)	-		Espírita Kardecista
Trajano	Mestrado Patologia Humana	26 anos	Privada	-		Sem orientação definida
Vespasiano	Especialização Agroecologia	5 anos	Pública Estadual - Vocação Técnica	-		Ateu
Vitória	Especialização Docência em Biologia	19 anos	Pública Estadual - Vocação Técnica	-		Sem orientação definida
Sofia	Especialização Educação Ambiental	10 anos	Pública Estadual	-		Sem orientação definida
Diana	-	4 anos	Pública Estadual	-		Sem orientação definida

*Declara que cultuou diferentes religiões e/ou doutrinas. Tem fé em Deus ou em alguma representação pessoal, independente de adesão a alguma religião ou doutrina.

A aplicação da entrevista

Na ocasião em que apresentamos o termo de consentimento livre esclarecido aos participantes, nós propusemos que as entrevistas ocorressem em local de sua conveniência, preferencialmente fora do seu local de trabalho, a fim de assegurar sigilo, privacidade e bem estar do mesmo. As entrevistas foram realizadas nos municípios onde residiam os participantes, portanto, em Salvador, Feira de Santana e Valença - BA.

As entrevistas foram realizadas individualmente, sendo o entrevistador o autor desta tese. Foi estimada uma duração total de 50 minutos de diálogo. Inicialmente, o entrevistador cumpria um “protocolo” de aproximação do entrevistado, buscando assegurar um momento de confiança e cordialidade, apresentando uma palavra de agradecimento ao/a mesmo/a por ter concordado em participar. Em seguida, o entrevistador reiterava os motivos da entrevista e da participação do/a entrevistado/a, apontando as razões que justificam a relevância da sua opinião para o alcance dos resultados da pesquisa.

Ao comentar sobre o assunto a ser tratado, o entrevistador esclarecia de que forma transcorreria a entrevista e informava sobre os tipos de questionamentos a serem levantados, sobre a liberdade que o/a entrevistado/a possuía de pensar o tempo que achasse necessário para responder cada questão, podendo ainda interromper o entrevistador diante de qualquer dúvida e pedir ajuda caso achasse conveniente. Posteriormente, o entrevistador solicitava autorização para gravação da sessão, alegando procedimento necessário à memória e ao registro da conversação para análise posterior. Após concordância por parte do entrevistado, duas verificações consecutivas do funcionamento normal do gravador eram realizadas. O tempo estimado para esta abordagem inicial foi de até dois minutos.

Seguimos a ordem das questões do roteiro ao longo das entrevistas a fim de manter uma padronização sequencial de respostas que desse sentido lógico ao desenvolvimento da conversação e permitisse comparações durante a produção das inferências. Procuramos, desse modo, manter o foco na escuta e na compreensão da linha de pensamento do entrevistado, a fim de identificar como seus argumentos (respostas) se articulavam com os temas de cada cenário e como foram mobilizados a partir de concepções prévias e da sua prática do ensino. Para melhor explorar as informações recebidas e para reforçar nossa investigação, foram utilizadas algumas táticas de provocação (ROSA; ARNOLDI, 2006): de reafirmação e

repetição para obter informações adicionais, mediante a repetição de expressões emitidas pelo entrevistado, por meio da formulação de perguntas diretas [ex. vantajoso, é isso?]; de esclarecimento, que permite ao entrevistador solicitar ao entrevistado que detalhe uma sequência de passos, ou, em determinado momento do relato, solicitar que discorresse sobre o que havia se referido [ex. então você pergunta primeiro? e em seguida...], de convite à síntese de descrições [ex. você poderia me dar um exemplo?].

Tendo em vista que doze das dezessete questões do roteiro possuíam cenários, e que cada um seria apresentado previamente à questão correspondente, o entrevistador empenhou-se em memorizar aqueles menos extensos, buscando flexibilizar o diálogo e evitando a perda de motivação do entrevistado. Apesar disso, todas as entrevistas contaram com o uso do roteiro impresso, de caderneta e lápis para breves anotações que se fizessem necessários. Em virtude da possibilidade de fazer anotações, o entrevistador procurou sempre posicionar-se frontalmente ao entrevistado, de modo que seu campo visual e auditivo favorecessem a máxima atenção às respostas. Ainda de modo estratégico, não interrompia falas, nem preenchia pausas, que precediam respostas, com outras perguntas.

Ao final das entrevistas, o entrevistador agradecia mais uma vez pela colaboração do/a professor/a, reforçando a confidencialidade das informações e perguntando se ele/a gostaria de fazer mais algum comentário, já que o gravador havia sido desligado.

Transcrição e análise das entrevistas

Para analisar os dados coletados pela entrevista, transcrevemos as falas de cada entrevistado em um quadro que continha os seguintes campos: "resposta" - transcrição integral da fala do participante; "cognome do participante" - nome fictício; "questão/sequência" - indicação numérica da questão a que se refere aquela resposta, e indicação da sequência de fala do entrevistado após alguma pergunta de provocação pelo entrevistador e; "reforço ou provocação" - frases de reforço ou provocação do entrevistador para obter informações adicionais (Apêndice D). Ressaltamos que, por razões de economia de tempo, não transcrevemos as falas referentes à leitura dos cenários e das questões, uma vez que estas se repetiam da mesma forma a cada entrevista. Assim, da fala do entrevistador foram transcritas apenas as estratégias de provocação (ROSA; ARNOLD, 2006).

De posse das transcrições de cada entrevista, procedemos à leitura geral das respostas obtidas por questão, para, a partir daí promovermos a inferência sobre como os participantes mobilizaram seus conhecimentos e os temas da matriz semântica de adaptação. Em vista

disso, demos atenção especial ao tipo de linguagem utilizada por cada um dos participantes, suas visões de mundo, expressões linguísticas, conceitos de diferentes ramos da biologia, metáforas, citações etc. Diferentes modos de falar subentendem diferentes modos de compreender e de defender pontos de vistas com base nas suas experiências e influências profissionais.

CAPÍTULO IV

ANÁLISE DE CONTEÚDO NOS LIVROS DIDÁTICOS

Foram codificadas 359 unidades de registro (UR)³⁹ nos 27 livros analisados (Apêndice A). Nossas análises mostraram que 90% das UR codificadas mobilizaram compromissos associados à dimensão ontológica do conceito de adaptação, seja isoladamente ou acompanhados por outro(s) tema(s) e categoria(s) da matriz semântica. Destacamos as categorias “característica”, “processo” e “estado de ser” como as mais frequentes, cujas ocorrências somadas totalizaram 323 registros.

Em um trabalho comparando definições do conceito de adaptação em livros didáticos do ensino médio e superior, Kampourakis (2011a) afirma que a adaptação foi referida como uma característica resultante da ação da seleção natural, e pela vantagem conferida por esta no tempo presente, e por esse motivo seria selecionada futuramente. Além disso, foram encontradas definições de adaptação enquanto processo, algumas das quais apresentando associação com a seleção natural. Definições de adaptação enquanto característica ou processo (ou pelas duas categorias juntas) são reconhecidas entre os evolucionistas, sendo seu significado como processo um conceito relacional que resulta em um *estado genérico* de adaptatividade entre um organismo e o ambiente ao qual ele está adaptado. Esse processo também pode resultar em *traços específicos*, características modificadas dos organismos que ao executarem uma função biológica contribuem com o estado de adaptação do mesmo (ROSE; LAUDER, 1996). Rose e Lauder (1996) alegam que Darwin, em *A origem das espécies*, faz uso frequente do sentido da adaptação como um estado genérico, bem como do sentido de traços específicos, tanto para negar quanto para afirmar que aqueles traços eram uma adaptação.

Dada a representatividade das abordagens relativas à dimensão ontológica do conceito de adaptação identificada neste trabalho, bem como a importância pela qual filósofos e pesquisadores em ensino de biologia (ROSE; LAUDER, 1996; GOULD; VRBA, 1982; WILLIAMS, 1996; SOBER, 1993; SEPULVEDA, 2010; KAMPOURAKIS, 2011a; LEWENS, 2007; ARAUJO; ROSA, 2015; GÓMEZ, 2002) têm dado à sua definição, é

³⁹ Nós utilizamos em cada unidade de registro transcrita nesta seção um código de identificação composto pela letra “L” e dois algarismos, no seguinte formato: L3/1. “L3” representa o livro ao qual pertence aquela unidade de registro - conforme Quadro 3 do Capítulo III - e “1” sua identificação no quadro do Apêndice A que trata da codificação do das unidades de registro extraídas dos livros didáticos.

possível que os livros didáticos reconheçam, assim como nesses trabalhos, a adaptação como um conceito central da biologia e da teoria evolutiva, e esta como um eixo integrador do conhecimento biológico.

A UR abaixo apresenta uma abordagem sobre a evolução das plantas gimnospermas na qual o autor descreve a estrutura do grão de pólen como uma adaptação:

[...] Na evolução das plantas, as gimnospermas foram as primeiras a apresentar adaptações que permitiram a independência da água para a reprodução sexuada. Nesse grupo surgiram os grãos de pólen, estruturas que contêm o gametófito masculino imaturo protegido por um envoltório resistente. Assim protegidos, esses gametófitos podem ser transportados pelo vento, e ao entrarem em contato com o gametófito feminino, germinam, formando o tubo polínico. (L3/8).

O autor destaca a estrutura reprodutiva das gimnospermas, com efeito, a presença do grão de pólen, que beneficiaria os gametófitos masculinos deste grupo de plantas. Tal característica, a qual se considera adaptação, confere às gimnospermas uma vantagem reprodutiva inédita, que, de algum modo, permitiu a esse grupo de plantas maior proteção aos gametas masculinos, bem como uma alternativa eficiente de transporte dos mesmos durante a reprodução. A vantagem reprodutiva conferida por um traço é um dos critérios adotados na definição clássica de adaptação, contudo, o fato de considerar este critério isoladamente, sem atribuir ao traço uma causalidade histórica, pode fazer com que os estudantes entendam que qualquer característica ligada a alguma vantagem reprodutiva indique uma adaptação.

Dalapicolla e colaboradores (2015) alegam que a presença de expressões ou de conceitos ligados à evolução biológica, tais como adaptação, produz sínteses que podem ser úteis no contexto de produção de livros didáticos. Segundo esses autores, a intenção de colocar esses termos que remetem à evolução resume de forma hábil toda a explicação evolutiva por trás de uma característica. Mesmo que à primeira vista os exemplos não apresentem um sentido evolutivo claro, pois trazem ideias voltadas à anatomia e morfologia, a presença de termos que remetem à evolução pode propiciar a produção de outro sentido nas frases tornando a evolução o foco principal. Se esses termos que envolvem causas históricas fossem retirados das narrativas, o sentido das mesmas mudaria para um contexto fisiológico (DALAPICOLLA; SILVA; GARCIA, 2015). Nesse sentido, se experimentássemos substituir a palavra “*adaptações*” da UR L3/8 por “*características*”, possivelmente sua interpretação pelos estudantes passaria longe de uma interpretação evolutiva.

Ao considerar adaptações como características de algum modo vantajosas aos seus possuidores, percebemos que, em algumas narrativas, a razão de ser do fenômeno biológico parece estar ligada à constituição e ao funcionamento dos organismos individuais. Por exemplo, as URs L15/32 e L11/15:

[...] Entre as adaptações das plantas dos mangues, aparecem na Rhizophora mangle as chamadas raízes escoras (na realidade, a estrutura interna do caule, não da raiz), que partem de diversas alturas do caule, ramificam-se no solo lodoso e ajudam na sustentação. Outra adaptação, encontrada nas plantas do gênero Avicennia, são os pneumatóforos, ramificações verticais das raízes que afloram do solo e facilitam a absorção do oxigênio do ar por meio de poros, os pneumatóforos (L15/32).

[...] Os anfíbios foram os primeiros vertebrados a habitar a terra firme, mas não a conquistaram totalmente, pois sua reprodução continuou dependendo do meio aquático. Ainda hoje, os óvulos e os espermatozóides da maioria dos anfíbios são eliminados na água e a fecundação ocorre fora do corpo da fêmea; o zigoto desenvolve-se em uma forma larval tipicamente aquática, que possui respiração branquial. É somente na metamorfose que esses anfíbios desenvolvem pulmões e adquirem outras características adaptativas à vida em terra firme. (L11/15).

Em ambos os casos, a adaptação designa características que contribuem com o ajustamento dos organismos à ocupação dos seus respectivos habitats. Descrições, como as da L15/32 sobre como tais características funcionariam reforçam esta suposição - “ramificam-se no solo lodoso e ajudam na sustentação”, “facilitam a absorção de oxigênio no ar por meio de poros”. A UR L11/15 explicita a origem das características adaptativas no desenvolvimento (ontogênese) dos anfíbios, e não como um resultado da história evolutiva das populações da espécie. Esse modo de argumentar sobre o fenômeno biológico põe foco no organismo individual, expondo uma perspectiva descritiva de caráter fisiológico, no qual se supõe que a análise das etapas do desenvolvimento de um organismo individual seria suficiente para conhecer também as etapas pelas quais a evolução da espécie deverá ajustar-se (GOODWIN, 1998). Segundo Freguglia (2009), um fenômeno biológico suscita questões que podem ser indagadas em relação tanto à sua função quanto às causas que respondem pela origem e pela evolução do processo. Por essa visão, os porquês da biologia nos livros didáticos podem ser explicados através da fisiologia, não associando a evolução aos diversos assuntos tratados nesse material, e também pelas causas históricas, o que estaria coerente com os preceitos dos documentos oficiais relativos ao tratamento da evolução como eixo integrador do conhecimento biológico (DALAPICOLLA; SILVA; GARCIA, 2015).

A UR L11/15 sugere, ainda, que a aquisição de pulmões pelos anfíbios teria ocorrido mediante iniciativa do próprio organismo, ao afirmar que “anfíbios desenvolvem pulmões”.

Narrativas como esta podem conduzir, de alguma maneira, a interpretação dos leitores sobre o fenômeno da diversidade e de ajuste estrutural da forma orgânica segundo uma perspectiva finalista, sobre a qual se supõe que o fenômeno evolutivo aconteça propositadamente, ou intencionalmente, tal como as explicações teleológicas apresentadas por estudantes investigados por Kampourakis e Zogza (2007), Ferrari e Chi (2013), Kelemen (2012) e por Sepulveda (2010).

De acordo com Sinatra e colaboradores (2008) e com Kampourakis e Zogza (2008), o uso da linguagem antropomórfica pode ser considerada um obstáculo conceitual, na medida em que a mudança adaptativa for atribuída às ações intencionais como resposta aos desafios ambientais, ou à própria “Natureza” como um agente consciente. Expressões de natureza antropomórfica implicam a transferência de qualidades humanas, como intencionalidade, propósito, deliberação e planejamento às estruturas orgânicas, resultando na suposição de que eventos futuros podem determinar eventos que os antecedem (Mayr, 1988).

Na UR L11/12, transcita abaixo, a descrição dos detalhes funcionais do cérebro dos primatas em interação com os olhos e com os objetos à sua volta parece supor alguma relação intencional em direção à adaptação dos primatas ao modo de vida arborícola, no qual o bom desempenho das funções enunciadas explicaria a sobrevivência de formas ancestrais.

[...] Outra aquisição evolutiva dos primatas, em sua adaptação à vida nas árvores, foi a proximidade entre os olhos, situados na região frontal do crânio, a face. Por estarem nessa posição, os dois olhos miram o mesmo objeto com pequena diferença de ângulo visual, permitindo que o cérebro calcule, por triangulação a distância em que aquele objeto se encontra. Essa capacidade denominada visão binocular, ou estereoscópica, deve ter sido fundamental para a sobrevivência de nossos ancestrais no ambiente arborícola, onde um salto mal calculado podia ser fatal. (L11/12).

Apesar das objeções tradicionais lançadas contra as explicações teleológicas (JUNGWIRTH, 1975; SCHWAB, 1963), que supõem que as mesmas implicam apelação a fins intencionais, há fenômenos que podem ser descritos como teleológicos, mas que não são fenômenos intencionais. Temos exemplos de descrições teleológicas na biologia que não apelam a fins conscientes, mas que recorrem explícita ou implicitamente à ideia de “função”, e.g. “a função do coração é bombear sangue” (ver NUNES-NETO; EL-HANI, 2009), fato que as caracteriza como teleológicas. Portanto, na UR L11/12, mais do que supor que houve uma intenção por parte dos primatas, ou até por alguma agência divina, em produzir estruturas anatômicas com vistas ao alcance de uma meta (viver entre as árvores), é preciso notar que a linguagem

antropomórfica empregada nesse caso tem um papel estritamente de informar que o bom desempenho da função daquelas estruturas deve ter contribuído para a fixação desses traços na população ancestral e favorecido a sobrevivência naquele ambiente. A explicação sobre o significado da linguagem teleológica e o papel que elas exercem nas narrativas dos LDs pelos professores ajudaria os estudantes a melhor compreender o que os livros didáticos pretendem comunicar. Essa prática, deve contribuir com o entendimento de que nem sempre a linguagem antropomórfica implica intencionalidade - fato que pode, diminuir a rejeição que a comunidade de ensino de biologia mantém com explicações teleológicas (CARMO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2016).

A ideia de uma possível finalidade na natureza que justifique as estruturas orgânicas parece gerar, espontaneamente, alguma expectativa de que, para lidar com os desafios impostos pelo ambiente as espécies desenvolvam e desempenhem, de forma autônoma, estratégias e mecanismos que permitam convívio seguro e harmônico com o meio. Identificamos a seguir duas URs que permitem interpretações de intencionalidade, nas quais foi possível constatar o uso de uma linguagem do tipo antropomórfica, uma estratégia recorrente em muitos domínios da aprendizagem. Segundo Coley e Tanner (2012), a linguagem antropomórfica se revela como uma maneira particular de entender o mundo ou uma situação específica através do uso de analogias a atividades e comportamentos humanos, supostamente quando falta algum conhecimento biológico específico ou como estratégia de ensino por parte dos professores.

[...] Camuflagem é o tipo de adaptação em que uma espécie desenvolveu características que a confundem com o ambiente e dificultam sua localização. (L11/18).

[...] Pássaros que aprendem evitar os espécimes dotados de coloração de aviso são iludidos pela coloração semelhante, exibida pelas borboletas de sabor agradável, passando a evitá-las. Ao longo do tempo, os indivíduos da espécie de sabor agradável, que são mais parecidos com os modelos tóxicos, tendem a ser selecionados positivamente. Deste modo, as semelhanças se acentuam. Essa adaptação, em que um modelo tóxico ou perigoso é “imitado” evolutivamente por espécies saborosas ou inofensivas, é o que se denominou mimetismo batesiano. (L11/16).

A UR L11/18 pode suscitar interpretação de que a adaptação indica capacidade criativa e de aprendizagem dos organismos para superar os desafios impostos pelo ambiente. Nesse sentido, o organismo individual seria o sujeito de suas próprias mudanças (uma perspectiva transformista da evolução), figurando, ao mesmo tempo, como agente e beneficiário do fenômeno biológico, e sua razão de ser residiria na sua constituição e funcionamento (CAPONI, 2005). Assim, a evolução seria explicada em virtude de forças e fatores atuantes e observáveis no próprio ser vivo individual, que se modificaria paulatinamente, de modo que a

soma e a concatenação desses fenômenos fisiologicamente verificáveis explicaria a evolução geral das formas orgânicas (BALAN, 1979; TASSY, 1998; PADIAN, 2004).

A UR L11/16, na qual também se verifica "aprendizagem" por parte das borboletas de sabor agradável, nos traz uma informação relevante sobre a condição pela qual o mimetismo teria se fixado naquela população e passasse a ser considerado como adaptação: a ação da seleção natural. Desse modo, a razão do mimetismo ter sido uma característica selecionada foi a vantagem de manter a semelhança física da população de borboletas não tóxicas com as borboletas tóxicas, evitando assim que sofressem predação.

Ao afirmar que o modelo tóxico teria sido "imitado" evolutivamente, a linguagem antropomórfica empregada na UR L11/16 pode parecer mais atraente à compreensão do aluno leitor, fazendo com que o mesmo pense que as borboletas não tóxicas seriam responsáveis pela sua própria ação transformadora em busca de uma condição favorável naquela condição. Contudo, Zohar e Ginossar (1998) afirmam que, tanto para os estudantes como para os cientistas, a perspectiva teleológica, a partir da qual a linguagem antropomórfica é apresentada, representa uma ferramenta heurística significativa, pois a discussão sobre o significado das afirmações antropomórficas ajuda a melhorar a compreensão dos estudantes, de modo que talvez fosse mesmo recomendável não tentar aboli-las. Um estudo de Tamir e Zohar (1991) concluiu que o uso de tais afirmações pelos alunos corresponde ao interesse dos mesmos em comunicar-se melhor, em serem compreendidos pela audiência.

Nesse sentido, Molina (2004) afirma que a decisão acerca do que se deve ou não ser ensinado, precisa ter em vista não somente os argumentos epistemológicos, mas também argumentos psicológico-cognitivos e comunicativos. Com base nessa afirmação, Sepulveda (2010) alega que o uso da linguagem teleológica é um dos aspectos epistemológicos centrais na gênese de conceito de adaptação, e propõe que nos questionemos se este tipo de linguagem impõe dificuldades na apropriação do modo darwinista de pensar a origem e diversificação da forma orgânica ou se é um aspecto intrínseco ao desenvolvimento desta perspectiva. Nós acreditamos na segunda alternativa.

Alguns aspectos relativos à ação da seleção natural foram abordados para descrever aspectos históricos das adaptações. De um lado, a seleção natural é posta como o fator causal de mudanças evolutivas, que deve agir aleatoriamente, ocasionando mudanças na forma e na função de características, tornando-as aptas a exercer papéis biológicos similares independentemente de sua origem embrionária.:

[...] A existência de órgãos análogos é evidência de que a seleção natural, por caminhos muito diferentes, pode levar ao surgimento de um mesmo tipo de solução adaptativa; ou seja, de que houve convergência evolutiva. (L27/295).

Por outro lado, é defendido também que a seleção natural não deve produzir, mas simplesmente manter uma característica modificada que se moldou por meios aleatórios, uma perspectiva que coincide com a visão de alguns filósofos da biologia (ver MAYR, 2001; REEVE; SHERMAN, 1993):

[...] é possível perceber que a natureza seleciona as formas mais bem adaptadas, favorecendo a sua sobrevivência, em detrimento das formas menos adaptadas, que tendem a perecer. Note que a natureza não cria formas para escolher; ela escolhe, seleciona, entre as formas existentes. Esse processo, proposto por Darwin, recebe o nome de seleção natural. (L6/205).

Segundo Meyer e El-Hani (2000), a seleção natural pode ser considerada como fenômeno de natureza mista, nem totalmente aleatória nem totalmente determinista, e ocorre em duas etapas. A noção sobre a natureza da ação da seleção natural defendida por estes autores pode nos ajudar a interpretar como a adaptação referida nas UR L27/295 e L6/205 teria resultado a partir da ação da seleção. Assim, na primeira etapa de sua ação, a seleção consiste na produção de variações, que se dá através de mutações que ocorrem nas células reprodutivas, ou por recombinação gênica ocorrida durante a meiose - divisão que dará origem a estas células. Esta etapa é aleatória. A segunda etapa consiste na triagem das variantes preexistentes pelas vantagens que apresentam sobre as demais por conferir sobrevivência e reprodução diferencial dos indivíduos que a possuem. “Não se pode dizer, portanto, que esta etapa envolve um processo completamente aleatório, já que os organismos que sobrevivem, chegam à idade adulta e procriam com sucesso não o fazem completamente por acaso” (MEYER; EL-HANI, 2000, p. 180).

Por outro lado, há muitos fatores casuais que podem levar os organismos a serem eliminados, antes mesmo de se reproduzirem, independente de estarem mais bem equipados que outros para sobreviver em determinado ambiente e/ou se reproduzir com sucesso. É o caso da ocorrência de catástrofes naturais que podem eliminar um grupo de organismo que, de outro modo, estariam perfeitamente aptos a se reproduzir. “Portanto, não há também um determinismo puro. Pode-se dizer que a seleção natural é um processo probabilístico” (MEYER; EL-HANI, 2000, p. 181).

Ao afirmar que *"é possível perceber que a natureza seleciona as formas mais bem adaptadas, favorecendo a sua sobrevivência, em detrimento das formas menos adaptadas,*

que tendem a perecer”, a UR L6/205 passa a impressão de que algum tipo de agente causal “seleciona” ativamente traços para incluí-los nas gerações futuras. Usualmente, este tipo de narrativa compromete o sentido da seleção natural, cuja expressão subentende mais uma abreviação linguística do que um termo descritivamente acurado para o processo que dirige a mudança evolutiva. Segundo, Al-Shawaf, Zreik e Buss (2018) a expressão “sucesso reprodutivo diferencial em virtude de diferenças de herdabilidade no *design*” representa uma descrição mais acurada do processo de seleção natural, na qual alguns organismos reproduzem mais do que outros, e esse fato simples seria a explicação chave da evolução por seleção natural. Ela é mais acurada, sobretudo, porque descreve o que de fato ocorre nas populações, não sugere a presença de um agente causal oculto, e não implica, deliberadamente, alguma forma de seleção ativa. Nesse sentido, o sucesso reprodutivo diferencial representa, segundo esses autores, uma ação engenhosa da seleção natural e “o ponto de partida da evolução” (AL-SHAWAF; ZREIK; BUSS, 2018, p. 2).

Encontramos algumas narrativas em que a seleção natural foi mencionada, e esteve associada ao aumento das chances de sobrevivência e ao sucesso reprodutivo de organismos considerados bem adaptados, e à presença de características definidas como adaptações:

[...] Outra idéia central do pensamento darwiniano é a seleção natural, segundo a qual os indivíduos de cada espécie mais bem adaptados ao ambiente sobrevivem e têm maior sucesso reprodutivo. (L11/199).

[...] Na seleção natural são favorecidas as características que aumentam as chances de um indivíduo alcançar a idade reprodutiva, levando indiretamente ao sucesso reprodutivo. Esse sucesso pode ser o resultado de vários tipos de adaptações. Algumas aumentam as chances de o organismo conseguir comida (maior velocidade, dentes mais fortes, etc.) outras, como camuflagem, o ajudam a se defender dos predadores ou a sobreviver às condições físicas do ambiente (proteção contra frio, contra perda de água etc.). Com essas adaptações, cresce a chance de sobrevivência do indivíduo e aumentam suas oportunidades de chegar à idade adulta. (L15/197).

As unidades de registro L11/199 e L15/197 destacam, além da seleção natural, as vantagens da condição de ser bem adaptado, e da utilidade corrente dos traços adaptativos, quais sejam, o maior sucesso reprodutivo e aumento das chances de sobrevivência. Decorre que, embora o aumento das chances de sobrevivência seja uma qualidade usualmente associada ao fenômeno adaptativo, inclusive aparentando ter a mesma importância que apresenta o sucesso reprodutivo para a evolução adaptativa, a sobrevivência é importante unicamente na medida em que ela pode permitir a reprodução do indivíduo (ver ALCOCK 2009; CRONIN 1993; BUSS 2015; ANDRADE 2003). Assim, defendemos que é desejável que o livro didático

ênfatize que, em termos reprodutivos, mais importa evolutivamente a sobrevivência da prole do que a quantidade de prole deixada pelos indivíduos que reproduzem. Ou seja, quanto melhor ajustados aqueles descendentes forem em relação ao meio, esta qualidade deverá afetar a probabilidade deles sobreviverem e reproduzirem (PADIAN, 2013).

Complementarmente, ao se mencionar sobre o ajuste dos organismos em relação ao meio, é importante atentar que a compreensão da relação ambiente e organismo, na qual o ambiente seria um cenário estático para o qual o segundo se adapta, embora facilmente compreensível, é equivocada (LEWONTIN, 2000), do ponto de vista científico, pois o organismo e o ambiente estão dialeticamente relacionados, de modo que o ambiente de um organismo é a justaposição de várias partes do mundo físico que está estruturado pelas atividades dos organismos (LEWONTIN, 2002). Dessa maneira, Tidon e Lewontin (2004) afirmam que é importante que a relação entre o ambiente e o organismo seja ensinada desde os primeiros anos do estudo de ciências, uma vez que a sua complexidade requer tempo para as crianças compreenderem apropriadamente. A compreensão dessa relação, além de ser pré-requisito para o entendimento da evolução biológica, é básica para a formação da responsabilidade cidadã dos estudantes pelo meio ambiente, do qual eles se sintam parte integral, e não apenas um componente passivo (TIDON; LEWONTIN, 2004).

Abaixo, apresentamos unidades de registros onde a relação entre o organismo e o meio se caracteriza como uma ajuste “perfeito” dos organismos em resposta às condições ambientais ou ao regime seletivo em que eles foram submetidos.

[...] Segundo o naturalista inglês, o ambiente seleciona as modificações que melhor adaptam o organismo àquele ambiente, e elimina aquelas desnecessárias (L9/173)

[...] Na luta pela sobrevivência, os organismos de uma espécie que possuem características mais vantajosas para aquele ambiente específico conseguem se alimentar e se reproduzir com mais sucesso. Esse processo de seleção natural tende, ao longo de gerações, a favorecer a manutenção e o aprimoramento de características que conferem melhor desempenho ou ajuste, resultando na adaptação dos organismos ao meio. (L21/193).

Expressões como “que melhor adaptam o organismo”, “características que conferem melhor desempenho” podem induzir os leitores a entenderem que características consideradas adaptativas ou o estado de ser dos indivíduos que as possuem são sinônimos de “melhor solução adaptativa” ou “um desenho ótimo” para o enfrentamento (ou resultado) dos desafios postos pelas condições ambientais. Antes, é preciso considerar, porém, que mudanças

ambientais contingentes podem alterar o regime seletivo, influenciando a direção na qual a mudança adaptativa pode ocorrer (SOBER, 1993; STERELNY; GRIFFITHS, 1999). Isto é, mudanças ambientais contingentes podem levar caracteres previamente benéficos a se tornarem no futuro caracteres neutros ou prejudiciais, fazendo com que as adaptações não resultem sempre em características ótimas (SEPULVEDA; MEYER; EL-HANI, 2011).

Diante disso, Sepulveda (2010) considera que não podemos entender a seleção natural como um processo necessariamente otimizador, ou seja, que terá sempre como resultado o estado ótimo de um caráter adaptativo, ou uma adaptação perfeita de uma população às condições de vida. Ao lado disso, Sepulveda afirma ainda que, como pode levar algum tempo até que se façam sentir como novas pressões seletivas, mudanças ambientais podem não ser seguidas rapidamente por mudanças na distribuição de características de uma população. Uma das razões para este lapso temporal entre a mudança ambiental e a manifestação como pressão seletiva reside no fato de que o efeito de uma dada mudança pode ser minimizado por outros fatores ambientais, ou pela ação de outras forças evolutivas. Desse modo, uma característica que se tenha fixado por apresentar valor adaptativo num determinado ambiente ancestral, sendo portanto, uma adaptação, pode continuar prevalente por algum período de tempo sem conferir qualquer benefício.

Por fim, Sepulveda (2010) afirma que se o termo “ambiente” - o qual é amplo e vago demais, por dizer respeito a uma quantidade muito grande de referentes no mundo natural -, for substituído por “nicho ecológico”, cujo conceito tem significado mais restrito, a compreensão do processo evolutivo pode ser consideravelmente mais refinada. A autora alega que, à luz da compreensão de Lewontin (2002, p. 57), segundo a qual o nicho ecológico representa “uma justaposição espacial e temporal de diferentes elementos do mundo que produzem um entorno relevante para o organismo”, podemos conceber que alguns desses elementos podem estar mudando constantemente e sem direção definida, enquanto outros elementos podem ser estáveis, ou mudar sempre na mesma direção. Assim, numa mesma espécie, poderá haver otimização para características relacionadas a esses últimos fatos ambientais - que não apresentam mudança ou mudaram de forma direcional numa escala temporal dada - enquanto que características conectadas a fatores que mudam continuamente, e sem direção definida, poderão não ser otimizadas (SEPULVEDA, 2010).

Narrativas que indicam uma perspectiva pluralista sobre a mudança evolutiva foram identificadas em algumas unidades de registro. As URs abaixo são alguns exemplos que

incluem a mutação genética⁴⁰ como causa da variação - um fenômeno capaz de interferir na frequência das adaptações futuras (GREGORY, 2009).

[...] Finalmente, embora mutações alterem a sequência de bases do DNA, é importante destacar que elas não são dirigidas pelo ambiente. Isso significa que, em ambientes mais frios, por exemplo, não há maior probabilidade de surgir uma mutação que torne o indivíduo mais adaptado ao frio do que mutações que o tornem menos adaptado, ou que sejam neutras em relação a esse fator ambiental. (L15/237)

[...] As mutações não ocorrem para adaptar o indivíduo ao ambiente: elas ocorrem ao acaso e, por seleção natural, são mantidas enquanto adaptativas (seleção positiva) ou eliminadas em caso contrário (seleção negativa) (L2/243).

[...] O conhecimento mais recente sobre o mecanismo do código genético veio comprovar que as mutações ocorrem ao acaso. Isso significa que, apesar de elas poderem ser provocadas pelo ambiente, a mudança na frequência das adaptações depende da seleção. (L15/34).

[...] As mutações acrescentam novos alelos ao pool gênico das espécies; a segregação independente e as permutações os recombinam, aumentando a variabilidade genética. Agindo sobre a diversidade, a seleção natural tende a eliminar as formas não adaptativas, diminuindo a variabilidade e ‘direcionando’ a evolução (L18/230).

Estas narrativas destacam, sob diferentes aspectos, a ação aleatória da mutação, sua relação com o ambiente e com os organismos. A URL18/230 mostra a relação da seleção natural com a manutenção das adaptações nas populações em meio à ocorrência de mutações e recombinações genéticas casuais. Esta unidade de registro apresenta a ação da seleção natural como um fenômeno capaz de reger a diversidade de variantes em uma população. Nela, a seleção natural teria o papel de “eliminar” formas não adaptativas, diminuindo a diversidade de alelos incorporados ao pool gênico da população pelas recombinações.

A inferência de que a seleção natural deve “eliminar” formas não adaptativas retoma a metáfora de Herbert Spencer - “a sobrevivência dos mais aptos” - a partir da qual se atribui à seleção natural, numa perspectiva malthusiana, o papel de forçar embriões a se adaptarem a seus ambientes, sob pena de não sobreviverem. Contudo, embora tenha adotado tal metáfora em edições mais recentes de *Origem*, Darwin nunca confundiu o papel do ambiente na indução de respostas de variantes nos indivíduos com o processo de adaptação por seleção natural. Por esta razão, Darwin nunca confundiu seleção natural *contra* organismos que falham em “adaptar-se a” severas exigências ambientais com uma seleção gradual ao longo de

⁴⁰As mutações podem produzir resultados neutros, deletérios ou benéficos. As mutações benéficas podem ser raras e produzir vantagens mínimas que devem, ainda assim, aumentar sua proporção na população ao longo de muitas gerações por seleção natural, a qual é bastante efetiva na manutenção acumulativa dessas mutações (GREGORY, 2009).

gerações *para* características adaptativas (DEPEW, 2013). De fato, a seleção natural adequadamente concebida evolui genuinamente traços adaptativos direcionados a objetivos funcionais, trabalhando por muito tempo e por muitas gerações em pequenas variantes em características que surgem inicialmente, independentemente da utilidade que elas venham a adquirir subsequentemente até se fixarem na população. Foi por essa razão que Darwin repetidamente proclamou em *Origem* que sua teoria seria falsificada se seu axioma gradualista tivesse de ser comprovado (DARWIN, 1966, p. 189, 194, 471).

A evolução gradual implica, para além de influências genéticas, influência ambiental em todos os estágios da emergência das adaptações: (1) evolução inicial, (2) desenvolvimento ontogenético e (3) ativação imediata (BUSS, 1995). Dito de outro modo, as adaptações apenas se desenvolvem, em primeiro lugar, por causa de um desafio ambiental, frequentemente referido como “problema adaptativo” (BUSS, 1995; TOOBY; COSMIDES, 1992). Subsequentemente, adaptações requerem influências ambientais para seus próprios desenvolvimentos ao longo da vida útil do indivíduo. Finalmente, as adaptações necessitam de influências do meio para sua ativação imediata no tempo presente. Isso significa que o meio ambiente é crucial para todos os produtos da evolução em todos os estágios do processo evolutivo (AL-SHAWAF; ZREIK; BUSS, 2018).

A relação do meio com o surgimento de adaptações pôde ser identificada em narrativas nas quais o fenômeno da convergência evolutiva⁴¹ foi abordado. Vejamos:

[...] As asas das aves não se originam de um ancestral comum entre aves e insetos. Nesse caso, esses dois grupos adaptam-se de forma semelhante ao mesmo tipo de ambiente. Esse fenômeno é chamado de convergência evolutiva (ou adaptativa) ou evolução convergente.(L15/240).

[...] As estruturas semelhantes, que desempenham a mesma função em espécies diferentes, mas não têm a mesma origem evolutiva, são chamadas de estruturas análogas. Isso se dá por convergência evolutiva, que ocorre quando espécies pouco

⁴¹ A convergência evolutiva é frequentemente vista como um resultado inevitável da evolução por seleção natural. A despeito da sua importância, há uma falta de concordância conceitual entre pesquisadores desse tema no que diz respeito à falta de consistência entre as definições entre e dentro dos livros didáticos, monografias e artigos, devido à falta de padrões consistentes nos métodos utilizados para quantificar ou avaliar o significado da convergência dentro de um conjunto de dados. E, finalmente por falta de concordância em relação às implicações que a convergência tem para a história da vida (STAYTON, 2015). Algumas definições consideram a convergência como um simples padrão evolutivo (REECE et al., 2013; FREEMAN et al., 2014; STARR et al., 2015), enquanto outros acrescentam fatores adaptativos ou desenvolvimentais (PAGEL, 2002; HINE, 2008; TRAVIS; REZNICK, 2009). Por fim, alguns pesquisadores vêem a convergência como evidência de determinismo em ampla-escala (MCGHEE, 2011; DENNETT, 1995; CONWAY MORRIS, 2008), enquanto outros o vêem como sendo compatível com estocasticidade e contingência na evolução (VERMEIJ, 2006; GOULD, 2002; POWELL, 2009).

aparentadas vivem em condição ambiental semelhante, que favorece o surgimento de adaptações análogas. (L21/22).

[...] Órgãos análogos, por sua vez, são estruturas que apareceram de maneira independente na evolução de diferentes grupos de organismos, constituindo adaptações a modos de vida semelhantes. A adaptação evolutiva pode levar organismos pouco aparentados a desenvolver estruturas e formas corporais semelhantes, devido a 'pressões adaptativas similares', processo conhecido como convergência evolutiva. (L11/19).

[...] Há estruturas corporais presentes em diferentes espécies que desempenham funções semelhantes, mas têm origens embrionárias totalmente distintas. Tais estruturas são denominadas órgãos análogos. É o caso, por exemplo, das asas de aves e de insetos; ambas são adaptadas ao voo, mas têm origens embrionárias completamente diversas: nas aves, as asas são estruturas dotadas de ossos e músculos, enquanto nos insetos elas são expansões da epiderme corporal; os músculos de voo dos insetos estão dentro do tórax. (L11/284).

Nas URs L15/240, L21/22, L11/19 e L11/284 pudemos perceber que o meio é apresentado como um fator em razão do qual as modificações evolutivas nas estruturas dos organismos de diferentes grupos taxonômicos devem ocorrer como soluções aos desafios ou “pressões adaptativas similares”. Esse tipo de abordagem tem como mecanismos explicativos do aumento do padrão de similaridade a ser reconhecido como convergência, tanto diferenças no processo de desenvolvimento que produzem estruturas similares (WAKE; WAKE; SPECHT, 2011; THAIN; HICKMAN, 2004) quanto adaptações em resposta a pressões seletivas compartilhadas (STAYTON, 2015). Foi definida por Arbuckle e colaboradores (2014) como “process based” (baseada em processos), e é bastante comum na literatura biológica, sobretudo em livros didáticos (REECE et al., 2013; FREEMAN et al., 2014; STARR et al., 2015; FUTUYMA, 1998; TRAVIS; REZNICK, 2009).

A definição de convergência evolutiva “baseada em processos”, tal como ‘A evolução independente de traços similares em organismos distantemente aparentados devido à adaptação a ambientes similares ou a modos de vida similares’ (FREEMAN et al., 2014), por exemplo, indica que a convergência sempre irá ocorrer devido à adaptação. Todavia, usar uma definição de convergência que requer adaptação a regimes seletivos compartilhados não implica que a adaptação seja responsável por todas as instâncias nas quais as linhagens evoluíram para ser mais similares umas às outras (STAYTON, 2015). Ela simplesmente quer dizer que duas fontes de informação são necessárias para uma avaliação sobre a convergência: primeira, um padrão significativo no aumento da similaridade entre as linhagens, e segundo, uma demonstração de fatores seletivos similares naquelas linhagens.

Definições de convergência “baseadas em processos” implicitamente deixam aberta a possibilidade de que padrões de aumento da similaridade não se devam a regimes seletivos ou restrições desenvolvimentais compartilhadas. Isto porque a convergência pode ocorrer na ausência desses processos, ou de qualquer outro limite ou influência direcional sobre a evolução (DONOGHUE, 2005; JAEKEL; WAKE, 2007; WAKE, WAKE, SPECHT, 2011). Assim, é preciso destacar que longas listas de exemplos de evolução convergente não estabelecem por si só a onipresença de qualquer processo em particular. Contudo, muitos dos exemplos de convergência descritos na literatura biológica estão acompanhados por informações ambientais que promovem evidência adicional para adaptação, e embora repetidas correlações entre o fenótipo e o ambiente possam ser explicadas por fatores além das adaptações, tais casos ainda são raros (LOSOS, 2011; SOBER, 2005).

A seguir, a adaptação é enunciada como características morfológicas e fisiológicas dos organismos, e que estão ligadas a funções estruturais e metabólicas dos mesmos. Tais enunciados nos remetem às considerações de Cummins (2002) a respeito da explicação da capacidade de um sistema, mediante análise funcional das partes. Vejamos os exemplos:

[...] Há diversos sistemas radiculares aéreos que funcionam como estratégias de fixação e obtenção de água e refletem as adaptações da planta a seu ambiente (L26/67)

[...] Adaptações morfológicas são características na forma de planta ou de seus órgãos que possibilitam a sobrevivência em determinado local. Já as adaptações fisiológicas são características que ocorrem em algum processo metabólico/e ou fisiológico da planta ou de algum órgão e possibilitam a sobrevivência em determinados locais. (L20/60).

Características da forma da planta ou de seus órgãos, assim como processos metabólicos que ocorrem por meio de suas estruturas são apresentados como componentes de um sistema orgânico, cujo funcionamento normal deve explicar exclusivamente a capacidade do organismo de se manter vivo, mas não explica porque tais componentes existem. Diante desse tipo de abordagem é comum a riqueza de descrição de características da forma dos organismos, bem como dos aspectos de processos fisiológicos que justifiquem a capacidade de sobrevivência dos mesmos sob certa condição ambiental, uma vez que as explicações causais estariam centradas em aspectos sistêmicos do funcionamento interno dos indivíduos. A análise funcional da capacidade de um sistema preserva um caráter finalístico quando denuncia formulações que identificam que contribuição uma parte de um sistema faz *para* uma capacidade de um sistema continente. Tem-se, portanto, uma perspectiva sob a qual se pode qualificar como teleológica, e que é, sobretudo, representativa da linguagem usada na

área da Biologia Funcional, como também da Biologia Evolutiva (ver CAPONI, 2003; MAYR, 1988).

De acordo com Carvalho, Nunes-Neto e El-Hani (2011), uma vez que os fenômenos biológicos podem ser investigados e analisados de duas perspectivas diferentes, serão incompletas as abordagens escolares que se detiverem apenas na perspectiva funcional, ou apenas na perspectiva evolutiva. Por exemplo, vários cursos escolares de biologia descrevem a estrutura do ovo de répteis e aves, analisando o funcionamento de estruturas como âmnio, cório e alantóide. Essas explicações funcionais não são suficientes para que o estudante compreenda o assunto, levando-o muitas vezes a recorrer à memorização dos conteúdos, em particular, de um excesso de vocabulário técnico, que tipicamente caracteriza o ensino de biologia. Porém, uma análise evolutiva da conquista do meio terrestre pelos tetrápodes e a comparação dos ovos desses animais com os de demais grupos vertebrados poderiam dar significado à presença das estruturas encontradas nestes ovos. Por fim, Carvalho, Nunes-Neto e El-Hani (2011) defendem que é importante que autores de livros didáticos, professoras e professores, proponentes de currículos etc. percebam que não se trata de tomar partido de uma dimensão da biologia e abandonar a outra. Para que o estudante possa compreender o mundo vivo e, mais ainda, para que possa entendê-lo de modo integrado, ele necessita conhecer as duas dimensões, a biologia evolutiva e a biologia funcional. Isso delimita, então, a busca de uma proposta de conceitos estruturantes da biologia (a exemplo dos conceitos de função e filogênese), na medida em que se faz necessário encontrá-los tanto na biologia funcional quanto na biologia evolutiva, discutindo como eles podem contribuir para o ensino médio de biologia e como podem ser relacionados.

Reiteramos, portanto, que explicar um traço em termos unicamente do seu benefício ao organismo vivo pode conduzir os estudantes a uma visão insuficiente do processo evolutivo segundo o darwinismo, tendo em vista que é possível que traços que contribuem para a sobrevivência e reprodução podem se fixar numa população tanto por meio da seleção natural, quanto por mecanismos aleatórios (STERELNY; GRIFFITHS, 1999). É importante que durante as aulas as professoras e os professores sejam capazes de esclarecer, por exemplo, a diferença entre características adaptativas e adaptações, ainda que tal distinção não informe o suficiente sobre a história de um traço. Nesse sentido, consideramos a distinção entre adaptações e exaptações uma atitude estratégica para que o aluno reconheça que as primeiras dizem respeito a características selecionadas para a utilidade corrente, enquanto a segunda se refere a características cooptadas para o uso corrente, tendo sua origem independente da

seleção natural (GOULD, 2002; GOULD; VRBA, 1982). Mais uma vez, endossamos a recomendação de Gould (2002) para que os biólogos abracem “aptação” ao invés de adaptação como um termo descritor da contribuição de um traço à reprodução e sobrevivência, dessa vez para reconhecer a distinção crucial entre cooptação e modelagem direta na construção histórica dos caracteres.

Assim, a abordagem histórica a ser utilizada para definir as adaptações deve levar em conta que um traço só será uma adaptação se foi selecionado porque exerceu um papel particular no passado, que permitiu sua fixação na população. Tal consideração evidencia a importância da função exercida pelo traço durante o seu percurso histórico, a qual, segundo Wright (1973), irá explicar as causas da sua existência.

Vejamos alguns exemplos de como a adaptação foi definida numa perspectiva histórica nas UR abaixo:

[...] Na passagem evolutiva das algas verdes para as plantas terrestres, surgiram algumas características que se mantiveram por seleção natural, pois revelaram muito adaptativas à vida no ambiente terrestre, possibilitando a expansão das plantas nesse ambiente. Duas dessas características são: camada de células estéreis envolvendo e protegendo os arquegônios (estruturas formadoras de gametas) (...) e retenção do zigoto e dos estágios iniciais de desenvolvimento dentro do arquegônio, conferindo grande proteção ao embrião. (L3/276).

[...] Os primeiros vertebrados a colonizar terra firme já apresentavam diversas adaptações estruturais, principalmente relativas ao esqueleto e à musculatura, mas também na forma do revestimento do corpo, de realização de trocas gasosas e tipo de excreta. Importantes evidências sobre como isso aconteceu são fornecidas pelo registro fóssil de formas de transição entre peixes e tetrápodes, os vertebrados terrestres. A observação desses fósseis indica, entre outras adaptações, uma crescente modificação muscular e esquelética das nadadeiras lobadas pélvicas e peitorais, que permitiram aos animais se sustentarem e caminharem, em vez de apenas flutuarem. (...) As primeiras observações levaram a interpretações que apontavam a necessidade de caminhar de uma lagoa com escassez de água para outra como a principal pressão motivadora da seleção e do estabelecimento de tais características. Essa capacidade de se locomover de uma lagoa para outra favoreceria a seleção de peixes mais adaptados à água e que podiam passar apenas curtos períodos em terra firme. (L20/54)

Os autores das UR L3/276 e L20/54 remontam a história evolutiva de certas plantas e tetrápodes, respectivamente, nas quais características consideradas adaptativas teriam se fixado por meio de seleção natural. As vantagens evolutivas daquelas características são expressas a partir das funções que elas exerceram em contextos específicos: proteção dos arquegônios por camadas de células estéreis, na primeira UR, e revestimento do corpo e

realização de trocas gasosas e de certas excretas, na segunda. Nesse sentido, uma importante ressalva sobre o papel dessas características deve ser realizada antes de considerá-lo como função – é a distinção entre função e acidente. Logo, é preciso explicar algo sobre como uma característica “X” chegou ali, isto é, que ela existe *porque ela faz Z*, fato que qualifica a explicação como etiológica, estabelecendo um cenário causal por meio do qual ocorreu o fenômeno (WRIGHT, 1973).

Buscando uma definição suficiente de função, e assegurando que a explicação etiológica a ser proposta seja capaz de explicar funcionalmente, Wright (1973, p. 161) estabelece sua fórmula de atribuição funcional:

A função de x é z *significa* que:

(a) X existe porque ele faz Z,

(b) Z é uma consequência (ou resultado) de X existir.

Enquanto a primeira sentença da definição, (a), mostra a forma etiológica da atribuição/explicação funcional, a segunda, (b), descreve a distinção entre etiologias funcionais e outras etiologias. De acordo com Wright, questões como “Por que ele existe?” ou “O que ele faz?” frequentemente se desdobram em “Que consequências ele tem que respondem por ele existir?”. Desse modo, acreditamos ser importante estimular os estudantes a refletirem sobre a consequência de um traço existir, analisando a natureza do seu papel em determinado regime seletivo. O traço terá uma função se seu papel for capaz de responder pela sua existência, se não, seu papel se resumirá a um mero acidente e ele não será uma adaptação. Nesse sentido, é a própria natureza da etiologia que determina que haja etiologias especificamente funcionais (WRIGHT, 1973).

Ainda na UR L20/54, destacamos a menção feita aos registros fósseis, a partir da qual se pode inferir que o autor reconhece a adaptação como um fenômeno resultante da história evolutiva das populações de espécies, onde características adaptativas verificadas nas populações atuais teriam se fixado a partir de formas de transição. Nesta abordagem é possível identificar um compromisso epistemológico “pensamento populacional” (ver MAYR, 2001), no qual a mudança evolutiva é concebida como o resultado nas mudanças na proporção de organismos variantes de uma população. Nesse sentido, organismos bem sucedidos em uma geração tenderiam a originar, através da reprodução, organismos com os mesmos traços fenotípicos variantes que os progenitores apresentam.

Assim, enquanto a população muda de geração a geração, a herança exerce o papel de preservar a invariância nos traços manifestos nos organismos. Entre as variantes encontradas nas populações, as mais importantes, de acordo com este compromisso epistemológico, seriam aquelas que aumentam a probabilidade de que seus portadores tenham sucesso na obtenção de recursos nas condições ambientais em que vivem e, conseqüentemente, de que tenham maior sucesso reprodutivo, (CAPONI, 2005, 2002; LEWONTIN, 1985). Essas devem ser o caso das adaptações mencionadas em L20/54.

A perspectiva do pensamento populacional teria sido um fator decisivo segundo Mayr (1988) e Caponi (2005)⁴², para se compreender o modo darwinista de pensar a evolução das adaptações de uma maneira diferente das explicações naturalistas que precederam *Origem das espécies* (Darwin, 1859). Afirmar que as mudanças de uma espécie são explicadas como uma consequência de mudanças nas proporções dos componentes de suas populações fez com que o estudo da origem das formas orgânicas passasse a enxergar a dinâmica das populações como seu objeto, em lugar de fatores fisiológicos observáveis no organismo individual (CAPONI, 2011, 2005). Vejamos exemplos de como a perspectiva darwinista da evolução foi apresentada:

[...] Uma população de seres vivos de qualquer espécie é constituída por um conjunto de indivíduos que explora o ambiente e se mantém por meio da reprodução. De acordo com a teoria evolucionista, entre os indivíduos de uma população biológica sempre há diferenças – morfológicas, bioquímicas ou comportamentais -, sendo que algumas favorecem a adaptação em determinado contexto e situação ambiental. Por meio da seleção natural, indivíduos dotados de características mais adaptativas tendem a aumentar em frequência na população. E esta, como um todo, adaptar-se cada vez melhor à situação vigente. (L11/196).

[...] De acordo com a teoria darwinista, todos os seres vivos, incluindo-se a espécie humana, descendem de ancestrais comuns e teriam evoluído por seleção natural. Segundo esse princípio, os organismos com características mais vantajosas no ambiente em que se encontram teriam maiores possibilidades de sobreviver e de reproduzir-se. A prole desses organismos herdaria essas características vantajosas (adaptações). Esse processo se repetiria ao longo das gerações, podendo levar à melhor adaptação ou à formação de novas espécies. (L27/204).

⁴²Apesar de Caponi concordar com Mayr no que diz respeito à importância do pensamento populacional, Caponi considera que o verdadeiro eixo de ruptura entre o darwinismo e a biologia precedente não passa pela oposição entre pensamento populacional e pensamento essencialista, mas sim pela oposição entre o pensamento populacional e a perspectiva fisiológica que dominava a interpretação do fenômeno vida desde Aristóteles, passando por Lamarck, Geoffroy Saint-Hilaire.

Assim, as narrativas chamam atenção para um aumento gradual⁴³ da frequência de traços vantajosos como um processo que dá origem a adaptações, estas como consequência de um processo seletivo. Ao afirmarem que submetidas à seleção natural as populações devem “*adaptar-se cada vez melhor*” L11/196 e que a herança de características vantajosas ao longo de gerações pode “*levar à melhor adaptação*” L27/204, supõe que o papel da seleção não represente uma força eliminativa – noção mais persistente em nossa cultura (SEPULVEDA; EL-HANI, 2014) – mas sim como uma força criativa.

Por fim, tal inferência nos convida a retornar às noções defendidas por Meyer e El-Hani (2005) sobre a natureza mista da ação da seleção natural, especificamente à segunda etapa desta ação, na qual a triagem de variantes preexistentes a partir de suas vantagens à reprodução e sobrevivência diferencial ao organismo não representa um fenômeno puramente aleatório, uma vez que ao reproduzirem com sucesso, os organismos o fazem porque estão devidamente aptos, a despeito de possíveis acontecimentos fortuitos (e.g. epidemias e catástrofes naturais) e das condições ecológicas, as quais sempre em mudança devem interferir aleatoriamente da mudança evolutiva. Diante disso, portanto, é importante que, ao se enfatizarem a ação da seleção natural, os professores possam ensinar os estudantes noções sobre o conceito de contingência e fatores aleatórios (como deriva genética) – para fazê-los compreender que o que observamos hoje também pode resultar de processos históricos imprevisíveis – além de noções relativas aos conceitos de reprodução e sobrevivência diferenciais dos indivíduos, assim como outros possíveis fatores que incrementam o sucesso reprodutivo de certos fenótipos (seleção sexual) dentro de uma população.

⁴³ Salientamos que na teoria darwinista da evolução, em sua versão original, encontrada na obra de Darwin, e na teoria sintética, entende-se que a evolução é sempre gradual, sendo todos os padrões macro-evolutivos que constituem a árvore da vida redutíveis a processos micro-evolutivos, que ocorrem ao nível das populações (e.g., seleção e deriva), estendidos por longas escalas de tempo. Contudo, tem sido objeto de controvérsia crescente a possibilidade de que fenômenos macro-evolutivos não sejam completamente explicados por processos micro-evolutivos, podendo a evolução não ser sempre gradual, sempre um processo de lento acúmulo de variação geração após geração (ver Gould, 2002; Meyer; El-Hani, 2005).

CAPÍTULO V

ANÁLISE DO CONCEITO DE ADAPTAÇÃO A PARTIR DE CONCEPÇÕES DE DOCENTES DO ENSINO MÉDIO

De acordo com a análise das narrativas dos professores entrevistados, foi possível dividi-los em dois grupos⁴⁴: (1) professores que mobilizaram conceitos científicos com frequência, apresentando apoios a seus argumentos, tornando suas narrativas apropriadas a cada contexto; (2) Professores que recorreram, de modo descontextualizado, a conceitos comuns à sua área de formação, e a explicações de ordem intuitiva para explicar abordagens evolutivas. Eventualmente seus argumentos mostraram-se inconclusivos.

Os resultados indicaram que três professores (cognominados Leonor, Tito e Tibério), enquadrados no grupo um, empregaram expressões e conceitos ligados às ciências biológicas comumente encontrados na literatura específica sobre evolução, como “reprodução e sobrevivência diferencial”, “exaptação”, “evidência científica”, “corroborar hipótese” etc. Tal linguagem indica a influência de conhecimentos adquiridos através da formação continuada, sobre a qual consideramos o desenvolvimento de pesquisa, e participação em estudos e ações de projeto junto a grupo(s) de pesquisa, bem como a produtividade científica atual.

Acreditamos que a atuação profissional desses professores voltada à área de ensino de ciências deve explicar porque suas abordagens foram mais pragmáticas em relação às dos participantes cognominados Nero e Augusto (grupo dois), que apesar da produtividade científica atual, não desenvolveram com a mesma frequência argumentos de maneira apropriada. Segundo Coleman, Stears e Dempster (2015), a dificuldade que os professores enfrentam em relação ao ensino de evolução parece ser um componente do seu pobre entendimento sobre natureza da ciência (NC). Abd-El-Khalick e Lederman (2000) alegam que tanto a noção dos professores quanto dos alunos sobre a NC são inconsistentes. A forma como os/as professores/as entendem a NC pode influenciar a forma como ele/selas ensinam ciências, e em particular, a evolução. Isso, por sua vez, tem uma influência sobre a forma como os estudantes entendem ciências, e isso deve ser particularmente problemático em relação à evolução, onde muitas concepções alternativas abundam. Resultados similares a

⁴⁴ Além da apropriação argumentativa a cada contexto, nós consideramos como característica da significação do conceito de adaptação, a aproximação dos modos de falar em relação à perspectiva darwinista, a partir de compromissos da matriz semântica como visão retrospectiva, nível filogenético, pensamento populacional, perspectiva variacional. Assim, classificamos o grupo 1 como grupo de “significação aproximada”, e o grupo 2 de grupo de “significação não aproximada”.

esses foram obtidos por Brickhouse (1990), Schulman (1986) e Singh (1998). De modo geral, as concepções que os professores mantêm sobre a NC estão firmemente arraigadas, pois suas epistemologias em relação à ciência foram influenciadas pela socialização como outros professores, bem como pela maneira como elas foram ensinadas (HAMMRICH, 1997).

Além de Nero e Augusto, os demais professores (cognominados Sofia, Vitória, Diana, Vespasiano, Marco Aurélio e Trajano), foram enquadrados no grupo dois. Este grupo se caracterizou por fazer uso recorrente de conceitos amplamente disseminados em livros didáticos do ensino médio, principalmente aqueles ligados ao ramo da ecologia e à genética, quais sejam: “nicho ecológico”, “recurso”, “competição”, “condição ambiental”, “predação”, “mutações”, “variabilidade genética”, “*crossing-over*” e “meiose”. Entendemos que, ao adotarem conceitos científicos recontextualizados em livros didáticos, os integrantes do grupo dois o fizeram como forma de se apropriar e mobilizar conhecimentos evolutivos a partir de um repertório conceitual compartilhado entre professores que atuam no ensino médio. Muito provavelmente eles teriam consolidado tais expressões à sua linguagem cotidiana devido ao contínuo exercício regular da atividade docente, no qual o uso dos livros didáticos deve ser um instrumento influente. Todos os integrantes desse grupo declararam que o livro didático representa um importante material de apoio ao professor dentro e fora de sala de aula.

Nero e Sofia, professores que atuam na rede pública estadual, alegaram não fazer uso contínuo do livro didático na escola (ensinando os conteúdos sequencialmente) por não haver distribuição universalizada desse material entre as unidades estaduais, vejamos:

Nero: Eu uso pouco o livro didático. Até porque no ensino público nem sempre há oferta do livro didático para os alunos e quando tem, não é em quantidade. Então eu uso pra subsidiar algum conceito que pra mim “pega” ou que eu não tenho trabalhado constantemente, então eu vou dar uma lida antes, eu organizo um pouco os conceitos ou às vezes utilizo com uma atividade.

.....

Sofia: Ele me dá só um norte. Eu não sigo à risca, até porque escola pública é complicado porque nem todos alunos têm.

A distribuição não universal dos livros didáticos nas escolas estaduais deve influenciar a formação dos estudantes, pois são materiais que quando bem formulados favorecem o aprendizado (LEE; EICHINGER; ANDERSON et al., 1993). Porém, no que diz respeito ao ensino, estudos têm demonstrado que, tanto no Brasil quanto no exterior, os professores têm feito uso do livro didático para seleção de conteúdos, atividades de aprendizagem e modos de

avaliação, fato que permite uma padronização daquilo que se ensina, e também, num controle do currículo escolar (BALL; FEIMANNEMSER, 1998; GAYÁN; GARCÍA, 1997; BELTRÁN et al., 2003; CARVALHO et al., 2005). Esses resultados nos permitem afirmar que, ainda que a escola não ofereça livros didáticos de forma universal aos estudantes, este material não deve ser dispensado das atividades dos professores, independente de lidarem com este problema nas escolas em que trabalham.

Os nossos resultados indicaram que o livro didático mostrou-se um instrumento importante para a instrução dos professores. Porém, entre os professores do grupo um, esse material apresenta papel reduzido em suas práticas cotidianas. Tito e Tibério afirmaram fazer uso do livro para adquirir uma informação que eles não dominam, mas consideram que o livro sozinho não é um material suficiente à aprendizagem adequada dos estudantes. Buscam, portanto, diferentes fontes de informação e estão preocupados em desenvolver seus próprios materiais, seja por motivo de adequação conceitual ou da linguagem:

Tibério: É um papel bem reduzido. Eu quase nunca uso. Às vezes que eu uso é só quando eu tenho alguma dúvida em relação ao conteúdo.

Entrevistador: Mas você usa para fazer algum exercício?

Tibério: Não, também não. Eu elaboro algumas questões mesmo porque muitas vezes as questões que têm em livro, ou têm uma linguagem, ou um assunto que não foi exatamente o que eu abordei em sala de aula. Eu prefiro elaborar as minhas próprias questões.

.....

Tito: Olha o livro didático sempre tem um papel importante. Assim... Porque há sempre uma referência. Quando eu dou aula eu uso muito o livro didático para fazer o meu material, tanto para a gente se situar no que é importante ensinar naquele momento quanto para informações que a gente não tenha tanto domínio.

Entrevistador: Você usa o livro para exercícios?

Tito: Eu tento usar o livro didático como base, mas eu sempre busco informações de outras fontes, seja internet – em sites mais confiáveis, “né”? – até questões mesmo. Tem bastantes questões de vestibular. E também alguns livros texto mais complexos ou diferentes, por exemplo, divulgação científica, que eu acho que é muito importante para ajudar você às vezes a encontrar alguns trechos que explicam de uma forma mais agradável, algum termo que seja mais preciso do que o didático que às vezes em uma frase tenta explicar muita coisa.

É notável o interesse desses professores com e a apropriação do conhecimento pelos alunos. Isto porque ao produzirem seus próprios materiais eles provavelmente estariam desenvolvendo abordagens que diminuíssem o distanciamento entre o conhecimento científico e o escolar. Acreditamos que, dada a formação voltada ao ensino de ciências, esses

professores devem ter em mente que o saber escolar nas disciplinas científicas se constitui a partir da relação com diferentes saberes sociais, como o saber cotidiano e o saber científico (LOPES, 1999; COBERN, 1996; COBERN; LOVING, 2001; BAPTISTA; EL-HANI, 2015; EL-HANI; SEPULVEDA, 2006).

Uma narrativa de Augusto mostra, a seguir, uma tentativa de mobilizar conhecimentos evolutivos mencionando o conceito de “nicho ecológico” e relacionando-o à mudança evolutiva, em resposta à pergunta sobre como é possível explicar a existência de estruturas (enunciadas como adaptações) aparentemente tão ajustadas às funções que elas executam (ver cenário 1 do apêndice B):

Augusto: Justamente o fato da adaptação, “né”? A partir do momento em que eles [diferentes grupos de artrópodes] passam a viver em ambientes separados, é..., em tipos de ambientes diferentes eles teriam se moldado a essa condição de hábitat, de .. de nicho ecológico, que seria o nicho ecológico deles, de forma que eles... sobrevivem no meio deles.

Parece ser forte a noção de que a adaptação represente para Augusto um processo no qual as espécies devem responder em consonância às exigências do meio sob pena de não conseguirem sobreviver. Provavelmente, a resposta a tais exigências, para Augusto, seria a ocupação abstrata de alguma dimensão do *nicho hipervolumétrico* - conceito proposto por Hutchinson (1957), amplamente adotado pelos livros didáticos - no qual este professor teria se embasado para responder à questão proposta.

O uso de conceitos oriundos dos ramos da ecologia e da genética para explicar abordagens evolutivas, tanto por professores do grupo dois, quanto do grupo um, reforça a importância dessas áreas como importantes alicerces conceituais do evolucionismo. De acordo com pressupostos da síntese moderna, conhecimentos desses dois ramos se integram para explicar, por exemplo, como diferenças sutis entre os indivíduos seriam geradas e transmitidas para gerações seguintes, podendo acumular-se na população por meio de seleção natural. Ou ainda, como entre organismos com diferentes padrões de coloração, aqueles com uma coloração que permite a camuflagem tendem a escapar com maior frequência de seus predadores, deixando mais descendentes, e dessa forma propagando aquele traço – a camuflagem – pela espécie (MEYER; EL-HANI, 2005). Para a síntese moderna e para o darwinismo original, o ambiente foi, tradicionalmente, estabelecido como um agente seletor que atua na evolução adaptativa fixando fenótipos e, conseqüentemente, moldando uma população segundo as pressões impostas pelas interações bióticas e abióticas entre os organismos e o meio (OLIVEIRA; BRADO; CALDEIRA, 2017).

As abordagens sobre adaptação, apresentadas nos diferentes cenários do nosso roteiro de entrevista, contemplando contextos de diversas áreas da biologia, indicam que as ideias evolutivas têm papel central e organizador do pensamento biológico, e podem ser aplicadas à compreensão dos mais diversos campos do conhecimento sobre a vida. Nossos resultados mostraram que os dois grupos de professores entrevistados compartilham a noção de que a evolução tem papel organizador do pensamento biológico. Tomando como referência a organização dos conteúdos de biologia nos livros didáticos do Ensino Médio, os participantes desta pesquisa defenderam que a evolução deve ser conteúdo transversal, ou eixo norteador dos demais conteúdos abordados em todo ensino médio, ao longo do qual se pode compreender diversos fenômenos biológicos de diferentes grupos de espécies e níveis de organização a partir de conceitos fundamentais da evolução.

A posição desses professores apresenta consonância com o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que prevê a universalização e a avaliação dos livros, levando em conta alguns documentos oficiais (e.g. Parâmetros Curriculares Nacionais [PCN], das Orientações Curriculares Nacionais [OCN] e das Diretrizes Curriculares Nacionais [DCN], os quais aconselham que os conteúdos de biologia sejam pautados em explicações ecológicas e evolutivas, de forma interdisciplinar, com a evolução funcionando como um eixo integrador do conhecimento (DALAPICOLLA et al., 2015).

Analisemos as respostas de alguns entrevistados quando a eles foi solicitada uma avaliação pessoal sobre o fato do conceito de adaptação ser mencionado como produto da seleção natural, em grande medida nos capítulos de evolução, e raramente nos demais capítulos (ver questão 15 do Apêndice B):

Marco Aurélio: *Totalmente inadequada [...] O ideal é que o aluno conseguisse entender por que um animal tem determinada característica, por exemplo, quando você "tá" falando lá sobre artrópodes, [...] seria interessante que o aluno já tivesse a compreensão da seleção natural atrelada a isso aí.*

Entrevistador: Você está querendo dizer que a evolução seria um eixo norteador?

Marco Aurélio: *Um eixo norteador. Na verdade um eixo norteador para tudo, né? Até do ponto de vista bioquímico.*

.....

Trajano: *Eu acho totalmente inadequada. Eu acho um absurdo. Acho que a evolução é a base da... ajuda a compreender né, não é explicar – eu acho que a gente tem que parar com essa bobagem de querer explicar tudo. Compreendendo já tá de bom tamanho.*

Entrevistador: Você acha que a evolução deveria ser eixo norteador? Isso eliminaria a necessidade do autor ter que ficar explicando cada caso como adaptação que derivou de seleção?

Trajano: *Sim. Ai eu faço até uma emenda aí porque como a evolução é uma questão muito espinhenta, principalmente do aspecto religioso, então muitas pessoas, professores etc. Eles se negam não só a estudar, entender como aceitar isso ai.*

.....

Leonor: *Eu acho bem ruim porque quando se fala em zoologia, se fala em zoologia, não se traz evolução. Para mim tem que trabalhar tudo em evolução. É muito subdividido e isso acaba prejudicando o entendimento do aluno. Quando a gente vai ver evolução parece que ele está vendo pela primeira vez. [...] Acho que a evolução tem que ser o eixo norteador.*

.....

Tito: *Eu acho que o livro didático deveria se basear muito numa ... [inaudível] a evolução como um tema transversal. Então eu acho que a adaptação deveria surgir sim. Quando se fala de fisiologia, por exemplo, é um ponto essencial para falar de adaptação, quando fala de ecologia também. Acho que a evolução não deveria ser ligada a um capítulo específico, mas ela deveria ser ensinada ao longo do livro didático ao longo do ensino de biologia.*

A primeira fala de Marco Aurélio a respeito das diferentes abordagens sobre adaptação entre os conteúdos nos livros didáticos supõe que aprender sobre seleção natural é uma realização necessária à compreensão da origem evolutiva das características de qualquer grupo taxonômico, inclusive nos níveis de organização mais inferiores como o bioquímico.

A constatação de Marco Aurélio de que seleção natural deve ser um conceito aprendido pelos alunos *a priori* deve contribuir com a melhor compreensão da evolução pelos estudantes. Hermann (2011) e Fail's (2008) defendem a inclusão de conceitos evolutivos, como o de seleção natural, no currículo escolar do ensino fundamental, porque a teoria evolutiva une muitos outros conceitos de ciências da vida de forma coesa. Hermann (2011) apóia a noção de que é benéfico investir tempo e energia para fornecer um caminho abrangente capaz de formar uma base compreensiva ao entendimento da evolução antes do ensino médio.

Um estudo recente demonstrou que crianças de cinco a oito anos podem aprender informações básicas, mas teoricamente robustas, coerentes e generalizáveis sobre adaptação (KELEMEN et al., 2014). Neste trabalho, Kelemen utilizou um simples livro de histórias em uma intervenção didática que levou as crianças a aprenderem diferentes conceitos de seleção natural baseados na lógica populacional, e generalizá-los para diferentes organismos. Os dados dessa pesquisa mostraram que após a simples audição das histórias, as crianças

aumentaram as chances de compreensão factual e teórica de seleção natural em 40 vezes, ao longo de três meses. Contrário ao juízo da educação convencional, ideias básicas e nuances sobre a seleção natural podem ser ensinadas nos primeiros anos da infância (KELEMEN et al., 2014).

Ainda a respeito das formas de abordagens sobre o conceito de adaptação nos livros didáticos, Tibério defendeu explicitamente a inclusão da seleção natural, ou uma história seletiva de um traço, como fator que origina as adaptações:

Tibério: É inadequado você não falar que a adaptação é resultado da seleção natural. Porque se em outro momento do livro você apresenta uma característica como adaptação sem contar a história, que é a seleção natural, fica parecendo que aquela característica não teve uma origem, que ela sempre fez.

A narrativa de Tibério converge com o que defende Beatty (2006), que a evolução é um processo histórico, logo existe uma dependência causal de eventos ou condições do passado. Por consequência, uma definição de adaptação que não leva em conta a história de como um traço teria surgido (nesse caso, por meio da seleção natural) privaria os estudantes de conhecer um mecanismo possível pelo qual as adaptações são produzidas. Assim, qualquer definição de adaptação deve conter alguma informação sobre como um traço se tornou prevalente em uma população de espécie, e isso deve incluir o fato de o traço ter sido herdado de um ancestral, independente de qualquer benefício corrente que lhe suponha algum propósito.

Entretanto, o conceito de adaptação formulado por todos os integrantes do grupo dois, com exceção de Vespasiano não apresentou nenhuma menção à seleção natural. A seguir, apresentamos a definição de adaptação proposta por Vespasiano, a qual designa um processo que tem relação com a seleção natural, porém a natureza desse processo não foi explicada, tampouco sua relação com a seleção natural:

Vespasiano: Adaptação é um processo dinâmico relacionado à seleção natural que possibilitou a sobrevivência e a perpetuação das espécies.

É importante notar, a seguir, que as definições de adaptação propostas por Augusto, Trajano Vitória, Sofia, Diana e Nero apresentam em comum o fato de a adaptação ser uma propriedade do organismo individual. De acordo com o entendimento desses professores, essa propriedade foi definida pela presença de características favoráveis às condições do meio, pela capacidade de desenvolver alguma estratégia visando à sobrevivência e à reprodução, e pelo estado de ser tanto de uma característica quanto do próprio indivíduo. Cada uma dessas

formas de pensar sobre a adaptação reforça dificuldades em torno da polissemia deste conceito, mas representam formas de pensar compatíveis com os compromissos ontológicos e epistemológicos da matriz semântica de adaptação (SEPULVEDA, 2010):

Augusto: *É a capacidade que a gente tem de tolerar as características do ambiente onde a gente vive. É que tem um conceito de diversidade ecológica que significa que cada indivíduo está em uma determinada região porque ele reúne um conjunto de características necessárias para ele estar naquela região.*

.....

Trajano: *A adaptação é uma maneira de o organismo conseguir se manter existente.*

.....

Vitória: *É a condição de apresentar características físicas que lhe permitam a sobrevivência do indivíduo naquele meio.*

.....

Sofia: *Seriam as novas características que o indivíduo vem adquirindo ao longo do tempo, para que ele possa ter mais sucesso reprodutivo.*

.....

Diana: *Deixa eu ver como eu posso dizer... seria... eu acho que eu vou responder ligado a esse lado funcional mesmo. Seria adaptação de... sentido de ... “to” com medo de ser lamarckista aqui. Eu acho que viria na mente pra falar era uma estrutura ou um organismo mesmo, adaptado àquele meio mesmo. Que daria alguma vantagem a ele naquele ambiente.*

.....

Nero: *A adaptação é a capacidade que o organismo tem de se adequar a um ambiente hostil se aproveitando daquele ambiente da melhor forma, tipo, como eu posso dizer... o ambiente exerce uma pressão sobre o organismo e o organismo precisa resolver a sobrevivência dele sob essa pressão. E uma forma de fazer isso é se adaptando.*

A definição de adaptação apresentada por Nero sugere uma dimensão ontológica que designa um processo de transformação. De acordo com essa visão, o organismo se modificaria em direção a um estado ótimo de ajuste às condições ambientais. Tal ideia se alinha com o pensamento naturalista pré-darwiniano, segundo o qual os organismos individuais de uma espécie representam tipos naturais que possuem propriedades comuns que determinam sua própria aparência e identidade (MAYR, 1988; CAPONI, 2011). Essa interpretação transformacional retém um cerne de pensamento essencialista (MAYR, 2005), cujo foco no organismo individual é um compromisso ontológico e epistemológico desse modo de pensar (SEPULVEDA; EL-HANI, 2014).

Embora o essencialismo tenha sido suplantado na Biologia desde meados do século XIX, segundo Shtulman (2006), pesquisas em psicologia cognitiva fornecem evidências de que o mesmo está amplamente presente na forma de interpretar o mundo vivo de indivíduos de todas as idades e de diferentes culturas. Este é um dos fatores que explicam a frequência com que o conceito de adaptação é significado a partir de uma interpretação transformacional (SE-PULVEDA; El-HANI, 2014).

Outro aspecto relevante das formas de pensar sobre o conceito de adaptação pode ser verificado nas falas de Augusto, Trajano, Vitória e Nero. Esses professores entendem que, do ponto de vista ontológico, a adaptação designa um atributo do organismo individual que lhe permite lidar com situações de caráter extremo, dadas expressões que os mesmos utilizam: “*tolerar*”, “*tem de se adequar*”, “*precisa resolver*”, “*conseguir se manter*”, e “*que lhe permitam*” com a finalidade de simples sobrevivência no ambiente em que eles ocorrem. Desse modo, a adaptação é explicada numa perspectiva teleológica, como um fenômeno resultante da harmonia necessária entre a estrutura organizacional do organismo e as condições ambientais. É necessário salientar que Augusto e Nero são dois professores atuantes na pesquisa nos ramos da ecologia geral e ecologia animal, respectivamente. A influência de conhecimentos oriundos desses dois ramos da biologia forneceu justificativas aos seus argumentos, as quais sugerem alguma interação providencial entre os organismos e o meio, conforme afirmou Augusto: “*cada indivíduo está em uma determinada região porque ele reúne um conjunto de características necessárias para ele estar naquela região*”; “*o ambiente exerce uma pressão sobre o organismo e o organismo precisa resolver a sobrevivência dele sob essa pressão... e uma forma de fazer isso é se adaptando*”.

Os modos de pensar sobre o conceito de adaptação de Augusto, Trajano, Vitória e Nero sugerem possíveis interações dos organismos com o meio cuja natureza não foi informada. Dado que essas definições têm o organismo individual como a figura protagonista da sua própria “solução adaptativa”, sem qualquer menção à seleção natural, supomos que as interações dos organismos com o meio, aludidas nessas falas, demandem respostas fisiológicas por parte dos organismos, as quais determinariam se o ambiente físico é habitável ou não. Sendo assim, qualquer mudança resultante de tais interações representaria simplesmente o acúmulo de mudanças ontogenéticas - ao longo da vida daquele indivíduo - e que, a princípio, não teriam qualquer implicação direta para a evolução da espécie.

As definições de adaptação narradas por Diana e Sofia fazem referência a características e ao estado de ser dessas características que conferem ao indivíduo alguma vantagem em tempo corrente, ou seja, durante a existência do indivíduo. Contudo, o critério da utilidade corrente de um traço nada informa sobre a história evolutiva daquele traço, e pode levar estudantes e não especialistas a acreditarem que a evolução adaptativa implica alguma mudança consciente, com intuito de lidar com as exigências do meio por parte dos indivíduos portadores desses traços.

Ao analisarmos a definição de Sofia, percebemos que o benefício conferido pelos traços adaptativos seria o *de* promover o sucesso reprodutivo do indivíduo no tempo presente, independente de como ele teria prevalecido na população. Uma resposta como a de Sofia é bastante lógica, mas inconsistente do ponto de vista biológico, porque nenhum fenômeno dessa natureza pode ter assegurado a emergência de uma estrutura e sua utilidade. Entretanto, Azevedo e colaboradores (2013) atribuem um sentido razoável ao pensamento teleológico empregado por professores (tanto através do seu discurso quanto do contexto de ensino em sala de aula), que se destaca por encaminhar soluções didáticas a problemas do cotidiano escolar. Assim, é possível que a fala de Sofia não represente uma incongruência filosófica da noção de teleologia aplicada ao ensino de biologia, mas uma forma de se expressar habitual da sua atividade, visando tanto facilitar a aprendizagem, quanto valorizar a ação docente, uma vez que a teleologia traz consigo a finalidade e a serventia, aspectos que se maximizam no caráter utilitário do ensino (TAMIR; ZOHAR, 1991; AZEVEDO; AYRES; SELLES, 2013).

Muitas narrativas que incluem explicações teleológicas evidenciam expressões antropomórficas as quais, para alguns pesquisadores (e.g. SCHWAB, 1963), depõem contra a legitimidade dessas explicações no ensino de biologia, devido ao caráter intencional que as mesmas sugerem. Contudo, a objeção às explicações teleológicas não se sustenta, segundo Mayr (1988), uma vez que na biologia há fenômenos que podem ser descritos como teleológicos, mas que não são fenômenos intencionais.

A narrativa a seguir expressa a adesão de Nero a uma abordagem que apresentou uma expressão antropomórfica (cenário 7 do Apêndice B), a qual enunciou a pergunta sobre se o sucesso dos peixes no ambiente aquático se deve à capacidade inata dos peixes de desenvolver adaptações para aquele ambiente (no caso, a linha lateral cujo papel mencionado foi o de perceber predadores e presas, além de permitir que os cardumes realizem movimentos coordenados). Nero responde de forma afirmativa, sustentando a concepção de que os

organismos exercem um papel ativo durante o processo de transformação que adequa uma estrutura morfológica à condição de vida aquática do organismo:

Nero: *Sim. O exemplo da linha lateral, “né”? É um exemplo claro disso assim como daquelas ampolas, esqueci o nome...*

Entrevistador: Lorenzini!

Nero: *Isso, que funciona mais ou menos desse tipo.*

Entrevistador: Você acha que eles têm, então, a capacidade inata de desenvolver isso?

Nero: *Isso!*

De acordo com Kelemen (1999), o raciocínio teleológico – baseado na suposição de objetivo, propósito e função - é um componente central do pensamento biológico e psicológico cotidiano dos adultos, e está intimamente relacionado a uma forma de pensar intencionalmente. Não nos parece que as respostas afirmativas de Nero à possibilidade dos peixes terem “desenvolvido” a linha lateral indiquem adesão a algum pressuposto teológico ou vitalista, mas possivelmente à suposição de algum objetivo ou função, como afirma Kelemen, dados os benefícios expressos pela referida característica no ambiente aquático. Embora o posicionamento de Nero sobre a origem da adaptação não represente de forma pragmática o modo de pensar de acordo com o darwinismo, ainda assim é legítimo para o ensino de biologia, e se enquadra nas condições defendidas por Carmo e colaboradores (2012) para explicar teleologicamente na biologia.

Ao discutirem sobre a legitimidade de se explicar teleologicamente na biologia, Carmo e colaboradores (2012) citam a noção de finalidade proposta pelo filósofo Aristóteles (1999) ao lado do conceito de função, segundo a qual, a função assume um papel preponderante sobre qualquer agência sobrenatural com poder causal, isto é, seria a realização das capacidades relativas ao completo funcionamento do organismo a causa da sua existência. Assim, Aristóteles afirma que os atributos encontrados nos animais contribuem para um fim e, por isso mesmo, eles existem. E, na medida em que a finalidade é interna ao ser-vivo, sua filosofia não assume o pressuposto da teologia natural de que o universo é o produto de um desenho inteligente (LENNOX, 1992).

A suposição de intencionalidade, e a noção de progressão e perfeição foram declaradas por Tibério, Vespasiano, Leonor, Tito e Trajano como fatores associados ao conceito de adaptação que dificultam o seu ensino (ver questão 13 do Apêndice B):

Tibério: *É o sentido que a adaptação tem em outros contextos que não sejam da biologia. Na maioria dos contextos a adaptação se apresenta como algo que é uma intenção de um agente. Então, como esse conceito de adaptação como algo que é o próprio agente que causa [inaudível] é muito mais atrativo na mente das pessoas do que o conceito da biologia. É muito difícil apresentar a adaptação como sendo algo diferente.*

Entrevistador: Então você vê problemas com a polissemia desse conceito, pelo uso cotidiano, por exemplo?

Tibério: *A questão da polissemia não é só a existência de múltiplos conceitos, mas também nesta gama de conceitos, a maioria deles coloca a adaptação como sendo algo que você pode fazer [inaudível]. Se eu não estou enganado, é só na biologia que a adaptação é o resultado de um processo que não tem a intencionalidade de um agente. Nos outros contextos não é assim.*

.....

Leonor: *Eu acho que [...] a adaptação a gente pode querer, que nem dos peixes, “né”? que tu falou.*

.....

Vespasiano: *O fato de a sociedade ser cristã, “né”?*

Entrevistador: Mas o conceito em si?

Vespasiano: *É um processo gradual, lento e aleatório também, que não tem a mão de ninguém, dificulta o processo de ensino e aprendizagem.*

.....

Tito: *[...] entender que o conceito de adaptação como algo que vai para uma complexidade maior, ou vai para uma melhoria.*

.....

Trajano: *Acho que é a tal da adaptação visando o progresso, e direcionado, entendeu?*

A intencionalidade é considerada um tipo de contradição conceitual relacionada à interpretação do conceito de adaptação por muitos autores da literatura sobre evolução (e.g. TAMIR; ZOHAR, 1991; PEDERSEN; HALLDÉN, 1992; SOUTHERLAND et al., 2001; SINATRA et al., 2008; KAMPOURAKIS; ZOGZA 2008; BISHOP; ANDERSON, 1990). As narrativas de Tibério, Leonor e Vespasiano coincidem com os resultados apontados na literatura a partir de suas experiências como educadores. É possível supor que Tibério (na primeira resposta) e Leonor refiram-se à intencionalidade do tipo interna, ou seja, aquela na qual o organismo se encarrega de promover suas próprias mudanças (SINATRA et al., 2008; KAMPOURAKIS; ZOGZA, 2008). Já, para Vespasiano o agente intencional deve ser o Deus dos cristãos, através do qual, conforme sugere sua fala, a crença dos seguidores deve representar um obstáculo à compreensão da adaptação. Sua segunda resposta deste professor

faz supor que na ausência de uma “mão” divina não seria possível tais adaptações. Sendo assim, para Vespasiano, a ideia de intencionalidade refere-se a uma agência externa aos organismos.

A interpretação da adaptação vinculada a alguma agência intencional foi descrita por Gould (1980) como um apelo ao senso comum, não apenas por sua simplicidade, mas talvez pela sua implicação satisfatória de que a evolução percorre um caminho inerentemente progressivo, impulsionado pelo duro trabalho dos próprios organismos (assim como mencionaram Tibério e Leonor). Segundo Gregory (2009) a propensão por enxergar um agente consciente não é aplicável apenas a vertebrados não humanos, mas também a plantas e até organismos unicelulares. Portanto, nesse sentido, a adaptação em qualquer táxon pode ser descrita como “inovações”, “invenções” e “soluções”.

As dificuldades associadas ao ensino do conceito de adaptação informadas por Tito e Trajano referem-se à ideia de progressão e perfeição que este conceito suscita. Isto é, esses professores sugerem, assim como indicam os resultados de Bishop e Anderson (1990), Baalman et al. (1999); Deadman e Kelly (1978) e, mais recentemente, Kelemen (2003), que a base para as explicações dos estudantes de como a mudança adaptativa ocorre é um fim ou um objetivo, na direção do qual o processo de mudança progride – por exemplo, a necessidade de correr rápido em busca de alimento explicaria a mudança adaptativa para organismos mais velozes. Similarmente ao conceito de “evolução”, o conceito de “adaptação” é comumente usado por muitos biólogos para denotar um tipo de processo natural de acordo com o qual a árvore da vida é retratada com organismos “superiores” (em particular os seres humanos) no topo e os organismos inferiores na base - organismos sendo bem adaptados às circunstâncias nas quais eles vivem (BURIAN, 1992). Segundo McShea (1991), embora a evolução seja um processo que não constrói novos organismos, e partes, a partir do nada - mas construa mais adiante a partir de estruturas já disponíveis - nem sempre irá operar em direção à complexidade.

A interpretação da adaptação como um processo de evolução progressiva, dentro do qual as espécies devem se aperfeiçoar gradualmente é um tipo de dificuldade que se impõe aos professores e aos estudantes em sala de aula. Djik e Reydon (2010) enfatizam dois pontos de especial relevância aos professores sobre essa dificuldade: (1) a evolução como processo que frequentemente leva à maior complexidade porque ela só pode trabalhar com o material do organismo que já está disponível, mas isso não é um processo que *necessariamente* leva ao

aumento da complexidade. (2) A progressão evolutiva no sentido da maior complexidade, onde ela ocorrer, será falsamente interpretada como um processo linear.

Djik e Reydon (2010) propõem que os professores discutam esses dois pontos com os alunos, com ajuda de representações lineares da evolução que podem ser encontrada na mídia popular, usando esses exemplos como visões incorretas do processo evolutivo. Para esses autores, introduzir a árvore filogenética pode ser útil porque ela é uma ferramenta importante para organizar o pensamento sobre a biodiversidade e as linhas de descendência, além do fato das árvores filogenéticas representarem hipóteses sobre a história evolutiva de algum grupo de espécies. Nesse sentido, O'hara (1997, p.237) sugere que os professores devem estar conscientes de que: “assim como estudantes de geografia precisam ser ensinados sobre como ler mapas, os estudantes de biologia devem ser ensinados a ler árvores filogenéticas e entender o que elas comunicam” (O'HARA, 1997, p.237).

Embora nosso roteiro de entrevista não contemple nenhum diagrama ilustrando hipóteses evolutivas por meio de árvore filogenética, nós apresentamos um cenário que afirmava que evidências fósseis comprovam que a evolução das baleias se deu pela progressiva adaptação de mamíferos ancestrais do ambiente terrestre em direção ao ambiente aquático. Após a exposição desse cenário, buscou-se conhecer as visões dos entrevistados a respeito daquela história evolutiva. Os participantes apresentaram interpretações distintas, mas que se destacam por mostrar como esses professores mobilizaram conceitos e noções de diferentes áreas (e.g. ecologia e paleontologia) para explicar um evento de escala macroevolutiva⁴⁵:

Vespasiano: O cenário que eu imagino, segundo as evidências, ocorreu isso mesmo, a baleia tem uma ancestralidade terrestre “né”, e a constituição dos mares, ela ocupou um nicho ali em determinado momento, foi propício para as espécies de baleia para aquele nicho, de acordo com as condições naturais e ecológicas. [...] Por que elas retornaram para o oceano? Essa é a grande questão. Eu acredito porque era mais propício no momento histórico que os ancestrais viviam, é... a ocupar esse nicho que até então de repente não tinha barreiras né!

.....

⁴⁵ O cenário sobre a evolução das baleias relaciona o fenômeno da adaptação com um evento de natureza macroevolutiva, a especiação. Além da especiação, a macroevolução abrange a origem de novas estruturas, novos planos corporais organizacionais, relações filogenéticas e as extinções em massa. De modo geral, a macroevolução se ocupa de questões que envolvem padrões e processos evolutivos acima do nível de mudanças populacionais, (HUNEMAN, 2015; FOLGUERA; LOMBARDI, 2012; PADIAN, 2010; SOUTHERLAND, 2009; HICKMAN et al., 2007). A especiação dos cetáceos é um exemplo de mudança em uma escala macroevolutiva (THEWISSEN et al, 2009), a qual demanda explicações envolvendo mecanismos que atuam de modo complementar à seleção natural.

Leonor: *Em geral eu falo que é ... foi uma maneira de elas se adaptarem.... ah, terem menos competição. Não é que elas foram pro mar, mas assim, teve essa vantagem de ir, delas conseguirem sobreviver no mar e lá poderiam ter menos competição em relação ao meio terrestre.*

Entrevistador: *Você acha, então, que teria ocorrido um processo evolutivo derivado de uma migração não casual [intencional]?*

Leonor: *Não sei se não casual, é que eu fico meio em dúvida porque não há um direcionamento...*

.....

Marco Aurélio: *A primeira coisa que vem a minha cabeça é migração. Provavelmente, quando nós falamos de um processo que aconteceu a algumas centenas, milhares de anos atrás, provavelmente estava ligado a uma condição ambiental mais severa [...] Lá, quando os mamíferos estavam se irradiando, irradiação adaptativa que aconteceu no grupo dos mamíferos, e esse processo de migração leva os mamíferos para diversos ambientes na terra. Tem um outro fato também que se soma a isso, é que os mamíferos quando surgem como um grupo assim mais forte eles encontram um planeta não tanto habitado de formas superiores, então eles com a capacidade cerebral maior conseguiram se diversificar muito em termos de procurar novos ambientes. Aí quando eu penso na baleia seria um processo migratório. Provavelmente um processo migratório que levou o ancestral das baleias para ambientes com muita água, não necessariamente que eles já caíram na água mergulhando.*

.....

Tito: *Então, a minha ideia [...] é que existia um grupo de mamíferos quadrúpedes que viviam em ambiente terrestre perto da água e que conseguiam se alimentar tanto de plantas terrestres quanto de água. Houve uma escassez de alimento na terra e, uma parte do grupo que era capaz de se alimentar de algas continuou naquela região porque tinham mais capacidade de ir para dentro do mar e o outro grupo teve que migrar para outro ambiente. Só os indivíduos que tinham capacidade de pegar algas em lugares no fundo sobreviviam mais do que aqueles que não conseguiam.*

.....

Tibério: *Explicar primeiro que é um processo muito demorado, que envolve milhares de anos. E explicar que pode ter sido um cenário onde mamíferos viveram num ambiente mais próximo do mar, se alimentar de animais no mar, alguns organismos dessa população começaram a ter uma tendência maior a característica mais aquática do que terrestre e ao longo do tempo isso foi se tornando uma evolução direcional né para esse lado e animais que tinham características mais aquáticas foram selecionados como perda de pelo, como o formato hidrodinâmico, capacidade de gordura para isolante térmico. [...] Porque são características que favorecem animais de meio aquático.*

Segundo Norris e colaboradores (2005) e Ribeiro e Martins (2007) abordagens sobre contextos macroevolutivos devem incluir, através de uma perspectiva histórica, descrições sobre condições ambientais que propiciariam o aparecimento de mudanças nas espécies, relações ecológicas das espécies entre si e com o meio em uma escala que vai além das populações.

As narrativas dos participantes apresentadas acima relatam histórias que envolvem fatores associados à adaptação das baleias, como os conceitos de competição, migração, radiação adaptativa⁴⁶, nicho ecológico etc. Nesse sentido, acreditamos que de acordo com a maneira pessoal de informar suas visões sobre o cenário apresentado, os integrantes deste grupo de professores reconhecem a influência de fatores que atuam concomitantemente àqueles que operam na evolução gradual (e.g. mutações e permutações genéticas). A noção de nicho ecológico apresentada por Vespasiano, contudo, parece abranger toda e qualquer condição necessária para justificar uma mudança evolutiva de grande magnitude, envolvendo fatores bióticos e abióticos, capaz de promover a formação das espécies recentes de baleia. A narrativa de Leonor tem um sentido semelhante, porém mais objetivo quanto à causalidade da mudança - a menor competição no ambiente aquático. Além disso, outro aspecto que distingue a narrativa de Leonor da de Vespasiano é que a professora, ainda que demonstre dúvida, se preocupa com a ideia de contingência do processo evolutivo, na medida em que afirma não haver direcionamento (ou finalidade), ao referir-se à migração dos ancestrais até o meio aquático.

Marco Aurélio pode ter mencionado radiações adaptativas pois esse termo é frequentemente citado nos livros didáticos para explicar a divergência das espécies a partir da teoria da descendência comum com modificações. Possivelmente este professor tenha se baseado no exemplo mais famoso de radiação adaptativa, que é o da diversificação dos tentilhões de Galápagos. A história evolutiva desses pássaros ilustra muito bem como uma variedade de espécies de aves pôde evoluir rapidamente a partir de uma única linhagem ancestral. Inicialmente, os dados sobre a diversificação dos tentilhões foram obtidos por Darwin sem experimentação, no entanto seus resultados têm sido sistematicamente corroborados por numerosas análises posteriores (GIBBS; GRANT, 1987; GRANT; GRANT, 2002, 2003, 2006, 2009; PODOS, 2001; VINCEK et al., 1997).

Tibério e Tito expuseram hipóteses evolutivas que continham maior detalhamento sobre como o contexto ambiental e as relações ecológicas dos ancestrais teriam propiciado o surgimento e a preservação de novidades evolutivas. Seus argumentos apresentaram como justificativa as relações que grupos de indivíduos ancestrais tinham entre si e com o uso de recursos tanto no

⁴⁶ De acordo com Futuyma (2009) o conceito de radiação adaptativa representa um tipo de divergência evolutiva de uma única linhagem filogenética dentro de uma variedade de formas adaptativas diferentes; usualmente os taxa diferem no uso dos recursos ou habitats, e divergiram ao longo de um curto intervalo de tempo geológico. O termo radiação evolutiva descreve um padrão de diversificação rápida sem assumir que as diferenças são adaptativas.

meio terrestre quanto no meio aquático e, principalmente, o fato de alguns indivíduos já apresentarem características que os favoreceriam durante a ocupação do meio aquático. Dito de outra forma, as diferenças individuais encontradas dentro da população ancestral teriam permitido que certos indivíduos pudessem ser selecionados. De acordo com esse modo de pensar, a evolução biológica é concebida como o resultado das mudanças na proporção de organismos variantes nas populações, submetidos à ação da seleção natural (LEWONTIN, 1985; SOBER, 1993; CAPONI, 2011). É um modo de interpretação gradual e contínua da evolução, porque todas as mudanças devem ocorrer em populações de indivíduos geneticamente distintos (MAYR, 2001).

Recorrer à abordagem gradualista através de fatores que explicam a evolução em escala microevolutiva deve ser uma (mas não a única) atitude esperada diante de um cenário extraído de um livro didático de nível médio, já que, de modo geral, raramente exemplos de eventos macroevolutivos são mencionados no contexto escolar, no qual se dá muito mais ênfase a eventos microevolutivos (*e.g.* melanismo industrial em mariposas, do alongamento do pescoço das girafas e do aumento de resistência a antibiótico em bactérias) (COSTA; EL-HANI, 2017; DODICK, 2007; BIZZO; EL-HANI, 2009). As formas de pensar de Tibério e Tito sobre a evolução das baleias, centradas em uma perspectiva segundo a qual os atributos individuais são determinados por genes, e o favorecimento do genótipo desses indivíduos estaria sujeito ao processo de seleção natural, resulta implicações à compreensão de evolução. A principal delas seria o fato de que praticamente todas as explicações e os modelos para a compreensão dos processos e dos padrões relacionados com a mudança evolutiva, bem como aqueles que permitem algum grau de previsão, estariam restringidos à perspectiva da genética de populações, necessária, mas insuficiente para o entendimento da evolução de modo mais amplo (PIGLIUCCI; MÜLLER, 2010). Não descartamos a importância dos processos microevolutivos resultantes de pressupostos da genética de populações, no entanto, reconhece-se que tem sido um desafio ao ensino de ciências e à filosofia da biologia tratar com a devida profundidade uma diversidade de importantes fenômenos evolutivos de natureza macroevolutiva, como, por exemplo, eventos de rápida diversificação, surgimento de novidades evolutivas relativas a grandes grupos taxonômicos, tendências evolutivas e as extinções em massa (BIZZO; EL-HANI, 2009; NADELSON; SOUTHERLAND, 2009; ERWIN, 2010; FOLGUERA; LOMBARDI, 2012; HUNEMAN, 2015).

Segundo Costa e El-Hani (2017), a presença de abordagens macroevolutivas em complemento com as microevolutivas é fundamental para preencher lacunas no poder explicativo da teoria

evolutiva de modo a não abrir brechas para concepções equivocadas, do ponto de vista científico, acerca da evolução – como abordagens exclusivamente adaptacionistas e ou genéticas. Este ponto é extremamente relevante, já que não é raro que, ao longo das aulas de biologia, estudantes levantem questões que exigem explicações evolutivas complexas, que se distanciam do escopo da microevolução.

El-Hani e Meyer (2005) afirmam que o estudo da evolução tem produzido intensas reformulações e desenvolvimentos, incluindo novas concepções visando à caracterização de um novo cenário nesse ramo em termos de um pluralismo de processos⁴⁷ (KAPLAN; PIGLIUCCI, 2000). Na perspectiva do pluralismo de processos diversos campos da biologia ganham relevo na explicação de mecanismos evolutivos, e podem se somar aos avanços da genética de populações, e aos pressupostos darwinistas, por exemplo, o da descendência com modificações e do pensamento populacional, preservando o papel causal e explicativo da seleção natural. Um campo que tem recebido grande atenção é a biologia do desenvolvimento, em geral referida como Evo-Devo, que passou a ter, nas últimas décadas, um papel central na compreensão da evolução (ARTHUR, 2002, 2011; CARROLL et al., 2005; CARROLL, 2008). Ela constitui uma nova abordagem para a compreensão da evolução da forma orgânica, que enfoca a ação de genes que regulam o desenvolvimento, os efeitos de mudanças em seus padrões de expressão sobre a forma dos organismos, através de estudos voltados principalmente à comparação de padrões espaço-temporais de expressão de genes reguladores do desenvolvimento (ALMEIDA; EL-HANI, 2010).

Apresentamos um cenário que informa que fatores como as mutações genéticas⁴⁸ e a seleção natural agiriam sobre estruturas herdadas de ancestrais, limitando o potencial das adaptações a

⁴⁷ Por pluralismo de processos, entende-se o reconhecimento da contribuição de múltiplos mecanismos ou fatores evolutivos que atuam de modo complementar no processo evolutivo, incluindo seleção natural, deriva gênica, plasticidade fenotípica, mecanismos epigenéticos de herança, distintos modos de especiação, construção de nicho, restrições ao processo evolutivo (sejam históricas ou desenvolvimentais), evolvabilidade, simbiogênese, auto-organização, etc. O pluralismo de processos integra o que especialistas da área chamam de síntese estendida ou expandida da evolução (e.g., KUTSCHERA; NIKLAS, 2004; MÜLLER, 2007; MÜLLER; PIGLIUCCI, 2010). A síntese estendida não implica uma visão antiselecionista, dado que o papel da seleção natural continua sendo considerado de fundamental importância para a elucidação dos processos evolutivos, não obstante a efetiva perda de poder explicativo que a afeta, na exata medida em que o papel explicativo de outros mecanismos ou fatores passa a ser reconhecido. A síntese estendida também é uma teoria darwinista, sendo aplicado o adjetivo “darwinista”, como propõe Gould (2002), a teorias que mantêm um reconhecimento do papel e da importância da seleção natural no processo evolutivo (CAPONI, 2011; EL-HANI; SEPULVEDA, 2008; EL-HANI; MEYER; SEPULVEDA, 2011).

⁴⁸ O termo mutação se refere tanto ao processo de alteração de um gene ou cromossomo quanto seus produtos, o estado alterado do gene ou do cromossomo. As mutações apresentam consequências evolutivas apenas se elas forem transmitidas às gerações sucessivas, portanto elas devem ocorrer em células germinativas, e durante a replicação do DNA (FUTUYMA, 2009). Segundo Mayr (2001), quaisquer mutações que induzem alterações no

serem selecionadas em determinado meio (cenário 11 do Apêndice B). Em seguida, perguntamos por que o potencial de produzir adaptações seria reduzido durante o processo evolutivo. Obtivemos as seguintes respostas:

Vespasiano: [...] Nós temos mecanismos de controle para isso, inclusive. Nosso próprio organismo descarta esse processo de mutação. Por que descarta? Por que não é benéfica? Por que não é benéfica? Porque essas mutações podem gerar mais problemas do que necessariamente valores adaptativos positivos, vamos dizer assim, de aptidão ao ambiente. [...] Essas modificações podem causar incapacidade de perpetuação da espécie.

.....

Tito: Eu acho que isso tem muito a ver com a quantidade de variação genética dentro de uma população. Acho que precisa haver um meio termo porque se ocorrer pouca variação dificulta a adaptação, “né”, dos indivíduos ao meio. Por exemplo, se o ambiente mudar de alguma forma esses animais vão ter dificuldade de acompanhar, de ter variação suficiente para poder nas gerações seguintes gerar uma adaptação favorável a essa mudança. E ao mesmo tempo não pode ser uma variação muito grande porque a variação é quase na sua maioria deletéria. Ou seja, na maioria das vezes ela é uma característica que não favorece o indivíduo no meio. [...] Isso também dificultaria a permanência dessa característica que favoreceu nesse meio. Se surgir uma característica que realmente possa vir a ser uma adaptação, ela pode sumir exatamente pela diversidade de características deletérias que vão surgir depois disso e que podem diminuir a sua intensidade. Então eu acho que tem que ter esse meio termo.

.....

Trajano: [...] Às vezes o professor fala de mutação e esquece de falar de reparo. A gente tem desenvolvimento de câncer que não é a mutação, é o reparo da mutação. Então assim, você tem as taxas mutacionais, mas você tem também a questão da correção das mutações. Tem vários genes que são genes reparadores.

Leonor: Olha, quando acontece uma mutação muitas vezes a gente tem o reparo do DNA, então pode ser que essas mutações elas não se mantenham. [...]. A mutação precisa acontecer, se manter, ou seja, passar por toda a parte de reparo de DNA para então ela poder ficar. Muitas vezes esse ser pode morrer, ou seja, nem passar adiante a mutação. Essa mutação então ela só vai poder ser selecionada se ela acontecer, passar pelo reparo, o se conseguir sobreviver com essa mutação, se reproduzir e passar adiante. Então acho que essas seriam as limitações.

Tibério: Porque o próprio DNA tem mecanismos de correção. [...] em organismos mais primitivos, por exemplo, eles têm uma taxa de mutação maior do que os mais atuais. Eu imagino que essas características de preservar o DNA teriam sido adaptações.

fenótipo, ou serão favorecidas ou discriminadas pela seleção natural. De acordo com a sua importância evolutiva, três tipos de ocorrência de novas mutações são possíveis, em que as benéficas são bastante raras. Mutações que não afetam o fitness do fenótipo, então chamadas mutações neutras, são frequentes. E, finalmente, mutações deletérias serão selecionadas contra e serão eliminadas no devido momento.

Vespasiano, Trajano, Leonor, Tibério apresentaram explicações à limitação do potencial de adaptações, citando “reparação”, “correção” e “controle” das mutações genéticas como fatores que atuariam ao nível do DNA dos organismos. Segundo Vespasiano, o organismo humano seria encarregado de promover o descarte de mutações prejudiciais à adaptação do organismo ao meio. Embora sua narrativa apresente pouco detalhamento sobre como aconteceria tal controle, Vespasiano apresenta, deliberadamente, uma explicação teleológica do processo evolutivo - “*descarta porque não é benéfico*”, na qual apenas variações favoráveis à perpetuação da espécie seriam mantidas com o intuito de garantir a perpetuação da espécie.

Numa perspectiva centrada no equilíbrio da frequência de variações dentro das populações, a fala de Tito propõe uma explicação para a limitação do potencial adaptativo sem, contudo, supor que o organismo tenha algum papel determinante sobre a eliminação de traços não vantajosos, como o fez Vespasiano. De acordo com a fala de Tito, entende-se que o potencial adaptativo em uma população seria limitado, por um lado, pela baixa frequência de mutações que podem reduzir o acréscimo de traços potencialmente vantajosos ao *pool* gênico da população, comprometendo a adaptação de futuras gerações diante de uma possível mudança ambiental. Por outro lado, sendo a maior frequência de mutações desvantajosas, estas substituiriam, ao longo do tempo, traços potencialmente adaptativos.

De acordo com Ridley (2006), uma mutação qualquer é muito provável de ser perdida, mas se diversas mutações aparecerem, eventualmente uma poderá ser fixada, ou seja, incorporada à diversidade fenotípica da população. Nesse sentido, Mayr (2001) afirma que a maioria das variações fenotípicas em populações naturais, disponível à ação da seleção natural, é produto de recombinações e, por esta razão, a frequência de um gene será determinada, em longo prazo, por processos estocásticos – processos nos quais é impossível prever a direção da mudança na frequência de um alelo causada, por exemplo, pela deriva genética⁴⁹ - e pela ação

⁴⁹Deriva genética é um fenômeno evolutivo que modifica aleatoriamente as frequências alélicas de populações ao longo do tempo. Ela pode atuar em diferentes momentos da história de uma população: em seu início - Efeito do fundador (quando uma nova população por uns poucos fundadores originais que contém somente uma pequena fração da variação genética total da população original); em um ou mais momentos da sua história - gargalo de garrafa (perda de variabilidade genética causada por uma redução drástica do tamanho da população); em intervalos regulares, através de variação demográfica; ou constantemente, quando populações que são naturalmente pequenas ou em que a quantidade de indivíduos se mantém pequena por longos períodos. O efeito da deriva genética está relacionado ao tamanho efetivo da população (quantidade de indivíduos necessários em uma população para manter a variabilidade genética desta população, sendo que quanto menor este número, maior o efeito da deriva e maior a redução da variabilidade genética.), à taxa de migração de indivíduos, às taxas

da seleção natural, e não pela frequência de mutações (MAYR, 2001). Basicamente, a deriva afeta as frequências alélicas de maneira aleatória, de modo que as flutuações da frequência alélica resultam na substituição de antigos alelos por novos, culminando em evolução não adaptativa, enquanto que a seleção afeta as frequências alélicas de maneira direcionada, dirigindo a fixação de fenótipos vantajosos ao contexto ambiental vigente (FUTUYMA, 2009).

Leonor e Trajano afirmaram que o potencial adaptativo estaria associado a mecanismo de reparação do DNA. A fala de Leonor, especificamente, se aproxima de uma perspectiva pluralista, na qual um mecanismo considerado de restrição ao desenvolvimento do organismo, “*reparo do DNA*”, se combina à seleção natural para explicar a limitação do potencial de mudanças adaptativas. O ponto crucial da combinação do desenvolvimento com a evolução, capaz de elucidar tal relação dentro de uma perspectiva darwinista, reside no fato de que, embora esses dois processos tenham natureza distint⁵⁰, eles se influenciam mutuamente: a evolução modifica o desenvolvimento (o desenvolvimento evolui!) e o desenvolvimento influencia o curso da evolução, na medida em que, no caso dos organismos multicelulares, ele é o processo responsável pela produção da forma orgânica e, assim, de qualquer inovação morfológica que observamos em tais organismos (ALMEIDA; EL-HANI, 2010).

No entanto, na mesma medida em que o desenvolvimento é o processo que produz inovações na forma orgânica, ele também restringe as possibilidades de modificação da mesma. Assim, o desenvolvimento limita as possibilidades de variação das características presentes em uma população e, por conseguinte, a ação da seleção natural, na medida em que esta depende da disponibilidade de variação populacional (ALMEIDA; EL-HANI, 2010).

Um passo importante dado pelo estudo da biologia evolutiva do desenvolvimento foi o de que as diferenças de complexidade e de organização corporal dos diferentes grupos de animais estão relacionadas principalmente com mudanças nos padrões espaciais e temporais de

de mutação e ao efeito de seleção. Nesse sentido, quanto menor a taxa de migração maior o efeito de deriva, e quanto menor a taxa de mutações, maior o efeito de deriva (FUTUYMA, 2009; RIDLEY, 2006; MAYR, 2001).

⁵⁰ Segundo Almeida e El-Hani (2010), a diferença crucial é que o desenvolvimento é um processo transformacional, no qual um ser-vivo único sofre uma série de transformações até chegar à forma adulta, e na evolução, um processo variacional/populacional, o que muda ao longo das diversas gerações é a distribuição de características variantes e não as características de organismos individuais. Outra diferença, não menos importante, é que enquanto o desenvolvimento tem um estado final preferencial, a forma adulta, a evolução não se dirige para qualquer estado preferencial (isto é, ela não é teleológica); ao contrário, tal como retratada na narrativa darwinista, ela é um processo contingente e aberto.

regulação gênica⁵¹, e não tanto à evolução dos próprios genes que regulam o desenvolvimento, cujas sequências são, em geral, altamente conservadas (ver CARROLL, GRENIER; WEATHERBEE, 2005; CARROLL, 2006). A fala de Tibério indica algum alinhamento com o avanço da evo-devo acima referido. Isto porque, de acordo com sua narrativa, organismos mais primitivos teriam a propriedade de “*preservar*” seu DNA por meio de “*mecanismos de correção*” genética (os quais devem refletir padrões de expressão espaço/temporais dos genes reguladores capazes de preservar suas formas) apesar das altas taxas de mutação genética ocorrente naqueles grupos.

As ideias centradas na influência da regulação gênica sobre as inovações morfológicas representam um avanço para além das ideias genecentricas, evidenciando o importante papel da Evo-Devo na compreensão da teoria evolutiva. Acreditamos que as trajetórias de formação de Trajano e Leonor contribuíram na formulação dos seus argumentos; ao mobilizarem o conceito de “*genes reparadores*”, a vinculação desses genes com o “*surgimento de câncer*”, e a informação sobre a condição em que uma mutação pode estar submetida à seleção natural, esses professores teriam se pautado em conteúdos ou experiências adquiridas em sua área de formação específica (pós-graduação) para tornar suas explicações mais contundentes. Não estamos propondo que a formação continuada (focada em ramos específicos como a genética e a patologia humana) seja uma condição imprescindível aos professores para que eles ensinem evolução apropriadamente, mas defendemos que a consideração de compromissos epistemológicos para além de uma visão adaptacionista, integrando conceitos, por exemplo da Evo-Devo, ao darwinismo nos materiais didáticos, deve promover discursos pedagógicos mais abrangentes e, ao mesmo tempo, mais adequados sobre essa temática, tanto aos professores quanto aos alunos.

Numa perspectiva pluralista da evolução, abordagens que enfoquem a origem das formas orgânicas a partir de contribuições oriundas da evo-devo (a exemplo do papel da regulação gênica das inovações morfológicas) tornam-se necessárias no ensino médio da evolução. Afinal, a maioria dos estudantes quer saber qual a resposta à pergunta do tipo “como é possí-

⁵¹Tal mecanismo de regulação seria realizado por genes que podem ser encontrados em todos os táxons animais, e.g. genes *Hox* (PATEL, 1994; BURKE; NELSON; MORGAN; TABIN, 1995) que têm a capacidade de codificar fatores de transcrição (moléculas que se ligam a um seguimento de DNA capaz de ativar um gene específico) e proteínas de sinalização, as quais mediam comunicações celulares para ativar ou desativar um gene (CARROLL, 2006). De modo geral, os genes reguladores atuam como seletores de regiões específicas do material genético, onde conjuntos específicos de genes são ativados para fazer com que a estrutura correta se desenvolva em cada região do corpo.

vel que a seleção os tenha produzido?”, e não apenas aprender o que supostamente diferenciaria as ideias de Lamarck e Darwin, e como funciona a seleção natural (ALMEIDA; EL-HANI, 2010).

Outro aspecto importante aos avanços da compreensão da evolução no campo do conhecimento escolar deve ser o de como o diálogo entre a ecologia e a evolução é capaz de tornar mais compreensivo os limites da seleção natural nos sistemas ambientais. Um caminho frutífero em direção a essa compreensão é a teoria da construção de nicho, a qual enfatiza como os organismos modificam seus ambientes e, conseqüentemente, seu regime seletivo (LALAND; ODLING-SMEE; HOPPITT; ULBER, 2012). Por exemplo, a construção de ninhos, tocas, montes e outros artefatos por animais, alteração de condições físicas e químicas, e alteração de ciclo de nutrientes pelas plantas (WCISLO, 1989; JONES et al., 1994, 1997; ODLING-SMEE et al., 2003). Nesta perspectiva, apresentamos um cenário que afirma que as minhocas são consideradas organismos adaptados ao solo, no entanto só conseguem viver naquele ambiente, pois são capazes de alterar as condições daquele meio (ver cenário 9 do Apêndice B). A esse respeito, questionamos se os professores consideram apropriado explicar atividades como escavação, liberação de muco e calcita, pelas minhocas em termos de soluções adaptativas.

A esse respeito, a professora Leonor se posicionou de maneira explícita, mas reducionista, atribuindo ao comportamento daqueles animais o simples papel ecológico compatível com seu nicho.

Leonor: Eu acho que não. Eu acho que faz parte do nicho delas, o hábito. Se a gente for pensar, aí tudo vai ser adaptação. [...]. É o modo como ela vive.

Apesar de a professora não ter apresentado explicações sobre por que razão “o modo como” as minhocas vivem não deve representar uma solução adaptativa, tampouco evidências que apontem o indício de construção de nicho, alguns critérios são propostos pela literatura para que esta última seja possível. Matthews e colaboradores (2014) propõem que para testar a presença de construção de nicho é preciso considerar que o organismo é capaz de modificar significativamente as condições ambientais. Segundo Laland, Matthews e Feldman (2016), de maneira geral, tudo que um organismo faz muda o ambiente em algum grau, contudo, é necessário acrescentar que, ao lado da qualquer modificação ambiental empenhada pelo organismo, tais modificações devem influenciar pressões seletivas sobre gerações subsequentes de organismos da população. Mais especificamente, a evolução por construção

de nicho deve ocorrer quando as modificações ambientais afetarem a interação entre a seleção, a deriva randômica e o fluxo gênico. Movendo-se no espaço, os organismos devem-se expor a nova seleção, mas esses movimentos devem influenciar o fluxo gênico entre as populações. Similarmente, através da criação de habitats, a construção de nicho perturbador pode afetar as capacidades de disseminação de genes (GURNEY ; LAWTON, 1996), o que afeta a deriva por modificar o tamanho efetivo da população.

O professor Tito, por sua vez, concorda que o comportamento das minhocas representa uma solução adaptativa desses organismos:

Tito: Sim. Eu acho que a capacidade de alterar o ambiente a seu favor é uma capacidade adaptativa também. A plasticidade de se adequar ao ambiente numa única vida, até a capacidade de alterar o ambiente ao seu favor. Acho isso uma capacidade adaptativa sim.

Justificar uma solução adaptativa mobilizando o conceito de plasticidade fenotípica⁵², tal como foi apresentado em sua narrativa, nos faz supor que ainda pesa sobre a ecologia conceitual deste professor a noção da teoria evolutiva clássica que vê os organismos como uma chave que tem que se encaixar perfeitamente ao “cadeado” ambiental (LALAND, ODLING-SMEE; GILBERT, 2008). Ao contrário dessa intuição, West-Eberhard (2003) informa que qualquer mecanismo de plasticidade fenotípica, em conjunto com indícios confiáveis presentes no ambiente, pode resultar na mesma atividade de construção de nicho, geração por geração, com conseqüências evolutivas sem que a própria atividade seja uma adaptação, ou precisamente especificada por genes. Nesse sentido, acreditamos que tenha faltado a Tito a compreensão de que a geração de fenótipos ambientalmente induzidos nem sempre resultará em sua assimilação no genoma, e passar a se comportar como traço herdável dentro da população.

Mais distantes de uma perspectiva pluralista de se interpretar a questão proposta, as respostas de Augusto, Vespasiano e Marco Aurélio concordam que as atividades das minhocas evidenciam soluções adaptativas, simplesmente porque visavam melhorar sua condição de

⁵² A partir da consideração de fundamentos da Ecologia na compreensão do papel do ambiente para geração de novos fenótipos, a Evo-devo incorporou essa dimensão biológica e, então, uma área denominada Eco-Evo-Devo tem se consolidado e apresenta-se pertinente ao conhecimento atual referente à evolução biológica, além de receber forte suporte empírico nos últimos anos e representar uma articulação processual evidente entre as diferentes dimensões que caracterizam objetos de estudo da Biologia (MÜLLER, 2007). A Eco-Evo-Devo é uma área de estudo cujo propósito está em explicar a plasticidade característica do genótipo, ou seja, como a ação gênica pode gerar diferentes fenótipos dependendo de quais condições estão presentes no ambiente, permitindo uma mudança na trajetória do desenvolvimento do embrião em decorrência da imposição ambiental (GILBERT; EPEL, 2009).

existência. De acordo com o entendimento desses professores, o que explicaria o comportamento das minhocas seria a busca voluntária por melhores condições de vida, ou de sobrevivência, bem como o sucesso no desenvolvimento e na reprodução:

Augusto: Acho que sim. Seria mais uma forma de facilitar, melhorar a condição de vida desses indivíduos, que também favoreceria eles como condição adaptativa fazendo isso, de repente talvez elas conseguissem viver melhor no ambiente. Seria um motivo delas terem esse comportamento.

.....

Vespasiano: É, sim! Se ela vive no solo ela melhora seu local de vida, seu habitat. Ela condiciona melhor seu desenvolvimento, a melhor condição de vida né? Melhor forma de sobrevivência, menos dificuldades de sobrevivência. Ela torna propício para seu melhor desenvolvimento e reprodução etc.

Marco Aurélio: Se eu entendo solução adaptativa como uma ação da espécie para facilitar a sua sobrevivência, enquanto indivíduo ou enquanto população, sim considero.

Naturalmente, a fala de Sofia que segue abaixo, se situa paralelamente às de Augusto, Vespasiano e Marco Aurélio, no que diz respeito à noção utilitarista creditada às particularidades fisiológicas e comportamentais dos seres vivos diante das relações que eles mantêm com as exigências do meio. Tais narrativas caracterizam-se por conotações finalistas, como já comentamos, fortemente ligadas à consciência intuitiva, nem sempre empregadas apropriadamente (KELEMEN, 1999). Vejamos:

Sofia: Se for levar em consideração a pele permeável, um animal que é fácil passar por desidratação, então seria sim.

A prioridade dada à adaptação por alguns participantes para justificar o comportamento das minhocas acima debatido, assim como qualquer outro traço, em detrimento de outras possíveis explicações biológicas, evidencia um grande desafio enfrentado pelo conceito de adaptação, que é a sua variação conceitual (SEPULVEDA, 2010). Ao analisar este problema, Sepulveda (2010) fundamenta-se numa ideia Vygotskyana segundo a qual é comum se observar na história de uma palavra uma série de termos referentes a ela, devido à possibilidade que esses têm de estabelecer complexos metafóricos concretos para produzir sentidos (VYGOTSKY, 2001). Sepulveda (2010) afirma que esta noção pode ter um papel heurístico na interpretação das raízes históricas da polissemia do termo “adaptação” nas ciências biológicas. Segundo a autora, a força da imagem metafórica do termo ‘adaptação’ como ajuste de um objeto a uma tarefa particular, de modo a torná-lo apto a satisfazer uma exigência preexistente (GOULD; VRBA, 1982; LEWONTIN, 2002), herança do uso do termo no âmbito semântico da teologia natural do século XVII, possivelmente fez com que o termo

fosse empregado indiscriminadamente para designar uma variedade de fenômenos biológicos, que têm em comum apenas o traço de representar o ajuste dos organismos ao ambiente.

Apresentamos a seguir, um cenário que explica como ocorre a mudança evolutiva dentro das populações de acordo com uma abordagem adaptacionista, afirmando que a seleção natural atua sobre a variabilidade existente nas populações, favorecendo os indivíduos que apresentam características hereditárias mais vantajosas para um dado ambiente. Essas características teriam influência sobre a sobrevivência e a reprodução dos indivíduos que as possuíssem (cenário 8 do Apêndice B). Em seguida, perguntamos aos participantes se seria razoável pensar que durante o processo evolutivo a seleção natural teria alguma propensão de preservar características mais vantajosas em um contexto ambiental. Encontramos divergências dentro e entre os dois grupos de professores que suscitaram diferentes pontos de vistas da literatura sobre a agência da seleção natural durante a mudança evolutiva, vejamos:

Tibério: Eu entendo que a seleção natural não é um agente, ela é um acontecimento. Então assim, o que acontece é a sobrevivência diferencial. O acontecimento da seleção natural é a sobrevivência diferencial ou reprodução diferencial. Aí essa sobrevivência diferencial e essa reprodução diferencial é que vão dar indícios de quais foram as características que deram ao indivíduo as chances de sobreviver. Por exemplo, a gente só vai saber qual a característica adaptativa depois que o processo de seleção natural aconteceu.

Tibério afirma que a seleção natural é um fenômeno que designa sobrevivência ou reprodução diferencial, cujos efeitos indicam quais atributos dão ao indivíduo condições de sobreviver. Nesse sentido, Tibério reforça a noção de que os seres vivos que apresentam caracteres adaptativos os possuem devido à ação da seleção passada. Além disso, focar na sobrevivência e reprodução diferenciais é sugerir que a evolução por meio de seleção natural é concebida como um resultado das alterações nas frequências de organismos aptos a produzir mais prole. Nesse processo, organismos bem sucedidos em uma geração tendem a originar, através da reprodução, organismos com os mesmos traços fenotípicos variantes que os progenitores apresentam.

Mayr (2001) alega, contudo, que se o princípio da seleção natural fosse o de manter traços vantajosos ao longo das gerações, a seleção seria um fenômeno objetivo – de determinação do “melhor” fenótipo. De acordo com essa noção, a ação da seleção natural resultaria em uma amostra pequena de indivíduos sobreviventes qualificados a preservar uma pequena variação parental. Mayr defende que a seleção natural designa um processo de eliminação dos menos aptos, onde tal ação permitiria a sobrevivência de um número maior de indivíduos que não contribuíssem com taxas de reprodução e sobrevivência diferenciais tão eficientes. Esse

aumento amostral promoveria, por exemplo, o material necessário para o exercício da seleção sexual (MAYR, 2001). Abaixo, a fala de Tito mostra-se concordante com a visão defendida por Mayr:

Tito: Eu acho que talvez seja ao contrário. Ao invés de preservar característica, teria a capacidade de tirar as características que não são adaptadas no ambiente. Ao meu ver, eu acho que elimina... assim; a sobrevivência dos mais aptos ou a não sobrevivência dos menos aptos ? eu acho que tende pra segunda talvez.

Segundo Sepulveda e El-Hani (2014), embora a noção de que a seleção natural represente um processo de eliminação seja ainda a mais persistente em nossa cultura, a teoria darwinista trata do aumento gradual de frequência de traços ligeiramente variantes, mas vantajosos, como processo que dá origem a adaptações que estão conectadas à seleção como efeitos às suas causas. Isto porque, enquanto a população muda de geração a geração, a herança exerce o papel de preservar a invariância nos traços manifestos nos organismos, tendo em vista seus benefícios conferidos historicamente. A seleção, desta perspectiva, é um fenômeno “criativo” (DEPEW, 2013), em contraste com a versão segundo a qual esta é uma força eliminativa que discrimina organismos inteiros, e não seus traços ligeiramente variantes, e as adaptações nada mais são que acidentes preservados (SEPULVEDA; EL-HANI, 2014).

Considerando a visão da professora Sofia, a ação da seleção natural teria a propensão de manter caracteres mais vantajosos em certo contexto ambiental. Contudo, de acordo com a sua fala, essa propensão se revela na medida em que a correspondência funcional de um fenótipo com as demandas do ambiente no tempo corrente é usada como justificativa para que o mesmo seja mantido na população pela seleção. Vejamos abaixo:

Sofia: Mais vantajosas sim. Acredito que sim, por exemplo... o tipo de alimento daquele ambiente vai estar relacionado com o tipo de bico para aquele ambiente, e isso vai selecioná-los. Então no contexto geral eu acredito que sim.

Esta é uma visão premeditada da ação da seleção natural, pois o fato de uma característica mostrar-se funcional a um organismo não é suficiente para presumir que será selecionada. Para que a interpretação de Sofia se adequasse à perspectiva darwinista, seria necessário assegurar por que "o tipo de bico" a que se referiu desempenha função melhor do que formas alternativas viáveis, ou se a condição atual em que se encontra aquele tipo de bico não pode resultar em uma outra forma viável que fosse melhor. Acreditamos que o desconhecimento sobre os limites de seleção natural e o emprego deliberado deste conceito seja resultante, entre muitos aspectos, do poder metafórico do conceito de adaptação designando o ajuste de um

objeto a uma tarefa particular tornando-o apto a satisfazer as exigências do meio (SEPULVEDA, 2010; GOULD; VRBA, 1982; LEWONTIN, 2002). Diversas narrativas com esse sentido foram encontradas nos livros didáticos investigados neste trabalho (ver Apêndice A).

A seguir apresentamos uma narrativa na qual Nero (em resposta à pergunta do cenário 3 - Apêndice B) enfatiza a importância do meio como um agente seletivo de características potencialmente adaptativas:

Nero: Eu não entendo que o meio que determina, mas a característica surgiu e ela se estabeleceu porque naquele meio foi a que... é aquela ideia da seleção natural. É... eu acho assim, que o meio eu entendo como o processo seletivo.

Embora de maneira inconclusiva, a resposta de Nero aponta para uma justificativa seletional, pois o critério utilizado para definir a característica foi alguma qualidade diferencial, dada a expressão “*porque naquele meio foi a que...*”, e não o fato dela funcionar para assegurar alguma capacidade do sistema a que pertence. Tal maneira de pensar se alinha à análise de Caponi (2002) acerca da estrutura da explicação seletional, segundo a qual é preciso que o efeito benéfico de um traço tenha sido responsável pela permanência desta característica na população, em lugar de alternativas viáveis em termos físicos, químicos, morfológicos e fisiológicos.

Na narrativa abaixo, a professora Leonor reforça o papel do meio como uma fator através do qual a seleção natural opera, mas introduz o fator “mutação”, cujos resultados seriam focos da ação da seleção natural:

Leonor: O meio não vai fazer a variabilidade, ele só vai selecionar essa variabilidade porque a variabilidade ela é por acaso a partir de uma mutação [...]. O meio só seleciona o que já tem.

Essa narrativa de Leonor representa uma forma de enunciar o processo evolutivo em duas etapas, uma que envolve, inicialmente, um processo de mutação como fonte de variação, e outra que descreve a ação da seleção natural sobre os fenótipos existentes numa dada população. Segundo Gregory (2009), três décadas de pesquisa produziram dados ambíguos, revelando alta prevalência de concepções alternativas a respeito da seleção natural entre o público geral e os estudantes de todos os níveis de escolaridade, desde o ensino primário ao nível superior (ALTERS, 2005; BARDAPURKAR, 2008).

Entre essas concepções encontra-se a noção de que a evolução compreende um fenômeno inteiramente randômico.

A esse respeito, Gregory (2009) afirma que ao avançarem conceitualmente de um modelo de evolução baseado na herança tênue⁵³ para um modelo de evolução por seleção natural, muitos estudantes vivenciam conflitos conceituais diante do processo evolutivo envolvendo a mutação e a atuação da seleção natural. Isto porque muitos estudantes desconhecem ou não compreendem os modos pelos quais a seleção natural deve operar: randomicamente (durante a produção de variações - meiose, recombinação gênica, movimentos aleatórios de cromossomos homólogos durante a divisão celular, escolha randômica de parceiros etc.) e de modo determinista e randômico combinadamente, no qual as qualidades do indivíduo são constantemente testadas, incluindo aspectos não aleatórios de sobrevivência e reprodução ao longo da vida - e.g. resistência a doenças - e escolha não casual de parceiros para reprodução. São consideradas nesta etapa também influências de fatores imprevisíveis que ameaçam a aptidão dos indivíduos, como catástrofes naturais; inundações, terremotos, vulcões etc. (MAYR, 2001).

A despeito da importância da seleção natural como mecanismo capaz de explicar a diversidade das forma vivas e, por meio dela, a teoria evolutiva nos fornecer uma visão coerente sobre a origem da vida, İrez e Özyeral Bakanay (2011) alegam que esta teoria está longe do estatuto desejado na esfera pública e continua a evocar controvérsias em muitos países. Crenças, atitudes, e conhecimentos de distintas populações têm sido investigadas; todas são caracterizadas pelo baixo nível de entendimento e aceitação da evolução, bem como pela ocorrência de muitas formas de pensar sobre o tema (DAGHER; BOUJAOUDE, 1997; NEHM; KIM; SHEPPARD, 2009; SMITH, 2010). Neste trabalho, alguns desses aspectos foram levantados. Por exemplo, as opiniões dos professores entrevistados sobre as visões dos estudantes e do público geral quanto à aceitação da evolução como teoria (questão 17 do Apêndice B) variou. De modo geral, suas alegações indicaram que a falta de dados científicos comprobatórios, baixa compreensão conceitual, e crenças religiosas por parte de estudantes e até de alguns professores são fatores que explicam a rejeição da teoria evolutiva. Similarmente a nossos resultados, pesquisas em educação científica têm revelado que dificuldades conceituais, explicações extra-científicas (e.g. ideias Aristotélicas), baixo

⁵³ Ideia pela qual os traços são modificados em uma geração, seja baseada na escolha consciente ou pelo uso e desuso, aparecendo em outra tal como proposto na herança de caracteres adquiridos. É oportuno frisar que a tendência persistente em classificar a herança de caracteres adquiridos como "lamarckista" é falsa: Esse tipo de herança foi comumente aceito bem antes do tempo de Lamarck (ZIRKLE, 1946). Do mesmo modo, mecanismos envolvendo vontade consciente dos organismos para a mudança são atribuídos incorretamente a Lamarck. Para críticas recentes a respeito da tendência em descrever várias concepções errôneas como "lamarckistas" ver Kampourakis e Zogza (2007).

conhecimento sobre natureza da ciência e crenças religiosas são argumentos utilizados por muitos estudantes em suas objeções à teoria da evolução (ver DENIZ; DONNELLY; YILMAZ, 2008; HOKAYEM; BOUJAOUDE, 2008; KAMPOURAKIS; ZOGZA, 2007; NEHM, KIM; SHEPPARD 2009; PEKER; COMERT; KENCE, 2010).

Vejamos o que disseram alguns participantes a respeito disso:

Diana: Acho que sim, que quando fala teoria dá ideia de que pode ser verdade ou não. Digamos que fosse algo mitológico. Alguns alunos poderiam interpretar dessa forma. Dá uma ideia de especulação. Acho que influenciaria sim.

Leonor: Com certeza, sim. Eu acho que sim. Porque muitos dos alunos religiosos, que não acreditam em evolução, eles falam isso né, que ah que não tem nenhuma grande comprovação, e os alunos tem muito isso de comprovar cientificamente. Como se a ciência não fosse uma construção humana e que tivesse erros.

Tibério: Eu acho que no imaginário popular, que não tem conhecimento [inaudível], a diferença entre lei e teoria é algo marcante que influencia na maneira como elas são compreendidas e aceitas. Eu tendo nas minhas aulas explicar que apesar da seleção natural ser uma teoria – aí eu faço essa distinção – o que é a teoria é a seleção natural, mas a evolução não é teoria, é um fato. A teoria da seleção natural está aí para explicar como a evolução acontece. Eu costumo falar nas minhas aulas que a gente tem de conhecimento científico, seja ele uma teoria seja ele uma lei, é o conhecimento que foi construído com base em observações, com base em experimentos, com base em produção científica e que aquilo que a gente tem hoje é o que é mais aceito pela ciência – que é considerado como correto. Isso pode mudar no futuro ou não.

As narrativas de Diana, Leonor e Tibério apresentam em comum o fato de que a aceitação da teoria evolutiva, enquanto conhecimento científico⁵⁴, pode estar associada a visões de mundo estruturadas, em diversos aspectos, por influências culturais do sujeito. Nesse sentido, estudantes e o público em geral devem pensar que a teoria evolutiva, para ter valor de crença, precisa apresentar natureza comprobatória - a qual parece não estar contemplada nesta forma de enunciado (teoria). Entretanto, um dos aspectos centrais da ciência é que todo conhecimento científico incluindo “fatos”, “teorias” e “leis”, é provisório. As razões para isso se alicerçam, sobretudo em: (a) o conhecimento científico tem base em evidência empírica; (b) evidências empíricas são coletadas e interpretadas de acordo com perspectivas científicas correntes e na subjetividade pessoal devido a valores dos cientistas, conhecimento e

⁵⁴ O conhecimento científico inclui valores e crenças inerentes à sua natureza (LEDERMAN; ZEIDLER, 1987) que pode ser definida, segundo McComas, Clough e Almozroa (1998) como: um arena fértil que mistura aspectos de vários estudos sociais da ciência, incluindo história, sociologia e filosofia da ciência combinadas com pesquisas das ciências cognitivas como a psicologia dentro de uma rica descrição do que a ciência é, como ela funciona, como os cientistas operam como um grupo social e como a própria sociedade se direciona e reage ao empenho científico.(p.4)

experiências prévias; (c) conhecimento é produto da criatividade e imaginação humana, e (d) a direção e os produtos das investigações científicas são influenciadas pela sociedade e pela cultura na qual a ciência é produzida (SCWARTZ; LEDERMAN, 2002, p.207).

Não obstante o conhecimento científico tenha caráter provisório, ainda que apoiado por fatos e evidências empíricas, investigações acerca da relação entre o entendimento de aspectos da natureza da ciência e o entendimento da teoria evolutiva têm revelado correlação positiva. Sherman e Harris (1992), por exemplo, integraram a história e a natureza da ciência a conteúdos sobre a teoria da evolução em suas intervenções com professores do nível médio, e seus resultados revelaram mais tolerância dos participantes em relação à teoria da evolução.

İrez e Özyeral Bakanay (2011) afirmam que embora existam poucos estudos documentando alguma correlação positiva entre o entendimento da teoria evolutiva e a natureza da ciência (e.g. LEDERMAN, 2007; SMITH, 2010; SMITH & SCHARMANN, 2008), pesquisas sobre os efeitos das crenças epistemológicas sobre a aceitação da teoria evolutiva mantêm questões abertas (HOKAYEM; BOUJOUDE, 2008) e ainda necessitam estudos empíricos que revelem detalhes e a natureza dessa relação.

Os trabalhos que têm mostrado correlação positiva entre o entendimento da teoria evolutiva e a natureza da ciência atestam que para que a evolução seja ensinada efetivamente, os professores necessitam profundo entendimento sobre natureza da ciência e da teoria evolutiva. Isto porque a falta de conhecimento sobre a natureza da ciência por muitos professores resulta em dificuldade de ensinar evolução, e comumente esses profissionais apresentam os tópicos de evolução aos estudantes de maneira isolada, deixando espaço para má interpretação e interpretações não científicas (LEDERMAN, 1992; EICK, 2000; RUTLEDGE; WARDEN, 2000).

A seguir, Tito defende como proposta ao ensino de evolução uma abordagem na qual seja possível, no início das aulas, aproximar alunos que apresentem resistência à evolução, a partir da exposição de seus pontos de vista sobre a temática. Tal atitude teria o intuito de identificar, nesses pontos de vista, contextos de validade e aplicação. A abordagem de Tito pode estar pautada no objetivo do ensino de ciências, que consiste no desenvolvimento de uma "visão de mundo compatível com a ciência", e não necessariamente uma "visão de mundo científica", desde que ele tenha em mente promover a tomada de consciência daqueles alunos a respeito de que contextos suas visões seriam pragmáticas do ponto de vista científico (COBERN, 1996):

Tito: Ao iniciar a aproximação do aluno com a evolução eu acho que é muito importante que o professor tenha um posicionamento que consiga aproximar esses alunos que tenham essa resistência explicando que assim, uma abordagem multicultural é muito..., assim [...] explicar a diferença dos tipos de conhecimento, de valorizar cada tipo de conhecimento, o valor do conhecimento religioso, o valor do conhecimento científico, as possíveis explicações para o fenômeno de acordo com certa lógica, que é diferente em cada tipo de conhecimento [...] Dizer que não necessariamente ele precisa acreditar mas que ele entenda como a explicação se dá na ciência.

A coexistência de diferentes modos de pensar sobre o fenômeno evolutivo, permite o conhecimento do que os aprendizes já sabem (ALTERS; NELSON, 2002), e a redução de diferenças entre as visões evolutivas e não evolutivas (CLOUGH, 1994; LAWSON, 1999; SINCLAIR; PENDARVIS, 1998). Essa estratégia é um passo importante durante o ensino de temas e conceitos científicos que apresentam caráter controverso, e pode ser desenvolvida à luz da perspectiva da teoria de perfis conceituais (MORTIMER, 1995).

A professora Vitória alega que entre os estudantes, o reconhecimento do tema evolução independe da forma como ele é enunciado, seja como teoria ou como lei, o que pode explicar sua rejeição é a crença religiosa que eles possuem:

Vitória: Eles não questionam. Eu falo que é uma teoria que está em construção. Se fosse Lei, eu não acho que teria diferença. Acho que o fato de ser evolução é que complica por causa da religião.

Embora muitos autores tenham encontrado associação entre a força das convicções religiosas e a falta de aceitação da teoria evolutiva (BARONE et al., 2014; CARTER; WILES, 2014; GLAZE et al., 2015; HEDDY; NADELSON, 2013; MAZUR, 2004; MOORE et al., 2011; NEHM; SCHONFELD, 2007; TRANI, 2004), a afirmação de que o conhecimento científico e a crença religiosa são incompatíveis (como supõe a visão de Vitória ao se referir ao posicionamento dos seus alunos) pode ser uma simplificação excessiva, dada a necessidade de se compreender fatores determinantes desse tipo de associação no delineamento da visão de mundo de alunos religiosos em processo de formação científica (SEPULVEDA; EL-HANI, 2004). Sepulveda e El-Hani (2004) sugerem que são fatores determinantes da relação entre religião e ciência na visão de mundo de estudantes de formação protestante possíveis de serem testados: (1) o tipo de vínculo que os alunos estabelecem com o dogma religioso – se assumem uma postura mais fundamentalista ou mais liberal –, o que parece estar relacionado ao período em que teve início a educação religiosa – se na infância ou na juventude; e (2) a qualidade do contato que os alunos tiveram com a ciência ao longo de sua formação.

Hawley e colaboradores (2011) defendem uma definição de “religiosidade”, enquanto variável útil à análise da associação entre ciência e religião, que leva em consideração o nível de fé religiosa capaz de impactar a vida diária, indicando um nível de atividade influente sobre a compreensão e a tomada de decisão diante do conhecimento científico. O fator “nível de fé religiosa” conforme definido por Hawley e colaboradores (2011) converge com o que defendem Sepulveda e El-Hani (2004), pois o papel da religião na compreensão e na tomada de decisão diante do conhecimento científico deve refletir a influência do tempo de adesão e da prática da educação religiosa, bem como da qualidade do contato com o conhecimento científico. Nesse sentido, o nível de fé religiosa, segundo o conceito de Hawley e colaboradores (2011) pode ser entendido como um fator individual, caracterizado por uma visão de mundo atrelada ao nível de comprometimento dos indivíduos com os ensinamentos e práticas religiosas. Portanto, esta noção deve relativizar a relação entre a crença religiosa e a aceitação da ciência. Assim, é possível que estudantes com forte inclinação religiosa possam desenvolver uma visão de mundo compatível com a ciência desde que, mesmo diante de sua formação religiosa, eles apresentem atitude aberta e se encontrem predispostos a conhecer e compreender a ciência, concebendo-a como mais uma forma legítima de pensar e explicar o mundo.

Sepluvada e El-Hani (2004) defendem, ainda, que é possível levantar a hipótese de que o discurso científico deve se tornar mais forte, e ter maior alcance na visão de mundo dos alunos que compatibilizam suas concepções prévias com o conhecimento científico, caso sejam melhor trabalhados compromissos ontológicos e epistemológicos divergentes aos conceitos científicos que apresentam alguns aspectos aparentemente contraintuitivos, conforme sugere o modelo de perfis conceituais (MORTIMER, 1995; MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Diversos trabalhos disponíveis na literatura de ensino de ciências apontam e caracterizam obstáculos epistemológicos de estudantes de diferentes níveis de escolaridade em relação à teoria evolutiva, muitos desses obstáculos relacionados a influências de crenças religiosas. Cobern (1996) alega que as concepções de muitos estudantes são resultantes de um conhecimento científico compartimentado ou rejeitado, e não pela falta de entendimento. Hermann (2012) aponta que, em parte, os estudantes isolam o conhecimento evolutivo de outros conhecimentos porque eles acham que o conhecimento evolutivo contraria sua religião, e que a sua aceitação os levariam à perda de fé. Winslow e colaboradores (2011) alegam que estudantes do curso de Biologia interpretam palavras como “acaso”, “espontâneo” e

“aleatório” como ateístas, e representam um desafio direto à legitimação de Deus. Brem e colaboradores (2003) afirmam que estudantes de graduação percebem na teoria evolutiva implicações negativas sobre a sociedade, a exemplo do egoísmo e do racismo crescentes, devido à interpretação simplista da metáfora “sobrevivência do mais apto”. Inúmeros obstáculos epistemológicos podem ser encontrados em trabalhos realizados com estudantes do nível fundamental (ver BERTI et al., 2010; LAWSON; THOMPSON, 1988), do nível médio (ver SETTLAGE, 1994; BANET; AYUSO, 2003; YATES; MAREK, 2014) do nível superior (BISHOP; ANDERSON, 1990; NEHM; REILLY, 2007), e de pós graduação (GREGORY; ELLIS, 2009).

De acordo com Dotger e colaboradores (2010) e Glaze e Goldston (2015), para que a percepção pública da evolução seja menos negativa, é preciso preparar professores para lidar com conflitos internos e externos. Ou seja, os professores devem ser formados, sobretudo, para ser capazes de compreender problemas subjacentes à rejeição da evolução, atentando para fatores sociais, religiosos e filosóficos que influenciam o pensamento dos estudantes sobre a evolução (ASGHAR et al., 2010; GLAZE, 2013; GLAZE; GOLDSTON, 2015). Enquanto professores em formação (licenciandos) afirmam que se sentiriam mais preparados para estar em sala de aula se adquirissem mais conhecimentos e exemplos de história da evolução (BORGERDING et al., 2015), e que reforçar seus próprios conhecimentos poderia aumentar sua segurança, é improvável que o ganho de conhecimento sozinho tenha um forte efeito sobre suas atitudes diante do ensino de evolução, porque é claro que outros fatores além da dificuldade conceitual contribuem com o não entendimento da evolução (NEHM; SCHONFELD, 2007). Por outro lado, Griffith e Brem (2004) notaram, em seus estudos, que os professores de biologia acharam que poderiam ser mais efetivos no ensino de evolução se eles tivessem acesso a: (1) informações mais atualizadas sobre evolução e genética; (2) planos de aula mais ricos, incluindo não apenas conteúdo científico, mas histórias pessoais sobre como as lições levantaram problemas e que oportunidades elas foram capazes de criar para resolvê-los; e (3) um espaço seguro para refletir com seus pares sobre possíveis problemas e implicações sociais. Promover uma linha de comunicação apoiando professores deve ajudá-los a justificar seu ensino e reduzir seus sentimentos de isolamento quando ensinam assuntos que são contestados pelo público (GRIFFITH; BREM, 2004).

Nesse sentido, acreditamos que pertencer a um grupo de pesquisa pode ser uma forma de promover uma linha de comunicação de apoio aos professores diante do ensino de temas controversos, conforme indicam Griffith e Brem (2014), como também de inúmeros desafios

inerentes à prática docente. Os nossos resultados mostraram que, acima de tudo, a possibilidade de atuação em grupos de pesquisa deve contribuir sobremaneira com o incremento conceitual e didático de professores participantes, tendo em vista a apropriação conceitual e as estratégias de ensino verificadas nas respostas dos professores do grupo um (Leonor, Tibério e Tito). Além disso, o fato desses participantes não serem os professores com maior experiência em sala de aula torna mais forte a ideia de que não é o aprofundamento conceitual o fator determinante para o ensino apropriado da teoria evolutiva, tampouco sua aceitação, mas sim a forma pelas quais essa teoria pode ser ensinada - ocasião em que noções sobre natureza da ciência ⁵⁵ (LEDERMAN; ZEIDLER, 1987; SOUTHERLAND et al., 2006) e dos fundamentos gerais do ensino de ciências (COBERN; LOVING, 2001; AIKENHEAD, 1996; MORTIMER; EL-HANI, 2007) não devem estar desvinculados.

⁵⁵ Ressaltamos que embora nossos dados mostrem que o entendimento da teoria evolutiva deve ser melhor alcançado com o conhecimento sobre a natureza da ciência, estamos cientes de que essa possível correlação possa variar de acordo com o grupo de pesquisa, se é no campo da educação, se é em área muito específica. Como houve uma pequena diferença no número de professores que mobilizaram conceitos científicos de modo apropriado, aproximando-se dos pressupostos darwinistas (grupo de significação aproximada), e professores que mobilizaram conceitos de modo inapropriado (grupo de significação não aproximada), esse aspecto torna difícil a confirmação de tal correlação. Ao lado disso tal análise não fez parte do escopo deste trabalho. Este aspecto pode ser aprofundado futuramente em outros trabalhos, a partir de nossos dados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho realizamos uma análise semântica do conceito darwinista de adaptação apresentado por dois atores do discurso pedagógico no campo de reprodução do conhecimento escolar, com o auxílio da matriz semântica do conceito de adaptação (MSA). A MSA mostrou-se uma ferramenta metodológica capaz de identificar compromissos ontológicos e epistemológicos do conceito de adaptação tanto nos textos de livros didáticos (LDs) quanto nas falas dos professores e professoras entrevistadas.

Os compromissos ontológicos e epistemológicos do conceito de adaptação identificados neste trabalho atestaram o potencial heurístico da MSA de promover a compreensão dos diferentes modos de ver e apresentar esse conceito no âmbito escolar. Os LDs mostraram múltiplas abordagens deste conceito a partir de campos do conhecimento biológico como a genética, a zoologia, botânica, fisiologia e a própria biologia evolutiva, entre outros, e nos permitiram avaliar como a adaptação é concebida por lentes específicas de investigação na Biologia, e como o conhecimento recontextualizado é veiculado entre as obras, de modo a se compatibilizar com as finalidades do Ensino Médio.

Acreditamos que o fato de os LDs apresentarem o conceito de adaptação a partir de distintos campos de produção das Ciências Biológicas, exibindo modos particulares de referenciá-lo e significá-lo, não deve representar um obstáculo à produção e compreensão do discurso pedagógico. Os diferentes modos de referenciar o conceito de adaptação, a partir de campos de investigação na Biologia, oportunizam aos professores e professoras desenvolver abordagens, à luz da MSA, sobre os compromissos ontológicos e epistemológicos desses campos, que podem facilitar a compreensão da relação entre os contextos de produção do conhecimento e a polissemia de um conceito científico. Azevedo e Motokane (2013) afirmam que o tema Evolução por seleção natural, por explicar aspectos históricos sobre o trabalho de naturalistas diante de evidências e crenças sobre a modificação dos seres vivos, consiste em um ótimo modelo presente nos LDs para aprofundar discussões em sala de aula sobre como a ciência funciona.

Todos os LDs analisados nesse trabalho dispõem de informações complementares aos textos principais, e fornecem elementos para a discussão de aspectos relativos à natureza do conhecimento científico e sua trajetória por meio de pesquisas. Diante disso, recomendamos que tanto os professores quanto os estudantes explorem seções como: textos de abertura de cada capítulo, apresentando com auxílio de imagens informações sobre os assuntos em pauta; diá-

logos interdisciplinares promovendo a integração de saberes e mostrando que a Biologia tem história e é construída com a colaboração de várias pessoas ao longo do tempo; leituras complementares, nas quais se propõe explicar de que forma a tecnologia contribui para a evolução dos conhecimentos biológicos, assim como a Biologia permite que surjam novas. Tal atitude deve dar aos estudantes a possibilidade de enxergarem na polissemia do termo “adaptação” sementes conceituais e não obstáculos à sua aprendizagem (SEPULVEDA; EL-HANI, 2014).

Reconhecer o modo particular a respeito de como a Biologia constrói o conhecimento sobre os sistemas vivos (MAYR, 1998; 2005; HULL, 2002), também é um passo importante a ser dado pelos professores, e a descrição de como isso acontece, nos diversos campos da Biologia, deve ser vista com uma tarefa indispensável ao ensino de Biologia pelos autores de livros didáticos. Em concordância com essa ideia, Weber (1999) propõe que os biólogos devem adotar um conceito mais amplo de lei, compreendendo as generalizações da Biologia, como enunciados que podem ser legitimados dentro de um domínio restrito de aplicação, ou seja, enunciados que podem ser descritos como universalmente válidos dentro daquele domínio, mas inaplicáveis fora dele (EL-HANI, 2006). Segundo Sepulveda (2010), a proposição de Weber (1999) pode indicar que a Biologia tem caminhado para reconhecer um poder heurístico na variação conceitual, e busca organizá-la por um caminho distinto da proposição de definições universais. Essa iniciativa é muito valiosa para o ensino de Biologia, pois permite aos professores, distinguir os significados dos conceitos de modo pragmático, sem confundir o significado relativo do que se pretende enunciar sobre eles com outros modos de expressá-los, assim como sua validade em cada contexto em que forem apresentados.

O conceito de adaptação avaliado nos livros didáticos representa um discurso universalizado da ciência para atender especificamente às finalidades da escola. Contudo, a produção de significados a partir deles requer dos professores o reconhecimento de vozes muitas vezes distantes das dos estudantes, sobretudo, se considerarmos que grande parte desses estudantes pode ser oriunda de escolas públicas, nas quais a pluralidade de visões é elevada. A depender do contexto das relações sociais existentes na escola, na qual o LD será utilizado, diferentes discursos poderão ser produzidos por professores e estudantes. Diante disso, a MSA pode compreender uma boa ferramenta para o estabelecimento de conexões dialógicas dos LDs com professores e estudantes, principalmente por possibilitar a compreensão de significados em cada contexto de utilização, reduzindo o distanciamento entre vozes especializadas e não especializadas no discurso escolar sobre o conceito de adaptação. Nessa abordagem, a partir dos compromissos ontológicos e epistemológicos da MSA, acreditamos ser possível que os

docentes consigam “regular” a relação entre contextos e “gerar”/propor princípios orientadores da produção de textos adequados a cada contexto. Tal realização é possível à luz das orientações sobre o conceito de *código*, um princípio integrador e regulador de significados, tacitamente adquirido, que descreve como os discursos podem ser produzidos a partir de orientações restritas ou elaboradas, assim como das relações de poder e controle verificáveis nas interações comunicativas (BERNSTEIN, 1981). Nessa perspectiva, acreditamos que a MSA deva ser útil ao aprimoramento da prática docente, podendo ser incorporada a materiais curriculares educativos – MCE que tenham a Evolução como tema a ser abordado no Ensino Médio.

Diversas abordagens evolutivas encontradas nos LDs continham expressões que aludem noções de função, objetivo e propósito para explicar as adaptações. Estas expressões, bastante comuns na Biologia (MAYR, 1998; ROSENBERG; MCSHEA, 2008), representam explicações de caráter teleológico. Longe de serem vistas como formas errôneas de explicar evolutivamente a forma orgânica (KATTMANN 2008; ZOHAR; GINOSSAR, 1998), nós entendemos que a natureza funcional das expressões teleológicas tem utilidade didática, embora seja subestimada na literatura sobre o ensino de evolução por meio de seleção natural (KELEMEN, 1999).

Nesse sentido, pensar que o comportamento dos sistemas biológicos parece estar direcionado a um propósito – a sobrevivência – pode ser uma reflexão razoável, considerando que a forma orgânica é resultante principalmente do processo de seleção natural, o qual é responsável pelo *design* biológico. Assumir que organismos individuais ou suas partes possuem algum propósito pode ser um caminho promissor para prever como a forma orgânica deverá se comportar (DENNET, 1987). Essa deve ser uma das razões por que alguns pesquisadores, e talvez os autores de livros didáticos, entendam que essa forma de pensar seja satisfatória para explicar as adaptações. Neste contexto, Galli e Meinardi (2010) afirmam que não é de surpreender que quando se pensa de que modo os organismos evoluem, as pessoas assumam que a evolução está intimamente relacionada com a busca de fins, como a sobrevivência.

Considerando que as explicações teleológicas têm valor heurístico para o ensino de Biologia no nível médio, e, conforme defende a psicologia cognitiva, esse modo de pensar faz parte de nosso aparato cognitivo, não é possível e nem desejável que ele seja eliminado (KEIL, 1998; KELEMEN, 1999a, 1999b, 1999c). Ao identificarmos nos LDs múltiplas abordagens evolutivas com explicações teleológicas sobre as adaptações, suspeitamos que os autores

reconheçam a importância desse modo de pensar para estabelecer uma aproximação da linguagem cotidiana dos estudantes com a linguagem recontextualizada da ciência escolar, sobretudo, através de metáforas, para facilitar o entendimento de explicações evolutivas, à primeira vista, contra-intuitivas (GALLI; MEINARDI, 2010; LAKOFF; JOHNSON, 2002).

As unidades de registro (UR) analisadas mostraram que os LDs apresentam diversos compromissos ontológicos e epistemológicos da MSA, mas destacaram-se, pela sua recorrência, aqueles que designam características dos organismos com funcionalidade evidente, ou uma condição, ou estado de ser dos organismos que justifica sua sobrevivência em certa condição do meio como: *“Muitas plantas têm folhas em goteira, isto é, com ápice voltado para baixo e a superfície revestida com cera, adaptações para livrarem-se do excesso de água das chuvas”*, UR L7/107; e *“Presentes na biosfera ainda hoje, adaptados a seus habitats e nichos ecológicos, esses organismos desempenham papéis ecológicos fundamentais. Cianobactérias e bactérias são procariontes unicelulares. (...) Sem elas, a vida estaria extinta, exaurida de compostos orgânicos e soterrada nos próprios resíduos”*, UR L17/303.

A prevalência de modos de pensar o conceito de adaptação a partir de uma noção utilitarista das características dos organismos, bem como do estado de ser favorável desses organismos à sua sobrevivência, evidencia a influência das ideias adaptacionistas nos LDs. Conforme afirmou Caponi (2011), a visão utilitarista associada às adaptações configura-se tanto um requisito quanto uma predição do poder criativo da seleção natural. Nesse sentido, a referência a qualquer traço ou condição de vida considerados vantajosos aos organismos justificaria a ausência de uma menção explícita de sua gênese história nos LDs.

Ressaltamos, porém, que o reconhecimento da ação da seleção natural na origem dos traços considerados úteis será efetivamente possível se a explicação de como ela funciona for apresentada, preferencialmente, entre os primeiros conteúdos de Biologia no Ensino Médio. A alocação do tema Evolução ao final do terceiro volume dos LDs, conforme verificamos, não deve contribuir com o reconhecimento de fenômenos evolutivos na explicação de características a partir de sua utilidade, tampouco é compatível com o seu papel de eixo norteador/integrador do conhecimento biológico.

A maioria dos professores e professoras entrevistadas avaliou como inadequado o fato de os LDs não apresentarem explicações seletivas para significar as adaptações em abordagens não evolutivas. Contudo, de acordo com suas avaliações, os fenômenos biológicos de modo geral devem ser interpretados à luz da perspectiva evolutiva, já que a evolução deveria ser

vista como eixo norteador da Biologia. Talvez essa noção tenha levado professores do grupo de “significação não aproximada” a apresentarem definições de adaptação sem qualquer menção à seleção natural como causa. Expressões como “*sucesso reprodutivo*”, “*vantagem*”, “*sobrevivência*”, “*resolução*”, “*capacidade*”, “*resposta*”, “*condição*” etc. foram utilizadas nas definições dos professores e professoras desse grupo, e sugerem compromissos epistemológicos e ontológicos ligados à utilidade corrente dos traços e o estado de ser dos organismos durante a mudança evolutiva da espécie. Tais compromissos põem em evidência a influência das ideias utilitaristas e teleológicas sobre a adaptação encontradas nos livros didáticos.

À primeira vista esses compromissos sugerem um resultado natural da aquisição de uma linguagem adotada no discurso recontextualizado no LD, evidenciando o papel influente desse material sobre as práticas desses profissionais. Contudo, esse fato evidencia o *poder* da linguagem da ciência escolar veiculada nos livros didáticos sobre o discurso pedagógico proferido por muitos docentes, pois, mesmo reconhecendo como falha a ausência de explicações seletivas em abordagens não evolutivas, eles ainda conceituam adaptação da mesma forma. Assim, a apropriação desse discurso pelos estudantes torna imprescindível uma mediação informada por parte dos docentes, no que diz respeito ao estabelecimento dos limites de aplicação do conceito de adaptação. Para tanto, consideramos necessário que os professores e professoras enfatizem a possibilidade de diferentes definições de adaptação ao longo do LD, e deem mais ênfase a outros mecanismos causais e processos evolutivos além da seleção natural e do gradualismo, como a deriva gênica e a macroevolução.

Nesse sentido, Costa e El-Hani (2017) sugerem o desenvolvimento de uma abordagem pluralista e integrada, considerando pluralismo de processos e de padrões evolutivos, assim como a interlocução de diferentes campos da Biologia por meio do conhecimento evolutivo. Discutir abordagens macroevolutivas como a diversificação e extinção de diferentes grupos de espécie; por que certos contextos ambientais são muito propensos ao surgimento e à preservação de novidades evolutivas, como novos planos corporais, enquanto outros não; de maneira integrada ao mecanismo de ação da seleção natural, ajudaria os estudantes a distinguirem, sobretudo nos LDs, fenômenos adaptativos quando não são qualificados como tal, bem como quando são associados a fenômenos não adaptativos.

A produção de um roteiro abrangendo os temas e categorias da MSA, e questões sobre a relação da prática docente com a Evolução foi um passo metodológico decisivo para a identificação de diferentes visões e modos de falar sobre o conceito de adaptação, pois a partir de cada

cenário foi possível trazer à luz interpretações, relatos de experiências em sala de aula e sentimentos despertados durante o ensino de evolução que compõem atitudes pessoais de negociação com compromissos ontológicos e epistemológicos implícitos em cada provocação.

As respostas dos participantes às questões do roteiro de entrevista sugerem que a formação continuada constitui um fator influente sobre o modo como se compreende e se ensina o conceito de adaptação, além de outros conceitos evolutivos. Nossas análises mostraram que muito mais do que a experiência de ensinar, o ensino de Evolução reivindica dos professores o emprego de conhecimentos adquiridos em sua área específica de formação para mobilizar conceitos evolutivos. Porém, o estabelecimento de conexões conceituais entre áreas específicas de formação diante de contextos evolutivos nem sempre resultou em abordagens apropriadas.

Ao explicar, por exemplo, o papel do meio na formação das adaptações, defender que “*elas [as aves ratitas]... que não voam, estando mais próximas da terra [...] a evolução teria moldado a casca de ovos mais resistentes a determinados tipos de predadores... [...] se ela está num ambiente de solo [...] ela teria uma necessidade maior de ter um ovo mais resistente*”, seria o mesmo que assumir que o fenômeno evolutivo implica previsibilidade de quais mudanças seriam necessárias no tempo e condição específicos. Ainda que se considere a ação da seleção natural moldando traços fenotípicos, é preciso ter em mente que as variantes que se presenciavam em tempo corrente foram selecionadas, em meio a outras variantes, no tempo passado. Recorrer à ideia de necessidade devido à ação corrente de predadores, automaticamente, resulta num compromisso com a visão prospectiva da evolução. A superação da visão prospectiva requer o conhecimento dos limites da ação da seleção natural, e principalmente noções sobre escalas de tempo evolutivo, reprodução diferencial e contingência. Acreditamos que tais noções, que não estão presentes nos LDs, possam ser adquiridas mais facilmente por meio de grupos de pesquisa, nos quais experiências e visões de diferentes integrantes podem ser facilmente compartilhadas, ao invés da própria iniciativa do professor em buscá-las na literatura específica, que estaria sujeita a interpretações intuitivas ou inapropriadas.

Nossos resultados nos permitem supor que a aproximação com a pesquisa, e a participação em grupos de pesquisa, inclusive no ambiente escolar formando comunidades de prática, seja uma estratégia promissora para o incremento do trabalho docente, especialmente se a linha de pesquisa for de Ensino de Ciências. Os professores e professoras que pertenciam a grupos de pesquisa e que têm a divulgação científica como extensão de sua atividade profissional apresentaram respostas mais apropriadas sobre as questões propostas. Além disso, esse grupo de

professores apresentou em seus discursos uma preocupação com o conteúdo e com a linguagem dos LDs, sobretudo no que diz respeito à compreensão dos mesmos pelo estudante. Essa preocupação é relevante, pois embora a maior parte dos entrevistados reconheça a importância deste material para o ensino e aprendizagem, poucos (incluindo aqueles que atuam na Rede Pública) demonstraram preocupação com a adequação do seu discurso à capacidade dos alunos em compreender a linguagem do LD. Promover a compreensão de discursos, na perspectiva bernsteniana, é o mesmo que dar voz àqueles sujeitos que, diante das relações de poder, frequentemente são silenciados, principalmente, quando em certos contextos, suas visões de mundo são vistas como incompatíveis, são incompreendidas ou simplesmente dispensadas.

Além disso, esse grupo de professores também vê como maior dificuldade à compreensão do conceito de adaptação, a noção de causa e efeito na evolução sem apelar para explicações teleológicas. Essas declarações são coincidentes com uma vasta gama da literatura que vê no pensamento teleológico obstáculos para a compreensão da adaptação e evolução de modo geral (KAMPOURAKIS; ZOGZA, 2007, 2008; KAMPOURAKIS, 2011a; ALTERS; NELSON, 2002; NEHM; SCHONFELD, 2007; SINATRA et al., 2003).

Um desafio para o ensino de Evolução, comum entre as declarações dos professores e professoras entrevistadas, foi a influência das crenças religiosas dos estudantes. Os participantes declararam que o fato de a Evolução ser considerada uma teoria, e não uma lei, exerce pouca influência na sua aceitação pelos estudantes. Diante dessa dificuldade, os professores, independente de sua orientação religiosa, usam como discurso comum o argumento de que os estudantes não precisam aceitar, mas sim compreender os conteúdos de evolução. Essa iniciativa é valiosa na medida em que não viola a cultura dos estudantes, e é vista como um dos objetivos do Ensino de Ciências, mas é importante que os docentes não percam de vista a necessidade de os alunos aprenderem a empregar os conhecimentos adquiridos nos contextos apropriados.

Nesse trabalho, a maioria dos participantes se declarou sem orientação religiosa definida, mas é sabido que a orientação religiosa exerce forte influência sobre o discurso pedagógico por parte de muitos docentes, especialmente de protestantes, que chegam até mesmo a se recusar a cumprir o currículo escolar ou mesmo construir narrativas particulares à luz do criacionismo. Nesse sentido, esperamos que o ensino de Evolução não seja descaracterizado para produzir discursos pedagógicos com orientações pautadas em base religiosa, ou por qualquer campo do conhecimento que não seja científico. É desejável que o ensino de evolução seja desenvolvido

em articulação com outros assuntos do Componente Curricular e constitua uma linha orientadora do tratamento de diversos conteúdos nas aulas de Biologia. E, por fim, que a matriz semântica de adaptação possa constituir-se uma ferramenta de auxílio ao trabalho docente, tanto no sentido de favorecer o entendimento de Evolução, quanto para a orientação de professoras e professores na produção de discursos mais apropriados a diferentes contextos de aprendizagem. Nesse sentido, questões relativas às influências sócio culturais, a exemplo de crenças religiosas e a existência de grupos sociais distintos na sala de aula, muitas vezes vistas como obstáculos à aprendizagem das Ciências, poderão ser interpretadas como condições favoráveis à evolução conceitual dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F. & LEDERMAN, N.G. The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching (JRST)*, 37(10):1057-1095, 2000.

AIKENHEAD, G. S. Science Education: border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*, v.27, p. 1-52. 1996.

AIKENHEAD, G. S. Students' ease in crossing cultural borders into school science. *Science Education*, v. 85, p. 180-188. 2001.

AL-SHAWAF, L.; ZREIK, K.;BUSS, D.M. Thirteen Misunderstandings About Natural Selection. In: T. K. Shackelford, V.A. Weekes-Shackelford (eds.). *Encyclopedia of Evolutionary Psychological Science. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature*, p.1-14. 2018.

ALCOCK, J. *Animal behavior: An evolutionary approach. Sunderland: Sinauer Associates.* 2009.

ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER, G. (Ed.). *Nature's Purposes: Analyses of function and design in Biology. Cambridge, MA: MIT Press*, 1998.

ALMEIDA, A. M. R.; EL-HANI, C. N. Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. *Scientiae Studia* 8 (1), p. 9-40, 2010.

ALMEIDA, D.F. Concepções de alunos do ensino médio sobre a origem das espécies. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 1, p. 143-154, 2012.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia em contexto. Moderna Ed.1, v.1, 280p.* 2013.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia em contexto. Moderna Ed.1, v.2, 320p.* 2013.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia em contexto. Moderna Ed.1, v.3, 320p.* 2013.

ANDRADE, M. C. Risky mate search and male self- sacrifice in redback spiders. *Behavioral Ecology*, 14(4), 531-538. 2003.

AKERSON, V.L., & VOLRICH, M.L. Teaching nature of science explicitly in a first-grade internship setting. *Journal of Research Science Teaching*, 43(4), 377-394, 2006.

ALTERS B.J. Should student belief of evolution be a goal? *Rep Natl Center Sci Educ* 17:15-16, 1997.

ALTERS, B. *Teaching biological evolution in higher education.* Boston: Jones and Bartlett; 2005.

ALTERS, B. J.; NELSON, C. E. Perspective: teaching evolution in higher education. *Evolution: international journal of organic evolution*, Oxford, v. 56, n. 10, p. 1891-1901, 2002.

AMARAL, E. M. R. Perfil conceitual para a segunda lei da termodinâmica aplicada às transformações físicas e químicas e dinâmica discursiva em uma sala de aula de química do ensino médio. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2004.

AMARAL, E; MORTIMER, E.F. Uma metodologia para estudar a dinâmica entre as zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. In: SANTOS, F. M.T.; GRACA, I. M.R..

(Org.). A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias. Injuí: Editora UNIJUÍ, 2006.

AMUNDSON, R. Historical development of the concept of adaptation. In: ROSE, M.R.; LAUDER, G.V. (ed.) *Adaptation*. San Diego_CA: Academic Press. 1996.

ANDRADE, E. *La ontogenia del pensamiento evolutivo*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2009.

APAYDIN, Z.; SURMELI, H. Undergraduate students' attitudes towards the theory of evolution. *Elementary Education Online*, 8(3), 820-842, 2009.

APPEL, T. *The Cuvier-Geoffroy debate*. Oxford: Oxford University Press. 1987.

ARTHUR, W. The emerging conceptual framework of evolutionary developmental biology. *Nature* 415, 757–764, 2002.

ASGHAR, A.; WILES, J.R.; ALTERS, B.. The origin and evolution of life in Pakistani high school biology. *J Biol Evol* 44:65–71, 2010.

ATRAN, S.. Causal constraints on categories. In: Sperber D, Premack D e Premack AJ, editors. *Causal cognition: a multi-disciplinary debate*. Oxford: Clarendon Press 205-233, 1995.

ARAÚJO, L.A.L.; ROSA, R.T.D. Obstáculos à compreensão do pensamento evolutivo: análise em livros didáticos de Biologia aprovados pelo PNL 2012. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* Vol. 15, Nº 3, 2015.

ARISTÓTELES. 1999. As partes dos animais, Livro I. Tradução e comentários de L. Angioni. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* 9 (especial): 17-34.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê?. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*. Volume 03 / Número 1 – Jun.2001.

AZEVEDO, M.; AYRES, A. C. M.; SELLES, S. E. Explicações teleológicas no ensino de evolução. *IV Congresso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*. Girona, 9-12 de septiembre de 2013.

AZEVEDO, R; MOTOKANE, M. Natureza da biologia e a teoria da evolução biológica: implicações para o ensino. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. pp 235-240, 2013.

BAALMANN, W.; FRERICHS, V.; KATTMANN, U. How the gorillas became dark—research in students' conceptions leads to a rearrangement of teaching genetics and evolution. In: de Jong O, Kortland K, Waarlo AJ, Buddingh J (eds) *Bridging the gap between theory and practice: what research says to the science teacher* (Proceedings of the 1998 international summer symposium Utrecht University, The Netherlands), ICASE, Hong Kong, pp 171–189, 1999.

BALL, D. L.; FEIMAN-NEMSER, S. Using Textbooks and Teachers' Guides: A Dilemma for Beginning Teachers and Teacher Educators. *Curriculum Inquiry*. v. 18, p. 401-423. 1988.

BACHELARD, G. A filosofia do não. São Paulo: Abril Cultural p.1-87. (Coleção os Pensadores). 1984 [1940].

BAKHTIN, M. *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo, SP: HUCITEC, 2002.

- BAKHTIN, M. *Estética da Criação Verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 2004.
- BALAN, B. L'ordre et le temps. In: CAPONI, G. *O darwinismo e seu outro, a teoria transformacional da evolução scientiæ zudia*, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 233-42, 2005 [1979].
- BANET, E.; AYUSO, G.E. Teaching of biological inheritance and evolution of living beings in secondary school. *Int J Sci Educ* 25:373–407, 2003.
- BARDAPURKAR, A. Do students see the “selection” in organic evolution?: a critical review of the causal structure of student explanations. *Evolution: education & outreach*, New York, v. 1, n. 3, p. 299-305, 2008.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Edições 70, LDA. Lisboa, Portugal. 281p. 2009.
- BARROS, J.P.P. Constituição de “sentidos” e “subjetividades”: aproximações entre Vygotsky e Bakhtin. *Ecos estudos contemporâneos da subjetividade*. V.1, n.2, p.133-146. 2012.
- BARELSON, B. *Content analysis in communication research*. Glencoe, Ill., Free Press, 220p., 1952.
- BAPTISTA, G.C.S. Um enfoque etnobiológico na formação do professor de ciências sensível à diversidade cultural: estudo de caso. *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 21, n. 3, p. 585-603, 2015.
- BAPTISTA, G. C.; EL-HANI, C. N. The contribution of ethnobiology to the construction of a dialogue between ways of knowing: a case study in a Brazilian public high school. *Science & Education*, Hoboken, v. 18, n. 3-4, p. 503-520, 2009.
- BATISTA, A. A. G.; ROJO, R.; ZÚÑIGA, N. C. Produzindo livros didáticos em tempos de mudança (1999-2002). *Livros didáticos de língua portuguesa: letramento, inclusão e cidadania*. In: VAL, M. G. C.; MARCUSCHI (Orgs.). *Livros didáticos de Língua Portuguesa: letramento e cidadania*. Belo Horizonte: Ceale; Autêntica, 2005. p. 47-72.
- BAUER, M. & AARTS, B. A construção do copus: um princípio para coleta de dados qualitativos IN: BAUER, M. W; GASKELL, G. (eds). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Petrópolis: Vozes Ltda., 7ed. p. 39-63. 2008.
- BAUER, M. W. *Análise de conteúdo clássica: uma revisão*. In: BAUER, M. W; BAUER, M. W.; GASKELL, G. *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Petrópolis: Vozes Ltda., 7ed. 2008. 516p.
- BEATTY, J. Replaying life's tape. *Journal of Philosophy*, CIII(7), 336–362, 2006.
- BELL, C., 1837. *The hand: its mechanism and vital endowments as evincing design* (The Bridgewater treatises IV). London:W. Pickering.
- BELTRÁN, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVA, I. K. P.; CAMPOS, A. P. N. a seleção dos livros didáticos: Um saber necessário ao professor. *O caso do ensino de Ciências*. *Revista Iberoamericana de Educación*, 2003.
- BERELSON, Bernard. *Content analysis in communication research*. 1952.
- BERGER, P., & LUCKMANN, T. *The Social Construction of Reality: A Treatise in the Sociology of Knowledge*. Garden City, NY: Doubleday. 247p. 1967.

- BERNSTEIN, B. *Class, codes and Control, Vol. III: Towards a theory of educational transmissions*. Londres: Routledge & Kegan Paul, 1977.
- BERNSTEIN, B. Codes, modalities and the process of cultural reproduction: A model. *Language and Society*, 10, 327-363, 1981.
- BERNSTEIN, B. On pedagogic discourse. In: RICHARDSON, J. G. (Ed.), *Handbook of theory and research for sociology of education*. Nova Iorque: Greenwood Press, 1986.
- BERNSTEIN, B. *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique (revised edition)*. Londres: Rowman & Littlefield, 1996.
- BERTI, A.E.; TONEATTI, L., ROSATI, V. Children's conceptions about the origin of species: a study of Italian children's conceptions with and without instruction. *J Learn Sci* 19:506–538, 2010.
- BETHEL, T. "Darwin's Mistake." In: *Harper's Magazine*, fev., 1976, p. 70-5.
- BIBER, D. Representativeness in Corpus Design. *Literary and Linguistic Computing*, 8 (4): 243-357, 1993.
- BISHOP, B. A. & ANDERSON, C. W. Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, Hoboken, v. 27, n. 5, p. 415-427, 1990.
- BIZZO, N.M.V. From down house landlord to brazilian high school students: What has happened to evolutionary knowledge on the way? *Journal of Research in Science Teaching*, v. 31, n. 5, p. 537-556, 1994.
- BIZZO, N. *Ciências: fácil ou difícil?* São Paulo: Editora Ática, 1998.
- BIZZO, N. M. V.. *Novas Bases da Biologia*. Editora Ática, 2ed., v1. 312p, 2013.
- BIZZO, N. M. V.. *Novas Bases da Biologia*. Editora Ática, 2ed., v2. 320p, 2013.
- BIZZO, N. M. V.. *Novas Bases da Biologia*. Editora Ática, 2ed., v3. 312p, 2013.
- BIZZO, N.; EL-HANI, C. O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. *Filosofia e História da Biologia*, v. 4, n. 1, p. 235-257, 2009.
- BLACK, P. J. & LUCAS, A. M. *Children's Informal Ideas in Science*. London- New York: Routledge, 1993.
- BOCK, W.J. The definition and recognition of biological adaptation. *American zoologist*, 20(1), 217-227, 1980.
- BOCK, W.J; WAHLERT, G.V. Adaptation and the form-function complex. *Evolution*, 10, 269-299. 1965.
- BORGERDING, L.A.; KLEIN, V.A.; GHOSH, R.; EIBEL, A. Student teachers' approaches to teaching biological evolution. *J Sci Teacher Educ* 26:371–392, 2015.
- BOUJAOUDE, S., ASGHAR, A., WILES, J. R., JABER, L., SARIEDDINE, D., ALTERS, B. *Biology Professors' and Teachers' Positions Regarding Biological Evolution and Evolu-*

tion Education in a Middle Eastern Society. *International Journal of Science Education*, 33(7), 979–1000, 2011.

BOWLER, P. Malthus, Darwin and the concept of struggle. *Journal of history of ideas*, 37(4) : 631-650, 1976.

BOWLER, P.J. Theodor Eimer and orthogenesis: evolution by “definitely directed variations.” *Journal of the History of Medicine* 34(1):40–73, 1979.

BOWLER, P.J. *The eclipse of Darwinism: Anti-Darwinian evolution theories in the decades around 1900*. Baltimore: Johns Hopkins University Press. 1983.

BOWLER, P.J. *Evolution: The History of an Idea*. 3ed. Berkeley-CA: University of California Press. 2003. 464p.

BOWLER, P.J. Geographical distribution in the origin of species. In: M. Ruse and R.J. Richards (Eds.). *The Cambridge Companion to the “Origin of Species”*. Cambridge: Cambridge University press, 153-172. 2009.

BRANDON, R.N. *Adaptation and environment*. Princeton New Jersey: Princeton University Press. 1990.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília : MEC, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio, parte III – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Guia de livros didáticos : PNLD 2015 : biologia : ensino médio. – Brasília : MEC, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF, 2019.

BREM, S.K.; RANNEY, M.; SCHINDEL, J.. Perceived consequences of evolution: college students perceive negative personal and social impact in evolutionary theory. *Sci Educ* 87:181–206, 2003.

BRICKHOUSE, N.W. Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 53-62, 1990.

BROWNE, J. *Charles Darwin: Voyaging*. London. Pimlico. 2003.

BRÖCKELMANN, R. H. *Conexões com a Biologia*. Moderna, Ed.1, V1. 248p. 2013.

BRÖCKELMANN, R. H. *Conexões com a Biologia*. Moderna, Ed.1, V2. 312p. 2013.

BRÖCKELMANN, R. H. *Conexões com a Biologia*. Moderna, Ed.1, V3. 303p. 2013.

BRUMBY, M.N. Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Sci Educ* 68:493–503, 1984.

- BUFFON, G. Histoire Naturelle Générale et Particulière. T.II. Paris: L'Imprimerie Royale. 1749.
- BULL, J. J.; WICHMAN, H. A. Applied evolution. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 32, p. 183-217, 2001.
- BURIAN, R. M. The epistemology of development, evolution and genetics: selected essays. Cambridge: Cambridge University Press. 263p.2005
- BURIAN, R.M. Adaptation: historical perspectives. In. E.F. Keller & E.A. Llyd (Eds.) *Keywords in evolutionary biology* (pp. 7-12). Cambridge, Massachusetts and London, England: Harvard University Press. 1992.
- BURKE, A. C., NELSON, C. E., MORGAN, B. A. & TABIN, C. Hox genes and the evolution of vertebrate axial morphology. *Development* 121, 333–346, 1995.
- BUSS, D. M. Evolutionary psychology: A new paradigm for psychological science. *Psychological Inquiry*, 6(1), 1–30. 1995.
- BUSS, D. M. *Evolutionary psychology: The new science of the mind*. New York: Routledge, 2015.
- CALCOTT, B. Why how and why aren't enough: more problems with Mayr's proximate-ultimate distinction. *Biology & Philosophy*, n. 28, p. 767-789, 2013.
- CAPONI, G. Explicación seccional y explicación funcional: la teleología en la biología contemporánea. *Episteme*, n.14, p.57-88, 2002.
- CAPONI, G. Os modos da teleologia em Cuvier, Darwin e Claude Bernard. *Scientiae Studia*, v.1, p.27-41, 2003.
- CAPONI, G. O darwinismo e seu outro: a teoria transformacional da evolução [Darwinism and its other, the transformational theory of evolution]. *Scientiae Studia*, 3 , 233–242. 2005.
- CAPONI, G. El viviente y su medio: Antes y después de Darwin. *Scientiae Studia*, v. 4, n. 1, p. 9-43. 2006a.
- CAPONI, G. El concepto de organización en la polémica de los análogos. The concept of organization in the polemics of the analogues. *REVISTA DA SBHC*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 34-54, 2006b.
- CAPONI, G. *Georges Cuvier: um fisiólogo de museu*. México: Unam; Limusa. 2008. 157 p.
- CAPONI, G. Analisis funcionales y explicaciones seccionales em biología: una crítica de La concepción etiológica de función. *Ideas y Valores* 143, pp. 52-72. 2010.
- CAPONI, G. La segunda agenda darwiniana. Contribucion preliminar a uma historia dela programa adaptacionista. Centro de estudos filosóficos, políticos y siciales Vicente Lombardo Toledano. 2011.
- CAPONI, G. El concepto de presión selectiva y la dicotomía próximo-remoto. *Revista de filosofía Aurora*, v. 25, n. 36, p. 197-216, 2013.

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

CARMO, R.S.; NUNES-NETO, N.F.; EL-HANI, C.N. Teleologia, função e ensino de Biologia. *Acta Scientiae*, Canoas, 18 (3) 820-839, 2016.

CARROLL, S. B.; GRENIER, J. K.; WEATHERBEE, S. D. *From DNA to diversity: molecular genetics and the evolution of animal design*. Oxford: Blackwell, 2005.

CARROLL, S.B. *Infinitas formas de grande beleza*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

CARROLL, S.B. *Evo-devo and an expanding evolutionary synthesis: A genetic theory of morphological evolution*. *Cell*, v. 134, p. 25-36, 2008.

CARVALHO, I. N.; NUNES-NETO, N.F.; EL-HANI, C.N. Como selecionar conteúdos de Biologia para Ensino Médio. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v.1, n.1, p.67-100, 2011.

CARVALHO, I.N. *Uma proposta de critérios para selecionar conteúdos conceituais para o ensino médio de biologia*. Dissertação (mestrado em Ensino Filosofia e História das ciências). Universidade Federal da Bahia/ Universidade Estadual de Feira de Santana. Salvador, 2016.

CARVALHO, G. S.; SILVA, R.; CLÉMENT, P. Historical analysis of Portuguese primary school textbooks (1920-2005) on the topic of digestion. *Proceedings of the International History, Philosophy, Sociology & Science Teaching Conference*, 2005.

CHEVALLARD, Y. *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique. 1991.

COBURN, W.W. *Worldview theory and conceptual change in science education*. *Sci Educ* 80:579–610, 1996.

CONWAY MORRIS S. *The deep structure of biology: is convergence sufficiently ubiquitous to give a directional signal?* West Conshohocken, PA: Templeton Press. 2008.

CORNELL, J.F. *Analogy and technology in Darwin's vision of nature*. *Journal of the History of Biology* 38, 67-83. 1974.

CRONIN, H. *The ant and the peacock: Altruism and sexual selection from Darwin to today*. Cambridge: Cambridge University Press. 1993.

DALAPICOLLA, J.; SILVA, V.A.; GARCIA, J.F.M. *Evolução biológica como eixo integrador da biologia em livros didáticos do ensino médio*. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.17, n1, p.150-172, 2015.

DA SILVA JR. C.; SASSON, S.; CALDINI JR., N. *Biologia*. Saraiva 11ed. V1. 320p, 2013.

DA SILVA JR. C.; SASSON, S.; CALDINI JR., N. *Biologia*. Saraiva 11ed. V2. 320p, 2013.

DA SILVA JR. C.; SASSON, S.; CALDINI JR., N. *Biologia*. Saraiva 11ed. V3. 320p, 2013.

CHEDIAK, K. *Função e explicações funcionais em biologia*. Cap.4. In ABRANTES, P. et al. [eds.]. *Filosofia da biologia*. Artmed, 326p. 2011.

CHI, M. T.; DE LEEUW, N.; CHIU, M. H.; LAVANCHER, C. Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science*, 18(3), 439–477, 1994.

CHI, M. T. H. Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. In R. Giere (Ed.), *Cognitive models of Science: Minnesota Studies in the Philosophy of Science* (pp. 129-186). University of Minnesota Press: Minneapolis, MN, 1992.

CHI, M. T. H. Creativity: Shifting across ontological categories flexibly. In T.B. Ward, S.M. Smith, & J. Vaid (Eds.), *Creative Thought: An investigation of conceptual structures and processes* (pp. 209-234). Washington, DC: American Psychological Association. 1997.

CHUANG, H. C. Teaching evolution: Attitudes and strategies of educators in Utah. *American Biology Teacher*, 65(9), 669 – 674, 2003.

CICILLINI, G. A. A Evolução enquanto um Componente Metodológico para o Ensino de Biologia no 2º grau. *Educação e Filosofia*, Uberlândia, v. 7, n. 14, p. 17-37, jul./dez. 1993.

CLOUGH, E.E. & WOOD-ROBINSON, C. How secondary students interpret instances of biological adaptation. *Journal of Biological Education* 19 (2), 125-129, 1985.

CLOUGH, M.P. Diminish students' resistance to biological evolution. *American Biology Teacher*, 56(7):409–415, 1994.

COBERN, W. W. *World View Theory and Science Education Research*. Manhattan-Kansas: NARST, 1991.

COBERN, W. W. World view, culture, and science education. *Science Education International*, v. 5, n.4, p.5-8. 1994.

COBERN, W.W. Worldview theory and conceptual change in science education. *Science Education*, v. 80, n. 5, p. 579-610. 1996.

COBERN, W. W.; LOVING, C. C. Defining “science” in a multicultural world: Implications for science education. *Science Education*, v.85, p.50-67. 2001.

COBERN, W. W; AIKENHEAD, G. S. Cultural aspects of learning science. In: FRASER, B.J.; TOBIN, K. G. (Eds.). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 1998.

COBERN, W.W. *Everyday Thoughts about Nature*. Dordrecht: Kluwer, 2000.

COLEMAN, J.; STEARS, M.; DEMPSTER, E. Student teachers' understanding and acceptance of evolution and the nature of science. *South African Journal of Education*, volume 35, number 2, 1-9, 2015.

COLEY, J.D.; TANNER, K.D. Common origins of diverse misconceptions: cognitive principles and the development of biological thinking. *Life Sci Educ.*, 11:1–7. 2012.

COLEY, J.D.; TANNER, K.D. Relations between Intuitive Biological Thinking and Biological Misconceptions in Biology Majors and Nonmajors. *Life Sciences Education*, 14, 1–19, 2015.

COLE, M. The zone of proximal development: where culture and cognition create each other. In: James V. Wertsch (Ed.) *Culture communication and cognition: Vygotskian perspectives*, p. 147-161. Cambridge MA: Cambridge University Press.

COPE, E. The method of creation of organic forms. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 12,86:229-263. 1871.

COSTA, V.S.; EL-HANI. Trazendo a macroevolução para a sala de aula: Ensinando biologia evolutiva de forma pluralista e integrada. Dissertação (mestrado em Ensino Filosofia e História das ciências). Universidade Federal da Bahia/ Universidade Estadual de Feira de Santana. Salvador, 2017.

CREEDY, L. J. Student understanding of natural selection. *Res Sci Educ.*23:34–41, 1993.

CUMMINS, R. Functional analysis. *The journal of philosophy*, v. 72, n.20, p.741-765, 1975.

CUMMINS, R. Neo-teleology. In: Ariew, A.; CUMMINS, R; PERLMAN, M. (Ed.) *Functions: new essays in the philosophy of psychology and biology*. Oxford: Oxford University Press, 2002.

CUVIER, G. *Leçons, d'Anatomie Comparée*. T.I. Paris: Baudouin. 1805.

DAGHER, Z. R.; BOUJAOUDE, S. Student's perceptions of the nature of evolutionary theory. *Science Education*, 89, 378-391. 2005.

DAGHER, Z. R., & BOUJAOUDE, S. Scientific views and religious beliefs of college students: The Case of Biological Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 429-445, 1997.

DALAPICOLLA J.; SILVA V.A.; GARCIA J.F.M.G. Evolução biológica como eixo integrador da biologia em livros didáticos do ensino médio. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(1): 150–172, 2015.

DARWIN, C. *Origem das Espécies*. Tradução Eugenio Amado. Belo Horizonte/São Paulo: Itatiaia/EDUSP. 1985,[1859].

DARWIN, C. *The variation of animals and plants under domestication*. 1ed. London: John Murray, 1868.

DAWKINS, R. *The blind watchmaker*. New York: Norton. 1987.

DAWKINS, R. *Climbing mount improbable*. Viking: Viking; 1996.

DEADMAN, J. A., & KELLY, P. J. What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics? *Journal of Biological Education*, 12(1), 7-15, 1978.

DEMASTES, S.S.; SETTLAGE J., GOOD, R. Students' conceptions of natural selection and its role in evolution: cases of replication and comparison. *J Res Sci Teach* 32:535–50, 1995.

DE LA GÁNDARA, M.; GIL QUÍLEZ, M.J.; SANMARTÍ, N.. Del modelo científico de adaptación biológica al modelo de adaptación biológica en los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (2), 303-314, 2002.

- DENIZ, H.; DONELLY, L.A.; YILMAZ, I. Exploring the factors related to acceptance of evolutionary theory among Turkish preservice biology teachers: toward a more informative conceptual ecology for biological evolution. *J Res Sci Teach.*;45:420–43. 2008.
- DENNETT, D.C. *The intentional stance*, chapters 7 and 8. Cambridge: Bradford Books; 1987.
- DENNETT, D.C. *Darwin's dangerous idea*. New York, NY: Simon & Schuster. 1995.
- DESMOND, A.; MOORE, J. *Darwin: the Life of a Tormented Evolutionist*. New York: W.W. Norton. 1994.
- DIAS, M.S.L.; KAFROUNI, R.; BALTAZAR, C.S.; STOKI, J. A formação dos conceitos em Vigotski: replicando um experimento. *Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, V.18, Nº 3, 493-500, 2014.
- DIJK, E.M.V.; REYDON, T.A.C. A Conceptual Analysis of Evolutionary Theory for Teacher Education. *Sci & Educ* 19:655–677. 2010.
- DODICK, J. Understanding evolutionary change within the framework of geological time. *McGill Journal of Education*, v. 42, n. 2, p. 245-264, 2007.
- DONOGHUE, M.J. Key innovations, convergence, and success: macroevolutionary lessons from plant phylogeny. *Paleobiology* 31, 77 – 93. 2005.
- DORVILLÉ, L. F. M. Valores em disputa e tensões no ensino do conceito de evolução nos tempos atuais. In: PEREIRA M. G. & AMORIM, A. C. R. de. (org.). *Ensino de Biologia: fios e desafios na construção de saberes*. João Pessoa: UFPB, 2008.
- DORVILLÉ, Luís Fernando M. *Religião, escola e ciência: conflitos e tensões nas visões de mundo de alunos de uma licenciatura em ciências biológicas*. 2010. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.
- DOTGER, S.; DOTGER, B.H.; TILLOTSON, J.. Examining how preservice science teachers navigate simulated parent-teacher conversations on evolution and intelligent design. *Sci Educ* 94: 552–570, 2010.
- DUIT, R., AND TREAGUST, D.P. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *Int. J. Sci. Educ.* 25(6), 671–688.
- DURKHEIM, E. *Selected writings*. Cambridge: Cambridge University Press. 1972.
- EIGEN, E.A. Overcomming first impressions: Georges Cuvier's types. *J. Hist. Biology* 30:179-209, 1997.
- ELDREDGE, N. *Darwin: discovering the tree of life*. New York Norton & Co. 2005.
- EL-HANI, C. N. Generalizações ecológicas. *Oecologia Brasiliensis*, v. 10, n. 1, p. 17-68. 2006.
- EL-HANI, C. N.; MORTIMER, E. F. Multicultural Education, Pragmatism, and the Goals of Science Teaching. *Cultural Studies of Science Education*, vol. 2, n. 4, p. 657-687. 2007

EL-HANI, C. N.; SILVA-FILHO, W. J.; MORTIMER, E. F. The epistemological grounds of the conceptual profile theory. Mortimer, E. F. & El-Hani, C. N. (Eds.). *Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts*(pp. 35-65). Dordrecht: Springer, 2014.

EL-HANI, C. N.; MORTIMER, E. F. O Valor Pragmático da Linguagem Cotidiana. In: Cunha, A. M.; Mortimer, E. F.; Aguiar Jr., O. G.; Nascimento, S. S.; Fonseca, M. C. F. (Orgs.). *Convergências e Tensões no Campo da Formação e do Trabalho Docente: Educação Ambiental, Educação em Ciências, Educação em Espaços Não-Escolares, Educação Matemática - Coleção Didática e Prática de Ensino*, pp. 327-350. Belo Horizonte: Autêntica. 2010.

EL-HANI, C.N.; SEPULVEDA, C.A.S. The relationship between science and religion in the education of protestant biology preservice teachers in a Brazilian university. *Cultural Studies of Science Education* 5(1): 103-125. 2010.

ERKUNT, H. Evrim teorisini anlamazsak ne olur? Evrim, Bilim ve Eğitim. 27 Mayıs 2006. İstanbul: Nazım Kitaplığı. 193-200. In: Bilen, K. & Ercan, O. *Tendencies of comprehension and Acceptance of Theory of Evolution: A study involving Students from the Faculties of Education and Theology International Journal of Environmental & Science Education*. Vol. 11, no. 9, 3101-3115. 2016.

ESPINASA, M. & ESPINASA, L. Losing sight of regressive evolution. *Evo Edu Outreach*, 1:509–16, 2008.

EVANS, L.T. Darwin's use of the analogy between artificial and natural selection. *Journal of the history of biology*. 17(1), 113-140, 1984.

EVANS, E.M. The emergence of beliefs about the origins of species in school-age children. *Merrill-Palmer Q.*, 46:221–54. 2000.

EVANS, E.M. Conceptual change and evolutionary biology: a developmental analysis. In: Vosniadou S, editor. *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Routledge: New York, p. 263–94, 2008.

EVANS, E.M.. Cognitive and contextual factors in the emergence of diverse belief systems: Creation versus evolution. *Cognitive Psychology*, 42(3):217-266, 2001.

EVE, R. A.; DUNN, D. Psychic powers, astrology, and creationism in the classroom? Evidence of pseudoscientific beliefs among high school biology life science teachers. *The American Biology Teacher*, 52(1), 10–21, 1990.

FAIL, J.J. A no-holds-barred evolution curriculum for elementary and junior high school students. *Evol Educ Outreach* 1:56–64, 2008.

FARIA, F.F.A. Georges Cuvier: história natural em tempos pré-darwinianos. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v.17, n.4, pp.1031-1034. 2010.

FARIA, Felipe. O neolamarckismo de Edward Drinker Cope e a ideia de progresso biológico no processo evolutivo. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 24, 4:1009-1029. 2017.

FAVARETTO, J. A. *Biologia, Unidade e Diversidade*. Saraiva, 1ed. V.1, 320p. 2013.

FAVARETTO, J. A. *Biologia, Unidade e Diversidade*. Saraiva, 1ed. V.2, 319p. 2013

- FAVARETTO, J. A. *Biologia, Unidade e Diversidade*. Saraiva, 1ed. V.3, 320p. 2013
- FERRARI, M.; CHI, M. T. H. The nature of naive explanations of natural selection. *International Journal of Science Education*, London, v. 20, n. 10, p. 1231-56, 1998.
- FERREIRA, M.A.. A teleologia na Biologia contemporânea. *Scientiae Studia* 1: 183-193, 2003.
- FERREIRA, P.; JUSTI, R. S. A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do Ensino Médio: Uma análise crítica. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 6, n. 1, 12 p. 2004.
- FISHER, R. A. Retrospect of the criticisms of the theory of natural selection (pp. 84–98). In J. S. Huxley, A. C. Hardy, & E. B. Ford (Eds.) *Evolution as a process*. London: Allen & Unwin. 1954
- FISHER, D.C. Evolutionary morphology: beyond the analogous, the anecdotal, and the ad hoc. *Paleobiology*, 11, 120-138, 1985.
- FOLGUERA, G.; LOMBARDI, O. The relationship between microevolution and macroevolution, and the structure of the extended synthesis. *History and philosophy of the life sciences*, v. 34, p. 539-559, 2012.
- FRANCO, M. L. P. B. *Análise de conteúdo*. 2 ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2005.
- FRANZOLIN, F.; BIZZO, N. M. V. Conceitos de Biologia em livros didáticos de educação básica e na academia: uma metodologia de análise. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis. ABRAPEC, 2007.
- FREEMAN, S.; ALLISON, L.; BLACK, M.; PODGORSKI, G.; QUILLIN, K.; MOROE, J.; TAYLOR, E. *Biological science*, 5th edn. New York, NY: Pearson. 2014.
- FUTUYMA, D. *Biologia evolutiva*. Ribeirao Preto: SBG/CNPq. 1992.
- FUTUYMA, D.J. *Evolutionary biology*, 4th edn. Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc. 1998.
- FUTUYMA, D. *Evolution*. 2nd Ed. Sinauer Associates, INC., 609p., 2009.
- GALLI, L.G. El problema de la teleología y la metáfora del diseño en biología: cuestiones epistemológicas e implicancias didácticas. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*. 149–173, 2016.
- GALLI, L.G.; MEINARDI, E. The Role of Teleological Thinking in Learning the Darwinian Model of Evolution. *Evo Edu Outreach*, 4:145–152, 2010.
- GALLI, L.G.; MEINARDI, E. Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 21, n. 1, p. 101-122, 2015.
- GASKELL, G. Entrevistas individuais e grupais. In: BAUER, M. W; GASKELL, G. (eds). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Petrópolis: Vozes Ltda., 7ed. p.64-89. 2008.

GAYÁN, E.; GARCÍA, P. E. Como escoger un libro de texto? Desarrollo de un instrumento para evaluar los libros de texto de ciencias experimentales. Enseñanza de las ciencias, Murcia/Espanha, Número Extra, V Congresso, p. 249-250, 1997.

GELMAN, S.A. *The Essential Child: Origins of Essentialism in Everyday Thought*, New York: Oxford University Press. 2003.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, E. Considérations sur les pièces de la tête osseuse des animaux vertébrés, et particulièrement sur celles du crâne des oiseaux. *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*. Paris, v. 10, p. 342, 1807.

GEERTZ, C. *The interpretation of culture*. New York: Basic Books. 1973.

GIBBS, H.L.; GRANT, P.R. Adult survivorship in Darwin's ground finches. *Nature*, 327: 511-513. 1987

GILBERT, S. F.; EPEL, D. *Ecological developmental biology*. Sinauer Associates. Sunderland: Estados Unidos, 2009.

GILBERT, J.K. & SWIFT, D.J. Towards a Lakatosian analysis of the Piagetian and alternative conceptions research programs. *Science Education*, 69(5): 681-696, 1985.

GINNOBILI, S.; BLANCO, D. Gould y Lewontin contra el programa adaptacionista: elucidación de críticas. *Scientiae Studia*, São Paulo V.5, nº1, p.35-48, 2007.

GLAZE, A.L. *Evolution and pre-service science teachers: investigating acceptance and rejection*. PhD Dissertation Tuscaloosa, AL: University of Alabama, 2013.

GLAZE, A.L.; GOLDSTON, M.J. U.S. science teaching and learning of evolution: a critical review of the literature 2000-2014. *Sci Educ* 99:500-518. 2015

GLAZE, A.L.; GOLDSTON, M.J.; DANTZLER, J. Evolution in the southeastern USA: factors influencing acceptance and rejection in pre-service science teachers. *Int J Sci Math Educ*.13(6):1189-209. 2015.

GODFREY-SMITH, P. Functions: Consensus Without Unity. *Pacific Philosophical Quarterly*, v.74, p.196-208, 1993.

GODFREY-SMITH, P. Adaptationism and the power of selection. *Biology and Philosophy*, v.14, p. 181-194. 1999.

Goetz, A. T., Shackelford, T. K., Weekes-Shackelford, V. A., Euler, H. A., Hoier, S., Schmitt, d. P, & LaMunyon, C. W. Mate retention, semen displacement, and human sperm competition: Tactics to prevent and correct female infidelity. *Personality and Individual Differences*, 38, 749-763, 2005.

GOLDSTON, M. J. "Dee"; KYZER, P. Teaching evolution: Narratives with a view from three southern biology teachers in the USA. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(7), 762-790. 2009.

GOODWIN, B. *Las manchas del leopardo*. Tusquets, Barcelona, 1998.

GOULD, S.J. *Ever Since Darwin*. Norton, New York, NY, 1977.

- GOULD, S.J. Shades of Lamarck. In: *The Panda's Thumb*. New York: Norton, p. 76–84, 1980.
- GOULD, S.J. Darwinism and the expansion of evolutionary theory. *Science*, 216, 380–387.1982.
- GOULD, S.; VRBA, E.S. Exaptation – a missing term in the science of form. *Paleobiology*, v. 8, p.4-15.1982.
- GOULD, S.J. *The Structure of Evolutionary Theory*. Cambridge-MA: Harvard University Press. 2002. 1433p.
- GOULD, S.; LEWONTIN, R. The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme. *Proceedings of The Royal Society of London* v.205, p. 581-598. 1979.
- GREENE, E.D. Jr. The logic of university students' misunderstanding of natural selection. *Journal of Research in Science Teaching* 27, 875-885, 1990.
- GREGORY, T.R. Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions. *Evo Edu Outreach*, 2:156–175, 2009.
- GREGORY, T.R; ELLIS, C.A.J. Conceptions of evolution among science graduate students. *BioScience* 59:792–799, 2009.
- GRIFFITH, J. A.; BREM, S. K. Teaching evolutionary biology: pressures, stress, and coping. *Journal of Research in Science Teaching*, Hoboken, v. 41, n. 8, p. 791-809, 2004.
- GRANT, P.R.; GRANT, B.R. Unpredictable Evolution in a 30-Year Study of Darwin's Finches. *SCIENCE* VOL 296, 26, 707-711, 2002.
- GRANT, P.R.; GRANT, B.R. The secondary contact phase of allopatric speciation in Darwin's finches *PNAS*, no. 48 vol. 106, 20141–20148, 2009.
- GURNEY, W.S.C; LAWTON, J.H. The population dynamics of ecosystem engineers. *Oikos* 76:273–283, 1996.
- GVIRTZ, S., PALAMIDESSI, M. *El ABC de la tarea docente: currículum y enseñanza*. Buenos Aires: Aique. 1998.
- HAMMIRICH, P. L. Confronting Teacher Candidates' Conceptions of the Nature of Science, *Journal of Science Teacher Education*, 8:2, 141-151, 1997.
- HALLDEN O. The evolution of the species: pupil perspectives and school perspectives. *International Journal Science Education*, London, v. 10, n. 5, p. 541-52, 1998.
- HAWLEY, P.H.; SHORT, S.D.; MCCUNE, L.A.; OSMAN, M.R.; LITTLE, T.D. What's the Matter with Kansas?: the development and confirmation of The Evolutionary Attitudes And Literacy Survey (EALS). *Evol Educ Outreach*.;4(1):117–32, 2011.
- HEDDY, B.C.; NADELSON, L.S. The variables related to public acceptance of evolution in the United States. *Evol Educ Outreach*.6(1):1–14, 2013.
- HENDRY, A. The Elvis paradox. *Nature*, 446:147–150, 2007.

- HERMANN, R.S. 2011. Breaking the cycle of continued evolution education controversy: on the need to strengthen elementary level teaching of evolution. *Evol Educ Outreach* 4:267–274.
- HERMANN, R.S. Cognitive apartheid: on the manner in which high school students understand evolution without believing in evolution. *Evol Educ Outreach* 5:619–628, 2012.
- HICKMAN, C., JR., ROBERTS, L., KEEN, S., LARSON, A., I'ANSON, H., EISENHOUR, D. *Integrated principles of zoology* (14th Ed.), Boston, NJ: McGraw-Hill, 2007.
- HINE, R. *Oxford dictionary of biology*. Oxford, UK: Oxford University Press. 2008.
- HODGE, J. The structure and strategy of Darwin' s “long argument” . *British Journal for The History of Science*, 10, 237- 246, 1977.
- HODGE, J. The notebook programmes and projects of Darwin's London years. In: J Hodge and G. Radick (Eds.) *Cambridge Companion to Darwin* (2nd edn.) Cambridge: Cambridge University Press, 44-72. 2009.
- HODGE, J. Darwin, the Galápagos and his changing thoughts about species origins.: 1835 – 1837. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 61 (II, 7), 89 – 106. 2010.
- HOLSTI, O.R. 1968. Content Analysis. In: G. LINDZEY & E. ARONSON (eds.), *Handbook of Social Psychology*. Reading, MA: Addison-Wesley, p. 596-692.
- HOKAYEM, H.; BOUJAOUDE, S. College Students' Perceptions of the Theory of Evolution, *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 395-419, 2008.
- HULL, D.L. *Darwin and his critics: The reception of Darwin's theory of evolution by the scientific community*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1973.
- HULL, D. Recent Philosophy of Biology: a review. *Acta Biotheoretica*, v. 50, n. 2, p. 117-128, 2002.
- HULL, D.L. Darwin's science and Victorian philosophy of science. In J. Hodge and G. Radick (Eds.) *The Cambridge Companion to Darwin*. (2nd edn.) Cambridge: Cambridge University Press, 173 – 196. 2009.
- HUNEMAN, P. Macroevolution and Microevolution: Issues of Time Scale in Evolutionary Biology. (in) HUNEMAN, P.; BOUTON, C. (eds.), *Time of Nature, Nature of Time*. Springer, 2015.
- HUTCHINSON, G. E. Concluding Remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*. 22: 415-42, 1957.
- HUXLEY J. *Evolution: the modern synthesis*. London: Allen & Unwin; 1942.
- INGRAM E.L.; NELSON, C.E. Relationship between achievement and students' acceptance of evolution or creation in an upper-level evolution course. *J Res Sci Teach*, vol. 43, no. 1, pp. 7–24, 2006.
- İREZ, S.; ÖZYERAL BAKANAY, Ç.D. An Assessment into Pre-service Biology Teachers' Approaches to the Theory of Evolution and Nature of Science. *Education and Science*, Vol. 36, No 162, 39-55, 2011.

- JACOB, F. *La lógica de lo viviente*. Barcelona: Laia, 1973.
- JAEKEL, M.; WAKE, D.B. Developmental processes underlying the evolution of a derived foot morphology in salamanders. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 104, 20 437 – 20 442. 2007.
- JEFFERY, W.R. Adaptive evolution of eye degeneration in the Mexican blind cavefish. *J Heredity*, 96:185–96, 2005.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. *La enseñanza y el aprendizaje de la biología*. In: Jiménez Aleixandre, M. (Coord.). *Enseñar ciencias*. Barcelona: Grao, 2009.
- JONES, C.J.; LAWTON, J.H.; SHACHAK, M. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69:373–386, 1994.
- JUNGWIRTH, E. Caveat mentor: let the teacher beware! *Research in Science Education*, v.5, p.153-160, 1975.
- KAMPOURAKIS, K.; ZOGZA, V. Students' preconceptions about evolution: how accurate is the characterization as "Lamarckian" when considering the history of evolutionary thought? *Sci Edu*, 16:393–422, 2007.
- KAMPOURAKIS, K. & ZOGZA, V. Students' intuitive explanations of the causes of homologies and adaptations. *Science & Education*, Dordrecht, v. 17, n. 1, p. 27-47, 2008.
- KAMPOURAKIS, K. Teaching about adaptation: Why evolutionary history matters. *Sci Educ*. 2011a.
- KAMPOURAKIS, K. Children's intuitive teleology: How the philosophy of science may inform conceptual development research. Paper presented at the 11th International history philosophy and science teaching conference, Thessaloniki, Greece. 2011b.
- KAMPOURAKIS, K. *Understanding evolution*. Cambridge University Press, 253p, 2014.
- KAMPOURAKIS, K.; PALAIOKRASSA, E.; PAPADOPOULOU, M.; PAVLIDI, V.; ARGYROPOULOU, M. Children's Intuitive Teleology: Shifting the Focus of Evolution Education Research. *Evo Edu Outreach*, V.5. p.279–291, 2012.
- KAPLAN, A. 1943. Content analysis and the Theory of Signs, *Philosophy of Science*, 10:230-247.
- KATTMANN, U. Learning biology by means of anthropomorphic conceptions? In: M. Hammann, M. Reiss, C. Boulter & S. D. Tunnicliffe (Eds.), *Biology in context* (pp. 7-17). London: Institute of Education, 2008.
- KEHOE, A. B. (1995). Scientific creationism: World view, not science. In F. B. Harrold & R. A. Eve (Eds.), *Cult archeology and creationism: Understanding pseudoscientific beliefs about the past* (pp. 11–20). Iowa City: University of Iowa Press.
- KEIL, F.C. The origins of an autonomous biology. In: Gunnar MR, Maratsos M, editors. *Modularity and constraints in language and cognition*. Minnesota Symposium on Child Psychology, vol. 25. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum; 1992. p. 103–38.

KEIL, F.C.. The birth and nurturance concepts by domains: the origins of concepts of living things. In: Hirschfeld LA e Gelman S, editors. Mapping the mind: domain specificity in cognition and culture. Cambridge: Cambridge University Press 234-254, 1994.

KEIL, F.C.. The growth of causal understanding of natural kinds. In: Sperber D, Premack D e Premack AJ, editors. Causal cognition: a multi-disciplinary debate. Oxford, England: Clarendon Press 234-262, 1995.

KELEMEN, D. Are children “intuitive theists”? Reasoning about purpose and design in nature. *Psychological Science* 15(5), 295-301. 2004.

KELEMEN, D. British and American children’s preferences for teleo-functional explanations of the natural world. *Cognition*, V. 88, p.201–221, 2003.

KELEMEN, D. Function, goals and intention: children’s teleological reasoning about objects. *Trend in cognitive sciences*. 3(12), 461-468. 1999a.

KELEMEN, D. Why are rocks pointy? Children’s preference for teleological explanations of the natural world. *Dev Psychol* 35, 1440–1452. 1999b.

KELEMEN, D. & CAREY, S. The essence of artifacts: developing the design stance. In E. Margolis e S. Laurence (Eds.) *Creations of the Mind: Theories of artifacts and their representation*. New York : oxford University Press, 212-230, 2007.

KELEMEN, D. & DiYANNI, C. Intuitions about origins: purpose and intelligent design in childrens about nature. *Journals of Cognition and Development* 6(1), 3-31. 2005.

KELEMEN, D.; EMMONS, N.; SESTON, R.; GANEA, P. 2014. Young children can be taught basic natural selection using a picture storybook intervention. *Psychol Sci* 25:893–902.

KELLOGG, V. *Darwinism To-Day*. Henry Holt, New York, NY, 1907.

KIRBY, W., 1835. On the power and the goodness of god as manifested in the creation of animals and in their history, habits and instincts. London: W. Pickering.

KOHN, D. Darwin’s keystone: principle of divergence. In: M. Ruse and R. J. Richards (Eds.) *The Cambridge Companion to the “Origin of Species”*. Cambridge: Cambridge University Press, 87-108. 2009.

KRIPPENDORFF K. *Content Analysis: an introduction to its methodology*. SAGE Publications, 2 ed., p.81-95. 2002.

KUTSCHERA, U.; NIKLAS, K. J. The modern theory of biological evolution: an expanded synthesis. *Naturwissenschaften*, v. 91, p. 255–276, 2004.

LAKOFF, G. e JOHNSON, M. *Metáforas da Vida Cotidiana*. Campinas, SP: Mercados de Letras; São Paulo : EDUC, 2002.

LALAND, K. N.; STERELNY, K.; ODLING-SMEE, J.; HOPPITT, W.; ULLER, T. Cause and Effect in Biology Revisited: Is Mayr’s Proximate-Ultimate Dichotomy Still Useful? *Science*, v.334, p. 1512-1516, 2011.

LALAND, K. N.; ODLING-SMEE, J.; HOPPITT, W.; ULLER, T. More on how and why: cause and effect in biology revisited *Biology & Philosophy*, n. 28, p. 719-745, 2013.

- LALAND, K.; MATTHEWS, B.; FELDMAN, M.W. An introduction to niche construction theory. *Evol Ecol.* 30(2):191–202, 2016.
- LALAND, K. N.; ODLING-SMEE, J.; GILBERT, S.F. *EvoDevo and Niche Construction: Building Bridges.* *J. Exp. Zool. (Mol. Dev. Evol.)* 310B:549–566, 2008.
- LALAND, K. N.; ODLING-SMEE, J.; HOPPITT, W.; ULLER, T. More on how and why: cause and effect in biology revisited. *Biol Philos*, 2012.
- LAMARCK, J. *Histoire Naturelle des animaux sans vertèbres, T.III.* Paris:Verdière.1816.
- LAMARCK, J. *Philosophy of Zoologique.* Paris, Flammarion. 1994 [1809].
- LARSSON, S. A pluralist view of generalization in qualitative studies. *International Journal of Research & Method in Education*, Vol. 32, Issue 1, pp. 25 – 38, 2009.
- LARGENT, M. A. The So-Called Eclipse of Darwinism. In: *Transactions of the American Philosophical Society. Descended from Darwin: Insights into the history of evolutionary studies, New Series, Vol. 99, 1: 1900-1970.* 2009.
- LAUDER, G.V.; LEROI, A.M.; ROSE, M.R. Adaptations and history. *Trends in ecology & evolution.*, 8(8) 294-297. 1993.
- LAVILLE, C.; DIONNE, J. *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas.* Belo Horizonte: UFMG, 1999.
- LAWSON AE; WORSNOP WA. Learning about evolution and rejecting a belief in special creation: effects of reflective reasoning skill, prior knowledge, prior belief and religious commitment. *J Res Sci Teach* 29:143–66, 1992.
- LAWSON, A.E.; THOMPSON, L.D. Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetics and natural selection. *J Res Sci Teach* 25:733–746, 1988.
- LAWSON, A.E. A scientific approach to teaching about evolution & special creation. *The American Biology Teacher*, 61(4):266-274, 1999.
- LEE, O.; EICHINGER, D. C.; ANDERSON, C.W.; BERKHEIMER, G. D., BLAKESLEE, T. D. Changing Middle School Students' Conceptions of Matter and Molecules. *Journal of Research in Science Teaching.* v. 30, n. 3, p. 249-270, 1993.
- LEDERMAN, N.G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching (JRST)*, 29(4):331-359. 1992.
- LEDERMAN, N. G. Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–880). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2007.
- LEDERMAN, N. G.; ZEIDLER, D. L. Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teacher behavior? *Science Education*, 71(5), 721– 734, 1987.
- LENNOX, J.G.; KAMPOURAKIS, K. Biological teology: the need for history. In Kavourakis (Ed.) *The Philosophy of Biology: A companion for Educators.* Dordrecht: Springer, 421-454. 2013.

- LENNOX, J.G. Teleology. In: Keller EF e Lloyd EA, editors. *Keywords in evolutionary biology*. Cambridge: MIT Press 324-333. 1992.
- LENNOX, J.G. Darwin's methodological evolution. *Journal of history of biology*, 38(1), 85-99. 2005.
- LEOPARDI MT, BECK CLC, NIETSCHKE EA, GONZALES RMB. *Metodologia da pesquisa na saúde*. Palotti. Santa Maria (RS), 2001.
- LAVILLE, C.; DIONNE, J. *A construção do saber*. Belo Horizonte: UFMG, 1999. 340 p.
- LEWENS, T. Adaptation. In: Hull, D; Ruse, M. *Cambridge companion to the philosophy of biology*. Cambridge University Press, p. 1-21, 2007.
- LEWONTIN, R. The organism as the subject and object of evolution, *Scientia*, n 118, p. 63-82. 1983.
- LEWONTIN, R. THE ORGANISM AS SUBJECT AND OBJECT OF EVOLUTION. IN: _____ & LEVINS, R. *The dialectical biologist*. Cambridge, Harvard University Press, p.85-106, 1985.
- LEWONTIN, R. *The triple helix: Gene, organism, and environment*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 2000.
- LEWONTIN, R. *The triple helix: gene, organism and environment*. Cambridge, MA and London, England: Harvard University Press. 2001.
- LEWONTIN, R. *A tripla hélice*. São Paulo: Companhia das Letras. 2002. 138p.
- LIBÂNIO, J.C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico-cultural da Atividade e a contribuição de Vasili Davydov. *Revista Brasileira de Educação*. Nº27, 5-25, 2004.
- LINHARES, S. V.; GEWANDSZNADJER, F. *Biologia Hoje*. Editora Ática, 2ed. V1, 312p. 2013.
- LINHARES, S. V.; GEWANDSZNADJER, F. *Biologia Hoje*. Editora Ática, 2ed. V2, 320p. 2013.
- LINHARES, S. V.; GEWANDSZNADJER, F. *Biologia Hoje*. Editora Ática, 2ed. V3, 312p. 2013.
- LOMBROZO, T.; THANUKOS, A.; WEISBERG, M. The Importance of Understanding the Nature of Science for Accepting Evolution. *Evo Edu Outreach*, 1:290–298, 2008.
- LINCOLN, Y.; GUBA, E. Establishing Trustworthiness, in A. Bryman & R.G. Burgess (Eds) *Qualitative Research, Volume 3*. London: Sage. 1999.
- LOPES, A. C. *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 236p., 1999
- LOPES, S. G. B.C.; ROSSO, S. *Bio*. Saraiva 2ed., v.1, 2013, 320p.
- LOPES, S. G. B.C.; ROSSO, S. *Bio*. Saraiva 2ed., v.2, 2013, 320p.

- LOPES, S. G. B.C.; ROSSO, S. *Bio. Saraiva* 2ed., v.3, 2013, 320p.
- LOSOS, J.B. Convergence, adaptation, and constraint. *Evolution* 65, 1827 – 1840, 2011.
- MAHNER, M; BUNGE, M. Is religious education compatible with science education? *Science & Education*. v.5, n.2, p. 91-99, 1996.
- MALDONADO-RIVERA, J. G. An examination of the factors affecting the teaching and learning of evolution, disertación doctoral inédita, Columbia University. 1998
- MARTÍNEZ-GRACIA, M. V.; GIL-QUÍLEZ, M. J.; OSADA, J. Genetic engineering: a matter that requires further refinement in Spanish secondary school textbooks. *International Journal of Science Education*. v. 25, n. 9, p. 1147-1168. 2005.
- MATTHEWS, M. R. *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge. 1994.
- MATTHEWS, B.; DE MEESTER, L.; JONES, C.G. ET AL. Under niche construction: an operational bridge between ecology, evolution and ecosystem science. *Ecol Monogr* 84(2):245–263, 2014.
- MAYR, E. Cause and effect in biology. *Science* 134:1501–1506, 1961.
- MAYR, E. *Animal species and their evolution*. Cambridge: Harvard University Press, 1963.
- MAYR, E. *The growth of Biological thought: diversity, Evolution and Inheritance*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press. 1982.
- MAYR, E. How to carry out the adaptationist program? *The American Naturalist*, 121, p. 324-34, 1983.
- MAYR, E. *Toward a New Philosophy of Biology*. Cambridge-MA: Harvard University Press. 1988.
- MAYR, E. *This Is Biology*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1997.
- MAYR, E. *Toward a new philosophy of biology. Observations of an evolutionist*. Cambridge: Harvard University Press, 1998.
- MAYR, E. *What evolution is*. London: weidenfeld & Nicolson. 2001.
- MAYR, E. *Biologia, Ciência Única*. Tradução Marcelo Leite. Sao Paulo: Companhia das Letras. 2005.
- MAYRING, P. Qualitative Content Analysis. In: FLICK, Uwe; VON KARDOFF, Ernst; STEINKE, Ines (Ed.). *A companion to qualitative research*. Sage, 2004.
- McGHEE, G. *Convergent evolution: limited forms most beautiful*. Cambridge, MA: The MIT Press. 2011.
- McLAUGHLIN, P. *What Functions Explain: Functional Explanation and Self-regulating Systems*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

- MCCOMAS, W. F.; CLOUGH, M. P.; ALMOZROA, H. The role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3 – 39). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 1998.
- MCSHEA, D.W. Complexity and evolution: what everybody knows. *Biol Philos* 6:303–324, 1991.
- MENDONÇA, V.L. *Biologia*. Editora AJS. 2ª Ed. V1, 320p. 2013.
- MENDONÇA, V.L. *Biologia*. Editora AJS. 2ª Ed. V2, 320p. 2013.
- MENDONÇA, V.L. *Biologia*. Editora AJS. 2ª Ed. V3, 296p. 2013.
- MEYER, D.; EL-HANI, C.N. *Evolução: o sentido da Biologia*. Sao Paulo: Editora UNESP, p.132. 2005.
- MEYER, D.; EL-HANI, C. N. *Evolução*. In: EL-HANI, C.N & VIDEIRA, A.A.P. *O Que é Vida? Para Entender a Biologia do Século XXI*. Rio de Janeiro, p.311, 2000.
- MINAYO, M.C.S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 4ª ed. São Paulo: Hucitec; p.269, 1996.
- MINTZES, J.J.; WANDERSEE, J.H.; NOVAK, J.D. *Assessing science understanding: a human constructivist view*. San Diego, CA: Academic Press, 2000.
- MOHR, A. Análise do Conteúdo de ‘Saúde’ em Livros Didáticos. *Ciência & Educação*, v. 6, n. 2, p. 89-106, 2000.
- MOLINA, A. Investigaciones acerca de la enseñanza, el aprendizaje y los textos escolares em la evolucion de la vida: enfoques culturales. In: MOLINA, A. *Enfoques culturales en La educación em ciencias: caso de la evolucion de la vida*. Cuadernos de investigacion numero 04. Bogota: Universidade Distrital Francisco Jose de Caldas. 2004.
- MOORE, R.; MITCHELL, G.; BALLY, R.; INGLIS, M.; DAY, J.; JACOBS, D. Undergraduates' understanding of evolution: ascriptions of agency as a problem for student learning. *J Biol Educ*, 2002.
- MORAIS, A. M.; NEVES, I. P. A teoria de Basil Bernstein: alguns aspectos fundamentais. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, v.2, n.2, p.115-130, jul./dez. 2007.
- MOREIRA-DOS-SANTOS, F.; EL-HANI, C.N. Belief, Knowledge and Understanding. How to Deal with the Relations Between Different Cultural Perspectives in Classrooms. *Science and Education*, 26 (3):215-245, 2017.
- MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education* v. 4, p. 267-285. 1995.
- MORTIMER, E.F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *investigações em ensino de ciências – v1(1)*, pp.20-39, 1996.
- MORTIMER, E. F.. *Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências*. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2000.

MORTIMER, E. F. Perfil Conceptual: formas de pensar y hablar en las classes de ciências. *Infância y Aprendizaje*, v. 24, n. 04, p. 475-490, 2001.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas aulas de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em ensino de Ciências*, v.7, n.3. 2002.

MORTIMER. E. F.; SCOTT P. H.; EL-HANI, C.N. Bases teoricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. In: E. F. MORTIMER (Ed.), *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte, MG: ABRAPEC. 2009.

MORTIMER, E.F.; EL-HANI, C.N. *Conceptual Profiles. A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts*. Springer. *Contemporary Trends and Issues in Science Education*. Vol.42. 2014.

MÜLLER, G. Evo-devo: Extending the evolutionary synthesis. *Nature Reviews Genetics*, v. 8, p. 943- 949, 2007.

NADELSON, L.S.; SOUTHERLAND, S.A. Development and preliminary evaluation of the measure of understanding of macroevolution: introducing the MUM. *J Exp Educ* 78:151–190, 2009.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *Teaching about evolution and the nature of science*. Washington, DC: National Academy Press. 1998.

NEHM R.H; SCHONFELD, I.S. Does increasing biology teacher knowledge of evolution and the nature of science lead to greater preference for the teaching of evolution in schools? *J Sci Teach Educ* 18, 699–723, 2007.

NEHM, R.H.; KIM, S.Y.; SHEPPARD, K. Academic preparation in biology and advocacy for teaching evolution: biology versus non-biology teachers. *Science Education*. 93:6, 1122-1146, 2009.

NEHM, R.H.; REILLY, L. Biology majors' knowledge and misconceptions of natural selection. *Bioscience* 57:263–272, 2007.

NELSON, C.E. Effective strategies for teaching evolution and other controversial topics. Pp. 19–50 in *The creation controversy and the science classroom*. NSTA Press, Arlington, VA, 2000.

NEVES, I.P.; MORAIS, A.M.; MEDEIROS, A.; PENEDA, D. Os discursos instrucional e regulador em programas de ciências: estudo comparativo de duas reformas. *Revista Portuguesa de Educação*, Braga, v. 13, n. 1, p. 209-245, 2000

NIEDDERER, H., GOLDBERG, F. & DUIT, R. Towards Learning Process Studies: A review of the Workshop on Research in Physics Learning, in R. Duit, F. Goldberg and H. Niedderer (Eds.) *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*. Kiel: IPN, p. 10-28, 1991.

NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy. *Science Education*, 87, 224-240. March. 2003.

- NORRIS, S.; GUILBERT, S.; SMITH, M. L.; HAKIMELAHI S.; PHILLIPS, L. A theoretical framework for narrative explanation in science. *Science Education*, v. 89, n. 4, p. 535-563, 2005.
- NUMBERS, R. L. (1992). *The creationists: The evolution of scientific creationism*. New York: Knopf.
- NUNES-NETO N.F & EL-HANI, C.N. O que é função? Debates na Filosofia da Biologia Contemporânea. *Scientiae Studia* 7: 353-401. 2009.
- ODLING-SMEE, F.J.; LALAND, K.N.; FELDMAN, M.W. *Niche construction: the neglected process in evolution*. Princeton-NJ: Princeton University Press. 2003.
- O'HARA, R.J. Population thinking and tree thinking in systematics. *Zoologica Scripta* 26:323–329, 1997.
- O'LOUGHLIN, M. Rethinking science education: Beyond Piagetian constructivism toward a sociocultural model of teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 791-820. 1992.
- OLIVEIRA, T.B., ROCHA, F., ANDRADE, A.M. Evolução biológica: eco-evo-devo na formação inicial de professores e pesquisadores. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 81-98, 2017.
- ORZACK, S.H.; SOBER, E. *Adaptationism and Optimality*. Cambridge University Press, 2001.
- OSBORNE, M. *Nature, the exotic, and the science of French colonialism*. Indianapolis: Indiana University Press, 1994.
- OSGOOD, C. E.; SUCI, G.J.; TENNENBAUM, P.H. *The measurement of meaning*. Urbana: University of Illinois Press. Pp. 342. 1957.
- OSPOVAT, D. *The development of Darwin Theory*. Cambridge: Cambridge University Press. 1981.301pp.
- OWENS, J. Teleology of nature in Aristotle. *The Monist* 52: 159-173, 1968.
- PADIAN, K. De Darwin aux dinosaures: essai sur l'idée d'évolution. In: CAPONI, G. *O darwinismo e seu outro, a teoria transformacional da evolução scientiæ zudia*, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 233-42, 2005 [2004].
- PADIAN, K. Correcting some common misrepresentations of evolution in textbooks and the media. *Evol Educ Outreach* 6:11, 2013.
- PADIAN, K. How to win the evolution war: teach macroevolution! *Evolution: Education and Outreach*, v. 3, n. 2, p. 206-214, 2010.
- PAGEL, M. *Encyclopedia of evolution*, vol. 1. Oxford, UK: Oxford University Press. 2002.
- PACKARD, Alpheus. *Lamarck: the founder of evolution*. New York: Longmans, Green and Co. 1901.
- PACKARD, Alpheus. Hints on the evolution of the bristles, spines and tubercles of certain caterpillars. *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, v.24, p.494-561. 1890.

- PACKARD, Alpheus. On the inheritance of acquired characters in animals with a complete metamorphosis. *Proceedings of American Academy of Arts and Sciences*, v.29, p.331-370. 1894
- PALEY, W. *Natural theology or Evidence of the existence and attributes of the Deity, Collected from appearances of nature*. Oxford and New York: Oxford University Press. 2006 [1802].
- PALEY, W. *Natural Theology*. 12th Edition. London: R. Faulder. 1809.
- PALEY, W. *Natural Theology*. 5th Edition. London: R. Faulder. 1803.
- PASSMORE, C.; STEWART, J. A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, Hoboken, v. 39, n. 3, p. 185-204, 2002.
- PAPAVERO, N.; Teixeira, D.; Llorente, J. *História da biogeografia no Período Pré-Evolutivo*. São Paulo: Plêiade. 1997.
- PATEL, N. H. The evolution of arthropod segmentation: insights from comparisons of gene expression patterns. *Dev. Suppl.* 1994, 201–207, 1994.
- PEKER, D.; COMERT, G. G.; KENCE, A. Three decades of anti-evolution campaign and its results: Turkish undergraduates' acceptance and understanding of the biological evolution theory. *Science & Education*, 19, (6-8), 739-755, 2010.
- PERLMAN, M. The Modern Philosophical Resurrection of Teleology. *The Monist*, v.87, p.3-51, 2004.
- PIEVANI, T. *Introdução à filosofia da biologia*. Edições Loyola, 1, 288p. 2010.
- PIGLIUCCI, M.; MÜLLER, G. B. *Evolution – The Extended Synthesis*. Cambridge, MA: MIT Press, 2010.
- PIGLIUCCI, M.; KAPLAN, J. The fall and rise of Dr. Pangloss: Adaptationism and the Spandrels paper 20 years later. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 15, n. 2, p. 66-70, 2000.
- PODOS, J. Correlated evolution of morphology and vocal signal structure in Darwin's finches. *Nature*. Vol. 409,185-188, 2001.
- PORTO, P.R.A.; FALCÃO, E.B.M. Teorias da origem e evolução da vida: dilemas e desafios no ensino médio. *Rev. Ensaio* v.12, n.03 , p.13-30, 2010.
- POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W.; GERZOG, W. A. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, v. 66, n. 2), pp. 211-227. 1982.
- POWELL, R. Contingency and convergence in macroevolution: a reply to John Beatty. *J. Phil.* 106, 390 – 403. 2009.
- REEVE, H.K.; SHERMAN, P.W. Adaptation and the goals of evolutionary research. *Quarterly Review of Biology*, 68(1), 1-32, 1993.
- REECE, J.B.; URRY, L.A.; CAIN, M.L.; WASSERMAN, S.A.; MINORSKY, P.V.; JACKSON, R.B. *Biology*. San Francisco, CA: Benjamin Cummings. 2013.

REGNER, A. C. K.; LORENZANO, P. (Ed.). Ciências da Vida: estudos filosóficos e Históricos, p.29-66, 2006.

REIS, V.P.G.S. Um perfil conceitual de herança biológica: investigando dimensões epistemológicas e axiológicas de significação do conceito no contexto do ensino médio de genética. Tese de doutorado Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-graduação em e Ensino Filosofia e História das Ciências. Salvador Bahia. 2018.

RIBEIRO, R. M. L.; MARTINS, I. O potencial das narrativas como recurso para o ensino de ciências: uma análise em livros didáticos de física. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 3, p. 293-309, 2007.

ROCHA, P. L. B.; ROQUE, N.; VANZELA, A. L. L.; SOUZA, A. F. L.; MARQUES, A.C.; VIANA, B. F.; EL-HANI, C. N.; KAWASAKI, C. S.; LUIZON, C.; FARIA, D.;MEYER, D.; OMENA, E.; OLIVEIRA, E. S.; ASSIS, J. G. A.; FREGONEZE, J.;PAGANUCCI, L.; NAPOLI, M.; CARDOSO, M. Z.; SILVEIRA, N. A.; HORTA, P. A.; SANO, P. T.; ZUCOLOTO, R.; SILVA, S. A. H.; ROSA, V. L. Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM): Biologia. Brasília: MEC, 2006. Disponível http://www.fnede.gov.br/home/ld_ensinomedio/guia_biologia_pnlem2007.pdf>, acesso em 08.07.18.

RIDLEY, M. *Evolução*. Artmed, 3ed., 752p, 2006.

ROELFS, F. C. Academic factors affecting the status of the teaching of evolution in Arkansas and Missouri. Tese de doutorado, University of Missouri. 1987

ROGER, J. Les sciences de la vie dans la pensée française au XVIII siècle. Paris: A. Michel 1993 In: CAPONI, G. La segunda agenda darwiniana. Contribucion preliminar a uma historia dela programa adaptacionista. Centro de estudos filosóficos, políticos y siciales Vicente Lombardo Toledano. 2011.

ROGET, P., 1840. Animal and vegetable physiology considered with reference to natural theology (The Bridgewater treatises V, Vol. I). London:W. Pickering.

ROSA, M.D. O programa nacional do livro didático (PNLD) e os livros didáticos de ciências. *Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino - Universidade Estadual do Norte do Paraná Cornélio Procópio*, v. 1, n. 2, p. 132-149, 2017.

ROSA, M. V. F. P. C.; ARNOLDI, M. A. G. C. A entrevista na pesquisa qualitativa: mecanismos para a validação dos resultados. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2006. 112 p.

ROSENBERG A, MCSHEA D. *Philosophy of biology. A contemporary introduction*. New York: Routledge; 2008.

ROSE, M.R.; LAUDER,G.V. (ed.) *Adaptation*. San Diego_CA: Academic Press. 1996.

ROSENBERG, A.; MCSHEA, D.W. *Phylosophy of Biology*.Rutledge, pp.241, 2008.

RUDOLPH, J. L.; STEWART, J. Evolution and the nature of science: On the historical discord and its implications for education. *Journal of research in Science Teaching*, Vol. 35, nº10, p. 1069-1089. 1998.

- RUSE, M. Charles Darwin and artificial selection. *Journal of the history of ideas* 36(2), 229-350. 1975.
- RUSE, M. *Monad to Man: The Concept of Progress in Evolutionary Biology*. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1996.
- RUSE, M. Evolución y progreso: crónica de dos conceptos. In: Wagensberg, J. & Agustí, J. (Ed.). *El progreso: un concepto acabado o emergente?* Barcelona: Tusquets. p. 67-106. 1998.
- RUSE M. Teleology: yesterday, today, and tomorrow? *Stud Hist Philos Biol Biomed Sci.*, 31:213–32, 2000.
- RUSE, M. T. The argument from design: a brief . In W.A. Dembski and M. Ruse (Eds.) *Debating design: from Darwin to DNA*. Cambridge: Cambridge University Press. 13- 31. 2004.
- RUSE, M. *Charles Darwin (Blackwell great minds)*. Malden: Blackwell, 2008.
- RUSSELL, E. S. *Form and Function*. London: Murray. 1916
- RUTLEDGE, M. L.; MITCHELL, M. A. “Knowledge structure, acceptance & teaching of evolution”, *The American Biology Teacher*, 64(1), 21-28, 2002.
- RUTLEDGE, M. L.; WARDEN, M. A. Evolutionary theory, the nature of science & high school biology teachers: Critical relationships. *The American Biology Teacher*, 62, 23–31, 2000.
- SADLER, T. D. Evolutionary theory as a guide to socioscientific decision-making. *Journal of Biological Education*, v. 39, n. 2, p. 68-72, 2005.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.
- SCHARMANN, L.C.; HARRIS, W. M. Teaching evolution: Understanding and applying the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 375-388, 1992.
- SCHROEDER, E.; FERRARI, N.; MAESTRELLI, S.R.P. A construção dos conceitos científicos em aulas de ciências: contribuições da teoria histórico-cultural do desenvolvimento. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. ISSN 21766940. Florianópolis, 2009.
- SHULMAN, L.S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2) 4-14, 1986.
- SCHWAB, J. J. (Ed.). *Biology teacher’s handbook*. New York: John Wiley & Sons, 1963.
- SCHWARTZ, R. S.; LEDERMAN, N. G. ‘It’s the nature of beast’: The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205– 236, 2002.
- SANTOS, S. *Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula*. São Paulo: Annablume, 2002.

SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 10, n. 1, p. 101-110, 2004.

SEPULVEDA, C.; SARMENTO, A.C.H.; GUIMARÃES, A.P.M.; MUNIZ, C.R.; ALMEIDA, M.C.; EL-HANI, C.N. A prática social de pesquisa colaborativa e a controvérsia sobre o estatuto epistemológico da pesquisa docente. In: SEPULVEDA, C.; ALMEIDA, M. (Org.) *Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em Ensino de Biologia*. Feira de Santana BA: UEFS Editora, 2016, pp. 49-88.

SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Quando visões de mundo se encontram: Religião e ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em ciências biológicas. *Investigações em Ensino de Ciências*, vol.9, n.2, 2004.

SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C.N. Apropriação do discurso científico por alunos protestantes de biologia: uma análise à luz da teoria da linguagem de Bakhtin. *Investigações em Ensino de Ciências – V11(1)*, pp. 29-51, 2006.

SEPULVEDA, C; EL-HANI, C.N. Controvérsias sobre o conceito de adaptação e suas implicações para o ensino de evolução. EM: MORTIMER, E. F. (ORG.). *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte: ABRAPEC. 2007. CD-ROM.

SEPULVEDA, C. A. S. Perfil conceitual de adaptação: uma ferramenta para a análise de discurso em salas de aula de biologia em contextos de ensino de evolução. Tese de doutorado Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-graduação em e Ensino Filosofia e História das Ciências. Salvador Bahia. 2010.

SEPULVEDA, C. MEYER, D.; EL-HANI, C. Adaptacionismo. (p.162 -192). In: P. C. ABRANTES (org.) *Filosofia da Biologia*. 326p. 2011.

SEPULVEDA, C.; NUNES-NETO, N.F.; EL-HANI C.N. O Valor Heurístico e Pedagógico da Linguagem Teleológica no Ensino de Evolução. In: *Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*. ABRAPEC, Campinas, SP, 2011.

SEPULVEDA, C.; MORTIMER, E.F.; EL-HANI, C.N. Construção de um perfil conceitual de adaptação: implicações metodológicas para o programa de pesquisa sobre perfis conceituais e o ensino de evolução. *Investigações em Ensino de Ciências – V18(2)*, pp. 439-479, 2013.

SEPULVEDA, C.; MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. Conceptual profile of adaptation: A tool to investigate evolution learning in biology classrooms. Mortimer, E. F. & El-Hani, C. N. (Eds.). *Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts*(pp. 163-200). Dordrecht: Springer. 2014.

SEPULVEDA, C; EL-HANI, C.N. Obstáculos epistemológicos e sementes conceituais para a aprendizagem sobre adaptação: uma interpretação epistemológica e sociocultural dos desafios no ensino de evolução. *Acta Scientiae Canoas*, n.2, 237-263, 2014.

SETTLAGE, J. Conceptions of natural selection: a snapshot of the sensemaking process. *J Res Sci Teach*. 31(5):449–57, 1994.

SHTULMAN, A. Qualitative differences between naïve and scientific theories of evolution. *Cognit Psychol*, 52:170–94, 2006.

SILVA, E. Cidadãos de outra pátria: Anglicanos e Batistas na Bahia. 1998. Tese (Doutorado em História) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, H.; MORTIMER, E.; ANDRÉS D.M.; BELLOSO, G.; CARVALHO, G. Biological Evolution in Curricula of countries with different links between State and religion. *Transnational Curriculum Inquiry* 15 (1) 13-33. 2018.

SIMONS, H. et al. From evidence-based practice to practice-based evidence: the idea of situated generalization. *Research Papers in Education*, v.18, p.347-364, 2003.

SINATRA, G.M.; BREM, S.K.; EVANS, E.M. Changing minds? Implications of conceptual change for teaching and learning about biological evolution. *Evo Edu Outreach*, 1:189–95. 2008.

SINATRA, G.M.; SOUTHERLAND, S.A.; MCCONAUGHY, F.; DEMASTES, J.W. Intentions and beliefs in student's understanding and acceptance of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 510-528, 2003.

SINCLAIR, A.; PNDARVIS, M.P. Evolution versus conservative religious beliefs: Can biology instructors assist students with their dilemma? *Journal of College Science Teaching*, 27(3):167- 170. 1998.

SIRGADO, A.P. O social e o cultural na obra de Vygotsky. *Educação & Sociedade*, Campinas, n.21, v.71, p. 45-78, 2000.

SMITH, M. Current status of research in teaching and learning evolution: II. pedagogical issues. *Science & Education*, Dordrecht, v. 19, n. 4-8, p. 523-538, 2010.

SMITH, M.U.; SCHARMANN, L. A multi-year program developing an explicit reflective pedagogy for teaching pre-service teachers the nature of science by ostention. *Science & Education*, 17, 219–248, 2008.

SMITH, M. U.; SIEGEL, H.; McINERNEY, J. D. Foundational issues in evolution education. *Science & Education*. v. 4, p. 23-46, 1995.

SMOLKA, A. L. B. A significação nos espaços educacionais: interação social e subjetivação. Campinas: Papirus, p. 29-45, 1997.

SOBER, E. *The Nature of selection: evolutionary theory in philosophical focus*. Chicago: The University of Chicago Press. 1993 [1984].

SOBER E. Is drift a serious alternative to natural selection as an explanation of complex adaptive traits? In: A. O’Hear (Ed.) *Philosophy, biology, and life*, pp. 125 – 154. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 2005.

SOUTHERLAND, S. A. et al. Understanding students’ explanations of biological phenomena: conceptual frameworks o p-prims? *Science Education*, Hoboken, v. 85, n. 4, p. 328-348, 2001.

SOUTHERLAND, S.A.; JOHNSTON, A.; SOWELL, S. Describing teachers’ conceptual ecologies for the nature of science. *Sci Educ*, 90:874–906, 2006.

SOUTHERLAND, S. A.; SINATRA, G. Learning about biological evolution: A special case of intentional conceptual change. In: G. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change*, 317–348, 2003.

SPERBER, D. *Explaining culture: A naturalistic approach*. Oxford, UK: Blackwell, 1996.

STAYTON, C.T. what does convergent evolution mean? The interpretation of convergence and its implications in the search for limits to evolution. *Interface Focus* 5, p.1-8, 2105.

STARR, C.; EVERS, C.A.; STARR, L. *Biology: concepts and applications*, 9th edn. Stamford, CT: Cengage Learning. 2015.

STERELNY, K. Where does thinking come from? *Biology and Philosophy*, v.12, p.551-566. 1997.

STERELNY, K; GRIFFITHS, P.E. *Sex and death: an introduction to philosophy of biology*. Chicago: University of Chicago Press, 1999.

STERN, L.; ROSEMAN, J.E. Can middle-school science textbooks help students learn important ideas? Findings from Project 2061's curriculum evaluation study: life science. *J Res Sci Teach* 41, 538–568. 2004.

STRAUSS, C.; QUINN, N. *A cognitive theory of cultural meaning*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. *Basics of Qualitative Research*. Thousand Oaks: Sage. 1990.

TAKEUCHI, M. R.; OSORIO, T. C. Ser protagonista-biologia. Edições SM, 2 ed. V1, 320p. 2013.

TAKEUCHI, M. R.; OSORIO, T. C. Ser protagonista-biologia. Edições SM, 2 ed. V1, 320p. 2013.

TAKEUCHI, M. R.; OSORIO, T. C. Ser protagonista-biologia. Edições SM, 2 ed. V1, 311p. 2013.

TAMIR, P.; ZOHAR, A. Anthropomorphism and teleology in reasoning about biological phenomena. *Science Education*, 75 (1), pp 57-67. 1991

TASSY, P. L'arbre à remonter le temps. In: CAPONI, G. *O darwinismo e seu outro, a teoria transformacional da evolução científica* zudia, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 233-42, 2005 [1998].

TAYLOR, C. *The Explanation of Behaviour*. London: Routledge & Kegan Paul, 1964.

THAIN, M.; HICKMAN, M. *The Penguin dictionary of biology*, 11th edn. New York, NY: Penguin Books. 2004.

THEWISSEN, J. G. M. et al. From land to water: the origin of whales, dolphins, and porpoises. *Evolution: Education, and Outreach*, 2, p. 272-88, 2009.

TIDON, R.; VIEIRA, E. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. *ComCiência*, n. 107, 2009.

TOOBY, J.; COSMIDES, L. The psychological foundations of culture. In J. Barkow, L. Cosmides, & J. Tooby (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*. New York: Oxford University Press. 1992.

TRANI, R. I won't teach evolution; it's against my religion. and now for the rest of the story. *Am Biol Teach.*66(6):419–27, 2004.

TRAVIS, J.; REZNICK, D.N. Adaptation. In: M. Ruse; J. Travis (Eds.) *Evolution: the first four billion years*, pp. 105 – 131. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press. 2009.

TUDGE, J. Vygotsky, a ZDP e a colaboração entre pares: implicações para a prática em sala de aula. In: MOLL, L. C. *Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 151-168, 2002.

TULVISTE, P. *The cultural-historical development of verbal thinking*. New York, NY: Nova Science. 1986.

VALANIDES, N. Primary Student Teachers' Understanding of the Particulate Nature of Matter and its Transformations During Dissolving. *Chemistry Education: Research and Practise in Europe*. 1 (2), 249-262, 2000.

VERMEIJ, G.J. Historical contingency and the purported uniqueness of evolutionary innovations. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 103, 1804 – 1809. 2006.

VIEIRA, R. C.; KARAT, M. T. Evolução biológica em sala de aula: um diálogo com imagens do ENEM e de mídias populares. *Revista da SBEnBio*, n. 9, 2016.

VINCEK, V.; O'HUIGIN, C.; SATTA, Y.; TAKAHATA, N.; BOAG, P.; GRANT, P.R.; GRANT, B.R.; KLEIN, J. How large was the founding population of Darwin finches? *Proc. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 264. 111-118, 1997.

VLAARDINGERBROEK, B.; ROEDERER, C.J. Evolution education in Papua New Guinea: trainee teachers' views. *Educ Stud*, 23:363–75, 1997.

VORZIMMER, P. Darwin, Malthus and the theory of natural selection. *Journal of the history of ideas*, 30, (4): 527-542. 1969.

VYGOTSKY, L. S. *Mind in society: the development of higher psychological process*. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. *Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar*. In: *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. 5. ed. São Paulo : Ícone, 1994.

VYGOTSKY, L.S. *Obras Escogidas, Tomo III [1931]*. Madrid: Visor, 1995.

VYGOTSKY, L.S. O significado histórico da crise da psicologia [1927]. In: *Vygotsky, L.S. Teoria e Método em Psicologia*. São Paulo: Martins Fontes, p. 257- 407, 1996.

VYGOTSKI, L. S. *A construção do pensamento e da Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes. 2001[1934].

- WAIZBORT, R. A descoberta do ambiente biológico. *Bol. Mus. Pará. Emílio Goeldi. Cienc. Hum.*, Belém, v. 7, n. 2, p. 613-617.
- WAKE, D.B.; WAKE, M.H.; SPECHT, C.D. Homoplasy: from detecting pattern to determining process and mechanism of evolution. *Science* 331, 1032 – 1035. 2011.
- WALSH D. Teleology. In: Ruse M, editor. *The Oxford handbook of philosophy of biology*. Oxford: Oxford University Press, p. 113–37. 2008
- WATERS, K. “The arguments in the Origin of Species”. In. J. Hodge & G. Radick (Eds.): *The Cambridge companion to Darwin*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 115-137. 2003.
- WCISLO, W.T. Behavioural environments and evolutionary change. *Annu Rev Ecol Syst* 20:137–169, 1989.
- WEBER, Robert Philip. *Basic content analysis*. 2 ed. Newbury Park: SAGE, 1990.
- WEBER, M. The aim and structure of ecological theory. *Philosophy of Science*, v. 66, p. 71-93. 1999.
- WELLMAN, H.M., GELMAN, S.A. Knowledge acquisition in foundational domains. In: Damon W, Kuhn D, Siegler R, editors. *Handbook of child psychology: Vol. 2. Cognition, perception and language*. 5th ed. New York: Wiley; 1998. p. 523–74.
- WERTSCH, J. V. *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge: Harvard University Press, 1985.
- WERTSCH, J. V. *Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated Action*. Cambridge: Harvard University Press. 1991.
- WERTSCH, J. V.; SMOLKA, A.C. Continuando o dialogo: Vygotsky, Bakhtin e Lotman. In H. DANIELS (Ed.). *Vygotsky em foco: Pressupostos e desdobramentos*. Campinas: Papirus. 2001.
- WERTSCH, J. V.; STONE, C.A. The concept of internalization in Vygotsky’s account of the genesis of higher mental functions. In: WERTSCH, J.V.(Ed.) *Culture, communication and cognition: vygotskian perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press. 1985.
- WEST-EBERHARD, M. J. Adaptation: Current usages. In E. F. Keller & E. A. Lloyd (Eds.), *Keywords in evolutionary biology* (pp. 13–18). Cambridge, MA: Harvard University Press. 1992
- WEST-EBERHARD, M.J. *Developmental plasticity and evolution*. Oxford University Press, Oxford. 2003.
- WHEWELL, W. *History of the inductive sciences, Vol.III*. London: Parker, 1837.
- WILLIAMS, G.C. *Adaptation and natural selection: a critique of some current evolutionary thought*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. 1996.
- WILSON, J.A. Pseudoscientific beliefs among college students. *Reports of the National Center for Science Education* 21, 9-13, 2001.

WINSLOW, M.W.; STAVAR, JR.; SCHARMANN, L.C. Evolution and personal religious belief: Christian university biology-related. majors' search for reconciliation. *J Res Sci Teach* 48:1026–1049, 2011.

WINSOR, M.P. *Starfish Jellyfish and the order of life*. New haven: Yale University Press. 1976.

WOODS, C.S.; SCHARMANN, L.C. High school students' perceptions of evolutionary theory. *Electronic Journal of Science Education*, 6(2), 2001.

WOUTERS, A. The Function Debate in Philosophy. *Acta Biotheoretica*, v.53, p.123-151, 2005.

WRIGHT, L. Functions. *The Philosophical Review*, 82 (2): 139-168, 1973.

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. *Evol Educ Outreach* 7:7, 2014.

ZIRKLE, C. The early history of the idea of the inheritance of acquired characters and of pangenesis. *Trans Am Philos Soc.*, 35: 91– 151, 1946.

ZAMBERLAN, E.S.J.; DA SILVA, M.R. *Evolução Biológica e Sua Abordagem em Livros Didáticos*. *Educ. Real.*, Porto Alegre, v. 37, n. 1, p. 187-212, 2012.

ZOHAR, A.; GINOSSAR, S. Lifting the taboo regarding teleology and anthropomorphism in biology education—heretical suggestions. *Sci Educ.*82:679–97, 1998.

APÊNDICE A

Codificação das unidades de registro e unidades de contexto levantadas nos livros didáticos

Nº	Unidade de Registro (U.R.)	Unidade de Contexto (U.C.)	Livro
1	[...] Suas características ((dos hominídeos)) mostravam adaptações para a vida nas condições frias da Idade do Gelo na Europa. Eram nômades, caçadores e formavam grupos sociais bem organizados. São os homens das cavernas das lendas populares, pois usavam cavernas como abrigo. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG. 304).	Evolução humana	L3
2	[...] A diversidade animal é enorme e cada espécie tem suas adaptações peculiares ao meio. Conhecer todas as adaptações é tarefa que provavelmente não se esgota. (...) Com focinho comprido e língua longa, fina e pegajosa, vasculha cupinzeiros e formigueiros em busca de seus alimentos preferidos. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.273).	Zoologia	L3
3	[...] A oviparidade evita aumento de peso da fêmea, pois a maior parte do desenvolvimento embrionário ocorre fora do corpo materno. A excreta nitrogenada é o ácido úrico, uma adaptação ao tipo de desenvolvimento embrionário e ao hábito de voo. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.263).	Zoologia	L3
4	[...] As brânquias ((dos cefalópodes)) perderam os cílios e a circulação de água na cavidade palial é feita pela musculatura do manto, que é muito desenvolvida nesses animais. Essas são adaptações ao hábito nadador, com taxas metabólicas mais altas em relação aos demais moluscos, que geralmente são animais lentos ou sésseis (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.202).	Zoologia	L3
5	[...] Ao analisarmos a evolução das plantas, tratamos das adaptações relacionadas com a conquista do ambiente terrestre. Muitas plantas, no entanto, retornaram secundariamente ao ambiente aquático, como é o caso desta angiosperma a ninféia. Essa planta aquática fixa suas raízes no fundo lodoso dos rios e lagos; as folhas e flores flutuam na superfície da água, presas por compridos pedúnculos. Apesar da vida aquática, esta planta obtém a água e os sais de que necessita pelas raízes, distribuindo-os pelos vasos condutores de seiva bruta: o xilema. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.143).	Botânica	L3
6	[...] Uma adaptação de orquídeas (...) A figura ao lado mostra um corte transversal da raiz de uma orquídea. A raiz dessas plantas possui um tecido especial, o velame, que funciona como uma esponja, absorvendo passivamente água e sais minerais. O velame deriva da protoderme e consiste em uma epiderme pluriestratificada. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.141).	Botânica	L3
7	[...] Colocando em foco: outras adaptações do sistema digestório das aves. No papo ou inglúvio dos papos, há produção de uma secreção altamente nutritiva que é dada como alimento para filhotes (...). O papo e a moela não ocorrem em aves frugívoras e nas que se alimentam de fluidos. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.280).	Zoologia	L3
8	[...] Na evolução das plantas, as gimnospermas foram as primeiras a apresentar adaptações que permitiram a independência da água para a reprodução sexuada. Nesse grupo surgiram os grãos de pólen, estruturas que contêm o gametófito masculino imaturo protegido por um envoltório resistente. Assim protegidos, esses gametófitos podem ser transportados pelo vento, e ao entrarem em contato com o gametófito feminino, germinam, formando o tubo polínico. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.104).	Botânica	L3

9	[...] Observando esses pássaros, Darwin notou diferentes adaptações, principalmente em relação ao bico e ao tipo de alimento que consumiam. Darwin retornou à Inglaterra com a convicção de que os seres vivos se modificam, adaptando-se ao ambiente. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 303).	Evolução	L18
10	[...] Muitos seres vivos têm estratégias de disfarce que os alteram, permitindo que escapem do ataque de predadores ou se aproximem das suas presas sem que sejam notados. Essa tática pode representar um disfarce em relação ao ambiente ou um padrão imitativo em relação a outros seres vivos. As adaptações podem ocorrer por meio de defesas químicas e físicas. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 40).	Introdução à biologia	L18
11	[...] Nesse ambiente desafiador, a maioria dos australoptecos se extinguiu, mas algumas linhagens haviam desenvolvido determinadas adaptações favoráveis e sobreviveram. Segundo Mayr algumas populações de australoptecos devem ter inventado mecanismos de defesa para sobreviver, atirando pedras ou transformando em armas outros objetos de madeira. Talvez tenham recorrido a porretes, com fazem algumas espécies atuais de chimpanzés do oeste da África ou a ramos, para espantar seus predadores, ou ainda improvisado tambores para assustá-los com o barulho. No entanto, sua melhor defesa foi o fogo. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 293).	Evolução Humana	L11
12	[...] Outra aquisição evolutiva dos primatas, em sua adaptação à vida nas árvores, foi a proximidade entre os olhos, situados na região frontal do crânio, a face. Por estarem nessa posição, os dois olhos miram o mesmo objeto com pequena diferença de ângulo visual, permitindo que o cérebro calcule, por triangulação, a distância em que aquele objeto se encontra. Essa capacidade denominada visão binocular, ou estereoscópica, deve ter sido fundamental para a sobrevivência de nossos ancestrais no ambiente arborícola, onde um salto mal calculado podia ser fatal. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 289).	Evolução Humana	L11
13	[...] A adaptação tipicamente humana de caminhar de forma ereta sobre as pernas – o bipedismo – levou a diversas mudanças anatômicas no corpo em relação aos grandes macacos. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 284).	Evolução Humana	L11
14	[...] A pelve humana (...) é mais curta, mais larga e mais côncava que a dos grandes macacos, adaptações ao modo de caminhar ereto. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 284).	Evolução Humana	L11
15	[...] Os anfíbios foram os primeiros vertebrados a habitar a terra firme, mas não a conquistarem totalmente, pois sua reprodução continuou dependendo do meio aquático. Ainda hoje, os óvulos e os espermatozoides da maioria dos anfíbios são eliminados na água e a fecundação ocorre fora do corpo da fêmea; o zigoto desenvolve-se em uma forma larval tipicamente aquática, que possui respiração branquial. É somente na metamorfose que esses anfíbios desenvolvem pulmões e adquirem outras características adaptativas à vida em terra firme. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 254).	Evolução	L11
16	[...] Pássaros que aprendem evitar os espécimes dotados de coloração de aviso são iludidos pela coloração semelhante, exibida pelas borboletas de sabor agradável, passando a evitá-las. Ao longo do tempo, os indivíduos da espécie de sabor agradável, que são mais parecidos com os modelos tóxicos, tendem a ser selecionados positivamente. Deste modo, as semelhanças se acentuam. Essa adaptação, em que um modelo tóxico ou perigoso é “imitado” evolutivamente por espécies ‘saborosas ou inofensivas’, é o que se denominou mimetismo batesiano. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 234).	Evolução	L11
17	[...] Outro exemplo de adaptação é o mimetismo, em que duas espécies distintas compartilham alguma semelhança reconhecida por outras espécies, essa adaptação confere vantagens para uma ou para ambas espécies miméticas. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 233).	Evolução	L11

18	[...] Camuflagem é o tipo de adaptação em que uma espécie desenvolveu características que a confundem com o ambiente e dificultam sua localização. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 232).	Evolução	L11
19	[...] Órgãos análogos, por sua vez, são estruturas que apareceram de maneira independente na evolução de diferentes grupos de organismos, constituindo adaptações a modos de vida semelhantes. A adaptação evolutiva pode levar organismos pouco aparentados a desenvolver estruturas e formas corporais semelhantes, devido a ‘pressões adaptativas similares’, processo conhecido como convergência evolutiva. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 223).	Evolução	L11
20	[...] A vegetação apresenta adaptações que evitam a perda de água (chamadas xeromórficas), como folhas transformadas em espinhos, armazenamento de água pelo caule e raízes superficiais para absorver a água da chuva. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 199).	Ecologia	L21
21	[...] Os seres humanos dessa espécie eram exclusivamente bípedes e tinham proporções corporais (altura e tamanho dos braços e pernas) muito semelhantes a dos seres humanos atuais. Também é provável que sejam os primeiros hominídeos de pelos e de pele escura, adaptações que permitiram melhor regulação da temperatura corporal na savana arbustiva pela transpiração (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 164).	Evolução Humana	L21
22	[...] As estruturas semelhantes, que desempenham a mesma função em espécies diferentes, mas não têm a mesma origem evolutiva, são chamadas de estruturas análogas. Isso se dá por convergência evolutiva, que ocorre quando espécies pouco aparentadas vivem em condição ambiental semelhante, que favorece o surgimento de adaptações análogas. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 113).	Evolução	L21
23	[...] Diferentes adaptações podem ser observadas nas plantas. Nas folhas de algumas espécies há glândulas que excretam o excesso de sal. Os frutos e as sementes frequentemente apresentam coberturas impermeáveis e grande quantidade de reservas nutritivas. Assim, podem colonizar outras regiões quando levadas pelas correntes. Observa-se também o desenvolvimento dos caules-escora (...), presente na espécie conhecida como mangue-vermelho, que permitem o crescimento dessas árvores sobre o solo lodoso (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 267).	Ecologia	L27
24	[...] A maioria das aves e mamíferos são de pequeno porte quando comparados aos outros biomas. Estudos científicos mostram que essa adaptação facilita o deslocamento pela vegetação cerrada das matas tropicais. Muitos animais arborícolas apresentam adaptações (como cauda preênsil e o polegar oponível) que os ajudam a deslocar-se pelo dossel. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 255).	Ecologia	L27
25	[...] Todos os animais apresentam algum tipo de comunicação, seja visual, olfativa ou sonora. Trata-se de uma adaptação importante à sobrevivência dos indivíduos. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 180).	Evolução	L27
26	[...] As plantas terrestres evoluíram com adaptações que favoreceram a vida em terra firme. Estruturas como vasos condutores e estômatos, bem como reprodução por meio de esporos, já estavam presentes nas primeiras plantas terrestres do período Siluriano (era Paleozoica). (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 271).	Ecologia	L27
27	[...] Mimetismo é uma adaptação pela qual uma espécie se assemelha a outra. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 145).	Evolução	L27
28	[...] A camuflagem é uma adaptação pela qual o animal apresenta uma coloração ou forma que o confunda com o ambiente. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 144).	Evolução	L27
29	[...] A existência de órgãos análogos é evidência de que a seleção natural, por caminhos muito diferentes, pode levar ao surgimento de um mesmo tipo de solução adaptativa; ou seja, de que houve convergência evolutiva. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 142).	Evolução	L27

30	[...] Não podemos analisar apenas uma característica isoladamente, nem ter um olhar enviesado sobre o processo evolutivo, atribuindo sentimentos humanos (“bom”, “ruim”, “bonito”, “feio”, “servir para alguma coisa”) às adaptações que observamos nos seres vivos, resultado da seleção natural. (MENDONÇA, BIOLOGIA VOL.3, PÁG. 277).	Evolução	L27
31	[...] A teoria evolutiva de Lamarck, embora não explicando corretamente como ocorre a evolução, tem grande valor histórico, pois ele teve o mérito de relacionar muitos exemplos de adaptações, ou seja, características dos seres vivos que estão relacionadas à sua sobrevivência no ambiente. (MENDONÇA, BIOLOGIA VOL.3, PÁG. 258).	Evolução	L27
32	[...] Entre as adaptações das plantas dos mangues, aparecem na <i>Rhizophora mangle</i> as chamadas raízes escoras (na realidade, a estrutura interna do caule, não da raiz), que partem de diversas alturas do caule, ramificam-se no solo lodoso e ajudam na sustentação. Outra adaptação, encontrada nas plantas do gênero <i>Avicennia</i> , são os pneumatóforos, ramificações verticais das raízes que afloram do solo e facilitam a absorção do oxigênio do ar por meio de poros, os pneumatóforos. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 265).	Ecologia	L15
33	[...] Os dentes podem indicar o tipo de alimentação, pois cada animal possui adaptações ao ambiente em que vive e a determinado modo de vida. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 157).	Evolução	L15
34	[...] O conhecimento mais recente sobre o mecanismo do código genético veio comprovar que as mutações ocorrem ao acaso. Isso significa que, apesar de elas poderem ser provocadas pelo ambiente, a mudança na frequência das adaptações depende da seleção. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 108).	Evolução	L15
35	[...] Suas características ((dos Neandertais)) mostravam adaptações para a vida nas condições frias de Idade do Gelo na Europa. Eram nômades, caçadores, formavam grupos sociais bem organizados. (...) usavam caverna como abrigo. Usavam também fogo para se aquecer e para descongelar e cozer alimentos...” (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG. 304).	Evolução Humana	L3
36	[...] Alguns vertebrados terrestres, como certos répteis, aves e mamíferos, voltaram para o ambiente aquático, durante o curso da evolução. Várias foram as adaptações que surgiram propiciando essa conquista do ambiente aquático. (...) Nos répteis, glândulas de sal, nas aves glândulas nasais modificadas. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.256).	Evolução	L3
37	[...] A partir dos anfíbios surgem as pálpebras móveis e glândulas lacrimais que lubrificam, limpam e protegem os olhos, adaptações importantes para a vida em ambiente seco e com partículas em suspensão, como é o caso do ambiente terrestre. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.246).	Evolução	L3
38	[...] Estudar as plantas nos diferentes ambientes no Brasil nos coloca frente a frente com uma diversidade de formas e cores e com adaptações morfológicas impressionante. No Cerrado brasileiro, onde o fogo natural é importante na estruturação das comunidades de plantas, verifica-se o renascer das árvores e da vegetação rasteira em pouco tempo após a queimada. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.120).	Ecologia	L3
39	[...] A diversidade de plantas nos deixa a pensar como ela surgiu e evoluiu e quais as adaptações desses seres para a vida no ambiente terrestre. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.94).	Ecologia	L3
40	[...] A maior sensibilidade (à auxina) das raízes é uma característica adaptativa: como as auxinas são produzidas na parte aérea e o transporte é relativamente lento, é pequena a quantidade que chega até elas. (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 298).	Botânica	L18
41	[...] Corpo com formato aerodinâmico; penas; músculos peitorais desenvolvidos e quilha; peso reduzido, devido aos ossos pneumáticos (...) são adaptações das aves ao voo. (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 147).	Zoologia	L18
42	[...] São importantes características adaptativas dos mamíferos: dentes diferenciados, especializados em rasgar (...) pelos que atuam como isolante térmico; gordura subcutânea que funciona como isolante térmico. (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 141).	Zoologia	L18

43	[...] Uma importante adaptação evolutiva dos nematódeos em relação aos platelmintos é o fato de serem enterozoários completos, isto é, dotados de sistema digestório completo, com boca e ânus. A digestão é predominantemente extracelular e mais eficiente: como o alimento não retorna pela porta de entrada, o animal não precisa esperar que os resíduos sejam eliminados para ingerir nova porção. (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 93).	Zoologia	L18
44	[...] A adaptação da filaria à vida parasitária é notável: durante o dia, as microfírias permanecem nos vasos mais internos do corpo da pessoa. À noite, elas migram para os vasos sanguíneos superficiais da pele, onde têm grandes chances de infestar pernilongos de hábitos noturnos, seus hospedeiros intermediários. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.3, PÁG. 17).	Zoologia	L12
45	[...] A dependência da luz para a germinação é uma característica adaptativa de sementes pequenas, como as de alface, por exemplo. Como essas sementes não têm muitas reservas nutritivas, é conveniente que elas germinem perto da superfície do solo, iniciando o mais rápido possível a produção do seu próprio alimento. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.3, PÁG. 127).	Botânica	L12
46	[...] Uma resposta adaptativa do caule é crescer em direção à fonte luminosa, fenômeno denominado fototropismo positivo. (...) É dessa maneira que as auxinas controlam a resposta adaptativa caulinar de crescer em direção à luz.” (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.3, PÁG. 124).	Botânica	L12
47	[...] Em diversas gimnospermas, a parede do grão de pólen apresenta partes expandidas como asas, uma adaptação ao transporte pelo vento. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.3, PÁG. 82).	Botânica	L12
48	[...] A digestão é um processo essencial para os seres vivos, pois fornece as substâncias necessárias ao metabolismo, crescimento e desenvolvimento. Ela inclui diversas etapas, como a obtenção de alimento, a digestão e a obtenção de nutrientes. Os animais apresentam uma enorme variedade de adaptações a cada tipo de ambiente e aos tipos de alimento consumido. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 223).	Fisiologia humana (Comparada)	L20
49	[...] A respiração pulmonar é uma adaptação ao meio terrestre, e a superfície das estruturas que formam o pulmão precisa estar constantemente úmida para possibilitar a difusão de gases. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 228).	Fisiologia humana (comparada)	L20
50	[...] A casca de ovos dessas aves (ratitas) é mais grossa que a das aves voadoras, adaptação relacionada ao fato de os ninhos serem feitos próximos ao solo e assim ficarem mais expostos a danos mecânicos e a predadores. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 184)	Zoologia	L20
51	[...] Representação esquemática do corpo de uma ave, mostrando suas principais adaptações relacionadas ao voo. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 182).	Zoologia	L20
52	[...] Além do ambiente terrestre, os dinossauros também colonizaram o meio aéreo (algumas espécies tinham asa que lhes permitiam voar) e o meio aquático (as espécies adaptadas à natação apresentavam nadadeiras). (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 181).	Zoologia	L20
53	[...] Adaptações no revestimento do corpo e no sistema excretor que evitam a perda de água, como secreção de queratina pela epiderme e excreção principalmente de uréia e ácido úrico, estão presentes nos vertebrados terrestres. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 173)	Zoologia	L20

54	[...] Os primeiros vertebrados a colonizar terra firme já apresentavam diversas adaptações estruturais, principalmente relativas ao esqueleto e à musculatura, mas também na forma do revestimento do corpo, de realização de trocas gasosas e tipo de excreta. Importantes evidências sobre como isso aconteceu são fornecidas pelo registro fóssil de formas de transição entre peixes e tetrápodes, os vertebrados terrestres. A observação desses fósseis indica, entre outras adaptações, uma crescente modificação muscular e esquelética das nadadeiras lobadas pélvicas e peitorais, que permitiram aos animais se sustentarem e caminharem, em vez de apenas flutuarem. (...) As primeiras observações levaram a interpretações que apontavam a necessidade de caminhar de uma lagoa com escassez de água para outra como a principal pressão motivadora da seleção e do estabelecimento de tais características. Essa capacidade de se locomover de uma lagoa para outra favoreceria a seleção de peixes mais adaptados à água e que podiam passar apenas curtos períodos em terra firme. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 127)	Zoologia	L20
55	[...] Adaptações como a segmentação do corpo, a formação do esqueleto ou concha e a presença de apêndices facilitam a locomoção, a sustentação e a proteção do organismo. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 123)	Zoologia	L20
56	[...] Os animais se diversificaram e vivem em praticamente todos os ambientes da Terra. Sua riqueza e abundância podem ser resultado das diversas características adaptativas que surgiram nos diferentes grupos. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 102).	Zoologia	L20
57	[...] Em ambientes secos, como os desertos e a Caatinga, as plantas têm adaptações que possibilitam aproveitar ao máximo a água disponível no ambiente. Algumas dessas adaptações são a presença de pneumatóforos, raízes respiratórias que crescem acima do nível da água, a presença de estruturas que possibilitam a difusão do gás oxigênio para as partes submersas das raízes e a presença de raízes-escoras que auxiliam na sustentação e fixação no solo.” (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 106)	Botânica	L20
58	[...] As plantas aquáticas apresentam outras adaptações. Por exemplo, na parte interna de suas folhas existe aerênquima, que auxilia na flutuação e permite a difusão do gás oxigênio para as partes submersas (...) Outra adaptação dessas plantas é a localização dos estômatos na parte superior das folhas. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 106).	Botânica	L20
59	[...] Nas florestas tropicais (...) a luminosidade é mais baixa e, em geral, plantas menores, de estratos inferiores, possuem adaptações relacionadas à captação de luz, como folhas compridas e largas, com maior concentração de clorofila, que possibilitam uma capacitação mais eficiente para a realização da fotossíntese. Algumas plantas como as orquídeas, possuem adaptações que as possibilitam viver sobre os galhos de árvores mais altas, onde obtêm maior luminosidade. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 107).	Botânica	L20
60	[...] Adaptações morfológicas são características na forma de planta ou de seus órgãos que possibilitam a sobrevivência em determinado local. Já as adaptações fisiológicas são características que ocorrem em algum processo metabólico/e ou fisiológico da planta ou de algum órgão e possibilitam a sobrevivência em determinados locais. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 105).	Botânica	L20
61	[...] Na raiz a curvatura acontece na direção oposta, crescendo a favor da gravidade (...). Essa é uma adaptação importante para a germinação: não importa a posição em que a semente esteja, a raiz vai se posicionar em direção ao seu enterramento no solo. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 104).	Botânica	L20
62	[...] O crescimento dos caules em direção à luz é uma adaptação à necessidade de absorver a luz solar para a realização da fotossíntese. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 103).	Botânica	L20

63	[...] Nas aves, a excreção é semelhante à dos répteis: os rins removem resíduos nitrogenados do sangue e os transformam em ácido úrico, que segue pelos ureteres até a cloaca e é expelido nas fezes. Essa é uma adaptação à vida embrionária dentro do ovo, pois o ácido úrico é menos tóxico do que outras excretas nitrogenadas que poderiam matar o embrião. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.2, PÁG.232).	Zoologia	L26
64	[...] O surgimento de algumas novas adaptações, tornou-os ((os répteis)) mais independentes da água que os anfíbios. A principal dessas adaptações ocorreu no modo de reprodução. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.2, PÁG.15).		L26
65	[...] Com o passar das eras, surgiram características nos animais que lhe permitiram explorar o ambiente, obter e aproveitar o alimento. Igualmente relevantes foram as adaptações referentes à proteção... Veja a seguir algumas características importantes para o funcionamento do organismo dos animais. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.2, PÁG.139).	Zoologia	L26
66	[...] As folhas de plantas carnívoras podem ser modificadas em “armadilhas”, adaptações que possibilitam às plantas capturar e digerir animais pequenos... algumas têm folhas em forma de urna... outras prendem animais por meio de estruturas em forma de dentes ou tricomas... (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.2, PÁG.107).	Botânica	L26
67	[...] Há diversos sistemas radiculares aéreos, que funcionam como estratégias de fixação e obtenção de água e refletem as adaptações da planta a seu ambiente. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.2, PÁG.102).	Botânica	L26
68	[...] Em um mesmo ambiente, organismos com diferentes origens podem apresentar as mesmas adaptações, o que os torna semelhantes na forma ou na estrutura, e às vezes até mesmo na fisiologia. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.2, PÁG.15).	Introdução à Biologia	L26
69	[...] Os elefantes possuem ainda adaptações comportamentais para diminuir sua temperatura, como lançar água sobre seu corpo com a trompa e chafurdar na lama... (LINHARES E GEWANDZENAJDER VOL.2, PÁG. 231).	Zoologia	L14
70	[...] Outra adaptação dos organismos endotérmicos é sua capacidade de controlar a quantidade de sangue que irriga a pele por meio de contração ou relaxamento dos músculos lisos das arteríolas da pele. (LINHARES E GEWANDZENAJDER VOL.2, PÁG. 226).	Zoologia	L14
71	[...] mantiveram algumas adaptações à vida terrestre, como a respiração pulmonar e o ovo com casca (LINHARES E GEWANDZENAJDER VOL.2, PÁG. 214).	Zoologia	L14
72	[...] Os ossos são leves, o que reduz o peso da ave e caracteriza mais uma adaptação ao voo (LINHARES E GEWANDZENAJDER VOL.2, PÁG. 216).	Zoologia	L14
73	[...] O sistema fechado dá maior velocidade ao sangue, o que é uma adaptação de grupo dos cefalópodes, com animais predadores, que têm movimento mais rápido que a maioria dos outros moluscos. (LINHARES E GEWANDZENAJDER VOL.2, PÁG. 151).	Zoologia	L14
74	[...] As raízes podem desempenhar outras funções, havendo uma série de adaptações e situações específicas, como sustentação, reserva de alimento, respiração (LINHARES E GEWANDZENAJDER VOL.2, PÁG. 97).	Botânica	L14
75	[...] Em geral suas folhas são divididas em folíolos na forma de penas, uma adaptação que permite captar luz difusa na altura do chão em uma floresta (LINHARES E GEWANDZENAJDER VOL.2, PÁG. 71).	Botânica	L14
76	[...] O corpo das plantas está organizado de maneira muito diferente da dos animais. A maior parte dessas diferenças constitui adaptações ao modo autotrófico de vida... é vantajoso para as plantas ter um corpo com grande superfície relativa (área grande em relação à superfície do corpo) que melhora a absorção dos nutrientes e da energia. ... no estudo da reprodução das plantas vamos conhecer ainda outras adaptações ao modo de vida terrestre, como a produção de esporos com parede resistente à desidratação e ao desenvolvimento inicial do embrião. (LINHARES E GEWANDZENAJDER VOL.2, PÁG. 67).	Botânica	L14

77	[...] Como adaptação ao movimento, as espécies de vida livre apresentam cefalização, isto é, na região anterior do corpo há uma cabeça, com maior concentração de órgãos sensoriais e tecido nervoso que o resto do corpo. A cabeça é especializada em receber estímulos ambientais durante o movimento, facilitando, por exemplo, a localização de presas” (LINHARES E GEWANDZENAJDER VOL.2, PÁG. 133).	Zoologia	L14
78	[...] Abrigar-se em uma sombra e produzir urina muito concentrada são adaptações importantes que evitam a perda de água, mantendo seu metabolismo elevado (MENDONÇA, BIOLOGIA VOL.2, PÁG.301).	Zoologia	L5
79	[...] O grande número de espécies com fecundação externa já é uma adaptação, pois, como vimos, há aumento da chance de se encontrarem na água (MENDONÇA, BIOLOGIA VOL.2, PÁG.246).	Zoologia	L5
80	[...] As fotos mostram duas modificações ou adaptações do caule: os espinhos, que são formações pontiagudas e atuam como defesa para a planta, e as gavinhas, filamentos enrolados que auxiliam a fixação. (MENDONÇA, BIOLOGIA VOL.2, PÁG.128).	Botânica	L5
81	[...] Uma das adaptações mais comuns nas plantas consiste em manter os estômatos fechados ao longo da noite, porque sem luz a planta não faz fotossíntese, fechando-os ela evita uma perda desnecessária d água (BIZZO, NOVAS BASES DA BIOLOGIA VOL. 2, PÁG. 302).	Botânica	L23
82	[...] Entre outras adaptações das plantas, destacam-se a presença de pigmentos fotossintetizantes, a parede celular, cutícula e diversas associações com fungos. A reprodução e os ciclos de vida se modificam no sentido de se tornarem cada vez mais independentes do meio aquático (BIZZO, NOVAS BASES DA BIOLOGIA –VOL. 2, PÁG. 262).	Botânica	L23
83	[...] Outra importante característica é o panículo adiposo, uma adaptação mamaliana exclusiva. Protege o corpo contra choques físicos e funciona como estoque de energia e isolante térmico. (BIZZO, NOVAS BASES DA BIOLOGIA VOL. 2, PÁG. 228).	Zoologia	L23
84	[...] Além das penas, as aves caracterizam-se por membros anteriores modificados em asas e outras adaptações para o voo (BIZZO, NOVAS BASES DA BIOLOGIA VOL. 2, PÁG. 208).	Zoologia	L23
85	[...] Os peixes desenvolveram adaptações bastante efetivas para a vida aquática, como a linha lateral. Permite ao peixe perceber predadores e, dependendo de sua alimentação, presas. Permite também que os cardumes realizem movimentos muito coordenados. (BIZZO, NOVAS BASES DA BIOLOGIA VOL. 2, PÁG. 159).	Zoologia	L23
86	[...] Os vertebrados são constituídos de animais que apresentam, além das características básicas dos cordados, inúmeras outras adaptações de grande sucesso, como o endoesqueleto vivo, a faringe desenvolvida e adaptada para diversos hábitos... um sistema nervoso avançado e membros pares. (BIZZO, NOVAS BASES DA BIOLOGIA VOL. 2, PÁG. 149).	Zoologia	L23
87	[...] Os critérios que Whittaker utilizou estavam ligados à teoria taxonômica evolutiva tradicional. Seus cinco reinos são vistos como grupos dinâmicos, com eixos que refletem aspectos ecológicos e estratégias adaptativas. Assim, ele propôs três eixos de organização da árvore, ligados à forma pela qual ocorre a nutrição: fotossíntese (plantas), absorção (fungos) e ingestão (animais). Nos outros dois reinos estão seres microscópicos com padrão celular eucariótico (Protista), ou procariótico (Monera). (BIZZO, NOVAS BASES DA BIOLOGIA –VOL. 2, PÁG. 16).	Classificação dos seres vivos	L23

88	[...] Durante a evolução podem surgir características que conferem maior capacidade de sobrevivência a uma espécie em determinado ambiente. Essas características recebem o nome de adaptações (alguns biólogos usam a palavra adaptação para designar o processo que promove as características vantajosas). Entretanto, é preciso ter sempre em mente que uma adaptação vantajosa em certo ambiente pode ser desvantajosa em outro. Em meados do século XIX, dois naturalistas ingleses, Charles Darwin (1823-1913) e Alfred Wallace (1809-1882), propuseram uma teoria evolucionista que teve grande repercussão. Essa teoria introduziu o conceito de seleção natural, segundo a qual os indivíduos com adaptações favoráveis a um determinado ambiente teriam mais chance de sobreviver e de gerar descendentes. Assim, com o passar do tempo, o número de indivíduos com adaptações aumentaria. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.1, PÁG. 15).	Introdução à Biologia	L25
89	[...] Em certos organismos, a mitose apresenta peculiaridades e algumas variações em relação ao processo geral até agora estudado. Elas podem representar adaptações que possibilitam a formação de um grande número de descendentes a partir de uma única célula ou ocorrerem em função de diferenças na estrutura da célula, como nas plantas que possuem parede celular. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.1, PÁG. 156).	Citologia	L25
90	[...] Nos vertebrados, as primeiras adaptações reprodutivas a uma existência inteiramente terrestre apareceram nos répteis, com o surgimento da fecundação interna e o desenvolvimento do ovo terrestre com casca. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.1, PÁG. 214).	Embriologia	L25
91	[...] O âmnio e o cório são duas membranas que se formaram a partir de dobras da parte do corpo do embrião e o envolvem por completo. Ambas formam adaptações surgidas nos ovos dos ancestrais dos répteis, que permitiram ao embrião desenvolver-se fora do meio aquático. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.1, PÁG. 215).	Embriologia	L25
92	[...] Na maioria dos animais, o gameta feminino ou óvulo é maior e imóvel, e o masculino ou espermatozóide é menor e apresenta adaptações para a mobilidade (e efetivamente encontrar o feminino). (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 218).	Embriologia	L19
93	[...] Outra adaptação observada em plantas da Caatinga é a reserva de água em tecidos da planta, como ocorre nos cactos, no juazeiro, na aroeira e na maniçoba. (MENDONÇA, BIOLOGIA V.1, PÁG.103).	Ecologia	L4
94	[...] A casca grossa das árvores pode ser considerada uma adaptação ao fogo, assim como os caules subterrâneos, também comum em plantas da região. (MENDONÇA, BIOLOGIA V.1, PÁG.105).	Ecologia	L4
95	[...] Essa adaptação ((o tamanho pequeno das células)) também explica o fato de possuírem as células o mesmo tamanho, quando consideramos o mesmo tecido e indivíduos da mesma espécie. (MENDONÇA, BIOLOGIA V.1, PÁG.249).	Ecologia	L4
96	[...] O pequeno tamanho das células pode ser entendido, portanto, como um importante mecanismo de adaptação, pois favorece as trocas que necessariamente devem existir entre as células e o meio interno (nos multicelulares) e entre a célula e o meio externo (nos unicelulares). (MENDONÇA, BIOLOGIA V.1, PÁG.249)	Ecologia	L4
97	[...] Em animais, normalmente existem estruturas adaptadas à ingestão do alimento e estruturas adaptadas à eliminação de materiais aproveitados, em muitos casos pertencentes ao chamado sistema digestório. (MENDONÇA, BIOLOGIA V.1, PÁG.250)	Ecologia	L4
98	[...] Cada espécie de ser vivo tem sua própria história evolutiva e características que lhe conferem adaptações ao meio onde vive. Analisando a fotografia acima, quais as características você percebe que propiciam a vida desses indivíduos na copa das árvores? (LOPES & ROSSO, BIO VOL.2, PÁG.276).	Evolução	L2
99	[...] A biologia também procura explicar o surgimento de inovações adaptativas (por exemplo, como surgiram os vasos condutores de seiva das plantas ou como evoluiu a circulação nos vertebrados). (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 1, PÁG.17).	Introdução à Biologia	L16

100	[...] A vida caracteriza-se por um conjunto de propriedades encontradas em todos os seres vivos, entre os quais se destacam aquelas relacionadas com a manutenção da arquitetura e do funcionamento do organismo. Por exemplo, composição química, organização celular, metabolismo, correlação entre forma e função, excitabilidade, movimento, reprodução e hereditariedade, desenvolvimento, crescimento, evolução e adaptação. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERDIDADE VOL. 1, PÁG.30).	Introdução à Biologia	L16
101	[...] A grossa camada de gordura de certos animais dificulta a perda de calor para o ambiente, constituindo importante adaptação em clima muito frio. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERDIDADE VOL. 1, PÁG.62	Citologia (Bioenergética)	L16
102	[...] A epiderme dos répteis tem uma espessa camada queratinizada – a camada córnea-formada por células mortas. É impermeável e dificulta a perda de água por evaporação, representando uma importante adaptação para a ocupação de ambientes secos, além de ser resistente o bastante suficiente para desencorajar agressores. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERDIDADE VOL. 1 PÁG.).		L16
103	[...] Muitos dos peixes das profundezas são pequenos, não atingindo mais que alguns centímetros. Apresentam boca ampla e estômago dilatável, adaptações importantes à escassez de alimento. (LOPES & ROSSO, BIO 1, PÁG.66).	Ecologia	L1
104	[...] As orquídeas, as bromélias, as samambaias e os líquens frequentemente estão associadas aos troncos das plantas maiores e apresentam algumas adaptações. Nas bromélias, por exemplo, as folhas se dispõem em forma de cálice, que acumula a água das chuvas. (CÉZAR SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 132).	Ecologia	L7
105	[...] Há adaptações especiais na flora e na fauna dos desertos. Muitas plantas são suculentas, como os cactos, que armazenam água; nelas, é o caule verde que faz fotossíntese, enquanto as folhas são transformadas em espinhos, o que reduz a área transpirante. (CÉZAR SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 137).	Ecologia	L7
106	[...] No sistema abissal, de águas muito profundas, encontram-se animais com adaptações muito curiosas à vida na escuridão. Alguns peixes têm formas estranhas, geralmente de pequeno tamanho, são escuros e têm olhos muito sensíveis à mínima intensidade de luz. Algumas espécies são cegas. (CÉZAR SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 140).	Ecologia	L7
107	[...] Muitas plantas têm folhas em goteira, isto é com ápice voltado para baixo e a superfície revestida com cera, adaptações para livrarem-se do excesso de água das chuvas. (CÉZAR SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 142).	Ecologia	L7
108	[...] A vegetação do Cerrado muitas vezes apresenta aspectos que poderiam ser interpretados como adaptações a ambientes secos (xeromorfismo): árvores e arbustos têm galhos tortuosos, folhas endurecidas e cascas grossas; as superfícies das folhas podem ser brilhantes e recobertas de pelos. (CÉZAR SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 144)	Ecologia	L7
109	[...] Árvores típicas dessa formação ((Matas Araucárias)) o pinheiro-do-paraná ou araucária (<i>Araucariaangustifolia</i>), mostra adaptações às condições climáticas severas, com a eventual ocorrência de neves. Essas árvores têm troncos que podem chegar a 1 metro de diâmetro e atingir 25 a 30 m de altura. (CÉZAR SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 148).	Ecologia	L7
110	[...] O Cerrado é rico em espécies vegetais. Sua vegetação se caracteriza por ter um estrato mais baixo, herbáceo, constituído de gramíneas e outras ervas, e uma camada mais alta, de arbustos e árvores lenhosas com duas características que parecem ser adaptações ao fogo: casca grossa e troncos retorcidos. (CÉZAR SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 155).	Ecologia	L7
111	[...] Em geral, os tubarões são carnívoros ativos, com várias adaptações para a caça eficiente. O corpo é alongado e fusiforme, impelido por forte nadadeira caudal (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 102).	Zoologia	L8
112	[...] As principais adaptações dos anfíbios ao novo modo de vida são os dois pares de extremidades locomotoras (eles são tetrápodes), a respiração pulmonar e a epiderme dotada de fina camada córnea. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 108).	Zoologia	L8

113	[...] Os répteis representam o primeiro grupo de vertebrados bem sucedidos na conquista efetiva do meio ambiente, o que se deveu a várias adaptações importantes. A pele é seca, sem glândulas e completamente impermeável. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 115).	Zoologia	L8
114	[...] Há ainda epitélios muito especializados, como os que fazem a percepção de estímulos ambientais – epitélio sensorial-, permitindo reações adaptativas do anima. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 143).	Zoologia	L8
115	[...] A imunidade adquirida ou adaptativa, ao contrário, é específica e tem resposta variável, podendo ser ativa ou passiva. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 181)	Fisiologia	L8
116	[...] Nos vertebrados em geral, há uma grande variedade de movimentos que representam adaptações aos mais diferentes meios terrestres e aquáticos, incluindo a importante capacidade de voar. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 213).	Zoologia	L8
117	[...] Nessa conquista do ambiente terrestre, as plantas desenvolveram estruturas e mecanismos especiais capazes de superar problemas a perda de água e ar. Algumas dessas adaptações garantem a ocorrência da fecundação. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 249).	Botânica	L8
118	[...] Assim, elas ((células alongadas)) continuam vivas podendo crescer por distensão das paredes nos pontos não reforçados, o que constitui uma importante adaptação para a proteção de órgãos jovens em crescimento. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 263).	Botânica	L8
119	[...] É o órgão vegetativo ((a folha)) com maior diversidade de formas, refletindo as adaptações aos mais diversos meios. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 272).	Botânica	L8
120	[...] Várias importantes reações adaptativas dos vegetais às condições ambientais também se devem a movimentos. É comum podermos observar tais movimentos, às vezes rápidos, em órgãos inteiros, como nas folhas da <i>Mimosa</i> sp. (sensitiva) e da planta carnívora <i>Dionaea</i> sp. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 311).	Botânica	L8
121	[...] Note que a forma do bico da ave é uma adaptação à sua forma de alimentação. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO, VOL.1, PÁG. 51).	Introdução à Biologia	L10
122	[...] Nela (definição de vida) estão ressaltadas características essenciais à vida, como o metabolismo, a reprodução e a adaptação. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO, VOL.1, PÁG. 51).	Introdução à Biologia	L10
123	[...] A perda das folhas constitui uma adaptação ao inverno rigoroso, pois possibilita que a planta reduza sua atividade metabólica e suporte baixas temperaturas. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO, VOL.1, PÁG. 131).	Ecologia	L10
124	[...] Nos cactos, por exemplo, as folhas foram substituídas por espinhos, adaptação que reduz a área da planta que perde água por transpiração. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO, VOL.1, PÁG. 134).	Ecologia	L10
125	[...] A vegetação da caatinga é composta pelas plantas com adaptações marcantes ao clima seco, como folhas modificadas em espinhos, revestimentos altamente impermeáveis, caules que armazenam água etc. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO, VOL.1, PÁG. 142).	Ecologia	L10
126	[...] Nelas ((família Crassuláceas)), uma adaptação bioquímica muito interessante permite um bom rendimento da fotossíntese, mesmo permanecendo com estômatos fechados, nas horas de sol forte. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 35).	Citologia (Bioenergética)	L9
127	[...] Para Lamarck, o ambiente é, quase sempre, responsável direto pela mudança evolutiva: ele afirmava que, em certo ambiente, o indivíduo adquiriria determinadas características adaptativas que seriam, então, transmitidas à descendência. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 203).	Evolução	L9
128	[...] <i>A. afarensis</i> andava sobre duas pernas, em razão das adaptações da parte inferior do corpo. Entretanto, algumas adaptações da parte superior, como longos dedos curvos, que deviam servir para agarrar nos ramos, parecem indicar, uma capacidade de vida nas árvores. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 238).	Evolução Humana	L9

129	[...] A evolução do padrão básico de construção do corpo dos vertebrados está estreitamente relacionada à adaptação dos animais ao seu meio ambiente, aquático ou terrestre. O entendimento do valor dessas adaptações, e do porque de elas serem como são, passa obrigatoriamente por uma série de princípios da física (...). O sistema esquelético e muscular são responsáveis pela mobilidade dos animais e a forma como ocorre o movimento depende da natureza do ambiente. Essencialmente, entre o ar e a água, a maior diferença quanto à locomoção está no fator densidade do meio. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.276).	Zoologia	L3
130	[...] O surgimento de cavidades corporais preenchidas por líquido criou uma nova arquitetura corpórea: o animal passou a funcionar como um tubo (trato digestório) dentro de outro tubo (formado pela parede do corpo), com certa independência entre eles. Além disso, a presença de líquido sob certa pressão, dentro da cavidade, propiciou uma série de vantagens adaptativas ao adulto, que incluem: o surgimento de um esqueleto hidrostático, que contribui na sustentação do corpo e na locomoção interagindo com a musculatura. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.180).	Zoologia	L3
131	[...] A menor disponibilidade de água e a grande perda desse líquido por transpiração foram dois dos principais problemas que as plantas enfrentaram durante sua adaptação ao ambiente terrestre no curso da evolução. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.144).	Botânica	L3
132	[...] Neste capítulo você viu que as angiospermas apresentam mecanismos fisiológicos complexos, fundamentais na adaptação ao meio em que vivem. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.153).	Botânica	L3
133	[...] O estiolamento é um mecanismo adaptativo; por meio dele, na germinação de sementes enterradas profundamente no solo, as plantas jovens alongam-se rapidamente em direção à superfície, sem formar folhas, que poderiam ser danificadas pelo atrito com os grãos de terra. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.152).	Botânica	L3
134	[...] Em muitas monocotiledôneas, como a grama de jardim, o sistema fasciculado é pouco profundo e forma um emaranhado que se adere a partículas do solo. Graças a essa característica, as plantas são muito utilizadas para prevenir erosão dos solos. Esses dois sistemas radiculares são os mais comuns, mas existem outros relacionados com a adaptação das plantas a diferentes condições ecológicas. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.130).	Botânica	L3
135	[...] O ser humano, por ser terrestre, vê ao seu redor dois grandes grupos de organismos com diferentes adaptações – as plantas, como árvores, e os animais, como os vertebrados e os invertebrados visíveis sem auxílio de equipamento. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.21).	Classificação dos seres vivos	L3
136	[...] O ajustamento entre as características fenotípicas dos indivíduos e as exigências do ambiente em determinado momento, que permite a sobrevivência e a reprodução dessas características, chama-se adaptação. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 307).	Evolução	L18
137	[...] Estudos recentes relacionam muitas das características humanas à adaptação de nossos ancestrais aos ambientes arborícolas. Acredita-se que a linhagem que originou os grandes macacos e seres humanos tenha evoluído das florestas tropicais africanas, alimentando-se na copa das árvores e raramente descendo ao solo, em um modo de vida semelhante ao dos orangotangos atuais. Ao estágio arborícola sucedeu-se a adaptação a linguagem humana ao ambiente da savana, inicialmente na orla das florestas e mais tarde nas savanas abertas. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 292).	Evolução Humana	L11
138	[...] O sucesso adaptativo dos primatas no ambiente arborícola aumentou as chances de sobrevivência, com o aumento da duração do ciclo de vida. Com isso, houve mais tempo para cuidar da prole e estabelecer os princípios da vida social, que são características importantes nos antropóides, em geral, e na espécie humana, em particular. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 292).	Evolução Humana	L11

139	[...] O termo adaptação (do latim <i>adaptare</i> , tornar apto), significa para os biólogos a capacidade que todo ser vivo tem de se ajustar ao ambiente, de se adequar em resposta a uma alteração ambiental. A capacidade de adaptação está indissoluvelmente ligada à manutenção da vida. Podemos focalizar a adaptação em dois níveis: no indivíduo e na população. No primeiro caso, a adaptação consiste no ajustamento individual a determinada mudança ambiental e é denominada homeostase (do grego <i>homoios</i> , da mesma natureza, igual, stasis, estabilidade). Sob o ponto de vista populacional, adaptação evolutiva, é o processo em que uma população se ajusta ao ambiente ao longo de sucessivas gerações como resultado da seleção natural. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 231).	Evolução	L11
140	[...] De acordo com a teoria evolucionista, as funções eventualmente diferentes desempenhadas por órgãos homólogos devem-se à diversificação ocorrida ao longo da evolução; nesse processo, cada espécie incorporou e desenvolveu características adaptativas ao seu modo de vida particular. Essa diversificação evolutiva de estruturas homólogas, decorrente da adaptação a modos de vida diferentes, constitui o que os biólogos evolucionistas denominam divergência evolutiva. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 223).	Evolução	L11
141	[...] A contribuição de Lamarck ao evolucionismo consistiu em destacar o fenômeno da adaptação dos seres vivos ao ambiente, que resultaria de modificações lentas e graduais ao longo de inúmeras gerações. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 209).	Evolução	L11
142	[...] A adaptação a um modo de vida rastejante teria levado os ancestrais das serpentes a usarem cada vez menos os membros locomotores, característica que seria transmitida às descendências ao longo das gerações. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 209).	Evolução	L11
143	[...] A inteligência pode ter se desenvolvido com a capacidade de manejar ferramentas e objetos, como uma adaptação à caça nas savanas africanas. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 171).	Evolução Humana	L15
144	[...] Esses dois exemplos demonstram como a adaptação não é um estado permanente, mas dinâmico, capaz de acompanhar as condições do ambiente, que podem se modificar a qualquer momento. (BIZZO, NOVAS BASES DA BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 184).	Evolução	L24
145	[...] A maioria dos insetos é terrestre, embora algumas espécies tenham se adaptado secundariamente à vida no ambiente de água doce e, mais raramente, na superfície de oceanos e zonas entremarés. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.220).	Zoologia	L3
146	[...] Aracnídeos são artrópodes principalmente terrestres. Entre os ácaros, há representantes adaptados secundariamente aos ambientes de água doce e marinho. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.218).	Zoologia	L3
147	[...] Essas (brânquias dos moluscos) são adaptações ao hábito de nadador, com taxas metabólicas mais altas em relação aos demais moluscos, que geralmente são animais lentos e sésseis. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.202).	Zoologia	L3
148	[...] A pele seca e impermeável a gases e água, dificulta a perda de água e possibilita a adaptação a ambientes secos. (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 145).	Zoologia	L17
149	[...] Segundo os fundamentalistas, na formação da espécie humana, os mecanismos de adaptação moldam os traços marcantes de nosso comportamento. Muitos de nossos traços (como o altruísmo, a violência e a honestidade) derivariam de fatores genéticos submetidos à seleção natural. Esse é o paradigma defendido por Richard Dawkins: ‘Um ser vivo adaptado é o melhor equipamento biológico que o DNA coloca ao redor de si para exercer seu papel replicante. (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 133).	Zoologia	L17
150	[...] Estames, pétalas, sépalas e outras estruturas adaptam-se a mecanismos específicos de polinização, como ocorre nas espécies polinizadas exclusivamente por um tipo de polinizador. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.2, PÁG.88).	Botânica	L27
151	[...] As sementes, em muitos casos, flutuam no ar e vão germinar a distância (promovendo a dispersão). Elas também ajudam na adaptação à vida terrestre e protegem o embrião contra a perda de água” (MENDONÇA, BIOLOGIA VOL.2, PÁG.77).	Botânica	L5

152	[...] Como acontece com as populações atuais, a falta de alimento teria provocado uma competição. Supondo que apenas os organismos mais eficientes sobrevivessem, isso levou a uma adaptação do metabolismo energético até que ele se tornasse semelhante a o de uma célula heterótrofa atual. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.1, PÁG. 56).	Introdução à Biologia	L25
153	[...] Esse é um dado muito importante (região geográfica de origem dos bugios) para a reintrodução de espécies silvestres em seus ambientes naturais, já que regiões diferentes em geral contêm populações geneticamente distintas, o que pode trazer problemas para a adaptação dos animais mais reintroduzidos. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 136).	Evolução Humana	L19
154	[...] São exclusivos dos vertebrados (anexos embrionários), fundamentais na adaptação e proteção dos embriões em desenvolvimento. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 230).	Embriologia	L19
155	[...] Em Porto Alegre, o Ibama e a prefeitura iniciaram um censo, há dois meses, para calcular o número e estudar o comportamento e a adaptação das aves à cidade. (MENDONÇA, BIOLOGIA V.1, PÁG.119).	Ecologia	L4
156	[...] A biologia trata de bilhões de anos de ocupação da Terra pelos seres vivos. Essa narrativa descreve como a vida adapta-se aos diversos ambientes, os quais também se alteram durante o tempo. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERDIDADE VOL. 1, PÁG.17).	Introdução à Biologia	L16
157	[...] A biologia trata de bilhões de anos de ocupação da Terra pelos seres vivos. Essa narrativa descreve como a vida adapta-se aos diversos ambientes, os quais também se alteram durante o tempo. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERDIDADE VOL. 1, PÁG.17).	Introdução à Biologia	L16
158	[...] Evolutivamente, a pedogênese consiste em uma útil adaptação à vida parasitária, pois encurta o ciclo reprodutivo e aumenta o número de descendentes gerados. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERDIDADE VOL. 1, PÁG.215).		L16
159	[...] A resposta imunológica, um dos mais importantes mecanismos adaptativos, permite a sobrevivência de animais em ambientes potencialmente agressivos. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERDIDADE VOL. 1, PÁG.284).		L16
160	[...] Assim o meio é o agente que seleciona naturalmente aqueles indivíduos com características que lhes conferem maior adaptação a uma dada condição ambiental. (LOPES & ROSSO, BIO 1, PÁG. 25).	Introdução à Biologia	L1
161	[...] No decorrer do tempo, as espécies sofrem mudanças; no entanto, elas geralmente mantêm aquelas características que as tornam mais aptas a sobreviver e gerar descendentes. Assim, as mudanças que permitem maior adaptação da espécie ao ambiente são, além de mantidas, transmitidas de uma geração para outra. (CÉZAR SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 18).	Introdução à Biologia	L7
162	[...] As mudanças nas condições ambientais são muito mais rápidas do que a capacidade de adaptação biológica de qualquer espécie, por meio de seleção natural. (CÉZAR SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 193 – Sociedade e Ambiente).	Sociedade e Ambiente	L7
163	[...] Esses dois órgãos ((túbulos de Malpighi e glândulas coxais) eliminam excretas nitrogenadas com pouca perda de água, o que também contribui para a adaptação desses animais. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 90).	Zoologia	L8
164	[...] Nas várias classes de vertebrados, são marcantes as adaptações à vida aquática, a transição para o meio terrestre, a adaptação a ambiente extremamente áridos e até mesmo a adaptação ao voo. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 95).	Zoologia	L8
165	[...] A pele é o maior órgão do corpo humano, muito importante na adaptação do organismo ao ambiente terrestre. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 146).	Histologia	L8
166	[...] Pode parecer estranheza a afirmação de que a pele é nosso maior órgão e que nem sempre percebemos o quanto ela é importante para a nossa proteção e adaptação ao meio. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 146).	Histologia	L8
167	[...] Estamos falando de reflexos: atos involuntários, rápidos, conscientes ou não, que visam à proteção ou à adaptação do organismo quando este recebe estímulo periférico. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 202).	Fisiologia	L8

168	[...] Informamos sobre as alterações do interior do organismo e do ambiente, esses centros enviam sinais para que o corpo inicie as reações de adaptação às novas condições. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 203).	Fisiologia	L8
169	[...] O Reino Plantae é representado por mais de 300 mil espécies, cuja história evolutiva foi marcada pela grande capacidade adaptativa na conquista gradual e extensa. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 249).	Botânica	L8
170	[...] De acordo com os cientistas, a adaptação dos seres vivos a seu modo particular de vida é resultado da evolução biológica pela seleção natural. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO, VOL.1, PÁG. 51).	Introdução à Biologia	L10
171	[...] Presença de célula como unidade da vida, metabolismo, capacidade de se reproduzir, de se adaptar e de evoluir são atributos encontrados em todo ser vivo, com exceção dos vírus. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO, VOL.1, PÁG. 51).	Introdução à Biologia	L10
172	[...] Note que não estamos falando de adaptação de um indivíduo ao ambiente, e sim da adaptação da população. Ficarmos bronzeados enquanto nos expomos ao sol é um exemplo de adaptação individual. Isso não tem nenhuma relação com adaptação evolutiva, que é muito lenta e torna as populações mais “encaixadas”, ajustadas ao seu ambiente com o passar do tempo. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 188).	Evolução	L9
173	[...] Segundo o naturalista inglês ((Charles Darwin)) o ambiente seleciona as modificações que melhor adaptam o organismo àquele ambiente, e elimina aquelas desnecessárias. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 198).	Evolução	L9
174	[...] Nesta unidade, estudamos os processos envolvidos na evolução biológica, na formação de novas espécies e na contínua adaptação dos seres vivos a um meio em constante mudança. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 244).	Evolução	L9
175	[...] esta capacidade adaptativa bilateral é tão importante que pode ocorrer em curto período de tempo, quando determinado parasita se torna resistente a uma nova defesa desenvolvida pelo hospedeiro. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 247).	Saúde Humana	L9
176	[...] Simultaneamente à evolução das adaptações dos parasitas, também houve adaptações nos hospedeiros que os tornaram capazes de equilibrar e até reduzir a ação parasitária. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 250).	Saúde Humana	L9
177	[...] Ao mesmo tempo, a expansão das fronteiras agrícolas em vários pontos do país pode ter favorecido a adaptação do transmissor silvestre às novas condições (lavouras e moradias próximas a matas, por exemplo), possibilitando a transmissão da doença também em ambiente rural. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG.253).	Saúde Humana	L9
178	[...] Quando surgiram os primeiros amniotas com adaptações mais vantajosas ao ambiente terrestre do que os anfíbios, eles passaram a competir com os anfíbios, quase levando-os à extinção. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.256).	Zoologia	L3
179	[...] Vamos agora comentar os diferentes grupos de plantas e explorar um pouco mais os aspectos adaptativos desses organismos na conquista do ambiente terrestre. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.97).	Botânica	L3
180	[...] O documento fóssil mostra que até o período Ordoviciano a vida estava restrita ao ambiente aquático. Antes disso, é possível que houvesse bactérias e algas vivendo em barrancos, às margens de lagos e rios, mas as plantas primitivas parecem ter surgido só por volta de 470Ma, a partir de um grupo de algas verdes multicelulares dotadas de adaptações que lhes permitiam a sobrevivência fora d'água. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 255).	Botânica	L2
181	[...] É importante ressaltar que a troca de pelagem não ocorre por uma decisão do animal, mas é uma característica adaptativa incorporada à espécie ao longo de sua evolução (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 232).	Zoologia	L2
182	[...] As árvores desse ecossistema apresentam adaptações que lhes permitem crescer no solo lodoso e pobre em oxigênio. (MENDONÇA, BIOLOGIA V.1, PÁG.106).	Ecologia	L4

183	[...] As adaptações morfológicas ((gavinhas, brácteas, folhas de plantas carnívoras)) especiais permitem às folhas desempenhar novas funções. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.134).	Botânica	L3
184	[...] Com o corpo quase todo submerso, rãs, crocodilos e hipopótamos podem manter narinas e olhos alinhados com a superfície da água. Tal semelhança anatômica não indica parentesco evolutivo próximo, mas sugere que rãs, crocodilos e hipopótamos (...) descendam de ancestrais que ocuparam o mesmo tipo de hábitat e nichos ecológicos com a mesma similaridade. Submetidos às mesmas pressões de seleção natural, neles se desenvolveram características adaptativas semelhantes. Esse tipo de evolução é denominado adaptação convergente (ou convergência adaptativa). Outro exemplo refere-se à adaptação ao voo. Asas de insetos são projeções do exoesqueleto, desprovidas de estruturas esqueléticas internas. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 19).		L18
185	[...] À medida que a população de determinada espécie coloniza o ambiente, a seleção natural, atuando sobre as variações genéticas disponíveis, leva ao desenvolvimento de novas características. Em outras palavras, no processo adaptativo, as características dos indivíduos de uma população modificam-se gradativamente no decorrer do tempo, o que torna a população cada vez mais distinta da original. Esta transformação evolutiva de uma linhagem de seres vivos ao longo do tempo é o processo que se denomina anagênese (...), ou especiação filética. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 243).	Evolução	L11
186	[...] Uma população de seres vivos de qualquer espécie é constituída por um conjunto de indivíduos que explora o ambiente e se mantém por meio da reprodução. De acordo com a teoria evolucionista, entre os indivíduos de uma população biológica sempre há diferenças – morfológicas, bioquímicas ou comportamentais -, sendo que algumas favorecem a adaptação em determinado contexto e situação ambiental. Por meio da seleção natural, indivíduos dotados de características mais adaptativas tendem a aumentar em frequência na população. E esta, como um todo, adaptar-se cada vez melhor à situação vigente. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 243).	Evolução	L11
187	[...] De acordo com a teoria evolucionista, a semelhança de coloração é resultante de um processo de adaptação da falsa coral, cujos ancestrais provavelmente se beneficiavam por serem parecidos com as corais verdadeiras, com as quais conviviam, em outras palavras, falsas corais com padrão de coloração mais semelhante às corais verdadeiras eram beneficiadas com a seleção natural e sua frequência na população tendia a aumentar, geração após geração. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 233).	Evolução	L11
188	[...] 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, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 228).	Evolução	L11
189	[...] Outra idéia central do pensamento darwiniano é a seleção natural, segundo a qual os indivíduos de cada espécie mais bem adaptados ao ambiente sobrevivem e têm maior sucesso reprodutivo. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 215).	Evolução	L11
190	[...] Os indivíduos que sobrevivem e se reproduzem, a cada geração, são preferencialmente os que possuem determinadas características relacionadas à adaptação às condições ambientais (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 214).	Evolução	L11
191	[...] A genialidade de Darwin foi ter percebido que a natureza podia ter um papel de agente seletivo análogo ao dos agricultores e criadores de animais. Nas espécies selvagens, são 'selecionados' os indivíduos mais bem adaptados às condições ambientais reinantes. Eles tendem a deixar proporcionalmente mais descendentes, que contribuem significativamente para a formação de geração seguinte. Em linhas gerais, é este o conceito darwiniano de seleção natural (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 214).	Evolução	L11

192	[...] Adaptações – são características resultantes de um longo processo evolutivo que conferem vantagens a determinada espécie, permitindo sua sobrevivência e reprodução sob as condições de seu hábitat. Populações com maior capacidade de adaptação podem ocupar um espectro mais amplo de habitats que as outras. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 238)	Evolução	L21
193	[...] Na luta pela sobrevivência, os organismos de uma espécie que possuem características mais vantajosas para aquele ambiente específico conseguem se alimentar e se reproduzir com mais sucesso. Esse processo de seleção natural tende, ao longo de gerações, a favorecer a manutenção e o aprimoramento de características que conferem melhor desempenho ou ajuste, resultando na adaptação dos organismos ao meio. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 102).	Evolução	L21
194	[...] De acordo com a teoria darwinista, todos os seres vivos, incluindo-se a espécie humana, descendem de ancestrais comuns e teriam evoluído por seleção natural. Segundo esse princípio, os organismos com características mais vantajosas no ambiente em que se encontram teriam maiores possibilidades de sobreviver e de reproduzir-se. A prole desses organismos herdaria essas características vantajosas (adaptações). Esse processo se repetiria ao longo das gerações, podendo levar a melhor adaptação ou à formação de novas espécies. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 136).	Evolução	L27
195	[...] Mas é possível perceber que a natureza seleciona as formas mais bem adaptadas, favorecendo a sua sobrevivência, em detrimento das formas menos adaptadas, que tendem a perecer. Note que a natureza não cria formas para escolher; ela escolhe, seleciona, entre as formas existentes. Esse processo, proposto por Darwin, recebe o nome de seleção natural. (MENDONÇA, BIOLOGIA VOL.3, PÁG. 259).	Evolução	L6
196	[...] Adaptação é um processo complexo que tem como resultado a manutenção das formas que estejam em harmonia com o ambiente e, conseqüentemente, que permitam a sobrevivência do ser vivo e aumentem sua capacidade de gerar descendentes. O conceito evolutivo de adaptação envolve características relacionadas à sobrevivência e o sucesso reprodutivo do organismo que podem ser transmitidas de gerações em gerações, podendo ser definidas como características da espécie (MENDONÇA, BIOLOGIA VOL.3, PÁG. 257).	Evolução	L6
197	[...] Na seleção natural são favorecidas as características que aumentam as chances de um indivíduo alcançar a idade reprodutiva, levando-o indiretamente ao sucesso reprodutivo. Esse sucesso pode ser o resultado de vários tipos de adaptação. Algumas aumentam a chance de o organismo conseguir comida (maior velocidade, dentes mais fortes, etc.) outras, como camuflagem, o ajudam a se defender dos predadores ou a sobreviver às condições físicas do ambiente (proteção contra o frio, contra a perda de água etc.). Com essas adaptações, cresce a chance de sobrevivência do indivíduo e aumentam suas oportunidades de chegar a idade adulta. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG.)	Evolução	L15
198	[...] Com a teoria da evolução procuramos explicar como todas essas espécies surgiram na Terra; como elas podem se transformar ao longo do tempo e originar outras espécies; a razão de suas semelhanças e diferenças; e por que os seres vivos possuem adaptações que os ajudam a sobreviver e a se reproduzir neste ambiente. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 108).	Evolução	L15
199	[...] Os trilobitas tinham características típicas do filo dos artrópodes, que se provaram extremamente adaptativas, graças às quais ocuparam quase todos os nichos ecológicos disponíveis no planeta. Os zoólogos têm uma explicação geral para esse sucesso biológico: a cutícula que envolve todo o corpo, chamada exoesqueleto. (BIZZO, NOVAS BASES DA BIOLOGIA – BIODIVERSIDADE VOL. 2, PÁG. 109).	Zoologia	L23
200	[...] Os seres vivos são fruto do processo evolutivo, que ocorre desde o aparecimento da vida na Terra. Cada espécie tem suas peculiaridades, suas adaptações ao meio, que lhes conferem maiores chances de sobrevivência e de deixar descendentes. (LOPES & ROSSO, BIO VOL.2, PÁG.270).	Evolução	L2

201	[...] Ao contrário da seleção natural que é um processo não aleatório de seleção de indivíduos com base na adaptabilidade a uma condição ambiental, a deriva genética é um processo totalmente ao acaso. (LOPES & ROSSO, BIO VOL.2, PÁG.295).	Evolução	L2
202	[...] Organismos portadores de variações favoráveis em um determinado ambiente são mais bem adaptados e têm maior chance de sobreviver e gerar descendentes, transmitindo suas características para as gerações seguintes. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERDIDADE VOL. 1, PÁG.32).	Introdução à Biologia	L16
203	[...] As mudanças lentas e graduais decorrentes do acúmulo de variações adaptativas dentro das espécies constitui a microevolução, que pode ser exemplificada por diversos casos bem estudados. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 308).	Evolução	L18
204	[...] Como no caso dos jabutis, a diversificação da espécie original de pássaro resultou da adaptação às condições particulares das diferentes ilhas do arquipélago; e foi essa diversificação que levou à formação de novas espécies. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 212).	Evolução	L11
205	[...] A resposta encontrada por Darwin e que constituiu na base de sua teoria de evolução foi ‘descendência com modificação’. Ele concluiu, entre outras coisas, que a semelhança entre a flora e a fauna de ilhas vizinhas deve-se ao fato de elas terem se originado das mesmas espécies ancestrais, provenientes de continentes próximos. Em cada uma das ilhas, as populações colonizadoras sofreram adaptações específicas ao longo das gerações, dando origem a diferentes variedades ou espécies. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 212).	Evolução	L11
206	[...] A presença de órgãos homólogos em diferentes espécies constitui evidência de que essas espécies evoluíram a partir de um ancestral comum, ou seja, de que houve divergência evolutiva, também chamada de radiação adaptativa. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 141).	Evolução	L27
207	[...] O caso dos “tentilhões de Darwin”, como ficaram conhecidas essas aves, em que diferentes espécies se diversificam a partir de um ancestral comum, é um exemplo de irradiação adaptativa ou divergência evolutiva... a irradiação adaptativa apresenta-se como situação oposta à que observamos na evolução convergente. (MENDONÇA, BIOLOGIA VOL.3, PÁG. 263).	Evolução	L6
208	[...] Estudos genéticos indicam que a linhagem dos primatas divergiu da dos outros mamíferos por volta de 85Ma. No entanto, os mais antigos fósseis conhecidos de primatas, classificados no gênero <i>Plesiadapis</i> , têm entre 55milhões e 58 milhões de anos de idade. Eram animais que habitavam florestas da Europa e da América do Norte e, provavelmente, também da África. Na época, ocorria grande diversificação das plantas frutíferas - as angiospermas – e os primeiros primatas logo se adaptaram à vida nas florestas tropicais em expansão, habitando a copa das árvores e suplementando sua dieta insetívora com frutas e folhas” (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 285).	Evolução Humana	L11
209	[...] É o caso também dos inúmeros fósseis intermediários entre baleias e mamíferos terrestres que mostram um progressiva adaptação ao ambiente aquático. (LINHARES & GEWANDZENAJDEN, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 157).	Evolução	L13
210	[...] O processo pelo qual uma espécie se espalha por vários ambientes e origina um número grande de espécies é chamado irradiação adaptativa. (LINHARES & GEWANDZENAJDEN, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 148).	Evolução	L13
211	[...] Hoje sabemos, por exemplo, que as baleias, mamíferos aquáticos surgiram de lenta evolução de mamíferos terrestres (...) num processo que levou cerca de dez milhões de anos (como veremos no capítulo 12, há várias evidências fósseis desse processo, revelando uma progressiva adaptação ao ambiente aquático dos ancestrais das baleias às espécies atuais). (LINHARES & GEWANDZENAJDEN, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 118).	Evolução	L13
212	[...] Ao longo do tempo, essas espécies ((de tentilhões)), teriam se diversificado e se adaptado às condições do ambiente. Por exemplo, o formato do bico estaria adaptado ao tipo de alimentação disponível no local ocupado por elas. (LINHARES & GEWANDZENAJDEN, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 116).	Evolução	L13

213	[...] Logo após o grande evento de extinções que configurou o fim do Cretácio, teve início uma era mais fria, na qual os mamíferos se diversificaram muito, em especial os placentários (eutérios). Essa grande diversificação configurou uma irradiação adaptativa e levou os mamíferos a ocuparem nichos ecológicos que tinham sido desocupados com as extinções. (BIZZO, NOVAS BASES DA BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 196).	Evolução	L24
214	[...] Na história evolutiva das plantas, supõe-se que seu papel principal tenha sido a proteção das sementes. Adaptações posteriores conferiram ao fruto a capacidade de ajudar a disseminar as sementes, fazendo-as chegar a lugares distantes da planta mãe. Desse modo, as novas plantas não concorrem com a genitora nem com as irmãs, e podem espalhar-se e colonizar novos ambientes, aumentando as chances de sobrevivência da espécie. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.3, PÁG. 97).	Botânica	L12
215	[...] As diferentes funções desempenhadas por órgãos homólogos são explicadas pela diversificação das espécies ao longo da evolução. Essa diversificação, denominada divergência evolutiva, é resultante da adaptação de cada espécie a modos de vida diferente. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.3, PÁG. 17).	Zoologia	L12
216	[...] A adaptação a esses hábitos alimentares está ligada a uma variedade de modificações na região oral: espinhos, abas, dentes, mandíbulas e outras estruturas. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.2, PÁG. 162).	Zoologia	L26
217	[...] A diversificação de formas, originadas a partir de uma única espécie, chama-se irradiação adaptativa. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 219).	Evolução	L9
218	[...] A adaptação é o ajuste de uma espécie ao ambiente, possibilitada por um conjunto de características que permitem a sobrevivência e a reprodução. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 306).	Evolução	L18
219	[...] As mutações gênicas, a segregação independente dos cromossomos homólogos e a permutações aumentam a variabilidade genética. Por outro lado, a seleção natural tende a diminuí-la, pois reduz a frequência de alelos que não favorecem a adaptação. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 290).	Evolução	L18
220	[...] As mutações acrescentam novos alelos ao pool gênico das espécies; a segregação independente e as permutações os recombinam, aumentando a variabilidade genética. Agindo sobre a diversidade, a seleção natural tende a eliminar as formas não adaptativas, diminuindo a variabilidade e 'direcionando' a evolução. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 290).	Evolução	L18
221	[...] Do ponto de vista adaptativo, as mutações podem ser prejudiciais, indiferentes ou benéficas. (...) Mutações desfavoráveis são eliminadas pela seleção natural; mutações favoráveis podem ser selecionadas e transmitidas às gerações seguintes. (...) Entre os indivíduos de cada espécie, há uma nítida taxa diferencial de reprodução. Os indivíduos adaptados têm maior probabilidade de se reproduzir e de transmitir suas características para as futuras gerações. Portanto, mesmo sendo raras, as mutações benéficas contribuem para a história evolutiva das espécies. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 283).	Evolução	L18
222	[...] De acordo com a teoria evolucionista, o processo de diversificação da vida, que vem acontecendo até hoje em decorrência da adaptação aos diferentes ambientes de um planeta em constante transformação, originou as diversas espécies de seres vivos, tanto as já extintas como as atuais. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 243).	Evolução	L11
223	[...] No período Siluriano apareceram os primeiros peixes cartilagosos com mandíbulas e dentes. Essas adaptações tornaram a captura de alimento mais eficiente, o que deve ter sido crucial para a diversificação dos peixes. A partir das algas verdes, evoluíram as primeiras plantas com adaptações para viver fora da água, algo que marcou a conquista do ambiente terrestre pelos seres vivos. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 137).		L21

224	[...] Com o passar das gerações, mutações e recombinações genéticas e o efeito da deriva genética podem produzir variações diversas em cada uma das populações. Além disso, o ambiente de cada lado do rio não será exatamente igual e, por força da seleção natural, cada uma das novas gerações deverá se adaptar às condições ambientais locais. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 161).	Evolução	L27
225	[...] As mutações e seleção natural agem sobre estruturas herdadas de ancestrais, o que limita o potencial de adaptações que podem ser selecionadas em determinado ambiente. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 133).	Evolução	L15
226	[...] Como a população está normalmente bem adaptada ao seu ambiente, é mais provável que uma mutação seja neutra (sem vantagens adaptativas aparentes) ou provoque o surgimento de características desvantajosas. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 127).	Evolução	L15
227	[...] Finalmente, embora mutações alterem a sequência de bases do DNA, é importante destacar que elas não são dirigidas pelo ambiente. Isso significa que, em ambientes mais frios, por exemplo, não há maior probabilidade de surgir uma mutação que torne o indivíduo mais adaptado ao frio do que mutações que o tornem menos adaptado, ou que sejam neutras em relação a esse fator ambiental. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 112).	Evolução	L15
228	[...] Muitas evidências indicam que as plantas originaram-se de organismos semelhantes às atuais algas verdes, nas quais mutações levaram ao surgimento de estruturas que, submetidas à pressão da seleção natural, permitiram a adaptação ao ambiente terrestre. (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 242).	Botânica	L17
229	[...] De acordo com as mais aceitas teorias evolucionistas, os diversos tipos de organismos originaram-se de ancestrais comuns, e a adaptação a diferentes ambientes moldou suas atuais características (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 18).		L17
230	[...] Durante esse longo intervalo de tempo, ocorreram várias ondas migratórias, bem como movimentos de retorno à África. Consequentemente, entre as diversas populações humanas – cujas diferenças refletem a adaptação a diferentes condições ambientais – nunca chegou a consolidar um completo isolamento geográfico. (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 15).		L17
231	[...] A reprodução sexuada requer o encontro de gametas. Em termos adaptativos, por que há, nos humanos e em muitos animais, diferenças morfológicas entre os sexos (masculino e feminino) e fecundação interna? (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 26).	Embriologia (transformações do ser humano)	L19
232	[...] Enquanto a seleção natural leva a uma adaptação do organismo ao meio em que vive, aumentando sua chance de sobrevivência, a seleção sexual relaciona-se com a adaptação do organismo às suas necessidades de obter um parceiro, garantindo sua reprodução. (LOPES & ROSSO, BIO VOL.2, PÁG.290).	Evolução	L2
233	[...] As mutações não ocorrem para adaptar o indivíduo ao ambiente: elas ocorrem ao acaso e, por seleção natural, são mantidas enquanto adaptativas (seleção positiva) ou eliminadas em caso contrário (seleção negativa). (LOPES & ROSSO, BIO VOL.2, PÁG.292).	Evolução	L2
234	[...] É consenso que certas características da jararaca-ilhoa, com o seu veneno e seus hábitos, teriam surgido como resposta adaptativa às condições ambientais da ilha. (LOPES & ROSSO, BIO VOL.2, PÁG.308).	Ecologia	L2
235	[...] As espécies evoluem e isso não ocorre de forma rápida, mas como resultado de alterações genéticas (mutações) e da seleção de características adaptativas que surgem ao longo do tempo. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 1, PÁG.112).	Citologia	L16
236	[...] Firmava-se a noção de que os seres vivos evoluíam, adaptando-se contínua e dinâmica ao meio. Essa hipótese é conhecida como evolucionismo. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 302).	Evolução	L18

237	[...] A vida na copa das árvores influenciou fortemente a evolução dos primatas, sobretudo por proporcionar proteção contra os carnívoros predadores que viviam no solo. A vida arborícola, entretanto, exigiu que os primatas se adaptassem a uma dieta essencialmente herbívora, constituída principalmente de folhas, frutos e sementes, e desenvolvessem habilidades de se agarrar eficientemente aos galhos, locomovendo-se com segurança na copa das árvores. Demandou também reduzir o número de filhotes para um ou dois por gestação. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 288).	Evolução Humana	L11
238	[...] O desenvolvimento sustentável é um conceito que surgiu para remediar os efeitos negativos do desenvolvimento humano e possibilitar sua existência. Podemos entendê-la da seguinte forma: sustentabilidade - nesse contexto, é a capacidade de durar, de dar continuidade, de manter a capacidade adaptativa dos ecossistemas, sua diversidade e sua funcionalidade ao longo do tempo. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 270)	Ecologia	L21
239	[...] Lamarck interpretava a evolução como um processo de aumento de complexidade e de perfeição, visando à progressiva adaptação ao meio. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 98)	Evolução	L21
240	[...] As asas das aves não se originaram de um ancestral comum entre aves e insetos. Nesse caso, esses dois grupos adaptam-se de forma semelhante ao mesmo tipo de ambiente. Esse fenômeno é chamado convergência evolutiva (ou adaptativa) ou evolução convergente. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 159).	Evolução	L15
241	[...] Ocasionalmente, alguns descendentes desse grupo (tentilhões) migraram para outras ilhas do arquipélago. Em cada ilha a população se adaptou a um tipo de comida disponível. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 148).	Evolução	L15
242	[...] Diferentes populações, isoladas em lagos que nunca se comunicaram, desenvolveram as mesmas adaptações novas, ou seja perda de placas dérmicas e espinhos pélvicos (...) embora peixes de lagos diferentes se pareçam muito, desenvolveram as inovações de maneira independente. Esse é um exemplo de <i>convergência adaptativa</i> (BIZZO, NOVAS BASES DA BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 194).	Evlução	L24
243	[...] Em muitos estoques constituídos nos anos 1960, após uso de vinte anos de DDT, as moscas coletadas eram resistentes ao inseticida, mostrando como a espécie se adaptou novamente (BIZZO, NOVAS BASES DA BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 184).	Evolução	L24
244	[...] Os protozoários são os representantes heterótrofos dos protistas. Em sua maioria, vivem na água; entretanto, muitas espécies adaptaram-se à vida parasitária e, no corpo de outros seres vivos, encontram condições adequadas à sobrevivência e à reprodução. (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 58).	Zoologia	L17
245	[...] No segundo e último item, o objetivo é traçar um panorama geral das soluções adaptativas desenvolvidas pelos grupos animais para diferentes necessidades básicas. Entre elas, como foram solucionados os problemas da digestão de alimentos, da distribuição de alimento pelo corpo, da respiração e da eliminação de excretas. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.3, PÁG. 135).	Zoologia	L12
246	[...] As plantas angiospermas desenvolveram diversas adaptações à polinização. As flores das plantas polinizadas pelo vento, como as gramíneas, por exemplo, são pequenas e discretas, sem nenhum tipo de atrativo para os animais. Produzem grande quantidade de pólen e têm estigmas desenvolvidos, o que aumenta as chances da polinização ocorrer.” (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.3, PÁG. 94).	Botânica	L12
247	[...] Ao longo de sua evolução, elas (plantas) desenvolveram diversas adaptações à vida em terra firme, tais como: mecanismos eficientes de absorção de água e de sais minerais do solo; capacidade de distribuir água e nutrientes pelo corpo vegetal; proteção contra a perda de água por evaporação; entre outras. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.3, PÁG. 73).	Botânica	L12

248	Esse grupo de plantas (angiospermas) desenvolveu diversas adaptações que aumentaram o sucesso reprodutivo dos indivíduos (...) a manutenção da semente como forma de dispersão aliou-se a uma série de modificações que tornaram a fecundação um evento muito mais freqüente e previsível (BIZZO. NOVAS BASES DA BIOLOGIA. VOL. 2, PÁG. 275)	Botânica	L12
249	[...] 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, BIO VOL.2, PÁG.290).	Evolução	L2
250	[...] Em contraposição, as espécies que se adaptam à vida em ambiente aberto, ensolarado, com alta disponibilidade de luz, são heliófilas (do grego <i>hélíos</i> , sol) ou plantas “de sol”. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 299).	Botânica	L8
251	[...] Analisando-se o crescimento de uma população, notam-se quatro fases distintas: (1) fase de adaptação da população às condições do ambiente; (2) fase de crescimento rápido: já adaptada, a população apresenta crescimento exponencial. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 54).	Ecologia	L18
252	[...] Alguns (animais), entretanto, têm um tipo de simetria na fase embrionária, e outro, na fase adulta, caso em que a mudança está geralmente associada a adaptações dos adultos a modos de vida especiais. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.181).	Zoologia	L3
253	[...] Um grande desafio dos australoptecos era encontrar alimento na savana, mais árida que as florestas tropicais. Isso levou à seleção de um conjunto de adaptações em sua dentição que passou a permitir a mastigação de alimentos vegetais duros, como sementes e raízes. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 293).	Evolução Humana	L2
254	[...] Gradativamente, no processo de evolução, foram selecionados os indivíduos com características mais adaptadas ao meio aéreo; suas nadadeiras evoluíram, dando origem a membros semelhantes a pernas. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 259).	Evolução	L2
255	[...] Acredita-se que os peixes que apresentavam nadadeiras lobuladas podiam apoiar-se no solo com essas nadadeiras e caminhar pelo fundo dos rios e lagos. Essa possibilidade teria permitido que realizassem incursões em terra firme, obtendo alimento e maior aquecimento solar (o que aumentou a atividade metabólica). Gradativamente, no processo evolutivo, foram selecionados os indivíduos com essas modificações mais adaptativas em terra firme e suas nadadeiras evoluíram dando origem às pernas. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 138)	Evolução	L21
256	[...] A seleção natural atua de acordo com o ambiente em que cada grupo se encontra, conduzindo-os a adaptações distintas. Os organismos desses grupos (indivíduos isolados de uma espécie), podem se tornar incompatíveis para o cruzamento; então se diz que estão em isolamento reprodutivo, e eles constituem duas espécies diferentes. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 131)	Evolução	L21
257	[...] Durante o processo de evolução, a seleção atua sobre a variabilidade existente nas populações, favorecendo os indivíduos que, em relação ao restante da população, apresentam características hereditárias mais vantajosas num ambiente. Esses indivíduos têm muitas chances de sobreviver e de se reproduzir com sucesso, deixando um número maior de descendentes ao longo das gerações. Isso significa que são selecionados os organismos mais adaptados ao longo do contexto ecológico em que vivem, o que inclui desde adaptações aos aspectos físicos do ambiente, como clima e altitude, até adaptações relacionadas ao comportamento e às relações desses organismos entre si e com seres de outras espécies. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 144).	Evolução	L27
258	[...] Com diferentes pressões de seleção natural , cada ambiente passa a selecionar diferentes variações em cada grupo. Os organismos portadores de variações favoráveis podem sobreviver e originar descendentes, que poderão constituir espécies diferentes , adaptadas aos ambientes em que se desenvolvem. Mesmo assim, os indivíduos pertencentes às novas espécies continuarão a exibir aspectos semelhantes, em razão da ancestralidade comum . (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 20).		L17

259	Apresentam corpo adaptado ao salto, com membros posteriores mais alongados que os anteriores e empregados para impulsionar o animal. O corpo é compacto, coluna vertebral curta e rígida; as vértebras estão ligadas de modo a restringir movimentos laterais. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.247).	Zoologia	L3
260	[...] Os siris diferenciam-se dos caranguejos por apresentarem cefalotórax achatado, geralmente amplo, e o último par de pernas com extremidade achatada, em remo, adaptado ao nado. Já os caranguejos possuem cefalotórax mais robusto e o último par de pernas semelhante aos demais, sem adaptação para nadar. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.219).	Zoologia	L3
261	[...] As borboletas (...) pertencem ao único grupo de invertebrados que apresenta adaptações ao voo: o dos insetos. Uma dessas características adaptativas é a presença de asas. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.214).	Zoologia	L3
262	[...] As plantas terrestres apresentam folhas com superfície ampla, adaptada à melhor captação da luz e eficiente na obtenção do CO ₂ do ar atmosférico, importantes para a realização da fotossíntese. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.144).	Botânica	L3
263	[...] Neste capítulo, estudaremos a fisiologia das angiospermas discutindo alguns dos principais mecanismos responsáveis por manter as plantas vivas e adaptadas ao meio. Primeiro trataremos de nutrição vegetal e depois abordaremos alguns aspectos do crescimento e do desenvolvimento (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.144).	Botânica	L3
264	[...] A proteção oferecida pelos frutos favoreceu tanto a dispersão das sementes que as angiospermas se tornaram as plantas mais abundantes em número de espécies. Elas ocorrem em ampla diversidade de habitats, existindo desde espécies aquáticas, inclusive marinhas, até espécies adaptadas a ambientes áridos, como os cactos. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.111).	Botânica	L3
265	[...] Nos artrópodes que efetuam trocas gasosas na água, as estruturas respiratórias são as brânquias. Nos que realizam trocas gasosas com o ar, podem ser de dois tipos: traquéias – estruturas adaptadas à respiração aérea. São invaginações muito ramificadas da parede externa do corpo e que terminam próximo às células; as trocas gasosas ocorrem diretamente entre as células e as traquéias, e o sangue não transporta gases respiratórios. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.282).	Zoologia	L3
266	[...] Na passagem evolutiva das algas verdes para as plantas terrestres, surgiram algumas características que se mantiveram por seleção natural, pois revelaram muito adaptativas à vida no ambiente terrestre, possibilitando a expansão das plantas nesse ambiente. Duas dessas características são: camada de células estéreis envolvendo e protegendo os arquegônios (estruturas formadoras de gametas) (...) e retenção do zigoto e dos estágios iniciais de desenvolvimento dentro do arquegônio, conferindo grande proteção ao embrião. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.95).	Botânica	L3
267	[...] O ambiente atua sobre a diversidade intraespecífica, selecionando os mais adaptados, que sobrevivem e se reproduzem. Esse processo é chamado de seleção natural. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 305).	Evolução	L18
268	[...] No futuro, se as pressões da seleção natural não mudarem, a espécie não terá diversidade genética suficiente para gerar indivíduos adaptados às novas exigências ambientais e poderá se extinguir. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 299).	Evolução	L18
269	[...] Essas áreas, também chamadas campos, caracterizam-se pelo predomínio de plantas herbáceas. Dividem-se em subtipos, como as estepes (constituídas por gramíneas adaptadas a pouca umidade) e as savanas (onde se misturam gramíneas, arbustos esparsos e árvores de pequeno porte). (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 89).	Ecologia	L18
270	[...] Algumas colônias, como as de corais, são constituídas por muitos indivíduos com mesma forma e sem divisão de trabalho, ou seja, cada indivíduo executa as atividades necessárias à própria sobrevivência e reprodução. Em outras colônias, há divisão de trabalho e os indivíduos exibem formas diferentes, adaptadas à realização de funções específicas. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 35).	Ecologia	L18

271	[...] Os seres vivos são influenciados por fatores externos, como luz, alimento, espaço, água, espaço, temperatura, radiações e presença de outros organismos. Há um limite de tolerância, pois cada organismo está adaptado às condições ambientais dentro de certos limites de variação. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 3, PÁG. 18).	Ecologia	L18
272	[...] O rosto dos neandertalenses tinha feições rústicas, com pregas supraorbitais proeminentes e maxilares salientes. As características físicas tais como nariz grande, corpo e membros curtos e compactos, indicam adaptação ao clima frio da Europa, na época em que viveram. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 297).	Evolução Humana	L11
273	[...] Entre 1991 e 1993, foram descobertos em Afar, na Etiópia, fósseis com 4,4 milhões de anos descritos como <i>Ardipithecus ramidus</i> . Esse animal tinha tamanho aproximado ao de um chimpanzé, dentição do tipo humano, crânio pequeno e pernas compatíveis com a postura bípede, apesar de o dedão do pé ser oponível e, portanto, adaptado para agarrar e subir em árvores. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 291).	Evolução Humana	L11
274	[...] Como estão relativamente isoladas e adaptadas a ambientes particulares, as subespécies tendem a manter e a acentuar sua identidade. Acredita-se que a formação de subespécies representa uma etapa de transição na origem de novas espécies biológicas. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 246).	Evolução	L11
275	[...] Por outro lado, há estruturas corporais presentes em diferentes espécies que desempenham funções semelhantes, mas têm origens embrionárias totalmente distintas. Tais estruturas são determinadas órgãos análogos. É o caso, por exemplo, das asas de aves e de insetos; ambas são adaptadas ao voo, mas têm origens embrionárias completamente diversas: nas aves, as asas são estruturas dotadas de ossos e músculos, enquanto nos insetos elas são expansões da epiderme corporal; os músculos de voo dos insetos estão dentro do tórax. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 222).	Evolução	L11
276	[...] Pesquisas em diferentes áreas da biologia continuam a fornecer evidências em favor da evolução biológica. Entre as principais, destacam-se: o documento fóssil; as semelhanças embrionárias, anatômica, fisiológicas e genéticas entre as espécies; a adaptação dos seres vivos a seus ambientes. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.2, PÁG. 222).	Evolução	L11
277	[...] As restingas recebem influência direta do mar: a ocorrência de solos arenosos e sal no ambiente determinam a presença de vegetação adaptada a essas condições. As plantas possuem, por exemplo, mecanismo de excreção do excesso de sal, como também folhas pequenas, com cutícula espessa ou capazes de armazenar água como adaptações à escassez de água do solo arenoso. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 198)	Ecologia	L21
278	[...] Provavelmente, esses seres humanos não caçavam, mas conseguiam consumir carne de carniças recém-abatidas por outros predadores que encontravam na savana, e as lascas serviam para ajudar a cortar os pedaços de carne ainda presos aos ossos. Isso se reflete em sua dentição, com molares menores e adaptados ao consumo de carne. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 164)	Evolução Humana	L21
279	[...] As principais características que distinguem os primatas dos demais mamíferos, e que os seres humanos também apresentam, são: mãos e pés adaptados para agarrar, com cinco dígitos e polegares oponíveis (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 156)	Evolução Humana	L21
280	[...] Figura ilustrando um crânio de <i>Smilodon populator</i> , extinto. “Caninos adaptados ao corte do pescoço das presas, rasgando suas veias com um ataque rápido, e muito especializado. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL. 3, PÁG. 147)	Evolução Humana	L21
281	[...] A ocorrência dos biomas está relacionada ao fato de que nenhum ser vivo está adaptado a todas as variações ambientais encontradas na biosfera. (MENDONÇA, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 251).	Ecologia	L5
282	[...] As árvores predominantes são as coníferas, adaptadas a solos pobres em nutrientes. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 251).	Ecologia	L15

283	[...] As espécies que vivem sob a copa das árvores amazônicas não sobreviveriam nessa nova paisagem, pois não estão adaptadas às condições ambientais encontradas nessa fisionomia. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 248).	Ecologia	L27
284	[...] Os solos mais adequados para as plantas são aqueles compostos por partículas de vários tamanhos e ricos em matéria orgânica parcialmente decomposta, denominada húmus. No entanto, solos menos favoráveis – arenosos demais ou argilosos demais – são ocupados por plantas adaptadas a esses tipos de ambiente. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 239).	Ecologia	L27
285	[...] Bioma é uma área com características físicas (como clima, umidade, etc) relativamente homogêneas, onde a fauna e a flora são típicas, adaptadas a essas características. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 199).	Ecologia	L27
286	[...] A existência de órgãos análogos é evidência de que a seleção natural, por caminhos muito diferentes, pode levar ao surgimento de um mesmo tipo de solução adaptativa; ou seja, de que houve convergência evolutiva. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 142).	Evolução	L27
287	[...] No entanto, apesar de terem a mesma origem, suas funções são bem diferentes: nas aves e nos morcegos, as asas são adaptadas ao voo; nos golfinhos, à locomoção, e no ser humano, às inúmeras atividades que fazemos com os braços. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.3, PÁG. 141).	Evolução	L27
288	[...] A diminuição da oferta de alimento implica redução da população de predadores, na qual ocorrem mortes, especialmente dos indivíduos menos adaptados. (MENDONÇA, BIOLOGIA VOL.3, PÁG. 264).	Evolução	L6
289	[...] A vegetação está adaptada ao clima seco, com plantas xerófitas. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 260).	Ecologia	L15
290	[...] A biosfera pode ser dividida em biomas (...), grandes comunidades adaptadas a condições ecológicas específicas e caracterizadas, principalmente, pelo tipo de vegetação dominante. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 251).	Ecologia	L15
291	[...] Outra forma de enunciá-lo (o princípio da exclusão competitiva) é: duas espécies não podem conviver no mesmo hábitat e com o mesmo nicho indefinidamente, pois a competição será tão grande que apenas uma – a mais adaptada – sobreviverá. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 236).	Ecologia	L15
292	[...] O Período Permiano (...), frio e seco, favoreceu o domínio dos répteis, os primeiros vertebrados a resistirem a climas secos. Essa adaptação se deve ao fato de seus pulmões serem bem desenvolvidos, com dobras que aumentam a superfície de contato com o oxigênio. Além disso, sua pele tem uma cobertura impermeável, que diminui a perda de água. A fecundação é interna e o ovo, provido de casca, fornece proteção, suporte e alimento ao embrião. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 169).		L15
293	[...] Essas aves (os tentilhões) são muito semelhantes entre si e diferem principalmente no tipo de bico, que é adaptado ao tipo de alimentação. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 148).	Evolução	L15
294	[...] Ao longo prazo, a reprodução sexuada contribui para que as espécies se espalhem por diversos tipos de ambiente: um indivíduo menos adaptado a determinado ambiente pode ser mais adaptado a outro. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 128).	Evolução	L15
295	[...] Para Darwin, então, pelo lento e constante processo de seleção ao longo das gerações, as espécies podem diversificar-se e tornar-se adaptadas ao ambiente em que vivem. (LINHARES & GEWANDZENAJDER, BIOLOGIA HOJE VOL.3, PÁG. 117).	Evolução	L15
296	[...] Os fungos que formam zoósporos estão adaptados a viver em ambientes aquáticos, como oceanos, rios e lagos. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.165).	Zoologia	L3
297	[...] Neste capítulo, estudaremos a fisiologia das angiospermas discutindo alguns principais mecanismos responsáveis por manter essas plantas vivas e adaptadas ao meio. Primeiro trataremos de nutrição vegetal e depois abordaremos alguns aspectos do crescimento e do desenvolvimento. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG. 144)	Botânica	L3

298	[...] As briófitas ocorrem preferencialmente em ambientes úmidos e abrigados da luz direta, pois não têm estruturas adaptadas para evitar a transpiração intensa. (LOPES E ROSSO, BIO VOL.3, PÁG.98).	Botânica	L3
299	[...] As folhas estão adaptadas a captar luz e, mesmo com quantidade relativamente pequena de tecido, expõem grande superfície à energia luminosa, convertida em energia química pela fotossíntese. (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 265).	Botânica	L17
300	[...] A maioria dos anfíbios adultos não tem brânquias, absorve sais pela superfície do corpo e não está adaptada à vida marinha (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 140).	Zoologia	L17
301	[...] O alimento ingerido pela minhoca é constituído de uma mistura de matéria orgânica do solo, restos de animais e de plantas em decomposição, partículas de areia e argila. A separação de todo esse material requer um sistema digestório adaptado, em que se nota a presença de papo, local de armazenamento temporário de alimentos, e da moela, responsável pela trituração. (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 94).	Zoologia	L17
302	[...] As doenças parasitárias habitualmente não são muito agressivas, uma vez que a seleção natural tende a eliminar os parasitas mais letais. Assim, um parasita adaptado é aquele que se beneficia da associação com o hospedeiro, mas cuja lesão não lhe provoca a morte de curto prazo. (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 67).	Zoologia	L17
303	[...] Presentes na biosfera ainda hoje, adaptados a seus habitats e nichos ecológicos, esses organismos desempenham papéis ecológicos fundamentais. Cianobactérias e bactérias são procariontes unicelulares. (...) Sem elas, a vida estaria extinta, exaurida de compostos orgânicos e soterrada nos próprios resíduos. (FAVORETTO, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 36).	Zoologia	L17
304	[...] Nos insetos, artrópodes adaptados à vida em terra firme, as trocas gasosas como o ambiente são realizadas por um sistema de tubos com reforços espiralados nas paredes, as traquéias. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.3, PÁG. 17).	Zoologia	L12
305	[...] Plantas adaptadas a regiões secas podem apresentar uma epiderme representada por várias camadas de células, que conferem mais proteção contra a perda de água.” (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.3, PÁG. 108).	Botânica	L12
306	[...] A maioria das espécies atuais de gimnosperma é composta por coníferas, das quais são conhecidas pouco mais de 600 espécies, exemplificadas pelos pinheiros e ciprestes. Adaptadas ao frio e a grandes altitudes, as coníferas habitam principalmente vastas regiões ao norte da América do Norte e da Eurásia, onde formam extensas florestas. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.3, PÁG. 81).	Botânica	L12
307	[...] A evolução desses seres (plantas) e sua expansão pelos ambientes de terra firme criariam condições para a ocupação e evolução de animais adaptados à vida fora d’água (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO VOL.3, PÁG. 72).	Botânica	L12
308	[...] Aproximadamente 25 mil espécies de peixe já foram descritas. Elas são muito diversas e adaptadas a viver em ambientes de água doce, salgada e salobra ao redor do mundo. Uma de suas adaptações mais importantes está relacionada à grande diversidade de hábitos alimentares: existem peixes que são predadores vorazes, assim como há parasitas, herbívoros e filtradores de plâncton(...) com essas adaptações, é fácil entender por que esses vertebrados dominam atualmente os ambientes aquáticos do planeta (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 171)	Zoologia	L20
309	[...] As plantas são adaptadas ao ambiente em que são encontradas. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 105)	Botânica	L20
310	[...] Plantas que apresentam características que possibilitam a sobrevivência em determinados ambientes, que podem ser, por exemplo, morfológicas e fisiológicas, são consideradas adaptadas. (BROCKELMANN, CONEXÕES COM A BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 105).	Botânica	L20
311	[...] A estrutura e a fisiologia das aves estão adaptadas à capacidade de voar. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.2, PÁG.231).	Zoologia	L26

312	[...] Cada grupo tem características próprias. Os peixes estão adaptados ao ambiente aquático, e de modo geral, não sobrevivem fora dele. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.2, PÁG.204).	Zoologia	L26
313	[...] Não têm tubo digestório (acredita-se que isso seja uma adaptação extrema ao modo de vida parasitário: vivendo no interior do intestino dos vertebrados, os cestódeos absorvem todos os nutrientes já digeridos pelo hospedeiro). (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.2, PÁG.160).	Zoologia	L26
314	[...] As plantas xerófitas, como os cactos e outras plantas da Caatinga, estão adaptadas a viver em locais com baixa disponibilidade de água. Essas plantas têm mecanismos que evitam a desidratação. A maioria delas apresenta folhas modificadas em espinhos ou com áreas reduzidas (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.2, PÁG.118).	Botânica	L26
315	[...] Os apêndices bucais estão modificados e adaptados aos vários tipos de alimentação dos vários grupos de insetos (LINHARES E GEWANDZENAJDER VOL.2, PÁG. 162).	Zoologia	L14
316	“No caso do caranguejo, suas pernas estão adaptadas apenas para andar, terminando em extremidade afiada, como uma unha.” (LINHARES E GEWANDZENAJDER VOL.2, PÁG. 166).	Zoologia	L14
317	[...] Os aracnídeos possuem um tubo digestório adaptado para sugar (LINHARES E GEWANDZENAJDER, VOL.2, PÁG. 201).	Zoologia	L14
318	[...] As longas pernas posteriores são adaptadas para o salto ou para a natação. (LINHARES E GEWANDZENAJDER VOL.2, PÁG. 210).	Zoologia	L14
319	[...] A carena é uma importante adaptação ao voo, pois facilita a penetração da ave na massa de ar. (MENDONÇA, BIOLOGIA VOL.2, PÁG.288).	Zoologia	L5
320	[...] Os artrópodes apresentam grande variedade de tipos de perna, adaptados a diferentes funções: pernas finas e compridas adaptadas a correr, curtas e robustas adaptadas a cavar, com extremidades achatadas adaptadas ao nado (MENDONÇA, BIOLOGIA VOL.2, PÁG.210).	Zoologia	L5
321	[...] Ele (Aristóteles) idealizou o princípio de que todos os organismos estão adaptados ao meio em que vivem. (OSORIO, O SER PROTAGONISTA VOL.1, PÁG. 17).	Introdução à Biologia	L25
322	[...] Xerófila (adaptada à seca), arbustos sensíveis ao congelamento e bosques. (MENDONÇA, BIOLOGIA V.1, PÁG.46).	Ecologia	L4
323	[...] No ambiente terrestre os ecossistemas sofrem influência principalmente de fatores climáticos, como temperatura do ar e quantidade de chuva (pluviosidade), o que determina as grandes formações vegetais e as comunidades animais adaptadas a essas condições. (MENDONÇA, BIOLOGIA V.1, PÁG.99).	Ecologia	L4
324	[...] Os músculos esqueléticos estão adaptados à realização de movimentos descontínuos, pois não estamos usando sempre os mesmos músculos e nem sempre com a mesma intensidade. Assim, as células musculares esqueléticas são solicitadas a entrar em ação de forma descontínua. Isso se deve a adaptações especiais que lhes possibilitam sair do repouso para o exercício de forma muito rápida. (LOPES & ROSSO, BIO VOL.2, PÁG.69).	Fisiologia	L2
325	[...] São ((fibras musculares brancas)) mais claras que as vermelhas por terem pouca mioglobina; pobres em mitocôndrias e estão adaptadas a contrações bruscas e potentes; obtêm energia para a contração quase exclusivamente por fermentação. (LOPES & ROSSO, BIO VOL.2, PÁG.70).	Fisiologia	L2
326	[...] O ictiossauro é um réptil fóssil que possui corpo adaptado ao nado, semelhante ao corpo dos atuais golfinhos. (LOPES & ROSSO, BIO VOL.2, PÁG. 275).	Evolução	L2
327	[...] Deve-se ressaltar que ele (Lamarck) foi o primeiro a falar em adaptação, mostrando que os seres vivos estão adaptados ao ambiente onde vivem. (LOPES & ROSSO, BIO VOL.2, PÁG.285).	Evolução	L2
328	[...] Por seleção natural, teriam surgido populações adaptadas a diferentes modos de vida, dando origem às diferentes espécies. (LOPES & ROSSO, BIO VOL.2, PÁG.288).	Evolução	L2
329	[...] Nos ecossistemas, cada espécie está adaptada a seu habitat, que é o local que ela ocupa na natureza e onde se desenvolve. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERSIDADE VOL. 1, PÁG.21).	Introdução à Biologia	L16

330	[...] As espécies atuais estão adaptadas às condições ambientais atuais e poderiam ser extintas se submetidas a outras condições. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERDIDADE VOL. 1, PÁG.29).	Introdução à Biologia	L16
331	[...] Em cada geração, a seleção natural seleciona formas de vida adaptadas, aptas a sobreviver e gerar descendentes também capazes de sobreviver. (FAVORETTO, UNIDADE E DIVERDIDADE VOL. 1, PÁG.210).		L16
332	[...] O cerrado (ou campo) brasileiro é um ecossistema com vegetação e fauna adaptadas a solos muito pobres, sujeitos a um clima tropical de verão chuvoso e inverno ameno e seco. (LOPES & ROSSO, BIO 1, PÁG.74).	Ecologia	L1
333	[...] Os zangões não têm vida longa pois não são adaptados à procura e capturação de alimentos, além de deixarem de ser alimentados pelas operárias após o vôo nupcial. (LOPES & ROSSO, BIO 1, PÁG.74).	Ecologia	L1
334	[...] De maneira geral, trata-se de uma mata muito densa ((Floresta Amazônica)), higrófila (adaptada à umidade excessiva). (CÉZAR SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 142).	Ecologia	L7
335	[...] A maioria das plantas dessa formação ((Cerrado)) está adaptada ao fogo, havendo inclusive várias espécies de plantas que só germinam após as queimadas. (CÉZAR SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 144).	Ecologia	L7
336	[...] A vegetação da Caatinga é formada por árvores baixas e arbustos retorcidos e cheios de espinhos, bem como inúmeras espécies de cactos e ervas rasteiras, todos adaptados ao clima quente e seco. (CÉZAR SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 145 – Ecologia).	Ecologia	L7
337	[...] Ao mesmo tempo, existem também aí muitas plantas adaptadas a condições mais amenas: são espécies latifoliadas (isto é, com folhas largas, adaptadas a regiões úmidas), como a erva mate, o cedro, a canela, a imbuia e outras que crescem à sombra das matas e pinhais. (CÉZAR SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 148).	Ecologia	L7
338	[...] Essa peculiar formação vegetal ((matas de várzeas de maré)) apresenta uma vegetação conhecida pelo nome de mangue, que está adaptada ao solo permanentemente encharcado pela água salgada ou salobra. (CÉZAR SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.1, PÁG. 151).	Ecologia	L7
339	[...] Entretanto, durante o desenvolvimento, os membros se modificam, mostrando-se adaptados a funções diversas. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL.2, PÁG. 15).	Classificação dos seres vivos	L8
340	[...] Muitas espécies desse último grupo ((Reino Monera)) são adaptados a condições ambientais severas, semelhantes a alguns ambientes da Terra primitiva. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 17).	Classificação dos seres vivos	L8
341	[...] A maioria dos animais tem simetria bilateral; eles estão bem adaptados à locomoção, mostrando nitidamente uma porção anterior e uma posterior do corpo. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA VOL. 2, PÁG. 51).	Zoologia	L8
342	[...] O grande grupo dos crustáceos compreende quase 70mil espécies, que demonstram ótima adaptação aos meios marinho e de água doce, embora algumas vivam bem até em terra úmida, caso dos tatuzinhos-de-jardim. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 88).	Zoologia	L8
343	[...] A respiração é feita por filotraquéias, órgãos adaptados à respiração no meio terrestre. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 90).	Zoologia	L8
344	[...] Os lacertílios, conhecidos popularmente como lagartos, são classificados em famílias bastante diversificadas, cujas espécies estão adaptadas aos mais diferentes meios. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 114).	Zoologia	L8
345	[...] As 9 mil espécies de aves existentes formam um grupo de anatomia bastante uniforme, revelando uma excepcional adaptação ao voo. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 122).	Zoologia	L8
346	[...] A diversidade de bicos das aves revela a adaptação à ingestão de grande variedade de alimentos. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG.123).	Zoologia	L8
347	[...] Os mamíferos apresentam uma dentição bastante especializada (...); os pré-molares e os molares adaptados à mastigação, trituração, esmagando o alimento. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 130).	Zoologia	L8

348	[...] Assim, uma folha com muito aerênquima e limbo de grande superfície deve estar adaptado à flutuação. Outra, com muito esclerênquima e parênquima aquífero, deve estar adaptada ao clima árido. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 268).	Botânica	L8
349	[...] Os caules modificados podem estar adaptados à proteção (espinhos da laranjeira), à fixação (gavinhas do chuchu e do maracujá), ao armazenamento de água e fotossíntese (cladódios de cactáceas), substituindo as folhas, neste caso reduzidas a espinhos ou ausentes. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA 2, PÁG. 270).	Botânica	L8
350	[...] O processo de sucessão leva ao estabelecimento de uma comunidade biológica relativamente estável e bem adaptada às condições locais. (AMABIS & MARTHO, BIOLOGIA EM CONTEXTO, VOL.1, PÁG. 127).	Ecologia	L10
351	[...] A família das crassuláceas reúne plantas com folhas carnosas, suculentas e ricas em substâncias de reserva, mostrando uma boa adaptação à economia de água. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 35).	Bioenergética	L9
352	[...] Também dissemos que, de maneira geral, as mudanças são percebidas pelo surgimento de características que deixam os grupos biológicos mais adaptados ao ambiente em que vivem. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 196).	Evolução	L9
353	[...] Assim, organismos que apresentam variações mais favoráveis em determinado ambiente têm maiores probabilidades de sobrevivência e reprodução do que os demais. Além disso, transmitem essas características aos seus descendentes. Dessa forma, cada geração ficará mais adaptada às condições ambientais. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 200).	Evolução	L9
354	[...] Na seleção natural, o agente que “escolhe” os mais adaptados é o ambiente. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 202).	Evolução	L9
355	[...] Para Darwin, o ambiente tem um papel fundamental: selecionar, escolher dentro de um grupo os organismos que têm as variações mais “interessantes” para sobreviver naquele ambiente. Já que essas variações são hereditárias, os “escolhidos” têm maior chance de sobrevivência e reprodução, e desse modo, transmitem suas características favoráveis a seus descendentes, o que torna a população cada vez mais adaptada. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 203).	Evolução	L9
356	[...] Dessa maneira, uma única espécie pode dar origem a uma grande variedade de espécies, cada uma adaptada a determinado conjunto de condições de vida. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 219).	Evolução	L9
357	[...] É evidente que os animais aquáticos que tenham a forma do corpo adaptada à natação serão selecionados favoravelmente, não importando quais sejam suas relações de parentesco. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 221).	Evolução	L9
358	[...] Por isso, a forma do corpo das baleias e dos tubarões é bastante semelhante, uma vez que ambos são animais adaptados à natação. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 221).	Evolução	L9
359	[...] A adaptação ao meio antrópico (isto é, em que vivem os seres humanos) tem propiciado a proliferação de escorpiões no ambiente peri e intradomiciliar, o que tem culminado na ocorrência freqüente de escorpionismo em áreas urbanas. (CÉSAR, SEZAR E CALDINI, BIOLOGIA, VOL.3, PÁG. 286).	Saúde Humana	L9

APÊNDICE B

Roteiro de entrevista

QUESTÕES GUIADAS	
Cenário 1	Fonte: Vivian L. Mendonça / Biologia2/ pág. 210
Tema: Ontologia (estado de ser) e Fator Causal (finalismo)	
“Os artrópodes apresentam grande variedade de tipos de perna, adaptadas a diferentes funções: pernas finas e compridas adaptadas a correr, curtas e robustas adaptadas a cavar, com extremidades achatadas adaptadas ao nado”.	
Como você explicaria a existência de estruturas aparentemente tão ajustadas às funções que elas executam?	

Cenário 2	Fonte: Sergio Linhares e Fernando Gewandsznajder/Biologia hoje2/pág. 282
Tema: Ontologia (estado de ser) e Mecanismo causal (transformacional)	
“Em alguns frutos, como o carrapicho, há pelos e espinhos que se prendem aos pelos dos animais, facilitando a dispersão, enquanto outros, adaptados à dispersão pelo vento, desenvolvem estruturas aladas...”.	
Como você interpreta o fenômeno da adaptação dos carrapichos que se dispersam pelo vento?	

Cenário 3	Fonte: Rita Helena Brockelmann/vol.2./pág. 184
Tema: Fator causal (externalismo)	
“A casca de ovos das aves ratitas é mais grossa que a das aves voadoras, adaptação relacionada ao fato de os ninhos serem feitos próximos ao solo, expostos a danos mecânicos e a predadores.”	
De modo geral, como o meio pode interferir na origem das adaptações?	

Cenário 4	Fonte: Tereza Costa Osorio/O ser protagonista 2/pág.232
Tema: Mecanismo causal (ausência de explicações etiológicas)	
“Nas aves, a excreção é semelhante à dos répteis: os rins removem resíduos nitrogenados do sangue e os transformam em ácido úrico, que é expelido nas fezes. Essa é uma adaptação à vida embrionária dentro do ovo, pois o ácido úrico é menos tóxico do que outras excretas nitrogenadas que poderiam matar o embrião.”	
Se um aluno lesse este trecho e te perguntasse: como essa adaptação surgiu? Que explicação você daria?	

Cenário 5	Fonte: Tereza Costa Osorio/ O ser protagonista 3/pág. 136
Tema: Condições necessárias e suficientes para adaptação (Gênese histórica + incremento da aptidão biológica) e Ontologia (Visão retrospectiva)	
“De acordo com a teoria darwinista, todos os seres vivos, incluindo-se a espécie humana, descendem de ancestrais comuns e teriam evoluído por seleção natural. Segundo esse princípio, os organismos com características mais vantajosas no ambiente em que se encontram teriam maiores possibilidades de sobreviver e de reproduzir-se. A prole desses organismos herdaria essas características vantajosas (adaptações). Esse processo se repetiria ao longo das gerações, podendo levar a melhor adaptação ou à formação de novas espécies.”	
Você acha a propriedade de ser aperfeiçoável um requisito necessário para que a inteligência humana seja considerada uma adaptação?”	

Cenário 6	Fonte: Sônia Lopes & Sérgio Rosso/Bio 3/ pág. 181
Tema: Ontologia (mudança ontogenética/nível do organismo) e Mecanismo causal (transformacional)	
“Alguns animais têm um tipo de simetria na fase embrionária, e outro, na fase adulta, caso em que a mudança está geralmente associada a adaptações dos adultos a modos de vida especiais.”	
Na visão dos alunos, como você acha que eles definiriam adaptações?	

Cenário 7	Fonte:Nélio Bizzo/ Novas Bases da Biologia-Biodiversidade2/ pág. 159
Tema: Ontologia (característica), Natureza da solução adaptativa (absoluta) e Fator causal (internalismo)	
“... os peixes desenvolveram adaptações bastante efetivas para a vida aquática, como a linha lateral. Permite ao peixe perceber predadores e, dependendo de sua alimentação, presas. Permite também que os cardumes realizem movimentos muito coordenados.”	
Podemos dizer que o sucesso dos peixes no ambiente aquático se deve à capacidade inata dos peixes de desenvolver adaptações ótimas para aquele ambiente? Explique!	

Cenário 8	Fonte: Tereza Costa Osorio/ O ser protagonista 3/ pág. 144
Tema: Papel da adaptação na causalidade da forma orgânica (Adaptacionismo), Ontologia (Visão prospectiva) e Mecanismo causal (Variacional)	
“Durante o processo de evolução, a seleção atua sobre a variabilidade existente nas populações, favorecendo os indivíduos que apresentam características hereditárias mais vantajosas num ambiente. Esses indivíduos têm muitas chances de sobreviver e de se reproduzir com sucesso, deixando um número maior de descendentes ao longo das gerações. Isso significa que são selecionados os organismos mais adaptados ao longo do contexto ecológico em que vivem, o que inclui desde adaptações aos aspectos físicos do ambiente, até adaptações relacionadas ao comportamento e às relações desses organismos entre si e com outras espécies.”	
É razoável pensar que a seleção natural teria uma propensão de preservar características (digo variedades) mais vantajosas em um ambiente?	

Cenário 9	Fonte: Autoral
Tema: Fator causal (construcionismo).	
As minhocas são consideradas organismos adaptados à vida no solo. Entretanto, elas só conseguem sobreviver ali (no solo) porque são capazes de alterar as condições daquele meio, para promover balanço hídrico no corpo, através de escavação; eliminação de calcita, liberação de muco etc.	
Você considera apropriado explicar estas atividades (desses organismos) em termos de soluções adaptativas? Por quê?	

Cenário 10	Fonte: Sergio Linhares e Fernando Gewandsznajder/ Biologia Hoje 3/ pág. 118
Tema: Ontologia (modificação filogenética/populacional)	
“Sabemos que as baleias, mamíferos aquáticos, surgiram de lenta evolução de mamíferos terrestres (...) há várias evidências fósseis desse processo, revelando uma progressiva adaptação ao ambiente aquático dos ancestrais das baleias às espécies atuais”.	
O que vem em sua mente quando você ouve este relato sobre a evolução das baleias em direção ao meio aquático?	

Cenário 11	Fonte: Sergio Linhares e Fernando Gewandsznajder/Biologia Hoje 3/pág.133
Tema: Papel da adaptação na causalidade da forma orgânica (Pluralismo); Ontologia (Visão prospectiva)	
“As mutações e a seleção natural agem sobre estruturas herdadas de ancestrais, o que limita o potencial de adaptações que podem ser selecionadas em determinado ambiente.”	
Por que razão o potencial das adaptações seria limitado na evolução?	

Cenário 12	Fonte: Nélio Bizzo/Novas bases da Biologia vol.3/ Pág.184
Tema: Ontologia (processo) e Natureza da solução adaptativa (Relativa)	
“(...) a adaptação não é um estado permanente, mas dinâmico, capaz de acompanhar as condições do ambiente, que pode se modificar a qualquer momento”.	
Você concorda? Você poderia me explicar?	

QUESTÕES NÃO GUIADAS

13. Que papel o livro didático desempenha em sua prática?

14. Que aspecto(s) teórico(s) do conceito de adaptação parece(m) dificultar seu uso no ensino, considerando a pluralidade de contextos em que ele se apresenta no currículo?

15. Nos livros didáticos, a adaptação é mencionada em grande medida nos capítulos de evolução, sendo apresentada como resultado da seleção natural. Contudo, nos capítulos de zoologia, botânica e ecologia, sua origem causal na seleção é raramente mencionada, e, em vez disso, dá-se ênfase apenas aos seus benefícios funcionais.

Como você avalia essa situação – ela é adequada, inadequada, indiferente? Justifique.

16. Caso um aluno te perguntasse, professor, afinal, o que é uma adaptação, o que você responderia?

17. O fato de a Evolução ser referida como uma teoria e não como uma lei influencia sua aceitação perante os estudantes e perante a opinião pública?

APÊNDICE C

Distribuição das questões do roteiro de entrevista por temas e categorias da matriz semântica de adaptação

Temas	Categorias	Questão/Cenário
Ontologia	Estado de ser	1; 2
	Característica	7
	Processo	12
	Visão prospectiva	8; 11
	Visão retrospectiva	5
	Ontogenético/ Nível do organismo	6
	Filogenético/ Populacional	10
Mecanismo Causal	Ausência de explicação etiológica	4
	Finalismo	1
	Transformacional	2; 6
	Variacional	8
Fator causal	Internalismo	7
	Externalismo	3
	Construcionismo	9
Natureza da solução adaptativa	Adaptação absoluta	7
	Adaptação relativa	12
Condições necessárias e suficientes para que uma característica seja considerada adaptação.	Gênese Histórica	5
	Incremento da aptidão biológica	5
	Gênese Histórica + Incremento da aptidão biológica	5
Papel da adaptação na causalidade da forma orgânica.	Adaptacionismo	8
	Pluralismo	11

APÊNDICE D

Transcrição das respostas dos participantes às questões do roteiro de entrevista (Apêndice B)

Resposta	Participante	Questão/ Sequência	Reforço ou provocação
Isso eu entendo como um conceito de convergência adaptativa, que relaciona justamente o habitat do ser vivo com a função que ele desempenha. Então essa estrutura... apesar de ela ser pertencente ao grupo dos artrópodes ... eles [os artrópodes] têm... têm uma base comum, digamos assim, eles têm uma estrutura comum, mas cada uma dessas adaptações que eles têm... esses formatos dos membros estão relacionados a um tipo de ambiente, como vc falou aí... ao nado, ao hábito de correr e ao hábito de cavar também.	Augusto	1/1	Então, vc atribuiria à convergência?
Isso... uma espécie de convergência adaptativa que é uma aproximação né? ... É como se <i>fosse</i> órgãos análogos, uma relação com órgãos análogos que eles têm a mesma função. Não têm a mesma origem embrionária.	Augusto	1/2	Então, o que teria determinado isso seria o ambiente?
Sim, porque ... Justamente o fato da adaptação "né"? a partir do momento em que eles passam a viver em ambientes separados... É... em tipos de ambientes diferentes eles teriam se moldado a essa condição de hábito, de ... De nicho ecológico, que seria o nicho ecológico deles, de forma que eles sobrevivem no meio deles.	Augusto	1/3	

<p>Olha, quase todo o processo de adaptação que eu trabalho na escola, eu utilizo o conceito de seleção natural. Sempre presente. Agora, é importante levar para o aluno o conceito correto de seleção natural... Que se entende de forma errada a seleção natural, "né"? Então, o que é que eu digo? Eu digo que em determinado momento do passado, <i>existe</i> uma condição ambiental, essa condição ambiental favorece algumas características. Se as condições ambientais elas se diversificam, automaticamente, elas vão forçar processos de extinção de algumas variações, "né"? E, a partir do surgimento de variações por mutações ou por variabilidade genética, a partir de <i>crossingover</i> mesmo - aí entro na questão da meiose nos processos sexuais de reprodução. Então, quer dizer, partindo da ideia de variabilidade que surge, "né"? E adaptação com relação à condição ambiental, aí algumas variações se extinguem porque não conseguem se adaptar, e aí realmente não tem valor adaptativo, e outras variações elas permanecem. Isso somado a uma escala de tempo, "né"? Gradativamente, você passa a ter uma adaptação para determinados padrões ambientais – se é pra cavar, se é pra nadar, se é pra correr... Enfim.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>1/1</p>	
<p>Bom, a necessidade de se adaptar ao habitat onde ele pode estabelecer o melhor recurso, ter alguma vantagem na obtenção de recurso, para ele diminuir, obviamente, a competição intra e interespecífica, "né"? Nesse caso, até mais intra do que interespecífica.</p>	<p>Nero</p>	<p>1/1</p>	
<p>Pressão seletiva, devido à diversidade, <i>background</i> genético. "Né"? Dentro do que eu entendo de mutação, ao longo do processo evolutivo, foram surgindo mutações que por sua vez foram expressas em fenótipos, e esses fenótipos sofreram pressão evolutiva, ou sexual, enfim... Que acaba sendo evolutiva do mesmo jeito... Que acabou selecionando esses indivíduos que perpetuaram</p>	<p>Trajano</p>	<p>1/1</p>	<p>Você fala “evolutiva” no sentido de “seletiva”?</p>

dentro de um... Transmissão mesmo da genética.			
Seletiva mesmo, é! Evolutivo de serviço seletivo, não de melhora, não ideia de progresso, mas daquele momento ali, o que aconteceu de pressão seletiva tanto do meio e de pressão sexual.	Trajano	1/2	
Bom, o que eu penso é o seguinte: existe uma variabilidade normal - uma variedade de características que foi por algum acaso de mutações que <i>aconteceu</i> e aí teve essa grande variabilidade de características, e aí como que ela se mantém? Se mantêm porque o ambiente acaba ... não que o ambiente selecione, "né"? Mas acaba que em um determinado momento algumas características não vão ser propícias, e acaba esse ser não conseguindo se reproduzir, se alimentar, e acaba morrendo e os outros, sim, e acabam se mantendo.	Leonor	1/1	
Eu explicaria usando a teoria da seleção natural. No caso, aqueles animais que apresentavam características mais favoráveis dentro do ambiente em que eles estavam sobreviveram, e aí essas características favoráveis quando passadas às próximas gerações, e novamente... Na próxima geração, aqueles que tinham as características mais adequadas [...] à sobrevivência ou à reprodução naquele ambiente sobreviveram, e os que não tinham aquelas características morreram com mais frequência, ou não conseguiram se [inaudível] e aí, essas características favoráveis foram passando.	Tibério	1/1	

Bom, eu acho que a adaptação dessas patas <i>vieram</i> de seleção natural, de animais com uma variação genética de tipos de patas diferentes, fenótipos diferentes, onde cada inseto dependendo do ambiente tinha mais sucesso em reprodução e sobrevivência, e transmitia essas características para as próximas gerações, enquanto os que não tinham patas tão adaptadas, “né”?, sobreviviam menos e tinham menos descendentes, e por sua vez, ao longo do tempo, certos tipos de patas seriam selecionadas.	Tito	1/1	
Tem a ver mesmo com a evolução, “né”? Em algum momento alguma população... é ... <i>apareceu</i> essas características e... isso foi benéfico. Como é que eu posso dizer?	Diana	1/1	Vantajoso?
Isso, vantajoso. E aí, o meio selecionou essa característica.	Diana	1/2	Então, você acha que houve interferência do meio?
Eu creio, eu creio não né, pois a evolução é ao acaso. Mas em algum momento teria aparecido essa característica, isso foi vantajoso, aí o meio foi e selecionou. Algo assim.	Diana	1/3	
Rapaz... essa pergunta tá robusta [risos]. Então, eu acho que através do processo de seleção natural... E está relacionado ao nicho ecológico de cada espécie, cada <i>uma</i> tem o seu nicho. Então, essa questão da forma das coisas se deve, basicamente, ao processo de seleção natural, “né”?	Vespasiano	1/1	
Quando eu ensino aos meninos, eu sempre digo que há uma diversidade do material genético. Eu abordo a diversidade sob o ponto de vista do material genético. Discordo que o meio força a variação genética. Existe uma carga genética que define as características.	Vitória	1/1	
Eu vejo um processo de adaptação ao ambiente onde cada um vive. Adaptação que ocorreu ao longo do tempo.	Sofia	1/1	

<p>Acho que esse tipo de adaptação é um modo de sobrevivência, e é bem comum em organismos sésseis. É... Se ele tem uma estratégia, digamos assim, que ela é bem robusta de se dispersar, garante que ele consiga se dispersar em vários locais, e é uma maneira de melhorar, digamos assim, a possibilidade de sobrevivência dessa espécie. Quanto melhor ele se adapta, quanto melhor ele se dispersa, mais bem adaptado ele seria, e maior a probabilidade que ele tem de sobreviver, chegando a vários locais, "né"? Se ele tem uma dispersão alta, ele consegue se distribuir bem mais, ocupar vários ambientes, dependendo também da... da sua diversidade ecológica, um tipo de plasticidade fenotípica que ele tenha, a capacidade de se adaptar aos ambientes... Eu penso dessa maneira.</p>	Augusto	2/1	
<p>É seleção, adaptação, surgimento de variações a partir de mutações de variabilidade genética. A não ser que eu precise, de fato, exemplificar esse cenário que você trouxe aí agora. Então, por exemplo, por que o carrapicho tem que ser alado em uma determinada espécie? Aí, eu vou ter que construir um cenário geográfico pra dar a ideia pro aluno; o de por que naquela determinada espécie surge um carrapicho alado? Vou dizer; olha o carrapicho alado provavelmente surgiu para essa espécie porque, em determinado momento do passado, naquele ambiente ali, a condição favorável, a melhor condição era ser alado. Então, se fosse um carrapicho não alado ele não teria sucesso adaptativo, e aí, simplesmente, não ia à frente. Então, aí eu construo um cenário geográfico para uma condição. Mas, isso eu só faço em sala de aula. É... se tiver a curiosidade do aluno, particularmente assim - para o ensino médio - a maior parte dos alunos não chega a ter essa curiosidade detalhada, científica de por que surgiu o carrapicho alado, e tal?</p>	Marco Aurélio	2/1	Você menciona, então, a relação da estrutura com o meio?

Da estrutura com o meio! O meio ambiente, eu falei a questão da seleção mas, o meio é sempre o elemento selecionador. Então, é aquela base, né? [...] O meio mudou, a condição ambiental mudou, o processo de seleção muda automaticamente.	Marco Aurélio	2/2	
Talvez uma vantagem, que é se prender, por exemplo, ao pêlo de um mamífero. Mas, de repente, essa adaptação permita que ele abranja uma área maior, “né”? Consiga se dispersar num perímetro maior...	Nero	2/1	Você quer dizer que é uma vantagem se dispersar pelo vento?
É! Eu vejo uma vantagem	Nero	2/2	Mas como você interpreta como teria surgido isso?
Eu acho que foi uma característica que surgiu e que se estabeleceu por conta dessa possibilidade de ocupar outros espaços. Tipo, o fato de ocupar uma área maior pode ter permitido o sucesso e a manutenção dessa característica, “né”?	Nero	2/3	
Rapaz, eu acabo indo pra mesma linha, entendeu? É porque minha linha é exatamente assim - dentro do que eu já trabalhei em sala de aula - a questão do neodarwinismo; quando você pega a genética e já associa com a parte de evolução. Então, eu acabo enxergando tudo como algoritmo em que você tem, como falei antes, um <i>background</i> genético e ... Eu poderia arriscar, falar assim; a gente já tem uma seleção do ponto de vista macro, que já vai envolver mais de uma espécie, porque que acaba que no fundo - nas relações ecológicas - mesmo que a gente ache que as coisas são ruins, como predador e presa, no fundo você bota no equilíbrio. Acho que a contabilidade bate. Então, de alguma forma teve uma vantagem.	Trajano	2/1	O mesmo mecanismo?
O mesmo mecanismo: houve mutação, houve aquele mecanismo que acabou dando certo naquela espécie, naquele grupo, e aí ele tá aí até hoje.	Trajano	2/2	

<p>É tudo um pouco por acaso. Não é nada uma coisa muito... É, de repente, daquele momento. Tem regiões que têm mais vento, e aí é propício a esse tipo de estrutura, e aí essa estrutura se manteve, e aí esse tipo de árvore, com essas estruturas dispersivas, continuaram a aumentar muito a sua população por causa disso. E outras que não tiveram isso acabaram que não...</p>	Leonor	2/1	Você atribuiria causalidade do meio?
<p>Não tem uma causalidade. Assim... a evolução não é bem o meio, "né"? É uma coisa meio que aleatória que vai acontecer, tipo; aconteceu porque foi mais propício naquele momento, e aí a população aumentou porque tinha mais vento naquele momento. De repente, se fosse outra ocasião, se fosse ao contrário seria um outro direcionamento.</p>	Leonor	2/2	
<p>Eu imagino que alguma vantagem eles devem ter tido sobre aqueles que não dispersavam. Eu imagino que aquelas sementes, que aqueles frutos que permitem que eles sejam espécies que se dispersam pelo vento com maior eficiência por áreas mais distantes, por exemplo, é... Pode ser que aqueles que dispersam pelo vento tenham alcançado áreas mais distantes, e assim, evitado competição com a planta mãe (e aí isso foi um fator favorável para a sobrevivência diferencial deles), então eu imagino isso.</p>	Tibério	2/1	Quando focê fala em vantagem, você se refere a um contexto de regime seletivo?
<p>Sim.</p>	Tibério	2/2	
<p>Eu acho que em ambientes em que há maior quantidade de vento isso favoreceria sementes a dispersarem dessa forma porque, até uma questão adaptativa, é mais favorável porque alcança lugares mais distantes. Por exemplo, enquanto a dispersão por animais seria numa região às vezes menor, em regiões com muito vento essas sementes poderiam se dispersar longas distâncias, e assim teria menos competição com plantas similares em lugares próximos.</p>	Tito	2/1	
<p>Difícil essa. Deixa eu pensar um pouquinho [pausa]. Vamos pular essa. Eu volto depois.</p>	Diana	2/1	

<p>É... Eu acho que o processo de evolução é aleatório, "né"? Então, por que existe uma coisa, ou por que existe outra? Essa diferenciação, de novo, retorna à questão inicial que é a da seleção natural, e também de nicho. Essas diferenças aí não estão necessariamente conectadas, mas têm a função que é a dispersão que você falou, "né"?</p>	Vespasiano	2/1	Você acha que seria mais efetivo, naquele regime seletivo, dispersar pelo vento?
<p>Não. A questão de efetividade é relativa, "né"? A dispersão pelo vento depende de algo que já é (não necessariamente) biológico, e por animais há necessidade de outro ser né, pra que ele se disperse. Então são mecanismos adaptativos diferentes. Voltando à pergunta, isso existe em decorrência de processo evolutivo "né"? Da seleção natural em cada tempo e espaço de cada espécie aí.</p>	Vespasiano	2/2	
<p>Se o habitat deles favorece aquela condição, elas existem porque o meio selecionou aquele tipo de plantas que têm condição de reproduzir.</p>	Vitória	2/1	
<p>Se a gente for analisar em relação ao processo natural de evolução que foi surgindo, em relação ao processo que saiu da água... Se a gente for analisa a questão das plantas, "né"? saiu dá água, vai alcançando o ambiente terrestre, e aí foi surgindo essas adaptações e essa relação digamos... de alcançar novos ambientes em relação à questão do vento...</p>	Sofia	2/1	

<p>Eu acho que, assim, a ave garantindo um local mais protegido em árvores, em topos de árvores, mesmo que não seja em topos de árvores, locais mais altos, menos acessíveis a determinados tipos de predadores, seria uma maneira que essas espécies teriam de garantir a sobrevivência dos seus filhotes. Elas estando mais próximo da terra, então o caso das espécies que não voam, a evolução teria moldado a casca de ovos mais resistentes a determinados tipos de predadores, não que elas sejam mais resistentes para todos os predadores. A gente vê alguns animais se alimentando de ovos "né"? É... Eu acho que isso vai influenciar bastante o hábitat delas. Se ela está num ambiente de solo, por exemplo, ela não teria... Ela teria uma necessidade maior de ter um ovo mais resistente.</p>	<p>Augusto</p>	<p>3/1</p>	<p>Você mencionou em sua resposta que a evolução teria moldado? Você poderia me explicar melhor sobre isso? Falar um pouco mais?</p>
<p>É! Como ela teria moldado as características; Eu acredito assim, que as características do meio favorecem o desenvolvimento de determinada característica num animal. É o exemplo da seleção disruptiva que ela seleciona fenótipos extremos: se ela tem no meio apenas duas possibilidades de recursos para... aves por exemplo; ela moldaria o formato dos seus bicos de modo que bicos grossos e curtos eles teriam como recurso sementes que são mais duras do que insetos que serviriam como alimento para aves com bicos longos e mais finos.</p>	<p>Augusto</p>	<p>3/2</p>	<p>Seria mais ou menos aquela ideia de regime seletivo? É isso?</p>
<p>Sim! Então, e também isso talvez fosse um problema também para a espécie porque ela seria mais especialista do que generalista, e teria menos recurso à sua disposição no ambiente. Na falta desse recurso, ela estaria bem limitada. Até correria risco de sobrevivência e da perpetuação da sua espécie. Então, o que eu acho? Que dessa maneira a evolução teria moldado - acho que o ambiente favoreceu, né?, o meio de vida, ou o aéreo ou o terrestre - favoreceu que esses ovos <i>fosse</i> construídos com essas estruturas, visando uma proteção maior ou menor dos predadores.</p>	<p>Augusto</p>	<p>3/3</p>	

<p>Olha, o meio é sempre o elemento selecionador! Sempre. É a minha visão que eu tenho de evolução, de adaptação. Ela sempre tem o meio como o fator principal. De forma específica, é necessário que o animal terrestre, principalmente, por exemplo répteis e aves especificamente, que eles produzam ovos de casca grossa por uma questão de evitar a desidratação, para proteger melhor o embrião que está ali dentro, tem que ser poroso por uma questão respiratória e tal. Mas essa é uma condição, como dizia minha amiga (amiga), <i>sinequa non</i> de sobrevivência para a espécie.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>3/1</p>	<p>É uma necessidade de ser como é? Por exemplo, a casca ser mais grossa é uma necessidade?</p>
<p>É uma necessidade para aquela condição. Ou seja, mas, aí você [o aluno] vai dizer, como é que surge a casca do ovo? Aí eu volto de novo para construir o cenário geográfico, aí eu trago essa ideia. Bom, vamos pensar o seguinte: se o animal tivesse a casca fina, se só tivesse uma espécie que produzisse casca fina e outra que tivesse casca grossa, qual dos dois teria maior condição de ter sucesso reprodutivo? Ai posso usar aquele conceito de sucesso reprodutivo também. Aí ele vai vir: "bom, (vamos pensar) os dois vão pôr os ovos no solo, o solo é quente, é áspero, vai transmitir micro organismos, tal..." Aí eu peço pro aluno, qual você acha que vai ter maior chance de ter sucesso, o ovo que tem a casca grossa ou o que tem a casca fina? Então, vou conduzindo devagarzinho o aluno para ele entender que aquilo ali foi uma consequência da condição do meio.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>3/2</p>	
<p>Surgir uma casca de ovos em aves ratitas significa dizer que reduz o impacto da predação sobre os ovos. Isso permite que, então assim... O meio definiu isso.</p>	<p>Nero</p>	<p>3/1</p>	<p>Então existe um fator externo conduzindo o desenvolvimento dessa casca?</p>

<p>Eu não entendo que o meio que determina, mas a característica surgiu e ela se estabeleceu porque, naquele meio, foi a que... É aquela ideia da seleção natural. É... Eu acho assim; que o meio eu entendo como o processo seletivo.</p>	Nero	3/2	
<p>[...] Uma coisa que eu sempre bati em sala de aula, lógico que não foi no início da minha carreira, mas depois que eu enxerguei isso, que demorou um pouco pra eu me ver livre do lamarckismo (no sentido restrito da palavra), uma coisa que eu sempre comento é que: o cara tá com bactéria resistente a antibiótico, ele tomou muito antibiótico, o antibiótico provocou resistência. Pra mim, não é isso, o antibiótico age como um meio seletivo. É como as aves ratitas, elas estão sofrendo uma pressão ali, "né"? Então, pra mim o raciocínio é o mesmo: o fato de um paciente tomar, fazer uso abusivo de antibiótico ele acaba fazendo o quê? Ele acaba forçando uma seleção. A mesma coisa das aves, as que não foram bem sucedidas do ponto de vista evolutivo elas provavelmente foram extintas.</p>	Trajano	3/1	<p>Alguma espécie de mecanismo “elas tinham que fazer” para se proteger desses predadores?</p>

<p>Rapaz, eu encaro não como ... nesse sentido assim [...] de ela pensar, de ela "falar" assim: ah, eu vou... Muitos professores têm essa abordagem assim. De vez em quando eu falo isso; eles têm uma visão bem teleológica – explicar a coisa pela finalidade. Aí você diz assim; "ah, porque aquela planta ela se adaptou...". Adaptou é eufemismo, "né"? Na realidade, ela não pensou. Imagine como ia ser massa? Você pensar assim: "ah eu vou desenvolver um rabo aqui, e quando eu tiver no ponto de ônibus eu vou ficar escorado no [...]". Voltando às aves, assim, ela sofreu uma pressão ali do meio e dentro daquele <i>pool</i> genético, mesmo que naquele momento não tenha ficado nada, porque a gente tem que entender a questão das heterozigoses e tudo... então é isso "né"? É pressão mesmo.</p>	Trajano	3/2	
<p>O meio não vai fazer a variabilidade, ele só vai selecionar essa variabilidade porque a variabilidade ela é por acaso, a partir de uma mutação [...]. O meio só seleciona o que já tem.</p>	Leonor	3/1	
<p>O meio oferece as condições adversas à sobrevivência e também algumas condições favoráveis. O que eu entendo por seleção natural, o que o meio vai oferecer no momento em que ele vai selecionar é através das características adversas, no contexto que desafia a sobrevivência. E aí, é dessa maneira que o ambiente ajuda na evolução. E as mudanças aleatórias do ambiente fornecem as barreiras, as dificuldades e os desafios à sobrevivência, que serão superados por aqueles que têm as características. É isso!</p>	Tibério	3/1	
<p>O meio ele funciona como um filtro, "né"? [...] O meio funciona como a seleção natural. Ele seleciona qual ... É claro que é uma seleção não direcional, sem fim, que tem dado meios a favorecer a perpetuação de certas características, e as características não favoráveis a esse meio vão sumir com o tempo. Acho que o meio funciona assim, como um</p>	Tito		

filtro de características.			
Como o meio fez isso, "né"? [pausa] Complicado! Por ser algo vantajoso pra esses ovos, devido (como é que diz?) estarem em situações mais extremas, então o meio aí (não bem o meio, "né"?), alguma população também apareceu, algum [inaudível] naquela população mais resistentes, aí o meio foi e selecionou.	Diana	3/1	
O meio, ele juntamente com ... quando a gente fala meio, então tem outros fatores biológicos e abióticos. Ele interfere porque ele vai, ele tem especificidades. Por exemplo: um ovo no solo (como você disse aí) ele está suscetível a ataques diferentes, a riscos diferentes dos ovos de aves que ficam em cima, geralmente, "né"?	Vespasiano	3/1	
O meio sempre fará pressão. O meio seleciona espécimes com casca mais grossa. Evolutivamente foram selecionadas.	Vitória	3/1	
Seria o próprio processo de predação. Então se tá mais vulnerável, tá suscetível ao ambiente.	Sofia	3/1	
Essa adaptação, "produzir um composto menos tóxico"? Poderia pensar em como esse composto seria eliminado; Se ele não pudesse ser eliminado de maneira mais eficiente, ele teria que ser menos tóxico, para garantir a sobrevivência da espécie, ou pelo menos, que ela não fosse tão prejudicada. Esse composto sendo muito tóxico poderia até prejudicar o desenvolvimento do indivíduo que estaria sendo gerado. Então, eu pensaria dessa maneira: menos toxidade, mais chance de sobrevivência.	Augusto	4/1	Seria uma espécie de compensação?
Isso, uma espécie de compensação.	Augusto	4/2	

<p>Bom eu diria o seguinte: eu traria um contexto evolutivo de vertebrados. Começaria mostrando os peixes , É... e depois anfíbios, seus modos de reprodução, mesmo as variações que são ovíparas, e depois eu teria que fazer um comentário sobre os três principais tipos de desvios nitrogenados. Aí eu falaria da amônia como excreta mais tóxica, depois eu falaria da uréia, depois, por último, o ácido úrico, numa escala diminutiva de toxidade. A partir daí, eu diria o seguinte; ó, aves e répteis são um grupo de vertebrados que estão mais ou menos no meio da escala evolutiva dos vertebrados [...] Então, assim, são grupos que se adaptaram bem ao ambiente terrestre, principalmente os répteis inicialmente. Aí você entende... o que seria essa adaptação boa ao ambiente terrestre? Seria produzir o ovo de casca grossa. Mas se eu tenho um ovo de casca grossa e eu produzo uma toxina, essa toxina me envenena. Então esse veneno, provavelmente, foi o responsável por eliminar todas as variações de répteis que produziam esse resíduo nitrogenado com amônia ou com uréia. Então houve um processo de eliminação gradativa de possíveis ancestrais de repteis e de aves que produziam esse tipo de resíduo.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>4/1</p>	
<p>Cara eu tentaria buscar essa resposta num livro de fisiologia animal comparada. Até porque eu entendo que...</p>	<p>Nero</p>	<p>4/1</p>	<p>Então você acha que na fisiologia comparada você conseguiria dar uma resposta evolutiva?</p>
<p>A partir das informações lá, sim. Porque na verdade ele vai me explicar essa questão funcional e eu posso fazer um paralelo: bom, por que hoje essa questão funcional é assim ? Então, é bem provável que ele venha trazer algum comparativo com algo no antepassado.</p>	<p>Nero</p>	<p>4/2</p>	<p>Você também poderia deduzir?</p>
<p>Poderia também!</p>	<p>Nero</p>	<p>4/3</p>	

<p>Eu continuo na mesma linha [...] O quê que acontece? O professor de biologia tem que dar essa visão panorâmica do aluno dos níveis de organização biológica, daí fica bom de trabalhar; você sai de biosfera e vai regredindo até chegar à molécula. Então assim, o nível de competição acontece em nível molecular, nas organelas, tecidos, no órgão, nos sistemas, no organismo. Então o quê que acontece? Um exemplo muito clássico é o sistema imunológico, "né"? Aquilo ali é um micro processo evolucionário, você tem interações de antígenos/anticorpos, e o raciocínio é o mesmo: aqueles organismos que sofreram mutação lá no seu material genético, aquele mecanismo que surge ali por mutação é eles se deram bem, e aqueles que não conseguiram morreram.</p>	Trajano	4/1	Seria uma espécie de adaptação fisiológica nesse caso?
<p>Eu admitira uma adaptação ... Talvez até mais cedo, "né"? Mais fisiológica porque você vai estar pensando em termos de organelas ...</p>	Trajano	4/2	
<p>Certamente deveria existir, sei lá, antes, "né", na variabilidade, uma excreta que seria mais tóxica dentro do ovo, esses seres acabavam morrendo mais e, conseqüentemente, não sobreviviam e não se reproduziam. E esses, provavelmente, os que tinham menos toxidade acabavam sobrevivendo, se reproduzindo e se mantendo até chegar só a se manter esse. Na realidade, o que eu penso é que sempre é assim.</p>	Leonor	4/1	

<p>Eu diria que... Assim; não surgiu por causa dessa condição, ela simplesmente surgiu. Existiam aves que ainda dentro do ovo produziam menos ácido úrico, e existiam aves que produziam mais ácido úrico dentro do ovo. Eu imagino que a taxa de mortalidade das aves que produziam ácido úrico dentro do ovo seria muito maior do que aquelas que não produziam tanto ácido úrico, de forma que aquelas que produziam menos ácido úrico tiveram uma sobrevivência maior do que aquelas que produziam mais ácido úrico. A característica não surgiu por conta do contexto.</p>	Tibério	4/1	
<p>Bom, eu explicaria que dentro do ovo não tem como expelir aquelas excretas, então ela precisa concentrar aquelas excretas de uma forma que consiga não ser tóxico suficiente <i>pro</i> embrião até chocar o ovo. [...] E a adaptação, eu diria que surgiu dessa forma, assim com essa diversidade de concentração e toxidade em que certos embriões sobreviveram de forma mais eficaz em determinados tipos de transformação de excretas, e com o tempo, isso seria ajustado pelo meio para esses animais que conseguem estocar essas excretas, dessa forma que aumente a sobrevivência deles nesse meio específico.</p>	Tito	4/1	
<p>Mais uma vez bate aquela mesma questão de seleção natural, "né"?</p>	Diana	4/1	E como seria essa explicação?
<p>Humm [dúvida]. Não sei! [risos].</p>	Diana	4/2	
<p>Tudo remete ao processo de sobrevivência, "né"? E melhor desenvolvimento. Então, entraria por esse processo aí, juntamente relacionando com a questão da evolução, da adaptação...</p>	Vespasiano	4/1	Então você acha que tem um propósito que seria sobreviver?

<p>Se um indivíduo em desenvolvimento está suscetível a uma dose de uma substância que é antagonica ao desenvolvimento dele, é... isso é ruim, "né"? Então durante um processo de desenvolvimento, provavelmente que tem se adaptado a fazer uma excreta que fosse menos agressiva, que posteriormente modificou, "né"? [...] Se for sintetizar: a questão de sobrevivência durante o processo evolutivo é adaptação, "né"? Agora, a forma que se desencadeou isso, as modificações, passo a passo, teria que procurar.</p>	Vespasiano	4/2	
<p>Na verdade, a depender do ambiente, nós excretamos de uma forma. A concentração da excreta depende do meio. As mutações podem ser favoráveis ou não, mas o meio é quem seleciona qual substância será favorável à sobrevivência.</p>	Vitória	4/1	
<p>Seria junto com o próprio processo dos animais ovíparos. Porque, na verdade, a própria pergunta já responde "né"? Se a gente for analisar, quanto mais é, digamos assim, água, mais tóxico seria a excreta nitrogenada, o ovo vai ficar ali dentro... Então, na medida que vai surgindo esse ovo, tem que surgir essa adaptação em relação a esses resíduos não matarem.</p>	Sofia	4/1	
<p>Talvez sim, se a gente levar em consideração, por exemplo, o que é proposto por Lamarck na lei do Uso e Desuso, que um órgão ao ser usado, ao ser exigido ele desenvolve, e, ao não ser usado ele se atrofia, a inteligência ficaria mais ou menos nesse critério. Isso se a gente observar hoje no nosso cotidiano, isso acontece. Se você busca um conhecimento, se você ler sobre alguma coisa é fato que você vai entender mais e criar um desenvolvimento melhor da sua inteligência em relação a essas informações. Então eu acho, sim, que a inteligência humana pode, sim, ser aperfeiçoada.</p>	Augusto	5/1	Isso poderia ser um critério para classificá-la como uma adaptação?
<p>Acho que sim.</p>	Augusto	5/2	

<p>Eu acho que sim! [...] O que eu entendo do aperfeiçoamento? São as mutações, as variações (eu não vou usar o termo mutações não, vou colocar variações). Variação entende todas as origens de variações. São todas as variações que é... São vantajosas, que apresentam sucesso, e que elas se sucedem ao longo das gerações. Então, vamos imaginar assim, numa escala de cem mil anos, por exemplo, então, digamos que a cada cem mil anos surja uma variação vantajosa para uma determinada espécie no quesito, por exemplo, memória. [...] Digamos que a cada cem mil anos um tipo de conexão passa a acontecer no cérebro humano [...] E nesse período diversas variações aconteceram mas não trouxeram nenhum tipo de vantagem, mas aí uma ou algumas dessas surgem e vão se somando gradativamente. O quê que a gente entende que acontece? Todas as espécies que existem hoje são espécies de sucesso absoluto, qualquer uma delas, porque aquelas que não obtiveram sucesso entraram em extinção.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>5/1</p>	<p>Então o fato da inteligência ser aperfeiçoável ao longo das gerações é um critério para considerá-la uma adaptação?</p>
<p>Eu considero como um critério de adaptação.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>5/2</p>	
<p>Sim. Concordo.</p>	<p>Nero</p>	<p>5/1</p>	<p>Então a característica de ser aperfeiçoável seria um critério para definir as adaptações?</p>
<p>Sim!</p>	<p>Nero</p>	<p>5/2</p>	
<p>Não! Particularmente eu não gosto da ideia de evolução como sentido de progresso [...] Eu sempre provoco os alunos perguntando quem é mais adaptado, o homem ou uma bactéria? Se a gente pegar o conceito de adaptação, a gente vai ver "galera" que tá aí no planeta a cerca de 3.5 bilhões de anos, e tá muito bem por sinal. Aí se o maluco lá da Korea apertar o botão, eles vão continuar, provavelmente. Então, assim, é um equívoco pensar em evolução como coisa de progresso.</p>	<p>Trajano</p>	<p>5/1</p>	

<p>Eu não acho que, necessariamente, pra ser adaptação tem que ser perfeito. Eu acho que a adaptação é algo que ela pode ser ajustável. [...] A adaptação melhora. Não é uma coisa estática, ela pode ir melhorando com certeza.</p>	Leonor	5/1	
<p>Em termos de seleção natural, eu acho que dá para considerar, mas a gente precisaria de mais evidências que corroborassem a hipótese de que seres humanos tem essa inteligência aperfeiçoável tem maior taxa de sobrevivência.</p>	Tibério	5/1	
<p>Bom, é... Eu acho que o termo "aperfeiçoável" é independente do ambiente. E um ambiente, uma característica seria favorável e em outro não seria, e a inteligência humana é um caso bem específico "né"? que há ainda muito debate em relação a isso. Acho que não necessariamente precisa ser uma adaptação com um fim; "ah, a inteligência sempre serviu 'para isso' por exemplo". Acho que pode ter tido uma outra função primeiramente que... E em outra... Assim, depois de aperfeiçoar para a primeira função ela poderia ter tido uma outra função (o que a gente chama de exaptação). [...] Não necessariamente a adaptação tem que surgir com uma função específica, aperfeiçoar aquela função específica.</p>	Tito	5/1	
<p>Sim! Porque os descendentes [quis dizer ancestrais] dos homens não falavam, quer dizer, se comunicavam, mas não como a gente. Eu creio que sim!</p>	Diana	5/1	
<p>Não! Inteligência se constrói socialmente.</p>	Vespasiano	5/1	
<p>Complexa essa! Quando converso com os meninos sobre racionalidade, nos colocamos no topo da evolução, mas outras espécies têm comportamentos mais harmônicos com a natureza. Não consigo dar essa importância. Não concordo, mas não sei defender esse argumento. Somos uma forma de vida. Não reformo esse valor egocêntrico.</p>	Vitória	5/1	

<p>Na verdade, a questão da mutação aí... então as modificações que aconteceram ao longo do tempo. Não sei se a palavra seria necessidade, mas eu acho que esse processo de mutações mesmo que foram ocorrendo ao longo do tempo, e aí o processo de seleção natural entraria, "né"? Ser aperfeiçoável tá dentro do processo de adaptação, quando as mudanças acontecem você precisa se adaptar àquela mudança, senão o ambiente vai tirar, "né"? Vai diminuir aquela característica.</p>	Sofia	5/1	Então, eu vou considerar que você entende aperfeiçoamento como um critério para definir adaptações?
<p>Quando você fala aperfeiçoar, tem várias coisas que são levadas em consideração, a gente não pode olhar "aperfeiçoar" como algo isolado. Por exemplo, uma mudança genética poderia ser um processo de aperfeiçoamento? Poderia! Aí, você iria se adequar, se adaptar em relação àquilo, então a gente não olha como uma característica isolada que levou a...</p>	Sofia	5/2	
<p>Ao modo de vida, "né"? Eu penso que é justamente isso; é a maneira que ele tem de sobreviver. No momento larvário dos girinos a adaptação dele é essencial que a respiração dele seja branquial. Então, ele só consegue sobreviver dessa maneira. Ele não conseguiria sobreviver de outra forma se a respiração dele fosse pulmonar, por exemplo.</p>	Augusto	6/1	Você acha que os alunos diriam isso?
<p>Talvez sim, não tenho certeza não. Mas talvez sim.</p>	Augusto	6/2	Você acha que eles fariam a associação da necessidade com o meio?

<p>É! Eu acho, até porque é como você [o cenário] falou, "né"? O modo de vida. Mas eu acho que poderia ter uma pequena dúvida em relação às pessoas ainda pensarem: "ah, por que o sapo ainda vive no ambiente aquático"? Sabe como é? O sapo ainda procura... A procura pelo ambiente aquático é justamente isso, a reprodução. Ele não se livrou totalmente do ambiente aquático porque ele tem ovos mais finos, as cascas finas, ele precisa do meio aquático para a reprodução. Eu acho que isso poderia ser um viés com relação a essa pergunta. Mas eu, pelo menos eu na minha... Enquanto professor procuraria entender dessa maneira, tentando mostrar que esse tipo de respiração - esse tipo de adaptação - ou branquial ou pulmonar, era exclusiva para a vida nesses ambientes. Exclusiva não. Era necessária para a vida nesses ambientes.</p>	Augusto	6/3	
<p>Bom, eu vou considerar duas possibilidades: o aluno que não tivesse tido ainda nenhum tipo de contato com essa discussão ainda, adaptação, meio ambiente, seleção natural... E vou considerar um outro grupo de alunos que já tivesse tido contato com esse conhecimento. Provavelmente o grupo de alunos que não tivesse tido contato com esse nível de conhecimento, ele associaria diretamente a algum tipo de ação.</p>	Marco Aurélio	6/1	A função?
<p>Exatamente, o animal teria que ter aquela estrutura porque a função adequa. Qual é o problema desse grupo de aluno? Que ele não sabe explicar por que isso acontece. Agora, se você trabalha com outro grupo de alunos que já teve essa discussão prévia, provavelmente eles vão associar a ideia de seleção.</p>	Marco Aurélio	6/2	Então para um grupo prevaleceria a necessidade e para o outro...
<p>Exatamente, pra um seria a ação, a necessidade, e pra outro, o que não tem importância - seria assim, vai direcionar para essa identificação.</p>	Marco Aurélio	6/3	

Na visão dos alunos eu acredito que seja uma forma de diversificar a obtenção de recursos, não é? Porque você tem uma simetria... Quando você (pegando aqui equinodermo, tá?) está na fase larvar você tem uma simetria que te permite acessar locais, e até a obtenção de alimentos de forma diferenciada. Você diversifica a obtenção de recurso alimentar. Eu acredito que eles vão entender um pouco por esse lado.	Nero	6/1	
O aluno? Rapaz, eu não faço nem ideia assim do que o aluno poderia dizer. Porque aí depende do que ele tem de bagagem, "né"? Porque se o aluno já tiver uma visão de alguma coisa, eu acho que ele vai para uma linha ...	Trajano	6/1	Por exemplo?
Por exemplo, o que a gente acabou de falar. Em algum momento da vida ali aqueles organismos (e aí a gente pensa assim em surgimento, não como mais evoluído, menos evoluído) foi um grupo que surgiu mais remotamente dentro do grupo animal ...	Trajano	6/2	Você acha que eles dariam uma explicação teleológica para aquela forma ou...?
Sim, sim, eu acho que a tendência é dar essa explicação teleológica.	Trajano	6/3	Mesmo os alunos mais avançados?
Mesmo os mais avançados. [...] Isso é uma coisa que ainda está incutida, explicar a coisa pela finalidade.	Trajano	6/4	
Eu acho que eles definiriam [...] que o adulto vai conseguir explorar muito mais porque a larva ela não explora tanto o ambiente. Então, é muito melhor ela ter uma radial [referindo-se aos equinodermos] que ela pode ter uma sobrevivência de todos os lados, pegar alimento, e assim por diante, do que uma larva que não é uma coisa pra sempre.	Leonor	6/1	Então seria mais por uma questão de conseguir explorar melhor o nicho? É isso?
Sim, isso.	Leonor	6/2	

<p>Eu acho que o alunoalaria assim: “quando ele [o organismo] cresce ele tem que ter outras características porque essa característica vai ajudar ele no modo de vida adulto”. Talvez algum aluno poderia até fazer algum paralelo com, por exemplo, as questões de metamorfose, e aí elealaria assim: “o sapo ele tem um modo de vida do girino, no entanto, eles precisam ter aquelas características para sobreviver nesse modo de vida diferente”. Ou ainda com o desenvolvimento de um ser humano; “uma criança tem necessidades que um adulto não tem...”. Eu acho que seria mais ou menos isso.</p>	Tibério	6/1	Existe então uma apelo teleológico? Você fala também em necessidade, o que levaria à função...
<p>Isso, exatamente! Acho que a tendência da explicação seria essa. Que para o animal ser adulto ele precisa ter as características que ele vai precisar na vida adulta.</p>	Tibério	6/2	
<p>Eu acho que para os alunos... Acho que teria que deixar bem específico <i>pros</i> alunos entenderem melhor essa questão, que são estilos de vida diferente, "né"? [...] Na fase larval nadante "né"? Ela é muito mais dispersiva, enquanto a fase radial, que é a fase adulta no equinodermo, por exemplo, ela rasteja, tem um tipo de vida diferente. Então, talvez sejam adaptações dessas simetrias estejam muito relacionados ao estilo de vida delas. Acho que deveria especificar assim para o aluno poder entender assim são adaptações diferentes para estilos de vida diferente.</p>	Tito	6/1	
<p>Eu acho que está um pouquinho vago essa pergunta. Como é que eles definiriam...? Na fase embrionária ele vai estar em outro ambiente, "né"? Quando ele chega na vida adulta, ele vai ter outra (qual foi o termo que você usou aí agora?).</p>	Diana	6/1	Simetria!
<p>Simetria, sim. Porque ele vai ter que ir em busca dos recursos dele, reprodução. Como é que ele vai ter a mesma simetria?</p>	Diana	6/2	

<p>Além de outros fatores que envolvem isso aí, isso é uma das evidências da ancestralidade comum, "né"? De uma relação mais antiga de parentesco com outras espécies. Geralmente essa convergência adaptativa aí. Agora, a modificação na fase adulta demonstra também que há diferenças, "né"? E essas diferenças se devem a questão da diferença genética que a gente tem. A gente tem similaridade genética com as outras espécies [...] Mas chega num momento que determinadas partes do nosso genoma são diferentes. A similaridade genética ela é mostrada nesse momento inicial, mas quando se diferencia pelo processo de diferenciação, há evidência que há outras manifestações de outros genes para que as características se diferenciem de outras espécies.</p>	Vespasiano	6/1	
<p>Eles nem perguntariam, na verdade. Eles não associam. Quando falamos em desenvolvimento, eu não sei se eles fazem essa conexão. Talvez seja uma falha nossa não fazer eles enxergarem desenvolvimento e mudança. O que eles vêem não permite achar que vai haver transformação, apenas crescimento.</p>	Vitória	6/1	
<p>Eu não sei a relação dos alunos em relação a isso, "né"? Oh, é muito relativo porque se você for olhar para uma sala heterogênea como a gente tem, então muitas vezes hoje eles perderam a curiosidade em certas coisas. Então certos detalhes que a gente passa, eu vejo que passa muito despercebido por eles. Alguns levariam pro processo de adaptação em relação à própria fase de desenvolvimento, mas eu teria que instigá-los. Não sei, talvez!</p>	Sofia	6/1	

<p>Nata ou inata? Inata! Eu acho que sim! Uma das adaptações principais dos peixes ao ambiente aquático é o formato do corpo. Um corpo fusiforme que facilita (é... a natação) Deles serem muito <i>bom</i> nadadores, e a linha lateral acho que seria mais um equipamento que esses animais teriam como uma forma de se coordenar... Justamente como você [o cenário] falou, eles nadam muito bem e muito coordenadamente. Então, essa linha lateral seria mais um equipamento que facilitaria ele ter uma natação dessa maneira, além do formato do corpo, um pouco de viscosidade, e a própria água, apesar de ser líquida, também é viscosa, facilita a natação do peixe “né”?</p>	Augusto	7/1	
<p>Aí você tem, de novo, um conjunto de elementos, “né”? Essa linha lateral é uma estrutura de sucesso evolutivo. [...] Houve uma co-evolução dos diversos sistemas do corpo do animal. Ele não pôde desenvolver uma linha lateral enquanto ele tivesse um cérebro capaz de interpretar esses dados que a linha lateral ia oferecer para ele.</p>	Marco Aurélio	7/1	Então não existe uma autonomia do peixe, é isso que você quer dizer?
<p>É isso que eu quero dizer. [...] Na verdade, ele desenvolve respostas a partir do que o corpo dele é capaz de fazer.</p>	Marco Aurélio	7/2	
<p>Sim! O exemplo da linha lateral, “né”? É uma exemplo claro disso, assim como daquelas ampolas... Esqueci o nome.</p>	Nero	7/1	Lorenzini!
<p>Isso, que funciona mais ou menos desse tipo.</p>	Nero	7/2	Você acha que eles têm então a capacidade inata de desenvolver isso?
<p>Isso!</p>	Nero	7/3	
<p>Não, acho que não. Acho que isso aí é ... Deus joga dados.</p>	Trajano	7/4	
<p>Eu acho que sim.</p>	Leonor	7/1	Você pode falar um pouco mais?
<p>Assim... Novamente, o peixe ele tem uma grande variedade de características e algumas elas foram mantidas pela adaptação de poder viver naquele ambiente.</p>	Leonor	7/2	Mas eles seriam capazes então de desenvolver suas próprias “soluções adaptativas”?

Assim, o peixe ele não vai dizer “ah, eu 'tô' no mar, agora eu preciso desenvolver isso”. Não seria isso. Algumas variações vão se manter e outras não.	Leonor	7/3	
Não! Não é que os peixes tenham características inatas de desenvolver características para o mar. É que aqueles peixes que tinham características para o mar sobreviveram mais. Esse tipo de frase dá a entender que os peixes são bons em viver no mar porque existe alguma coisa no DNA deles que faz com que eles sejam animais marinhos, só que não é assim. Eles vivem no mar, eles têm características que permitem que eles vivam no mar e que em algum momento da história evolutiva deles contribuíram para que alguns peixes sobrevivessem mais do que outros que não tinham.	Tibério	7/1	
Olha, capacidade inata para desenvolver adaptações eu acho que não. Qualquer ser vivo tem capacidade de gerar uma variação que pode ser selecionada pelo ambiente para enfim chegar a adaptações adequadas para cada tipo de ambiente, assim como a linha lateral.	Tito	7/1	
Não! Se a evolução é ao acaso?	Diana	7/1	
Na verdade, não é que ele desenvolveu, já foi desenvolvida “né”?	Vespasiano	7/1	Então não seria uma capacidade inata?
É! Já foi desenvolvida. A condição do ambiente marítimo pode mudar no futuro, de repente os peixes não serão aptos aí pra permanecerem as espécies. Então, eles já são aptos pela sua própria história, pelo processo de seleção e adaptação que se manifesta até hoje nas características aí.	Vespasiano	7/2	
Não! Inata não! A diferença ou a diversidade não nos permite imaginar que é inato.	Vitória	7/1	
Se ele tá inserido em um ambiente onde a ação dos predadores acaba sendo intensa ali, e pra eles a gente sabe que boa parte dos que nascem acabam morrendo pelo próprio processo de predação, então eu	Sofia	7/1	

acredito que sim.			
Eu costumo falar que esse é um dos pontos críticos da teoria de Darwin. Ele atribuía à variabilidade genética dos indivíduos a capacidade de melhor se adaptar ou não ao ambiente, mas ele não conseguia explicar como essa variabilidade genética se dava, por isso a teoria dele passou muito tempo para ser aceita[...] Eu acho que os próprios indivíduos com as melhores características, os mais adaptáveis, não os mais fortes (é importante deixar claro isso) naturalmente eles levariam vantagem, e não a seleção natural em si que por vontade escolheu.	Augusto	8/1	Não existe uma agência então?
Não, não. Acho que a própria adaptabilidade do indivíduo de uma forma melhor ao ambiente, acho que ele sim seria “fadado ao sucesso” digamos assim.	Augusto	8/2	
Com certeza é totalmente razoável. Se imaginássemos um mundo irreal, que não mudasse, pelo contexto biológico, as formas de vida teriam basicamente as mesmas características. Se assim não fosse, entraria em contradição com todos os conceitos de evolução que nós temos na atualidade. Vamos imaginar uma região que não tem a mínima mudança [...] todas as variações genéticas que surgissem na população, que fossem diferentes da melhor adaptada, elas seriam naturalmente descartadas. Então, você estaria selecionando sempre o mesmo padrão. Então você diria assim; É razoável pensar que a seleção agiria sempre sobre os mesmos fatores quando você tem a manutenção de uma condição ambiental? Plenamente! Agora, a questão é que essa condição é irreal.	Marco Aurélio	8/1	A seleção natural então tem a propensão de manter características mais vantajosas?

<p>Sim, tem, tem propensão! Assim, a seleção natural não é um fator determinante de uma característica. Ela é ... É um evento, uma força da natureza, enfim, como a gente queira denominá-la, que ela vai ajustar qual característica o organismo tem que ter para sobreviver naquele meio. Então, assim, quando você pergunta assim a seleção natural tem propensão a selecionar características vantajosas? Sempre! Cê vai dizer assim, quando é que a seleção natural manteria uma característica não vantajosa? Numa condição não natural. E talvez nem assim.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>8/2</p>	
<p>Sim!. O próprio conceito de seleção natural traz um pouco isso "né"? Aquele que tem características que faz ele melhor se adequar ao ambiente, ele tende a se manter assim.</p>	<p>Nero</p>	<p>8/1</p>	
<p>Eu não sei, eu to com dificuldade de pensar nisso aí. Sim, eu acho que sim, para a sobrevivência, mesmo que naquele momento não fique evidente. Acho que naquele contexto, naquele momento, é a pressão. Ou se adapta ou se extingue.</p>	<p>Trajano</p>	<p>8/1</p>	
<p>Não! Ela não tem isso. O que vai ser selecionado vai ser algo que pode manter ou não. De repente uma característica que é prejudicial até pode se manter, mas o grande problema é que esse ser ele não vai conseguir sobreviver. Então a seleção natural não tem uma coisa tipo: "oh, isso é bom vou manter isso". Não é uma coisa direcionada.</p>	<p>Leonor</p>	<p>8/1</p>	
<p>Eu entendo que a seleção natural não é um agente, ela é um acontecimento. Então assim, o que acontece é a sobrevivência diferencial ou reprodução diferencial. Ela é que vai dar indícios de quais foram as características que deram ao indivíduo as chances de sobreviver. Por exemplo, a gente só vai saber qual a característica adaptativa depois que o processo de seleção natural aconteceu. Eu acho que algumas vezes, é... nem dá para saber ao certo se alguma característica que passou, se ela</p>	<p>Tibério</p>	<p>8/1</p>	

passou porque ofereceu alguma vantagem ou não.			
Eu acho que talvez seja ao contrário. Ao invés de preservar característica, teria a capacidade de tirar as características que não são adaptadas no ambiente. Ao meu ver, eu acho que elimina. Assim, a sobrevivência dos mais aptos ou a não sobrevivência dos menos aptos ? Eu acho que tende pra segunda talvez.	Tito	8/1	
Manter? [pausa] É porque quando fala assim: "propensão". Dá ideia, assim, de intenção né? E como é ao acaso, não, acho que não!	Diana	8/1	
A seleção ela não tem um destino certo, ela é algo aleatório. Ela ocorre de acordo com as condições do espaço e tempo – as condições ecológicas "né"? Não existe essa propensão de selecionar algo que é mais vantajoso pra aquele contexto ali.	Vespasiano	8/1	
Acho que é uma consequência, mas não fim. Seleção natural não é uma força intencional.	Vitória	8/1	
Mais vantajosas, sim! Acredito que sim. Por exemplo: o tipo de alimento daquele ambiente vai estar relacionado com o tipo de bico para aquele ambiente, e isso vai selecioná-los. Então, no contexto geral, eu acredito que sim.	Sofia	8/1	

<p>Acho que sim! Seria mais uma forma de facilitar, melhorar a condição de vida desses indivíduos, que também favoreceria eles como condição adaptativa fazendo isso. De repente, talvez elas conseguissem viver melhor no ambiente. Seria um motivo delas terem esse comportamento.</p>	Augusto	9/1	
<p>Se eu entendo solução adaptativa como uma ação da espécie para facilitar a sua sobrevivência enquanto indivíduo ou enquanto população, sim, considero. É uma solução adaptativa, ou seja, quando você diz assim: "a minhoca cava uma galeria e libera muco vai criar um micro-clima local que vai aumentar a umidade e isso evita a desidratação dela" [...] eu diria o seguinte: se isso acontece, então significa que ela encontra uma solução de facilitar sua própria vida. [...] É uma solução adaptativa para o indivíduo, então, aquele indivíduo ou aquela população está criando aquela solução adaptativa, aí você vai dizer: "é instintivo? É da própria ação do organismo no meio?" (Pode ser que seja, tá?) Mas normalmente isso está vinculado a um padrão de ação que é um padrão genético - que é o acúmulo de vantagens evolutivas. Mas quando eu considero do ponto de vista para a espécie, é... Eu não sei até que ponto essa característica é um fator decisivo para a evolução da espécie.</p>	Marco Aurélio	9/1	Então aí já está surgindo um dilema, não?
<p>Pois é!</p>	Marco Aurélio	9/2	Parece que no primeiro caso você está falando de uma adaptação fisiológica, é isso?
<p>Exatamente! Aí é válido. Mas aí você pensa assim: "e será que essa adaptação fisiológica vai gerar um processo de evolução para a espécie por conta dessa ação?" Não necessariamente.</p>	Marco Aurélio	9/3	Então é ou não é uma solução adaptativa?
<p>Para o indivíduo e para a população... Ou seja, "pensar" no ser e não na evolução para a espécie parece que são as mesmas coisas mas são coisas distintas.</p>	Marco Aurélio	9/4	Então você está condicionando a sua resposta a dois níveis de organização?
<p>É, se é para o indivíduo seria uma adaptação fisiológica, se é para a espécie, uma solução adaptativa.</p>	Marco Aurélio	9/5	

<p>É uma coisa que inclusive na questão anterior eu acho que pode ser uma crítica (não sei como os neodarwinistas enxergam hoje isso) mas, por exemplo, o ambiente ele é mutável "né"?? Ele não é estático. Então se a gente considera que a seleção natural naquele momento separou 'esse' que é mais adaptado para essa realidade aqui, exata desse momento, a partir do momento em que o ambiente se altera, isso vai ser um prejuízo para aquele que se mantém com a característica que passa a ser ... no caso das minhocas, ele é realmente uma estratégia que ela apresenta para resolver essa incapacidade dela de ter estruturas que adequem ela.</p>	Nero	9/1	Você acha então que elas alterariam o regime seletivo com essas atividades, ou..?
<p>Sim, acho que essas atividades alteram sim.</p>	Nero	9/2	
<p>Rapaz, eu creio que sim, velho! Porque mecanismos comportamentais (aí vem a minha visão de níveis de organização biológica - é aquela história; não é que ela quis furar o solo, mas grupos de minhocas sofreram ao longo do tempo mutações, aquelas que furaram um pouquinho já deixaram descendentes, então...) acaba que o comportamento não vem do nada. Você não vê ninguém andando sem perna, "né"? Então, eu acho que sim!</p>	Trajano	9/1	
<p>Eu acho que não. Eu acho que faz parte do nicho delas, o hábito. Se a gente for pensar, aí tudo vai ser adaptação. [...]. É o modo como ela vive.</p>	Leonor	9/1	
<p>Eu acho que sim! Dá para você explicar com a narrativa seletivista que aquelas minhocas que tinham esses comportamentos, essas habilidades teriam tido uma sobrevivência melhor no solo do que as minhocas que não tinham.</p>	Tibério	9/1	
<p>Sim! Eu acho que a capacidade de alterar o ambiente a seu favor é uma capacidade adaptativa também. A plasticidade de se adequar ao ambiente numa única vida, até a capacidade de alterar o ambiente ao seu favor. Acho isso uma capacidade adaptativa sim.</p>	Tito	9/1	

Soluções adaptativas? [pausa] Adaptação, eu acho que não!	Diana	9/1	Você pode comentar um pouco mais?
Repete o cenário!	Diana	9/2	Cenário e questão relidos
Ah sim...a própria pergunta já fala, "né"? Uma adaptação que elas têm ao meio. Eu creio que sim! Se a pergunta diz que ela tem que mudar as condições daquele meio ali, então pra mim seria uma adaptação.	Diana	9/3	
É, sim! Se ela vive no solo ela melhora seu local de vida, seu habitat. Ela condiciona melhor seu desenvolvimento, a melhor condição de vida "né"? Melhor forma de sobrevivência, menos dificuldades de sobrevivência. Ela torna propício para seu melhor desenvolvimento, reprodução etc.	Vespasiano	9/1	
Eu não faço relação, não. Não trago para adaptação. Eu olho pra essas atividades como estratégia de sobrevivência, não como resultado. O corpo funciona de tal maneira para conseguir sobreviver naquele ambiente. Não há relação causal entre a fisiologia e o meio.	Vitória	9/1	
Se for levar em consideração a pele permeável, um animal que é fácil passar por desidratação, então seria sim.	Sofia	9/1	
A gente passa para aquela questão dos órgãos homólogos - que você tem indivíduos com mesma origem embrionária e com órgãos adaptados a funções diferentes. Por ela ter sido moldada pela vida em um ambiente, ela desenvolveu estruturas que lhes permitiram a natação. Então, por isso elas teriam sido direcionadas ao ambiente aquático. Apesar de a gente ter peixes no ambiente aquático por terem também estruturas muito semelhantes com as baleias, apesar de não serem pertencentes ao mesmo grupo, "né"? essa adaptabilidade das baleias, essas estruturas permitiram que esses animais ocupassem o meio aquático.	Augusto	10/1	

<p>A primeira coisa que vem a minha cabeça é migração [...]. Provavelmente, quando nós falamos de um processo que aconteceu a algumas centenas, milhares de anos atrás, provavelmente estava ligado a uma condição ambiental mais severa. Lá, quando os mamíferos estavam se irradiando (irradiação adaptativa que aconteceu no grupo dos mamíferos) e esse processo de migração leva os mamíferos para diversos ambientes na terra. Tem um outro fato também que se soma a isso, é que os mamíferos quando surgem como um grupo assim mais forte, eles encontram um planeta não tanto habitado de formas superiores, então eles com a capacidade cerebral maior conseguiram se diversificar muito em termos de procurar novos ambientes. Aí quando eu penso na baleia seria um processo migratório. Provavelmente um processo migratório que levou o ancestral das baleias para ambientes com muita água, não necessariamente que eles já caíram na água mergulhando.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>10/1</p>	
<p>Eu lembro que uma vez eu estava lendo alguma coisa sobre esse processo evolutivo da transição do mamífero terrestre <i>para</i> baleias, “né”? É... na verdade o que que a baleia fez? Ela fez o processo inverso, saiu do aquático veio pro terrestre e depois voltou pro aquático. É... eu lembro que o pessoal apresentava uma espécie de um canídeo, alguma coisa desse tipo, que daí esse organismo foi pra lá. Rapaz, é difícil entender e assimilar isso, por incrível que pareça é mais difícil você assimilar que de um canídeo ou de um outro mamífero terrestre veio a baleia, do que de um roedor ter vindo todos os outros mamíferos.</p>	<p>Nero</p>	<p>10/1</p>	
<p>– Rapaz eu não sei... pra mim é tudo muito natural. [...] Agora a gente tem dentro da própria [inaudível], registrado a deriva gênica né ?</p>	<p>Trajano</p>	<p>10/1</p>	<p>Você acha que no caso das baleias poderia ter ocorrido um evento...</p>

É um evento fortuito, mas considerando que ela tem um <i>background</i> genético, nada que ela pensou que "vou me adaptar, tal..."	Trajano	10/2	Seria o resultado de uma condição do meio?
Sim, de forma gradativa, "né"? que é assim uma coisa muito boa para trabalhar em sala de aula. Tentar trabalhar primeiro a percepção de tempo geológico, acho que isso é fundamental. Já tive aluno de ensino médio que pergunta assim: "professor como é que o homem veio do macaco, se desde pequeno que eu vou no zoológico e os macacos de lá nunca viraram gente?" Então é isso. Tem um cara chamado Daniel Dennett, que ele gosta das ideias de Darwin, ele fala isso né?... "A natureza teve bastante tempo para fazer isso tudo".	Trajano	10/3	
Em geral, eu falo que é ... foi uma maneira de elas se adaptarem.... ah, terem menos competição. Não é que elas foram <i>pro</i> mar, mas assim, teve essa vantagem de ir, delas conseguirem sobreviver no mar e lá poderiam ter menos competição em relação ao meio terrestre.	Leonor	10/1	Você acha então que teria ocorrido um processo evolutivo derivado de uma migração não casual?
Não sei se não casual. É que eu fico meio em dúvida porque não há um direcionamento...	Leonor	10/2	E quando a autora fala aqui que existem várias evidências fósseis dos ancestrais das baleias. Como você incluiria esse dado em seu argumento? Você tem como fazer esse <i>link</i> ?
Tenho, tenho, deixa eu pensar. Poxa eu não sei...	Leonor	10/3	

<p>A princípio, vem aquela ideia de que um grupo de baleias foi se modificando para viver no ambiente aquático. O que na verdade não foi o que aconteceu. Outras pessoas podem até pensar na ideia de reversão - tipo, mamíferos teriam revertido características anteriores dos ancestrais que viviam em água para poder sobreviver agora, o que também não faz muito sentido. As adaptações que as baleias têm para a vida aquática hoje são muito diferentes das adaptações dos ancestrais mamíferos que viviam na água. Então, a minha ideia é que existia um grupo de mamíferos quadrúpedes que viviam em ambiente terrestre perto da água e que conseguiam se alimentar tanto de plantas terrestres quanto de água. Houve uma escassez de alimento na terra e, uma parte do grupo que era capaz de se alimentar de algas continuou naquela região porque tinham mais capacidade de ir para dentro do mar e o outro grupo teve que migrar para outro ambiente. Só os indivíduos que tinham capacidade de pegar algas em lugares no fundo sobreviviam mais do que aqueles que não conseguiam.</p>	Tibério	10/1	
<p>Explicar primeiro que é um processo muito demorado, que envolve milhares de anos. E explicar que pode ter sido um cenário onde mamíferos viveram num ambiente mais próximo do mar, se alimentar de animais no mar. Alguns organismos dessa população começaram a ter uma tendência maior a característica mais aquática do que terrestre e, ao longo do tempo, isso foi se tornando uma evolução direcional, “né” ? Para esse lado. E animais que tinham características mais aquáticas foram selecionados como perda de pêlo, como o formato hidrodinâmico, capacidade de gordura para isolante térmico. E com o tempo isso foi gerando animais mais parecidos até com características que peixes têm, por exemplo. Porque são características que favorecem animais de meio aquático.</p>	Tito	10/1	

Vem a luta pela sobrevivência. Aquela mesma história, eu acho que, não sei, pode ter faltado recurso pra população, e aí... Não sei. Saiu <i>pro</i> [do] meio terrestre <i>pro</i> aquático.	Diana	10/1	Você está alegando que houve uma possível falta de recurso no meio terrestre para os ancestrais?
Sim! É... Surgiria mais uma vez aquela historinha que eu estou contando desde o começo, alguma característica que foi tipo viável aí ... [risos]	Diana	10/2	Tudo bem!!
O cenário que eu imagino... Segundo as evidências, ocorreu isso mesmo, a baleia tem uma ancestralidade terrestre, “né”? E a constituição dos mares, ela ocupou um nicho ali em determinado momento, foi propício para as espécies de baleia para aquele nicho, de acordo com as condições naturais e ecológicas.	Vespasiano	10/1	Então você explicaria assim, se estivesse em sala de aula?
Por que elas retornaram para o oceano? Essa é a grande questão. Eu acredito... Porque era mais propício no momento histórico que os ancestrais viviam, é... a ocupar esse nicho que até então de repente não tinha barreiras, “né”?	Vespasiano	10/2	
Grosso modo! Não dá pra imaginar. Não é algo tão direcional. Existe toda uma história de ancestral. Vai ocorrer entre grupos de animais que favorecerão a conquista daquele meio. Os registros conectam a história aquática com a terrestre.	Vitória	10/1	
Se a gente for olhar o tipo de respiração, se a gente for olhar as características... Seria provável nesse aspecto, “né”? Mas sei lá...	Sofia	10/1	
Eu penso que um dos caminhos, um dos primeiros caminhos pra evolução é a mutação. Sendo ela vantajosa, ela poderia... É ... Acrescentar no DNA daquele indivíduo características vantajosas, e ele poderia seguir em frente, digamos assim, na sua vida. Herdando mutações não vantajosas, ao longo da escala evolutiva, essas características poderiam deixar de sobreviver. A mutação dessa maneira seria um limitador. Nesse sentido, a mutação introduz características.	Augusto	11/1	

<p>Olha, eu não sei se eu concordo com ele [o autor do cenário]. Não porque eu acho assim... O processo de variação sempre vai agir em cima do que já existe, obviamente, o que existe é uma consequência do que foi herdado. Mas não necessariamente o que foi herdado é menor do que o que existia antes, em termos de volume, em termos de quantidade. Então, quando eu digo assim, o potencial de adaptações ele tem uma diminuição, uma limitação, seria eu imaginar que a capacidade de adaptação das espécies seria menor porque eu estou afunilando o processo de evolução de determinadas características. É dessa forma como eu vejo a frase que ele traz. Eu não vejo dessa forma o processo de evolução. Se eu fosse descrever de uma forma geométrica eu não utilizaria um funil, eu utilizaria uma forma geométrica distorcida, onde em determinados momentos ela pode tender, digamos assim, à retração e em outros momentos ela vai tender à expansão. Ou seja, esse potencial de adaptação vai variar ao longo do tempo na própria história evolutiva da espécie.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>11/1</p>	
<p>Porque a natureza ela é mutável, ela não é estática, “né”? Então aquela característica que hoje representa o sucesso adaptativo, amanhã pode não ser. Acho que funciona mais ou menos por essa via.</p>	<p>Nero</p>	<p>11/1</p>	

<p>Eu acho que é a questão do equilíbrio. Porque a primeira coisa para uma coisa existir é ela existir. É redundante mas é filosófico. Então, primeiro a coisa tem que existir. Aí se a gente pegar numa história assim mais cosmológica, aí a gente vai lá para o átomo de hidrogênio, se a gente pensar num <i>Big Bang</i> da vida, então... São processos naturais que têm que ter um equilíbrio. [...] Às vezes o professor fala de mutação e esquece de falar de reparo. A gente tem desenvolvimento de câncer que não é a mutação, é o reparo da mutação. Então, assim, você tem as taxas mutacionais, mas você tem também a questão da correção das mutações. Tem vários genes que são genes reparadores.</p>	Trajano	11/1	
<p>Olha, quando acontece uma mutação muitas vezes a gente tem o reparo do DNA, então pode ser que essas mutações elas não se mantenham. [...] A mutação precisa acontecer, se manter, ou seja, passar por toda a parte de reparo de DNA para então ela poder ficar. Muitas vezes esse ser pode morrer, ou seja nem passar adiante a mutação. Essa mutação então ela só vai poder ser selecionada se ela acontecer, passar pelo reparo, o ser conseguir sobreviver com essa mutação, se reproduzir e passar adiante. Então, acho que essas seriam as limitações.</p>	Leonor	11/1	
<p>Porque o próprio DNA tem mecanismos de correção. [...] Em organismos mais primitivos, por exemplo, eles têm uma taxa de mutação maior do que os mais atuais. Eu imagino que essas características de preservar o DNA teriam sido adaptações [trecho inaudível].</p>	Tibério	11/1	

<p>Eu acho que isso tem muito a ver com a quantidade de variação genética dentro de uma população. Acho que precisa haver um meio termo porque se ocorrer pouca variação dificulta a adaptação, “né”? dos indivíduos ao meio. Por exemplo, se o ambiente mudar de alguma forma esses animais vão ter dificuldade de acompanhar, de ter variação suficiente para poder nas gerações seguintes gerar uma adaptação favorável a essa mudança. E ao mesmo tempo não pode ser uma variação muito grande porque a variação é quase na sua maioria deletéria. Ou seja, na maioria das vezes ela é uma característica que não favorece o indivíduo no meio. [...] Isso também dificultaria a permanência dessa característica que favoreceu nesse meio. Se surgir uma característica que realmente possa vir a ser uma adaptação, ela pode sumir exatamente pela diversidade de características deletérias que vão surgir depois disso e que podem diminuir a sua intensidade. Então, eu acho que tem que ter esse meio termo.</p>	Tito	11/1	
<p>Não entendi! Eu entendi que você tá perguntando qual seria a razão?</p>	Diana	11/1	Sim!
<p>Limita assim para... <i>Pô</i>, velho imagina aí várias mutações ocorrendo o tempo todo? <i>Ia</i> surgir várias espécies diferentes. Sei lá, ia gerar uma... É... Um monte de espécies novas, assim.</p>	Diana	11/2	
<p>É... Ele é limitado em decorrência de cada espécie, “né”? Cada espécie tem seu espectro de adaptação e de modificação. Toda espécie tem DNA “né”? Por exemplo, a bactéria tem a limitação dela, ela não pode, de uma hora para outra, num tempo de espaço curto, modificar e virar outra espécie. Por exemplo, a gente não pode ter asa, de uma hora para outra, nós temos limitações, a princípio, “né”?</p>	Vespasiano	11/1	A natureza não dá saltos, não é?
<p>É! esses saltos não são tão longos. Se o processo é gradual, as próprias mutações elas são deletérias também, “né”? A maioria delas. Elas levam a um caminho que não é positivo.</p>	Vespasiano	11/2	E por que isso?

O ambiente pode induzir e causar as mutações. Nós temos mecanismos de controle para isso, inclusive. Nosso próprio organismo descarta esse processo de mutação. Por que descarta? Porque não é benéfica? Por que não é benéfica? Porque essas mutações podem gerar mais problemas do que necessariamente valores adaptativos positivos, vamos dizer assim, de aptidão ao ambiente. [...] Essas modificações podem causar incapacidade de perpetuação da espécie.	Vespasiano	11/3	
Porque as mutações são aleatórias, não acontece pra favorecer a adaptação.	Vitória	11/1	
Se a gente for olhar mutação que é algo que acontece ao acaso, então... Eu acho que não tem uma razão específica não. Mutação é algo que acontece, não há uma receita pronta.	Sofia		
Sim concordo! Justamente pela característica do ambiente e principalmente pelas características que são sofridas pelo ambiente pela ação antrópica. Quando a gente muda o ambiente, qualquer característica do ambiente, quando a gente é... Digamos assim, desbasta o ambiente a gente tá forçando uma espécie a se adaptar a uma nova condição. Eu concordo com essa afirmação justamente porque o ambiente não é estático, ele está sempre mudando por características próprias ou por características provocadas.	Augusto	12/1	
Plenamente. [...] Uma palavra que eu gosto muito de utilizar é "aleatoriedade". O fenômeno de adaptação para mim é um fenômeno aleatório.	Marco Aurélio	12/1	
É por conta justamente dessa questão da própria dinâmica natural "né"?	Nero	12/1	
Sim, sim concordo com isso!	Trajano	12/1	

<p>Eu concordo em parte, pois acho ela pode se modificar, mas ao mesmo tempo parece que, assim; "oh, hoje está chovendo, eu tenho uma adaptação, amanhã quando parar de chover vai ter outra". Não é assim [...] É algo que acontece a muito longo prazo.</p>	Leonor	12/1	
<p>Concordo que a adaptação não é um estado permanente.</p>	Tibério	12/1	
<p>Concordo! Eu concordo com essa questão, que a adaptação não chega a um fim. Acho que os ambientes estão em constante mudança, e nunca chega a um momento onde os animais (a gente tem a tendência de falar animais mas são todos seres vivos) eles têm uma estagnação, digamos um momento "perfeito". Pode surgir uma que seja adaptação melhor a esse ambiente, ou uma adaptação que seja diferente [...] Então, assim, concordo que a a adaptação sempre está em andamento.</p>	Tito	12/1	
<p>Eu vou dizer que não. Porque o meio ele não vai induzir as adaptações, ele vai selecionar.</p>	Diana	12/1	
<p>A adaptação ela é dinâmica, claro. Ela não para, "né"? Ela não tem um fim específico, ela sempre ocorre enquanto tiver vida, capacidade de mutação e do espaço.</p>	Vespasiano	12/1	
<p>Nossa expectativa de vida não acompanha as mudanças evolutivas. Isso dá a impressão de que a adaptação é estável. Quando você aprofunda o estudo evolutivo você vê que a adaptação é dinâmica.</p>	Vitória	12/1	
<p>Sim! Acredito que acompanhe sim. Os próprios animais que foram extintos, eles faziam parte da cadeia alimentar, servia de alimento para alguém, aquele processo todo, "né"? Se um caminho é interrompido, então, o processo de adaptação tem que levar a outros "né"? Que ele também ia desaparecer. Então, as adaptações estão acontecendo porque as espécies estão em processo de mudança, um acaba acompanhando o outro.</p>	Sofia	12/1	

<p>É, eu vejo assim, principalmente para os estudantes - como um apoio. Eu costumo falar pra eles: olhe, isso aqui não tem tudo pra vocês. Muitas vezes as coisas que eu falo nem tem aí. Mas isso aqui é o ponto de partida de vocês. Eu penso também no livro didático como um instrumento importante. Quanto mais informações ele tenha, principalmente nessa área de evolução que sofre tanto preconceito, eu acho que ele é bastante importante. Ao dar esse conteúdo (evolução), principalmente no ensino médio, ou no subsequente [...] sempre tem aqueles entraves: "ah, não acredito, me mostre o macaco andando ai na rua se transformando num homem, ou vice versa que a gente pode começar", são coisas assim.</p> <p>Sim uso. Uso bastante como maneira de acompanhamento da aula e como maneira de eles resolverem atividades.</p>	<p>Augusto</p>	<p>13/1</p> <p>13/2</p>	<p>Você usa o livro?</p> <p>Você se prepara pelo livro?</p>
<p>Sim, eu uso muito o livro. Eu gosto de usar eu tenho há um tempo o Amabis. Costumo estudar por ele.</p>	<p>Augusto</p>	<p>13/3</p>	
<p>O livro didático é sempre um guia para a gente. [...] O livro didático para o professor tem essa função de ser um guia inicial, mas não um limitador. Eu acho que o professor tem que ser o extrapolador do livro didático. Ele também não pode diminuir o valor do livro didático para o aluno que é um ser em processo de formação e ele precisa ter uma orientação inicial. Eu vejo o livro didático importante muito mais para o aluno do que para o professor.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>13/1</p>	<p>Você usa o livro para preparar aula, por exemplo? Ou para exercício, como é que você usa?</p>

<p>Muito mais para exercício hoje. Claro que quando eu pego um livro hoje eu procuro dar uma lida antes tal. Para ver se principalmente tem alguma novidade. Eu olho muito a parte dos textos complementares, das curiosidades e tal, por quê? Porque é ali que estão vindo as novidades as novas pesquisas com relação àquelas temáticas.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>13/2</p>	
<p>Eu uso pouco o livro didático. Até porque no ensino público nem sempre há oferta do livro didático para os alunos, e quando tem, não é em quantidade. Então, eu uso pra subsidiar algum conceito que pra mim “pega”, ou que eu não tenho trabalhado constantemente. Então, eu vou dar uma lida antes. Eu organizo um pouco os conceitos, ou às vezes, utilizo com uma atividade.</p>	<p>Nero</p>	<p>13/1</p>	
<p>Eu sempre gostei do livro didático, aliás, eu sempre gostei de livro. Na minha formação eu nunca gostei muito de apostilas, módulos pré-vestibulares sempre me deram arrepios. Acho que o aluno tem que buscar, de preferência, não só um autor. E eu nunca fui para a sala de aula lendo um autor só, acho que você fica refém de um cara ali, entendeu? [...] O livro para mim é substancial. Eu usava para estudar e usava para exercício.</p>	<p>Trajano</p>	<p>13/1</p>	
<p>Nenhum. Eu não uso o livro didático porque traz afirmações muito curtas e grossas. Não trazem uma informação até para minha própria formação.[...] acho que o livro didático traz coisas erradas, muito simplórias e é muito pouca informação. Todo ano eu mudo a minha aula e tento melhorar. Eu leio o livro e parece que não me acrescenta em nada.</p>	<p>Leonor</p>	<p>13/1</p>	<p>Você não recomenda a seus alunos?</p>
<p>Não! Eles nem levam o livro pra aula de biologia.</p>	<p>Leonor</p>	<p>13/2</p>	

<p>É um papel bem reduzido. Eu quase nunca uso. Às vezes que eu uso é só quando eu tenho alguma dúvida em relação ao conteúdo. Não! Também não. Eu elaboro algumas questões, mesmo porque muitas vezes as questões que têm em livro ou têm uma linguagem ou um assunto que não foi exatamente o que eu abordei em sala de aula. Eu prefiro elaborar as minhas próprias questões.</p>	Tibério	13/1	Mas você usa para fazer algum exercício?
<p>Também não. Eu elaboro algumas questões, mesmo porque muitas vezes as questões que têm em livro, ou têm uma linguagem, ou um assunto que não foi exatamente o que eu abordei em sala de aula. Eu prefiro elaborar as minhas próprias questões.</p>	Tibério	13/2	
<p>Olha, o livro didático sempre tem um papel importante assim porque há sempre uma referência. Quando eu dou aula eu uso muito o livro didático para fazer o meu material tanto para a gente se situar no que é importante ensinar naquele momento, quanto para informações que a gente não tenha tanto domínio.</p>	Tito	13/1	Você usa o livro para exercícios ?
<p>Eu tento usar o livro didático como base, mas eu sempre busco informações de outras fontes, seja internet (em sites mais confiáveis "né"? até questões mesmo). Tem <i>bastante</i> questões de vestibular. E também alguns livros texto mais complexos ou diferentes, por exemplo, divulgação científica, que eu acho que é muito importante para ajudar você [o aluno ou o professor] às vezes a encontrar alguns trechos que explicam de uma forma mais agradável, algum termo que seja mais preciso do que o didático, que às vezes em uma frase tenta explicar muita coisa.</p>	Tito	13/2	
<p>Ele serve como apoio, na verdade ainda tem aquela cobrança das escolas de você seguir o cronograma pelo livro. Eu uso mais como apoio, "né" ? Pego as coisas mais [inaudível] ... É mais como apoio mesmo.</p>	Diana	13/1	

<p>Eu uso o livro didático. Eu uso ele como uma forma de tirar alguma dúvida, a biologia é bem ampla né. Às vezes eu uso ele com os alunos - pra fazer exercício. Inclusive eu uso bastante pra questão da imagem "né"?</p>	Vespasiano	13/1	
<p>Usamos como consulta para planejamento. Mas uso muito para leitura em genética, nas atividades práticas e discursivas com os alunos.</p>	Vitória	13/1	
<p>Ele me dá só um norte. Eu não sigo à risca, até porque escola pública é complicado porque nem todos alunos tem. Então, eu uso como um norte tanto para mim quanto para os meninos, eu não sigo à risca o que está no livro didático.</p>	Sofia	13/1	Quando você fala norte...
<p>Para dar uma sequência para os alunos.</p>	Sofia	13/2	
<p>Pra mim, eu acho, eu vejo assim como uma luz. Eu acho que pra mim é o que facilita entender adaptação. Eu costumo dizer que parte da adaptação toda a possibilidade do indivíduo vir sobreviver no ambiente. Se ele é bem adaptado ele sobrevive; Eu costumo usar uma analogia bem assim, em relação ao calor: se tá na sala de aula... alguém tá com calor, alguém tá com muito calor? Alguém está com frio? Só pra perceber, a gente se adapta de maneiras diferentes, a situações diferentes. Isso é adaptação individual. Se você consegue aguentar mais, suportar mais essa condição do ambiente, você consegue ter mais chances de sobrevivência que outro indivíduo.</p>	Augusto	14/1	Você usaria como um conceito chave?
<p>Sim! Eu sempre coloco como se fosse aquela palavra dourada da evolução. Quando a gente vai falar de evolução, a gente fala de adaptação. Costumo deixar claro no quadro em letras garrafais. Também, eu costumo usar tanto no conceito de Lamarck quanto no conceito de Darwin, quando eu faço um contraponto entre os dois, a adaptação está entre esses dois cientistas pra explicar a evolução. Eu costumo dizer: oh, isso é uma teoria que eu estou reproduzindo,</p>	Augusto	14/2	

<p>não fui eu quem disse.</p>			
<p>Me veio logo na cabeça um problema que é radical com os alunos hoje que é a dificuldade de leitura e interpretação porque assim: toda questão relacionada a evolução ela exige muita análise cuidadosa e muita interpretação.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>14/1</p>	<p>Evolução é história, não é?</p>
<p>Exatamente! Então, assim, o aluno tem essa dificuldade de fazer o raciocínio essa lógica e tal. Quando a gente trabalha com o aluno os passos corretos para que ele possa compreender a ideia de adaptação, eu vejo que ele consegue acompanhar melhor. Quando eu começo a mostrar, por exemplo, a ideia de causa e consequência. Acho que o maior problema pra se começar a trabalhar o conceito de adaptação é quando o professor já traz os conceitos já prontos e pede para que o aluno interprete de forma direta. [...] Eu já tive dificuldade de passar esse conhecimento mas, há muito tempo, principalmente por falta da experiência de trazer os conceitos prontos e tentar discutir esses conceitos prontos com os alunos. Mas quando você começa a trabalhar de forma mais básica, trazendo as ideias de causa e consequência, o aluno consegue desenvolver melhor esse conceito.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>14/2</p>	

<p>O próprio conceito de adaptação é difícil de abordar para os alunos porque eles não conseguem perceber por que surge determinada característica, e essa característica é tão perfeita pra aquele animal naquele ambiente em que ele vive. Assim, explicar adaptação sem explicar meiose é difícil. Eu preciso começar na meiose, explicar que ali existe um processo mutacional chamado <i>crossing over</i>, que ali pode surgir uma proteína que vai estabelecer uma determinada característica que pode ficar, ou não, a depender de como o organismo tá, e onde ele tá [...] Então, é bem complicado.</p>	Nero	14/1	
<p>Acho que é a tal da adaptação visando o progresso, e direcionado, entendeu?</p>	Trajano	14/1	
<p>Eu acho que o primeiro é esse: que muitas vezes o aluno ele acha que o meio seleciona alguma coisa pra adaptar, então não seria bem isso. A segunda coisa seria essa banalidade sobre o conceito de adaptação, tipo; hoje adapta, amanhã adapta de novo, depois de amanhã adapta novamente, como se fosse algo muito rápido e muito fácil. Eu acho que a terceira coisa seria que a adaptação a gente pode querer, que nem dos peixes, "né"? que tu falou.</p>	Leonor	14/1	
<p>É o sentido que a adaptação tem em outros contextos que não sejam da biologia. Na maioria dos contextos, a adaptação se apresenta como algo que é uma intenção de um agente. Então, como esse conceito de adaptação como algo que é o próprio agente que causa [inaudível] é muito mais atrativo na mente das pessoas do que o conceito da biologia. É muito difícil apresentar a adaptação como sendo algo diferente.</p>	Tibério	14/1	<p>Então você vê problemas com uma polissemia nesse conceito, pelo uso cotidiano, por exemplo?</p>

<p>A questão da polissemia não é só a existência de múltiplos conceitos, mas também nesta gama de conceitos, a maioria deles coloca a adaptação como sendo algo que você pode fazer [inaudível]. Se eu não estou enganado, é só na biologia que a adaptação é o resultado de um processo que não tem a intencionalidade de um agente. Nos outros contextos não é assim.</p>	Tibério	14/2	
<p>Olha, o conceito de adaptação é realmente um desafio para o ensino. Eu sinto que o conceito é muito central para entender a questão da seleção natural e a questão da relação entre o ambiente e do ser vivo, e como essa variação toda que a gente vê nos seres vivos existe. Isso é muito complicado até para os alunos entenderem (que é como a gente falou, não existe perfeição). Então, por exemplo, entender que o conceito de adaptação como algo que vai para uma complexidade maior, ou vai para uma melhoria. Eu acho isso muito importante para entender, por exemplo, por que que bactéria domina o mundo? Ou por que os humanos não são superiores, não estão acima na escala de complexidade só porque são mais inteligentes?</p>	Tito	14/1	
<p>Eu acho que conhecer o conceito de seleção ajuda, até porque minhas respostas mesmo foram baseadas na teoria mesmo, de seleção.</p>	Diana	14/1	
<p>O fato de a sociedade ser cristã, "né"?</p>	Vespasiano	14/1	Mas o conceito em si?
<p>A nossa noção de espaço e tempo. O tempo da evolução não é imediato. [...] É um processo gradual, lento e aleatório também. Que não tem a mão de ninguém, dificulta o processo de ensino e aprendizagem.</p>	Vespasiano	14/2	
<p>Quando ele fala que a espécie se adapta ao meio. A adaptação não é algo "para" o ambiente.</p>	Vitória	14/1	

O que acontece muito é que às vezes os alunos querem o porquê de tudo. Tem conceitos dentro da biologia que a gente sabe que acontece mas a ciência não tem explicação 100%. Então, às vezes o aluno tem dificuldade de acompanhar isso.	Sofia	14/1	Relações de causa e efeito?
Justamente!	Sofia	14/2	
Eu vejo como indiferente, porque cada área tem sua particularidade. Quando a gente tá dando “Zoo”, por exemplo, você tá falando de vários grupos de animais próximos (ou não) que têm características específicas. E, independente de evolução, aquela característica está nele, e ela serve para alguma função que ele desempenha. E se está ali, de certa forma, ela foi moldada pela seleção natural para que ela estivesse ali.	Augusto	15/1	Então você acha que não precisa reiterar, ficar falando que a característica deriva de seleção?
Não! Se a gente for levar em consideração o contexto, do ensino médio, por exemplo, seria um pouco atropelado já introduzir conceitos de evolução naquele momento. É claro que eu não deixo de fazer isso em certo momento. Quando eu já dei aula no segundo ano, eu já trouxe determinadas situações, tentava explicar aquilo, mas eu acho indiferente. Eu penso que cada área tem sua forma de abordar determinada situação e isso é abordado mais intensamente no tópico evolução do que no tópico seres vivos.	Augusto	15/2	

<p>Totalmente inadequada. Sabe Tasso, é aquela coisa de você produzir o livro didático para vender, e aí você tem que falar de fisiologia, zoologia e de botânica, e aí, naquele capítulo ali, você tem que obrigatoriamente falar somente das características daquele grupo. Quando, na verdade, o ideal é que o aluno conseguisse entender por que um animal tem determinada característica. Por exemplo, quando você tá falando lá sobre artrópodes, [...] seria interessante que o aluno já tivesse a compreensão da seleção natural atrelada a isso aí. Mas óbvio que existe outro fato que é o fator temporal, que é o seguinte: por outro lado, o professor em sala de aula não tem como abordar no início do ano letivo o conteúdo evolução e na última unidade do ano ele vá falar de fisiologia, por exemplo, e ele fazer toda a reabordagem. Mas o livro didático deveria fazer, enquanto instrumento importante para o aprendizado do aluno, inserções para que fizesse o <i>link</i> de informação.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>15/1</p>	<p>Então você está querendo dizer que a evolução seria um eixo norteador?</p>
<p>Um eixo norteador! Na verdade, um eixo norteador para tudo “né”?, até do ponto de vista bioquímico.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>15/2</p>	<p>Isso tornaria o conceito de adaptação menos confuso?</p>
<p>Diria assim... Mais natural para o aluno.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>15/3</p>	
<p>Não é que seria inadequado, eu acho que ela não é completa. Acho que fica faltando algo que diga; "isso é isso".</p>	<p>Nero</p>	<p>15/1</p>	<p>Você acha então que, por exemplo, em botânica seria necessário mencionar que tal característica em determinada planta foi mencionada como adaptação deve ser explicada em termos de seleção, por exemplo?</p>
<p>Sem sombra de dúvida!</p>	<p>Nero</p>	<p>15/2</p>	
<p>Eu acho totalmente inadequada. Eu acho um absurdo. Acho que a evolução é a base da... Ajuda a compreender “né”? Não é explicar – eu acho que a gente tem que parar com essa bobagem de querer explicar tudo. Compreendendo já tá de bom tamanho.</p>	<p>Trajano</p>	<p>15/1</p>	<p>Você acha que a evolução deveria ser eixo norteador? Isso eliminaria a necessidade do autor ter que ficar explicando cada caso como adaptação que derivou de seleção?</p>

<p>Sim. Ai eu faço até uma emenda aí porque como a evolução é uma questão muito espinhenta, principalmente do aspecto religioso, então muitas pessoas, professores etc. Eles se negam não só a estudar, entender como aceitar isso ai.</p>	Trajano	15/2	
<p>Eu acho bem ruim porque quando se fala em zoologia, se fala em zoologia, não se traz evolução. Para mim tem que trabalhar tudo em evolução. É muito subdividido, e isso acaba prejudicando o entendimento do aluno. Quando a gente vai ver evolução parece que ele está vendo pela primeira vez. [...] Acho que a evolução tem que ser o eixo norteador.</p>	Leonor	15/1	
<p>É inadequado você não falar que a adaptação é resultado da seleção natural. Porque se em outro momento do livro você apresenta uma característica como adaptação sem contar a história (que é a seleção natural) fica parecendo que aquela característica não teve uma origem, que ela sempre fez parte daquele grupo, e que ela está no grupo porque ela deve estar, e não porque ela foi resultante de um processo que a selecionou.</p>	Tibério	15/1	
<p>Eu acho que o livro didático deveria se basear muito numa ... [inaudível] a evolução como um tema transversal. Então, eu acho que a adaptação deveria surgir sim. Quando se fala de fisiologia, por exemplo, é um ponto essencial para falar de adaptação, quando fala de ecologia também. Acho que a evolução não deveria ser ligada a um capítulo específico, mas ela deveria ser ensinada ao longo do livro didático, ao longo do ensino de biologia.</p>	Tito	15/1	
<p>Eu acho que tem algum sentido né?!</p>	Diana	15/1	
<p>Primeiramente, eu acho que a evolução deveria ser um dos primeiros conteúdos a serem abordados dentro das ciências naturais. Ela que vai dar a base para a compreensão futura do processo adaptativo e que é pouco citado.</p>	Vespasiano	15/1	

Contraditória. Você passa o segundo ano todo falando de reinos, do mais simples ao mais complexo. Aí no final você ensina o contrário – que as mudanças que ocorrem são aleatórias. Os alunos não conseguem entender. A evolução deve ser dada desde o início.	Vitória	15/1	
É por isso que a gente não deve se prender muito ao livro didático. Acho que o papel do professor é justamente fazer esse <i>link</i> ... tá tudo interligado. Se você fica muito preso ao livro didático, você fragmenta, isso é zoologia, isso é genética, então a gente entra justamente pra fazer com que o aluno perceba isso.	Sofia	15/1	Então você considera inadequado?
Se a gente for analisar no sentido geral, sim, porque fragmenta.	Sofia	15/2	
É a capacidade que a gente tem de tolerar as características do ambiente onde a gente vive. É que tem um conceito de diversidade ecológica que significa que cada indivíduo está em uma determinada região porque ele reúne um conjunto de características necessárias pra ele estar naquela região. Costumo dar exemplo de plantas de climas quentes e plantas de clima frio pra que esteja mais visível esse conceito de adaptação.	Augusto	16/1	
Eu diria que é uma resposta da espécie a uma condição ambiental.	Marco Aurélio	16/1	
A adaptação é a capacidade que o organismo tem de se adequar a um ambiente hostil, se aproveitando daquele ambiente da melhor forma, tipo (como eu posso dizer...): o ambiente exerce uma pressão sobre o organismo e o organismo precisa resolver a sobrevivência dele sob essa pressão. E uma forma de fazer isso é se adaptando.	Nero	16/1	O organismo teria um papel protagonista?
Protagonista!	Nero	16/2	
Acho que é a capacidade de você [o ser vivo] sobreviver num determinado ambiente, num determinado espaço de tempo. A adaptação é uma maneira de o organismo conseguir se manter existente.	Trajano	16/1	

<p>Seria uma característica que foi selecionada e que faz com que o ser consiga se manter, sobreviver, se reproduzir e aumentar sua população num certo ambiente.</p>	Leonor	16/1	
<p>Adaptação é uma característica que foi selecionada ao longo de um processo de seleção natural. E ela existe porque em algum momento da história evolutiva ela ofereceu vantagem evolutiva.</p>	Tibério	16/1	
<p>Eu diria que a adaptação é a consequência da ação da seleção natural em cima de algumas características. Então, assim, a partir de uma variação de características numa população a seleção agiria retirando certas características e favorecendo outras, e as características favorecidas seriam mais afinadas ao ambiente e seriam consideradas adaptações.</p>	Tito	16/1	
<p>Na verdade a gente usa esse termo de forma meio equivocada. Deixa eu ver como eu posso dizer... Seria... eu acho que eu vou responder ligado a esse lado funcional mesmo. Seria adaptação de...Sentido de ... Tô com medo de ser lamarckista aqui. Mas, assim, eu acho que viria na mente pra falar, era uma estrutura ou um organismo mesmo, adaptado àquele meio mesmo. Que daria alguma vantagem a ele naquele ambiente.</p>	Diana	16/1	
<p>Adaptação é um processo dinâmico relacionado à seleção natural que possibilitou a sobrevivência e a perpetuação das espécies</p>	Vespasiano	16/1	
<p>Adaptação... É a condição de apresentar características físicas que lhe permitam a sobrevivência do indivíduo naquele meio.</p>	Vitória	16/1	
<p>Seriam as novas características que o indivíduo vem adquirindo ao longo do tempo, para que ele possa ter mais sucesso reprodutivo.</p>	Sofia	16/1	
<p>Não, eu não acho por esse motivo, não. Acho que por descrença. Por não acreditar; não isso aí é.... . Pelo fato de ser uma teoria também, talvez.</p>	Augusto	17/1	<p>Você acha que o fato de ser teoria influencia na aceitação?</p>

É sim, talvez sim! Mas também não ser considerada como lei eu também acho isso ai um pouco exagerado. Não é nem por ser teoria mas o fato de: “ah eu acredito na religião”. Sempre que eu vou dar essa disciplina eu já entro pensando nisso, vai ter as perguntas: “você acredita na teoria da evolução?” “você acredita em religião?” “será que as duas não se complementam?”	Augusto	17/2	Você atribui mais a uma questão afetiva, religiosa?
Acho que o fato de ser teoria ou lei isso não importaria em eles aceitarem tal ponto. A evolução como um fato que teria acontecido gerador de biodiversidade.	Augusto	17/3	Você queria falar mais alguma coisa?
Acho um tema importante, mas, às vezes, ainda é dramático de se trabalhar por conta dessa duplicidade. É sempre esperado aquela pergunta: "você acredita nisso"? Aquela indiferença das pessoas - "eu não acredito em nada disso aí".	Augusto	17/4	A que você atribui essa descrença ?
Falta de conhecimento.	Augusto	17/5	
Talvez o público em geral, perante os estudantes acho que não. Mesmo porque quando você fala por exemplo ...	Marco Aurélio	17/1	Você acha que os estudantes aceitam?

<p>É .. Quando você fala em teoria ou fala em lei, por exemplo, tudo depende a ênfase que você dá ao contexto de adaptação e seleção natural. Quando você eleva esse conhecimento ao nível de importância que ele merece, acho que não vai fazer muita diferença para o aluno se ele está diagnosticado como lei ou como teoria. Mas obviamente para o público em geral, a palavra lei tem um peso muito maior do que a palavra teoria. Até por exemplo, alguns alunos já me perguntaram, quando a gente fala da descrição do método científico e eu falo do que é uma lei do que é uma teoria, quando ela é uma proposta e se torna lei e tal, aí depois desse conteúdo a gente termina trabalhando com evolução. Aí o aluno me pergunta por que é uma teoria, aí a gente vai discutir que a própria ciência é mutável, "né"? mas sem diminuir a força do conhecimento. Agora, para o público em geral, eu acredito que deva ter um impacto muito maior.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>17/2</p>	<p>Por quê?</p>
<p>Pela força da palavra, "né"? As pessoas são muito conduzidas em seus pensamentos por um processo de massa. Então o que a massa pensa é o seguinte: o que vale muito mais é uma lei, mesmo que essa lei seja a mais pífia que exista, do que uma teria muito forte.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>17/3</p>	<p>Eles têm a ideia de que lei é mais importante?</p>
<p>Exatamente!</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>17/4</p>	<p>Tem alguma coisa que você gostaria de acrescentar?</p>
<p>É um dos assuntos que eu mais gosto de trabalhar. Eu tenho dificuldade de trabalhar quando eu tenho aluno evangélico, porque eu acho que o evangélico limita um pouco as discussões com respeito à evolução, às adaptações e tal.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>17/5</p>	<p>Por quê?</p>
<p>Para não perder o valor que (entre aspas) "o ser humano ocupa no contexto biológico". Eu estou falando não só de alunos, mas professores também que tem esse tipo de pensamento. O ser humano é muito idolatrado por esse grupo.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>17/6</p>	<p>Eles vão bem nas avaliações?</p>
<p>Em geral, eles não mudam muito em rendimento em relação aos outros não.</p>	<p>Marco Aurélio</p>	<p>17/7</p>	

Para as pessoas [público em geral] eles não conseguem distinguir isso muito bem.	Nero	17/1	Não faz diferença se é uma lei ou uma teoria?
Não! Eles não conseguem entender o que é uma hipótese. Eu acho que quem tem que conduzir isso é o professor em sala de aula.	Nero	17/2	Vamos imaginar que alguém (que não um professor) estivesse falando em evolução, na televisão, por exemplo, o que você acha em termos de aceitação, qual seria o motivo que levaria o público ou os estudantes a não aceitarem ou aceitarem "de cara" aquelas explicações?
Rapaz, eu acho que a carga cultural e religiosa deles. E a religião principalmente, é o grande embate que eu tenho hoje quando eu vou falar de evolução.	Nero	17/3	Você detecta isso em professores?
Vejo!	Nero	17/4	Eles se recusam?
Eu nunca vi se recusar, mas eu já ouvi de alunos falarem que ele [o professor] balizou a evolução com o criacionismo assim que é uma coisa que confunde ainda mais a cabeça do aluno.	Nero	17/5	Só para finalizar, você acha que se os alunos tivessem alguma facilidade de compreender a evolução você acha que eles aceitariam, em detrimento de sua religião?
Em detrimento da religião não, cara. Eu ousou dizer que a depender da religião ele não vai aceitar a evolução nunca.	Nero	17/6	
Rapaz eu não gosto muito desse negócio de lei, teoria, porque sinceramente eu me sinto confuso às vezes. [...] Mas em termos de aceitação eu acho que independe, acho que a evolução independe.	Trajano	17/1	Você acha que é difícil de aceitar?
Muito, muito difícil. E eu não estou me referindo ao senso comum, eu estou me referindo à própria academia mesmo.	Trajano	17/2	Você acha que tem diferença entre alunos e professores quanto a essa não aceitação?
Grosso modo, eu acho que não, porque eu já tive experiência de conversas com colegas, eles não aceitam.	Trajano	17/3	Mas mesmo considerando que eles têm o entendimento?
Não! Ah... Ele tendo o entendimento sim, você tá falando uma pessoa da área?	Trajano	17/4	É, vamos pensar assim, começando por estudantes: você acha que os estudantes tendo êxito na matéria tenderiam a aceitar?
Sim!	Trajano	17/5	E você acha que o professor que já tem o entendimento?

Quem tem o entendimento sim, acho que sim, eles aceitam.	Trajano	17/6	
Com certeza, sim!. Eu acho que sim! Porque muitos dos alunos religiosos, que não acreditam em evolução, eles falam isso, "né"? Que: "Ah... Que não tem nenhuma grande comprovação...". E os alunos têm muito isso de comprovar cientificamente. Como se a ciência não fosse uma construção humana e que tivesse erros.	Leonor	17/1	Você fez um comentário interessante sobre os estudantes religiosos. Você acha que se a evolução não fosse tratada como teoria, esses estudantes passariam a dar mais credibilidade?
Assim, eu não sei se mudaria tanto, na realidade... Eles já vêm com uma resistência muito forte de não acreditar. [...]. É muito problemático. [...]. Se eu for ensinar sobre diversidade sexual eu não quero que ele só entenda, mas eu quero que ele aceite. Mas religião já é mais complicado, eu não posso querer que o aluno aceite evolução. Para mim já basta que ele entenda.	Leonor	17/2	Você acha que a partir do momento que eles entendem, eles passam a aceitar?
Não! Alguns não e outros sim [...] Eles fazem uma mistura, tipo: "professora eu antes não acreditava, hoje eu acredito no seguinte, que meu Deus botou Darwin, que botou a seleção natural, e aí eu acredito no resto [inaudível] da seleção natural". Eles fazem uma hibridização de conhecimento. Alguns já me falaram isso, não são poucos não.	Leonor	17/3	E quanto aos professores, nossos colegas, você percebeu também isso?
Olha, eu acho que tem muito professor que não dá evolução. Eu já dei aula para professor, e teve aluno que falou que leva a bíblia para falar em evolução. Eu nem sei exatamente como ela trazia isso.	Leonor	17/4	

<p>Eu acho que no imaginário popular, que não tem conhecimento [inaudível], a diferença entre lei e teoria é algo marcante que influencia na maneira como elas são compreendidas e aceitas. Eu tento nas minhas aulas explicar que apesar da seleção natural ser uma teoria (aí eu faço essa distinção) o que é a teoria é a seleção natural, mas a evolução não é teoria, é um fato. A teoria da seleção natural está aí para explicar como a evolução acontece. Eu costumo falar nas minhas aulas que a gente tem de conhecimento científico, seja ele uma teoria seja ele uma lei, é o conhecimento que foi construído com base em observações, com base em experimentos, com base em produção científica e que aquilo que a gente tem hoje é o que é mais aceito pela ciência – que é considerado como correto. Isso pode mudar no futuro, ou não.</p>	Tibério	17/1	<p>Você comentou na sua fala sobre entendimento... se nossos estudantes entendessem mais eles aceitariam mais a evolução.</p>
<p>Quando eu estou trabalhando com eles evolução eu falo. Eu tenho muito tato para falar sobre isso em sala de aula. Sobretudo na sala de Eja porque são adultos quase idosos que já vem com aquela ideia de evolução em oposição a suas ideias religiosas. Nesse sentido, eles são muito relutantes a acreditar e aceitar a evolução. O que eu falo? Não é meu objetivo que vocês aceitem ou acreditem. O meu objetivo é que vocês entendam. Acontece que acho muito difícil você entender a ideia de seleção natural e não usar isso como explicação extremamente plausível para evolução, sabe? Meu esforço é que eles entendam a seleção, mas que desses poucos que entenderam, eu espero que alguns possam chegar ao entendimento tão claro.</p>	Tibério	17/2	<p>Por acaso, seus alunos mais religiosos se dão melhor ou pior nas suas avaliações de evolução?</p>
<p>Aí eu não tenho como te dizer.</p>	Tibério	17/3	

<p>Há uma grande dificuldade de compreender o conceito de teoria porque existe um senso comum de que a teoria está relacionada a hipótese. É sempre importante ensinar aos alunos que teoria científica não é uma mera hipótese; A teoria científica é um conjunto de dados modelos, explicações que conseguem adequadamente explicar um fenômeno natural. Eu acho que é diferente de uma lei porque a lei não busca... (não sei se estou falando besteira agora mas...) a lei não busca explicar, criar modelos para determinados fenômenos. Ela é uma explicação mais concisa e mais abrangente. [...] A teoria da evolução não pode ser chamada de lei pois não tem uma explicação geral que consiga dar conta da complexidade da evolução. A teoria da evolução ainda que seja muito rica, ela tem muito a crescer ainda. Então, cai nesses dois problemas, não dois problemas, mas um problema com dois lados; um lado de que o termo teoria científica está correto, mas ao mesmo tempo, no âmbito popular, o conceito de teoria tem outro significado. Então, uma forma de fazer com que as pessoas entendam isso é dando uma explicação adequada do que é uma teoria científica.</p>	Tito	17/1	<p>A evolução não segue os mesmos caminhos metodológicos que a física, por exemplo, e os alunos precisam saber disso. Outra coisa também que poderia interferir no reconhecimento da teoria evolutiva seriam as crenças dos estudantes. Voce teria algo a comentar sobre isso? Você discorda de mim? O que você acha?</p>
<p>Concordo plenamente que existe essa resistência dos alunos. Ao iniciar a aproximação do aluno com a evolução, eu acho que é muito importante que o professor tenha um posicionamento que consiga aproximar esses alunos que tenham essa resistência explicando que assim, uma abordagem multicultural é muito..., assim [...] explicar a diferença dos tipos de conhecimento, de valorizar cada tipo de conhecimento, o valor do conhecimento religioso, o valor do conhecimento científico, as possíveis explicações para o fenômeno de acordo com certa lógica, que é diferente em cada tipo de conhecimento [...] Dizer que não necessariamente ele precisa acreditar, mas que ele entenda como a explicação se dá na ciência.</p>	Tito	17/2	<p>Você acha que a crença interfere no entendimento? Os alunos mais religiosos entendem menos evolução que os menos religiosos?</p>

<p>Acho que não necessariamente. Existe essa resistência de você [o aluno] não querer aprender porque você [o aluno] não acha que seja a verdade, e isso vai contra a sua crença, mas a partir que você quebra essa resistência, eu acho que tem total capacidade de aprender tanto quanto qualquer outra pessoa que não tem essa resistência. E é até engraçado pensar que muitos ataques dos criacionistas são muito bem esclarecidos, porque eles entendem do que estão falando, eles estudaram exatamente para criticar, mas eles entendem tão bem quanto pessoas que estudam e ainda que tenham falhas de raciocínio lógico, cria debates mais interessantes do que pessoas que não entendem.</p>	Tito	17/3	
<p>Acho que sim, que quando fala teoria dá ideia de que pode ser verdade ou não. Digamos que fosse algo mitológico. Alguns alunos poderiam interpretar dessa forma. Dá uma ideia de especulação. Acho que influenciaria sim.</p>	Diana	17/1	
<p>É! Até por essa questão das leis, “né”? se a gente for adentrar o processo filosófico de ciências é complicado até falar em lei, “né”? Há evidências que existe mesmo, mas de repente se apresentam uma teoria ou algo diferente que refuta aquilo que apresente evidência mesmo de fato [...] como é que a gente vai fazer com essa lei agora? [...] Não existe verdade nas ciências, acho que pelo fato de não existir verdade nas ciências, essa questão de estabelecer leis não é razoável. A gente tem que trabalhar com perspectiva e hipótese e teorias, enquanto a questão da opinião pública, “né”? Por exemplo, nossa visão de evolução mudou durante um tempo. Já pensou se fosse a Lei de Lamarck, a primeira Lei de Lamarck? De repente esse fato de não só pra a sociedade em si (até acadêmica mesmo) quando se coloca a coisa como lei, inibe outras pessoas de estarem... Procurar saber se aquilo... Estudar aquilo e refutar. Então, nessa perspectiva teoria eu acho que é um nome mais justo.</p>	Vespasiano	17/1	<p>Já que a gente está falando de opinião pública, e você comentou sobre religião, você acha que a religião influencia a opinião pública sobre a evolução?</p>

Influencia, sim!. E existe até um combate ao ensino de evolução como mecanismo de origem das espécies.	Vespasiano	17/2	E você acha que as pessoas que são mais religiosas têm mais dificuldade de aprender evolução?
É que vai de encontro às suas verdades, "né"? Então, para uma pessoa que vive num meio onde aquilo é passado como verdade desde a infância, e você chega na adolescência, e alguém vem com um discurso diferente de algo que mexe além da questão da razão, dificulta. Não entra na cabeça, é um bloqueio, "né"?	Vespasiano	17/3	
Eles não questionam. Eu falo que é uma teoria que está em construção. Se fosse Lei, eu não acho que teria diferença. Acho que o fato de ser evolução é que complica por causa da religião.	Vitória	17/1	Você acha que os alunos com maior inclinação religiosa têm mais dificuldades de compreender evolução?
A gente vê as caras "né" [de recusa]? Mas não consigo aferir se eles têm mais dificuldade de compreensão.	Vitória	17/2	
Não! Acho que não!	Sofia		Você acha que os alunos que têm uma inclinação religiosa, isso interfere na aprendizagem?
Ah, com certeza! Eu acho que sim, porque por mais que... Primeiro dia de aula, quando eu vou entrar nesses assuntos, eu falo pra eles... É aquela velha história, "né"? "eu vim do macaco?" [...] Então, assim, eles se fecham, aí eu sempre começo minhas aulas dizendo: vocês não precisam acreditar, vocês precisam conhecer. Mas eu acho que quem é aquele religioso ferrenho mesmo eu acho que isso influencia mesmo, porque ele já vem fechado.	Sofia		Você acha eles apresentam baixo rendimento?
Em alguns casos, sim, naqueles mesmo... Sabe? Porque eles já vão... Que eles cresceram não foi aprendendo aquilo, a família não diz aquilo. Muitas vezes eles acham até engraçado.	Sofia		