

Evolução e biodiversidade: livros didáticos e interesses e concepções dos estudantes

Evolution and biodiversity: textbooks and students' interest and conceptions

Carolina Maria Boccuzzi Santana¹
Andreia dos Santos Calegari²
João Paulo Reis Soares³
Ester Aparecida Ely de Almeida⁴
Jéssica Jorge⁵
Graça Simões de Carvalho⁶
Fernanda Franzolin⁷

Resumo

Sendo o conhecimento de evolução central à compreensão da biodiversidade, este trabalho pretendeu compreender: (i) os interesses dos estudantes sobre evolução biológica; (ii) suas explicações para as diferenças e semelhanças entre os seres vivos; e (iii) como os materiais didáticos exploram as questões relacionadas às adaptações. Para a seleção de estudantes, utilizou-se o critério da máxima variação. A coleta se deu por questionários, entrevistas e matriz de registro para os livros. Os estudantes compreendem o papel do ambiente à caracterização da biodiversidade, mas apresentam explicações finalistas e teleológicas. Os materiais didáticos podem representar a conexão entre os organismos e suas adaptações; porém, é preciso não fomentar uma abordagem teleológica e a-histórica. Ademais, os estudantes demonstram interesse em estudar diferentes aspectos sobre evolução, que podem auxiliar a contextualizar o conhecimento de biodiversidade em futuros materiais didáticos.

Palavras-chave: Adaptação; livros didáticos; evolução biológica; concepções dos estudantes; interesses dos estudantes.

Abstract

Since knowledge about evolution is central to understanding biodiversity, this paper aimed to understand: (i) students' interests in biological evolution; (ii) their explanations for the differences and similarities among organisms; and (iii) how the didactic materials they use explore issues related to adaptations. Students were sampled through of maximum variation

¹ Universidade Federal do ABC | carolina.santana@ufabc.edu.br

² Universidade Federal do ABC | andreia.calegari@ufabc.edu.br

³ Universidade Federal do ABC | joao.paulo@ufabc.edu.br

⁴ Universidade Federal do ABC | ely.ester@gmail.com

⁵ Universidade Federal do ABC | jessica.jorge@ufab.edu.br

⁶ Universidade do Minho | graca@ie.uminho.pt

⁷ Universidade Federal do ABC | fenanda.franzolin@ufabc.edu.br

criterion. Data were collected through questionnaires, semi-structured interviews, and a matrix for recording the attributes identified in textbooks. The results indicate that students understand that the environment plays a role in biodiversity, but they present teleological and finalist explanations. Textbooks can present the connection between organisms and their adaptations; however, it is essential to avoid promoting a teleological and ahistorical approach. Furthermore, students demonstrate an interest in studying evolution, which may help contextualize biodiversity knowledge in future didactic materials.

Keywords: Adaptation; textbooks; biological evolution; student conceptions; student interests.

Introdução

Pesquisadores na área de ensino de Ciências defendem que a Teoria Evolutiva deve ser considerada o eixo integrador da Biologia (BIZZO; EL-HANI, 2009), pois seus tópicos são centrais para sua abordagem (NEUBRAND; BORZIKOWSKYB; HARMS, 2016; SILVA; ANDRADE; CALDEIRA, 2014). Sem tal abordagem, o conhecimento biológico limitar-se-ia a um conjunto de ideias, sem possibilitar maior compreensão sobre o seu significado (DOBZHANSKY, 1973). Todavia, no que diz respeito a sua prática, o ensino de Biologia ainda se apresenta com abordagens fragmentadas e desconexas de seus conteúdos (KRASILCHIK, 2016). Temáticas com foco em evolução costumam ser pontuais, tratadas no fim do ano letivo e/ou no último ano do Ensino Médio (TIDON; LEWONTIN, 2004), com o pressuposto de que para sua compreensão seriam necessários conhecimentos prévios da genética (BIZZO; EL-HANI, 2009) e da biologia molecular (DODICK, 2007). Tal fragmentação está presente nos livros didáticos que, muitas vezes, abordam a diversidade de seres vivos de maneira desconectada da evolução biológica (CORDEIRO et al., 2018). Ainda, mesmo os professores da Educação Básica podem apresentar dificuldades em compreender a evolução biológica como um eixo integrador (COLLI; BARROS, ANDRADE, 2022). Além disso, essa fragmentação perpassa também o discurso curricular, como na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018). Com sua implementação envolta em diferentes discussões acerca da sua pertinência na atualidade (FRANCO; MUNFORD, 2018) e a descontinuidade do processo de discussão ao longo de seu processo de construção (MATTOS; AMESTOY; TOLENTINO-NETO, 2022), o documento ancora-se no foco do estabelecimento de competências e habilidades dos estudantes, passando a nortear o desenvolvimento dos currículos brasileiros, desde o final de 2017.

Na BNCC, para o Ensino Fundamental (responsável pela elaboração dos currículos do público-alvo desta pesquisa), embora a unidade "Vida e Evolução" esteja presente desde o primeiro ano da Educação Básica, existem apenas três momentos com indicação explícita do tratamento evolutivo, no 3º ano, depois, somente nos 8º e 9º anos (abordando adaptações e processo reprodutivo em plantas; hereditariedade e comparação entre as ideias de Darwin e Lamarck respectivamente) (BRASIL, 2018). Essa visão mecanicista, com pouca valorização de conhecimentos sociais e históricos que perpassam o conhecimento biológico, sua natureza e seu inacabamento, pode ser encarada como herança de uma tradição curricular, vista em documentos anteriores, como os Parâmetros Curriculares Nacionais e as Orientações Curriculares (NASCIMENTO JUNIOR; SOUZA; CARNEIRO, 2011).

Ademais, o tempo dedicado aos conteúdos sobre evolução biológica não permite o aprofundamento necessário à temática (OLEQUES, 2014; SANTANA, 2019), que requer uma

abordagem ampla, heurística e plural para seu melhor entendimento (SEPÚLVEDA; EL-HANI, 2008). Todavia, mesmo quando o ensino de evolução é abordado com o ensino de biodiversidade, concentra-se na abordagem da seleção natural, como o único processo dentro da explicação da diversidade biológica (SEPÚLVEDA; EL-HANI, 2008). A associação entre o ensino sobre a biodiversidade e evolução pode possibilitar a compreensão das similaridades e diferenças dos seres vivos (SILVA, ANDRADE E CALDEIRA, 2014), oportunizar análises e reflexões críticas sobre o conhecimento biológico e seu desenvolvimento (TIDON; VIEIRA, 2009), ser uma forma poderosa de conhecer o mundo natural (ATHANASIOU; KATAKOS; PAPADOPOULOU, 2012) e também de possibilitar uma alternativa para remover a compartimentalização dos conteúdos (SILVA; ANDRADE; CALDEIRA, 2014). Vale ressaltar, que a importância da compreensão das temáticas relacionadas à biodiversidade está para além dos meios escolares e/ou acadêmicos, haja vista a conservação da biodiversidade ser fundamental para garantir a existência atual e futura da vida na Terra (LÉVÊQUE, 1999).

A evolução biológica é um tema complexo, que correlaciona muitos conceitos, aos quais podem ser associadas diferentes conotações. Ademais, são registradas diversas concepções alternativas de estudantes e professores, como a compreensão de que o processo de adaptação está associado a um propósito (ALTERS; NELSON, 2002; BISHOP; ANDERSON, 1990; BIZZO, 1994; REIS et al., 2017; SILVA, ANDRADE E CALDEIRA, 2014; TIDON; LEWONTIN, 2004; OLEQUES, 2014) ou de que todas as espécies surgiram ao mesmo tempo (ALMEIDA, 2012). Ainda que compreendam que a evolução é promotora da diversidade biológica, os estudantes pouco a relacionam com a espécie humana (PRIMO; HALKIA; SKORPOULIS, 2008). Assim, a priorização de explicações adaptacionistas ocorre desde a Educação Básica até o Ensino Superior (SEPÚLVEDA; EL-HANI, 2008).

Nesse processo de transposição didática, os livros didáticos, configuram-se como elementos de relevância nos ambientes educacionais (MATIĆ; GRACIN, 2016), sendo fundamental o papel dos professores em seu uso em sala de aula (LOMBARD; WEISS, 2018). Devido à forte influência destes materiais no sistema educacional, são diversas as pesquisas que visam investigá-los. Especificamente relacionado ao ensino de evolução, nas pesquisas nacionais, temos investigações voltadas aos livros de Ensino Médio que se debruçam por exemplo, em explicações sobre origem e diversificação de cordados (DALAPICCOLLA; SILVA; GARCIA, 2015), e no Ensino Fundamental, pesquisas direcionadas à análise da sistemática e filogenética (TOMOTANI; SALVADOR, 2017), por exemplo. Quanto ao tratamento do ensino de seleção natural e adaptações, encontramos estudos sobre a falta da consideração histórica nos livros de Ensino Médio (ARAÚJO; ROSA, 2015) e pesquisas sobre transposição didática do conceito de adaptação nos livros da Educação Secundária espanhola (GÓMEZ; QUÍLEZ; PUIG, 2002). Todos os trabalhos, independente do contexto, apontam para obstáculos na formulação dos textos dos livros analisados que impossibilitam que o estudante compreenda os mecanismos evolutivos atuantes na diversidade dos seres vivos, ou então, influenciam possíveis concepções alternativas.

Perante a importância da teoria da evolução para a compreensão dos conhecimentos na Biologia, em especial sobre a diversidade biológica, é importante que se conheça como a evolução é compreendida na Educação Básica. Além disso, o investimento em pesquisas sobre o ensino de evolução é importante, por possibilitar aos professores o trabalho deste tema como um eixo transversal (TIDON; VIEIRA, 2009). Destaca-se ainda o contexto atual, em que reflexões não lineares são necessárias, identificando pontos de intervenção sócio-políticas e educacionais, de maneira a tornar os conhecimentos da Biologia significativos

(JACOBI, 2003). Ademais, tendo em vista que, usualmente, pesquisas sobre a evolução biológica focam-se no Ensino Médio, havendo poucas pesquisas que investigam a temática no Ensino Fundamental, é necessário que tal etapa também seja investigada (ZABOTTI; JUSTINA, 2020). Diante disso, esse trabalho pretende fornecer dados empíricos acerca das concepções dos estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental (9º Ano) sobre os mecanismos que compreendem estar relacionados com a diversidade de seres vivos e investigar como as adaptações dos seres vivos são apresentadas nos livros didáticos utilizados por tais estudantes. Portanto, os objetivos deste trabalho são: (i) compreender o interesse dos estudantes em aprender a respeito da evolução biológica; (ii) conhecer as explicações que dão para as diferenças e semelhanças entre os seres vivos; e (iii) analisar de que maneira os materiais didáticos que eles utilizam exploram a adaptação no ensino de biodiversidade. (iii) analisar de que maneira os materiais didáticos que eles utilizam exploram a adaptação no ensino de biodiversidade.

Metodologia

Esta investigação é um recorte de um vasto estudo com ampla base de dados, mas aqui abordaremos apenas os dados relacionados à biodiversidade e à evolução. Assim, a metodologia apresentada neste trabalho está presente em outras investigações, que se encontram em diferentes níveis do processo de publicação (FRANZOLIN et al., 2021; SANTANA et al., 2022). Para investigar as concepções relacionadas à evolução, selecionou-se dez escolas públicas no estado de São Paulo, área de atuação do Programa Biota Fapesp, ao qual esta pesquisa apresenta ligação. Para esta seleção, utilizou-se o critério de máxima variação (PATTON, 1990), que consiste na seleção de amostras que sejam mais heterogêneas possíveis. Dentre os critérios selecionados, utilizou-se: i) o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) - indicador brasileiro que afere as escolas do país (BRASIL, 2017) - considerando-se cinco escolas que apresentaram os menores índices e cinco com os maiores índices; ii) a localização referente a proximidade dos ambientes característicos dos biomas existentes em São Paulo, Cerrado, Mata Atlântica (IBGE, 2019) e os ecossistemas litorâneos. Assim, foram selecionadas as escolas da seguinte forma: duas litorâneas, duas próximas e duas distantes de fragmentos preservados de cada um dos biomas (para distância, considerou-se acesso por caminhada de até 20 minutos sem obstáculos). Para seleção utilizou-se as ferramentas do software DataGeo, Google Earth, mapa da Fundação Florestal do estado São Paulo (SÃO PAULO, 2019), Google Maps e contatos com as Secretarias Municipais do Meio Ambiente. Foram convidados estudantes do 9º ano, pois possivelmente já teriam contato com o conteúdo sobre a biodiversidade. Assim, 188 estudantes, entre 13-18 anos, responderam um questionário. Destes, selecionaram-se dois estudantes de cada escola, para serem entrevistados. Os estudantes foram selecionados pela equipe escolar, também através do critério de máxima variação (PATTON, 1990), com um estudante com maior e outro com o menor rendimento na disciplina de Ciências da Natureza.

O questionário do tipo Likert (LIKERT, 1932) apresentava questões elaboradas a partir do questionário do Projeto ROSE (The Relevance of Science Education Project). Nessas, os estudantes expressaram, em uma escala de 4 pontos, seu interesse ou sua concordância sobre itens relacionados à evolução. Elaborou-se também um roteiro de entrevista semiestruturada, por permitir atender aos objetivos de pesquisa e possibilitar flexibilidade

(BRINKMANN, 2014). Entre as questões, apresentaram-se fotografias de diferentes espécies, perguntando-se os motivos que levam às semelhanças e diferenças entre os seres vivos visualizados. Os instrumentos de coleta desta pesquisa foram validados pelo grupo de pesquisa e aprovados no Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal do ABC.

As entrevistas foram transcritas e analisadas a partir de etapas descritas por Marshall e Rossman (2006). Além disso, alguns elementos da análise de conteúdo de Bardin (2007) também foram utilizados; assim, os dados transcritos foram transformados em unidades de registro e em unidades de contexto. Em seguida, as unidades de registro foram agrupadas, conforme seus significados semânticos em duas categorias: i) mecanismos propiciadores de biodiversidade - explicações para as diferenças entre os seres vivos e; ii) fatores que explicam a similaridade entre organismos, ou seja, explicações para as semelhanças entre os organismos. Tais categorias foram divididas em subcategorias, a saber: (1) Ambiente: os organismos possuem certas características devido ao ambiente ocupado; (2) Relações Ecológicas: os organismos possuem certas características devido a forma de alimentação e as interações com os demais organismos; (3) Adaptação ao ambiente: os organismos possuem certas características para se adaptar ao ambiente; (4) Espécies/Grupos: as características dos organismos são determinadas por pertencerem a grupos ou espécies; (5) Tempo: as características dos organismos mudam com o passar do tempo; (6) Evolução: a evolução é responsável pelas características dos organismos; (7) Reprodução: as características dos organismos são decorrentes do resultado da reprodução; (8) Genética: a genética é responsável pelas características dos organismos; (9) Alteração pelo homem: as características podem surgir devido a experimentos em animais; (10) Ação divina: as características dos seres vivos são criadas por uma força divina.

Ainda, para compreender se os materiais didáticos faziam um tratamento ecológico-evolutivo nos capítulos destinados à biodiversidade, analisaram-se os materiais adotados pelas escolas participantes. Assim, investigaram-se seis coleções de livros didáticos (LD1 a LD6), distribuídas pelo Programa Nacional do Livro Didático de 2017 a 2019 (BRASIL, 2020); e três coleções de apostilas (AP7 a AP9), duas distribuídas e produzidas pelo estado de São Paulo e uma adotada por uma rede municipal, confeccionada por uma instituição privada. As menções à adaptação foram registradas, conforme identificadas e organizadas em matrizes eletrônicas, elaboradas com base em outros estudos (ex. CARAVITA et al., 2008). Para comparação entre os resultados de livros e apostilas utilizou-se o teste exato de Fischer, considerando significativa a diferença, em valores inferiores a $p = 0,05$.

Resultados e discussão

Interesse dos estudantes sobre evolução biológica

Em geral, os estudantes apresentam grande interesse na temática de evolução biológica, com médias acima de 2,7 para todos os itens relacionados ao assunto (Tabela 1). Em publicação anterior (FRANZOLIN, et al., 2021), comparando várias categorias de itens relacionados à biodiversidade, verificou-se que a categoria evolução biológica é o segundo tópico de interesse dos estudantes participantes ($x = 2,79$), antecedido apenas pela categoria relacionados à Natureza da Ciência ($x = 2,84$). Já no presente estudo, na Tabela 1, dentre os itens analisados da temática evolução biológica, destaca-se o interesse no item

“Como surge uma nova espécie”, podendo ser este um tema para engajar os estudantes no estudo sobre a evolução biológica.

Tabela 1. - Interesse dos estudantes sobre evolução biológica (n amostral = 188 estudantes)

Afirmação	N válido	Média	DP
(A42) Como surge uma nova espécie	185	3,24	0,94
(A5) Dinossauros, como viveram e porque desapareceram	187	2,93	1,01
(A1) A origem e a evolução da vida na Terra	187	2,90	0,89
(A52) As relações de parentesco entre os seres vivos	187	2,71	1,02

Fonte: os autores

Similarmente, estudantes apresentaram médias de interesse acima de 2,5 para as afirmações “Dinossauros, como viveram e porque desapareceram” e “A origem e a evolução da vida na Terra”, evidenciando grande interesse, tal como encontrado em outras pesquisas na Irlanda (MATTHEWS, 2007), nas Bahamas (MCDONALD, 2020), e no Brasil (SANTOS-GOUW, 2013).

Concepções dos estudantes sobre evolução biológica: respostas ao questionário

Quanto às concepções sobre evolução, evidencia-se que os estudantes apresentam grande concordância com relação aos itens “A comunidade científica concluiu que novas espécies de animais e plantas podem se originar das existentes” ($x = 3,08$); “Existem evidências científicas mostrando que os seres humanos se originaram da mesma maneira que outras espécies” ($x = 2,68$); e “Os cientistas acreditam que todas as coisas vivas do planeta compartilham um ancestral comum que viveu há muito tempo” ($x = 2,89$), todos com médias acima de 2,6 (Tabela 2). Todavia, dentre esses itens, a concordância foi menor em relação ao item “Existem evidências científicas mostrando que os seres humanos se originaram da mesma maneira que outras espécies”, o qual apresentou a menor média (2,68) (Tabela 2).

Tabela 2 - Concepções dos estudantes com relação à evolução biológica (n = 188 estudantes)

Item	N válido	Média	DP
(D1) A comunidade científica concluiu que novas espécies de animais e plantas podem se originar das existentes	184	3,08	1,00
(D4) Os cientistas acreditam que todas as coisas vivas do planeta compartilham um ancestral comum que viveu há muito tempo	184	2,89	1,05
(D3) Existem evidências científicas mostrando que os seres humanos se originaram da mesma maneira que outras espécies	182	2,68	1,06

(D6) A comunidade científica acredita que os seres vivos foram criados exatamente como são.	184	1,82	1,07
---	-----	------	------

Fonte: autores

Como também apontado na pesquisa de Tonin, Tolentino-Neto e Ocampo (2022) os estudantes aparentam apresentar relações positivas em relação ao conhecimento científico, conotando a ele um sentimento de confiança e credibilidade. Ainda que grande parte dos respondentes compreenda as ideias que são apoiadas pelo discurso científico, isso parece menos evidente quando se trata de seres humanos. Tal divergência entre a relação do ser humano e de outros seres vivos com o processo evolutivo também foi evidenciada na investigação de Mota (2013) e Almeida (2012), considerando o ser humano como um ser à parte dos demais organismos, dificultando sua compreensão de que a espécie humana faz parte e é também afetada pelo processo evolutivo. A compreensão da espécie humana dentro da biodiversidade geral é influenciada por complexas relações históricas, sociais, religiosas e até mesmo científicas, que vão para além da experiência escolar (RODRIGUES; LABURU, 2014) e podem afetar a forma que se entende os impactos ambientais causados por ações antrópicas (JACOBI, 2003; RODRIGUES; LABURU, 2014), demonstrando a necessidade deste tipo de relação nas aulas de Ciências da Natureza e de Biologia. Observou-se, ainda, que os estudantes tiveram grande discordância sobre a afirmação “A comunidade científica acredita que os seres vivos foram criados exatamente como são” ($x = 1,82$), indicando compreender que a comunidade científica não entende os seres vivos como obra de uma criação essencialista. Tal percepção vai ao encontro do verificado por Primou, Halkia e Skordoulis (2008), na qual mais da metade dos estudantes gregos participantes de sua pesquisa aceitam a origem comum dos seres vivos e a maioria discorda da afirmação de que todos os seres vivos apareceram ao mesmo tempo no planeta.

Concepções dos estudantes sobre evolução biológica: respostas a entrevistas

Mecanismos propiciadores de Biodiversidade

Procurando compreender de forma mais qualitativa as concepções, 20 respondentes ao questionário participaram também em uma entrevista semiestruturada a fim de detalhar as concepções relacionadas aos motivos pelos quais os seres vivos possuem diferenças entre si. Quase todos os estudantes entrevistados (19) mencionaram que essas diferenças estão relacionadas ao **ambiente** em que esses organismos vivem e cerca de metade dos entrevistados (10), ainda falaram sobre tais diferenças serem decorrentes da **adaptação ao ambiente** (Tabela 3).

Tabela 3 - Concepções dos estudantes aos mecanismos propiciadores da biodiversidade e fatores para explicar a similaridade entre organismos (n = 20).

	Motivos	n válido	%	p-valor
Mecanismos propiciadores de Biodiversidade	Ambiente	19	95%	Ref.
	Relações Ecológicas	13	65%	0,018
	Adaptação ao Ambiente	10	50%	0,001
	Espécies/Grupos	9	45%	<0,001

	Tempo	8	40%	<0,001
	Evolução	7	35%	<0,001
	Reprodução	7	35%	<0,001
	Ação divina	4	20%	<0,001
	Genética	3	15%	<0,001
	Alteração pelo ser humano	1	5%	<0,001
Fatores para explicar a similaridade entre organismos	Grupo/Espécie	11	55%	Ref.
	Relações Ecológicas	10	50%	0,752
	Ambiente	8	40%	0,342
	Adaptação ao ambiente	4	20%	0,022
	Evolução	4	20%	0,022
	Genética	4	20%	0,022
	Reprodução	1	5%	<0,001

Fonte: autores

Por exemplo, um dos estudantes ao tentar explicar o que gera a diferença entre duas árvores, sendo uma delas, uma árvore de mangue (*Rhizophoraceae*), tenta relacionar a sua diferença morfológica com a adaptação ao meio aquático.

Aluno 1: Porque tem mais galhos, tem mais galhos fixados em volta dela e é mais difícil se vier uma corrente muito forte para ela cair [...].

Nessas falas predominam explicações finalistas, como a seguir se apresenta, na qual as diferenças são adaptações que visam atender as necessidades de sobrevivência: "(...) talvez um que cace animais seja mais rápido e precise caçar animais mais longe, então ele precise de uma visão de longo alcance ou algo do tipo" (Aluno 2). Ainda, entre as explicações predominantes estão aquelas referentes às **relações ecológicas** que os organismos estabelecem com os diferentes seres vivos (13, Tabela 3). No excerto citado, o estudante fala que uma visão de longo alcance seria desenvolvida para caçar animais rápidos, sendo essa uma adaptação referente à relação ecológica de predação.

Seguidamente, nove estudantes (Tabela 3) explicam a diferença dos organismos a partir de uma visão imediatista sobre a compreensão do conceito de **espécie** como categoria taxonômica. Por exemplo, ao responder, por que duas espécies são diferentes um jovem respondeu: "Cada um nasceu da espécie que eram os pais deles e aí eles se tornaram dessa espécie" (Aluno 3). Nota-se que os estudantes apresentam dificuldades na compreensão do conceito de espécie, o que pode ser atribuída a perspectiva memorística no ensino sobre o tema (CASE, 2008).

No total, oito estudantes associam o **tempo** (Tabela 3) como um fator gerador de diversidade. Mas, não se referem necessariamente ao tempo em escalas geológicas, e geralmente usam uma abordagem finalista, como neste exemplo:

Aluno 4: Para eles se acostumarem com esse ambiente várias espécies morrem, não conseguem, até que uma vai conseguindo, por isso que isso leva longos e longos anos para eles tomarem posse daquilo ali, para eles aprenderem, acostumarem e se reproduzirem.

Apenas sete dos vinte entrevistados apontam que a **evolução** biológica seria geradora da biodiversidade atual e apenas três mencionam a genética (Tabela 3). Mas infere-se que a maneira como estes estudantes compreendem o processo evolutivo está relacionada

com a sua compreensão de adaptação, que ocorreria através da vontade dos seres vivos, de maneira individual e finalista. Um exemplo é a fala do aluno:

Pesquisadora: O que você acha que seria essa evolução?

Aluno 5: Seria: eu preciso disso por isso aconteceu. [...] Elas evoluíram.

Pesquisadora: No caso dessas aves, exemplifica para mim como você acha que isso teria acontecido.

Aluno 5: Talvez por precisar comer, elas teriam um bico maior...

Dentre as demais justificativas para explicar a geração de diversidade de seres vivos também apareceram (Tabela 3): a **reprodução** (7), **Ação divina** (4) e **alterações pelo ser humano** (1). Assim, percebe-se que a explicação dos estudantes para a biodiversidade está mais associada às características do meio do que com as crenças religiosas, ainda que apresentem concepções alternativas sobre esse processo.

Fatores para explicar a similaridade entre organismos

Quando pedimos para explicarem as similaridades entre espécies que viam nas imagens, dos 20 estudantes entrevistados, 11 utilizam explicações categóricas (**grupo/espécie**, Tabela 3), muitas vezes ligadas a classificação taxonômica, sem explicitar algo sobre as relações de parentesco entre os seres vivos, como na fala do Aluno 6: “Bom, são parecidos porque são da mesma família, são aves”. Metade dos estudantes entrevistados (10, Tabela 3) também relaciona as semelhanças entre os seres vivos com as **relações ecológicas** estabelecidas entre os seres vivos. Essas explicações também são apresentadas com um caráter finalista, como no trecho selecionado do Aluno 7: “[...] o predador tem esses dois olhos no rosto juntos, para poder ver a presa, para poder caçar, igual a gente”.

Ademais, oito estudantes também relacionam as semelhanças dos seres vivos com o **ambiente** (Tabela 3) em que se encontram, como o Aluno 1: “Tem um pássaro que gosta de ficar no frio e ele vai ser mais parecido com uma outra espécie que também gosta de ficar no frio do que uma espécie que prefere o calor, que a maioria dos pássaros prefere o calor”.

Ainda, há alguns estudantes que relacionam as semelhanças dos seres vivos a fatores como **adaptação ao ambiente** (4), **evolução** (4), **genética** (4), **reprodução** (1) e **tempo** (1) (Tabela 3).

Portanto, assim como o verificado com relação à percepção dos estudantes a respeito das diferenças entre os seres vivos, os estudantes, ao buscarem explicações relacionadas às semelhanças entre os seres vivos, se remetem a explicações categóricas, relacionadas aos grupos aos quais estes organismos pertencem, ou explicações finalistas, sinalizando que os seres vivos são semelhantes por estarem em ambientes similares ou para desempenharem determinada função neste ambiente.

Assim, os estudantes atribuem os processos de adaptação a indivíduos e não a população, trazendo em suas explicações visões teleológicas sobre a função de determinadas estruturas, na qual os seres vivos se adaptam com um propósito (GREGORY, 2009). A visão teleológica dos fenômenos na biologia, possui origem em uma construção cognitiva (do inglês, *cognitive construct*) relacionada a maneiras intuitivas sobre as quais os

estudantes pensam o seu cotidiano e originam diversas explicações. Outros pesquisadores também identificaram explicações finalistas nos discursos dos estudantes (PRIMOU; HALKIA; SKORDOULIS, 2008). Apesar de sua grande importância, o conceito de adaptação não é de simples compreensão. Por exemplo, estudantes do Ensino Médio, possuem dificuldade de falar sobre o tema (SILVA; TEIXEIRA, 2021), frequentemente apresentando concepções teleológicas, mesmo ao final do processo de escolarização (SANTANA; 2019).

Ademais, mesmo no Ensino Superior, estudantes consideram o ambiente como responsável pelas mudanças dos seres vivos ao longo do tempo, sem considerar aspectos como mutações, recombinações genéticas ou a seleção natural (ALTERS; NELSON, 2002). Além disso, muitos estudantes tomam o conceito de adaptação como uma questão autoexplicativa, vendo a diversidade da vida como uma auto-evidência do fenômeno, não sendo necessária a apresentação de uma explicação científica para tal (SEPÚLVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2013). Assim, é importante que seja possível no ensino sobre a evolução biológica, identificar e confrontar as concepções alternativas sobre a seleção natural como, por exemplo, a compreensão de que as adaptações ocorrem pela vontade dos seres vivos (GREGORY, 2009).

Contribuições dos materiais didáticos

Explicações intuitivas sobre o tema podem muitas vezes ser encontradas nos materiais didáticos (ARAÚJO, ROSA, 2015), nas concepções estudantes da Educação Básica (BIZZO, 1994; REIS et al., 2017; SANTANA, 2019; SILVA; TEIXEIRA, 2021) e Ensino Superior (ALTERS; NELSON, 2002; ARAÚJO, 2020; BISHOP; ANDERSON, 1990; OLEQUES, 2014), ou mesmo nas concepções dos professores (GRESCH, 2020). Assim, é importante compreender a origem comum aula (COLEY; TANNER, 2012). No currículo do estado de São Paulo em vigência destas concepções e incentivar os estudantes a reexaminar a utilização desta forma cotidiana de argumentação em sala de durante a coleta de dados (SÃO PAULO, 2012), a abordagem de genética era proposta apenas no Ensino Médio, mas o ensino de evolução era proposto no início do 7º ano. Assim os estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental já teriam algum conhecimento sobre o assunto.

Ao analisar como os materiais didáticos aproximam o tema evolução ao tratamento da biodiversidade, identificamos 219 menções às adaptações de seres vivos, das quais, 62% (n=136, cerca de 15 por material) correspondem a menções de adaptações em animais e 38% (n=83, cerca de 9 por material) menções a plantas terrestres. Desse modo, é possível afirmarmos que, embora na literatura as adaptações tenham sido documentadas em diferentes grupos de seres vivos como animais, plantas, fungos, bactérias, protozoários e outros (MAYR, 2009), não é encontrada essa abrangência ao longo dos capítulos destinados à apresentação da biodiversidade nos materiais analisados, o que pode eventualmente ser mais explorado por materiais futuros.

Nos materiais analisados, as características associadas a adaptações são relacionadas com a função desempenhada, com as características do ambiente, ou com ambas (Tabela 4).

Tabela 4: - Frequência de menções de características de seres vivos relacionadas à sua adaptação explicitadas nos materiais didáticos e a indicação de sua função ou relação com o ambiente (n amostral = 3 coleções de apostilas e 6 coleções de livros didáticos)

Função / ambiente	N (total)	%	N LD	%	N AP	%	p-valor
somente função	111	50,68	95	53,98	16	37,21	< 0,0001
função e ambiente	69	31,51	57	32,39	12	27,91	0,00497
somente ambiente	25	11,42	18	10,23	7	16,28	0,5716
nem função e nem ambiente	14	6,39	6	3,41	8	18,60	0,05878
Total	219	100%	176	1	43	100%	< 0,0001

Fonte: autores

Essas menções podem permitir o tratamento da biodiversidade de forma contextualizada dentro de um eixo evolutivo e poderiam ser muito mais fomentadas, permitindo assim aos estudantes compreenderem as características dos organismos e sua relação com o sucesso adaptativo para ocupar determinados ambientes. Todavia, dependendo de como essa abordagem é feita, pode levar aos estudantes a indução teleológica, na qual o indivíduo reconhece as funções dos organismos, porém desconhece a origem de seleção destas características (LOMBROZO; CAREY, 2006).

No momento de nossa coleta de dados nos materiais didáticos, ainda não tínhamos o resultado das entrevistas dos estudantes. Por isso, não chegamos a analisar nos materiais o quanto cada uma dessas menções poderia induzir o pensamento teleológico identificado nos estudantes. Porém, diante destes resultados, consideramos relevante essa análise em futuras investigações.

Ademais, apesar das análises terem seu foco não direcionado aos capítulos de evolução, mas sim aos capítulos de apresentação da biodiversidade, convém apontarmos que dos seis livros didáticos analisados, cinco (exceto LD5) apresentavam no capítulo de evolução, que antecede a apresentação da biodiversidade, informações acerca de como se dá esse processo evolutivo, destacando que o processo de adaptação se dá por meio da seleção natural e não parte da vontade própria do ser vivo. Destes, apenas dois livros apresentam maiores detalhes sobre a seleção natural (LD3 e LD4). Dos outros dois materiais, um (LD5) aprofunda o capítulo de evolução em ano posterior ao restante do conteúdo de modo que os estudantes não conseguem obter uma base mais sólida para o estudo de biodiversidade por meio da evolução. Nas apostilas não foram encontrados textos pedagógicos que tratem da questão.

Ainda, no texto desses materiais há diversas passagens que, além de “características principais” ou “marcantes”, poderiam ter explicitado como estariam relacionadas à adaptação, deixando mais claro que se trata de um evento ligado à seleção natural, conforme apontado por Thompson (2008) ao discutir os eufemismos ligados à evolução. Não raro encontramos trechos como o de LD5: “algumas aves que não voam têm o corpo adaptado para correr ou nadar”. Aqui se relacionam as características com a adaptação, mas não se aborda a adaptação a partir de uma perspectiva histórica, que leve em consideração as modificações ao longo do tempo evolutivo (SANTOS, 2013). Resultado similar também foi identificado por outros pesquisadores em livros didáticos do Ensino Médio (ARAÚJO; ROSA, 2015). Certamente nos materiais didáticos não é possível

aprofundar-se, a todo momento, às questões relacionadas à seleção natural e evolução. Mas, acreditamos que os materiais ao reforçarem a relação evolução e biodiversidade ao longo do conteúdo, e não somente no tópico destinado à evolução, podem colaborar para que os estudantes não fiquem centrados em concepções teleológicas.

Ademais, é também importante que os autores e editores se atentem a outro aspecto observado por Santos (2013) em livros didáticos do Ensino Médio, que apresentam a adaptação como um processo que visa a melhoria para viverem em um determinado ambiente, e não como fruto do processo evolutivo.

O conceito de adaptação é um conceito central à compreensão do processo de evolução. Todavia, este é um termo que apresenta uma grande polissemia, tanto no domínio da Biologia, como no domínio da cultura e da linguagem geral, ou ainda apenas pela relação de que toda adaptação ocorre em busca da melhoria, e que toda adaptação necessariamente é positiva para a população em todos os sentidos, reforçando uma ideia de que a evolução é dirigida pela necessidade da existência de um mecanismo próprio para uma adequada situação (SEPÚLVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2013).

Algumas pesquisas apontam a dificuldade em se trabalhar o tema diversidade a partir de uma perspectiva evolutiva devido à falta de material didático que aborde adequadamente essas questões (BRAUNSTEIN, 2013), algo relatado inclusive por professores da Educação Básica (COUTINHO; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2019; SANTANA, 2019). Diversas problemáticas são apontadas em relação à abordagem sobre evolução, como incorreções (PACHECO; OLIVEIRA, 1997) e a organização dos seres vivos capítulos a partir de uma organização de acordo com o aumento de complexidade dos grupos (CORDEIRO, 2018). Conseqüentemente, tal abordagem pode dificultar a compreensão dos estudantes sobre a integração entre a evolução e a biodiversidade, que podem incentivar o entendimento deste processo como um processo finalista e relacionado à melhoria da espécie (CORDEIRO, 2018). Portanto, levando em consideração que a biodiversidade deve ser entendida a partir de uma perspectiva evolutiva (ALHO, 2008), consideramos importante que futuros materiais busquem realizar uma abordagem na qual a biodiversidade possa ser compreendida juntamente com a evolução.

Desta forma, considerando que a evolução é um tema de grande interesse dos estudantes e de grande importância para fomentar a compreensão e o sentido dos conhecimentos em Biologia (ALHO, 2008; DOBZHANSKY, 1973), é importante que os materiais apresentem a evolução biológica de maneira mais explícita e como um eixo, de maneira a trazer os conteúdos sobre o estudo da vida pautados na teoria evolutiva. Ademais, além de trabalhar os conhecimentos biológicos através da perspectiva evolutiva, é de grande importância que esta perspectiva seja apresentada de maneira a que os estudantes compreendam o conceito biológico de adaptação, sem limitá-lo a exemplos de forma-função, que pode reforçar as concepções alternativas com relação à adaptação dos seres vivos, dando a entender que estes teriam se adaptado ao ambiente com uma finalidade.

Considerações finais

Mesmo que a literatura aponte o ensino da teoria evolutiva com um eixo integrador e transversal para o ensino dos conhecimentos biológicos e que sua compreensão seja fundamental ao entendimento de aspectos relacionados à conservação da biodiversidade,

as abordagens dessa temática ainda são pontuais ao longo do processo de escolarização. Alguns desafios identificados na abordagem desse tema se relacionaram a sua complexidade, ao discurso curricular, a presença de diversas concepções alternativas sobre um mesmo tópico e a superação da indução teleológica. Diante disso, compreender os interesses e as concepções dos estudantes acerca dos tópicos relacionados à evolução biológica e de como esses assuntos se apresentam nos materiais didáticos pode auxiliar na elaboração das ações de ensino e de materiais que despertem o interesse e o envolvimento dos estudantes com esses temas.

Os estudantes participantes deste estudo entenderam a evolução como processo responsável pela diversidade de seres vivos existentes no planeta e que tal conhecimento vai ao encontro do entendimento dos cientistas. Apesar de compreenderem que o ambiente exerce um papel à caracterização da biodiversidade do planeta, fazem-no a partir de uma visão finalista e teleológica. Assim, tais estudantes não compreendem como este processo ocorre, uma vez que relacionaram o processo de adaptação como uma finalidade, na qual o indivíduo e não a população, atende às necessidades do ambiente sendo formado de acordo com ele ou a ele se adequando. Ao detalhar suas concepções relacionadas aos motivos pelos quais os seres vivos são diferentes entre si, esses aspectos ficaram mais evidentes. Já para explicar as similaridades entre os organismos, a resposta que predomina por parte dos estudantes é que os organismos são similares pois pertencem ao mesmo grupo de organismos, mas sem usar o parentesco entre os seres vivos como argumento. Assim, mesmo que exista a percepção dos estudantes sobre a visão científica sobre a origem das espécies, não há muita clareza sobre o processo.

Os materiais didáticos utilizados por estes estudantes, trazem no tratamento da biodiversidade algumas características dos seres vivos, relacionando-as à sua função para os organismos se adaptarem a ambientes específicos. Esta abordagem pode até permitir a contextualização do ensino de biodiversidade em um eixo evolutivo e poderia estar mais presente. Assim, mais investigações precisam de ser feitas, pois vimos que, estas afirmações, dependendo de como são feitas, acabam por reforçar as concepções alternativas dos estudantes. Neste sentido, é também preciso verificar se os livros didáticos estão realmente contribuindo para os estudantes desenvolverem explicações para o conceito de adaptação, e que não se pautem em uma visão a-histórica, em um processo que tende a busca de uma otimização.

Apesar do cenário posto, os estudantes demonstram bastante interesse em relação ao estudo de evolução, principalmente no que diz respeito ao processo de surgimento de novas espécies, origem da vida e espécies ancestrais, aspectos que podem representar um meio de contextualizar o conhecimento. Assim, é de grande importância que futuros materiais didáticos considerem as dificuldades que os estudantes apresentam sobre a compreensão do conceito de adaptação, bem como levando em consideração a polissemia do termo que se apresenta como um desafio para a sua plena compreensão no contexto do ensino de ciências.

Agradecimentos e apoio

O presente trabalho foi realizado com apoio do processo nº 2018/21756-0, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2019/08689-4, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2016/05843-4 Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e pelo Centro de

Investigação em Estudos da Criança (Projetos FCT UIDB/00317/2020 e UIDP/00317/2020, Portugal). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências Bibliográficas

ALHO, C. J. R. The value of biodiversity. **Brazilian Journal of Biology**, v.68, n.4, p.1115- 1118, 2008.

ALMEIDA, D. F. Concepções de alunos do ensino médio sobre a origem das espécies. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 18, p. 143-154, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000100009>. Acesso em: 12 mar 2022

ALTERS, B. J; NELSON, C.E. Perspective: teaching evolution in higher education. **International journal of organic evolution**, v. 56, n. 10, p. 1891–1901, 2002. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3094632>. Acesso em: 20 jun 2022.

ARAÚJO, L. A. L. Concepções equivocadas sobre evolução biológica: um estudo comparativo entre graduandos em Ciências Biológicas e Pós-graduandos. **Investigações em ensino de Ciências**, v.25, n.2, p. 332-346, 2020. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1837>. Acesso em: 14 jun 2022.

ARAÚJO, L.A.L.; ROSA, R.T.D. Obstáculos à compreensão do pensamento evolutivo: análise em livros didáticos de Biologia aprovados pelo PNLD 2012. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.15, n.3, 2015. Disponível em: <https://www.periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4330>. Acesso em: 20 jun 2022.

ATHANASIOU, K; KATAKOS, E; PAPADOPOULOU, P. Conceptual Ecology of Evolution Acceptance among Greek Education Students: The Contribution of Knowledge Increase. **Journal of Biological Education**, n.46, v.4, pp.234–241, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00219266.2012.716780>. Acesso em: 14 jun 2022.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2007.

BISHOP, B. A.; ANDRESON, C. V. Students' conceptions of natural selection and its role in evolution. **Journal of research in Science Teaching**, v. 27, n. 5, p. 415 – 427, 1990. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tea.3660270503>. Acesso em: 20 jun. 2022.

BIZZO, N. 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. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tea.3660310508>. Acesso em: 14 jun. 2022.

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, p. 235-257, 2009. Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-08-Nelio-Bizzo-Charbel-El-Hani.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2022.

BRAUNSTEIN, G. K. (2013). **A evolução biológica segundo os autores de livros didáticos de Biologia aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 2012): buscando um**

- eixo integrador. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2013. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/72213>. Acesso em: 15 mar 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. MEC: Brasília-DF, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em 15 jul. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica**. 2017. Disponível em: <<http://inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/ideb/resultados>> Acesso em: 28 set. 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação **PNLD**. Apresentação. 2020. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/pnld/apresentacao>>. Acesso em 29 ago 2020.
- BRINKMANN, S. Interview. In: TEO, T. (org.). **Encyclopedia of Critical Psychology**. New York: Springer, 2014, p. 1008-1010.
- CARAVITA, S; VALENTE, A., LUZI, D., PACE, P., VALANIDES, N., KHALIL, I., BERTHOU, G., KOZAN-NAUMESCU, A., CLÉMENT, P. Construction and Validation of Textbook Analysis Grids for Ecology and Environmental Education. **Science Education International**, v. 19, n. 2, p. 97-116, 2008. Disponível em: http://search.shamaa.org/PDF/Articles/FC/sei_2008-v19-n2_097-116_eng_authsub.pdf. Acesso em: 15 jun 2022.
- CASE, E. Teaching taxonomy: how many kingdoms? **The American Biology Teacher**, v. 70, n. 8, p. 472-477, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/30163328>. Acesso em: 29 ago 2022.
- COLEY, J.D.; TANNER, K.D. Common Origins of Diverse Misconceptions: Cognitive Principles and the Development of Biology Thinking. **CBE - Life Sciences Education**, v.11, p.209-2015, 2012. Disponível em: <https://www.lifescied.org/doi/10.1187/cbe.12-06-0074>. Acesso em: 23 set 2021.
- COLLI, P. L. G.; BASTOS, V. C.; ANDRADE, M. A. B. S. O papel da Evolução biológica no ensino de Biologia a partir da visão de professores. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**. v. 18, n. 41, p 237-254, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/13443>. Acesso em: 15 mar 2022.
- CORDEIRO, R. S.; MORINI, M. S. C.; FRENEDOZO, R. C.; WUO, M. Abordagem de Sistemática Filogenética com ênfase em Biodiversidade nos Livros Didáticos. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 4, jul/ago, 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/3913>. Acesso em: 28 nov. 2021.
- COUTINHO; C.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Pensamento em árvore e o ensino de evolução biológica: percepções de um grupo de professores. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 395-412, 2019. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/164>. Acesso em: 23 set. 2022.
- DALAPICOLLA, J.; SILVA, V. A; GARCIA, J. F.A M. Evolução biológica como eixo integrador da biologia em livros didáticos do ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 17, p. 150-173, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/KQhMDn46GrJbL9F9jtYztRM/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 23 ago. 2022.

DODICK, J. Understanding evolutionary change within the framework of geological time. **McGill Journal of Education**, v.42, n.2, p.245-64, 2007. Disponível em: <https://mje.mcgill.ca/article/view/2222>. Acesso em: 13 jun. 2022.

DOBZHANSKY, T. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. **The American Biology Teacher**, v. 35, n. 3, p. 125-129, 1973. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/cdrehmer/files/2019/03/Nothing-in-Biology-makes-sense.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2021.

FRANCO, L.; MUNFORD, D. **Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular**: Um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, v. 36, n. 1, p. 158-171, 2018. Disponível em: <https://revistahorizontes.usf.edu.br/horizontes/article/view/582>. Aces

FRANZOLIN, F.; CARVALHO, G. S. ; SANTANA, C. M. B.; CALEGARI, A. S. ; ALMEIDA, E. A.E.; SOARES, J. P. R. ; JORGE, J. ; NEVES, F. D. ; LEMOS, E. R. S. . Students? Interests in Biodiversity: Links with health and sustainability. **Sustainability** , v. 13, p. 13767, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su132413767>. Acesso em: 23 set. 2022.

GÓMEZ, M.G; QUÍLEZ, M. J. G.; PUIG, N. S. Del modelo científico de «adaptación Biológica» al modelo de «adaptación Biológica» en los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 303-314, 2002. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21814>. Acesso em: 14 ago. 2022.

GREGORY, T. R. Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions. **Evolution: Education and Outreach**, v. 2, p. 156-175, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12052-009-0128-1>. Acesso em: 15 jun. 2022.

GRESCH, H. Teleological explanations in evolution classes: video-based analyses of teaching and learning processes across a seventh-grade teaching unit. **Evolution: Education and Outreach**, v. 13, p. 1-19, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00125-9>. Acesso em: 23 set 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/15842-biomas.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 19 abr 2022.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de pesquisa**, n. 118, p. 189-206, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/kJbkFbyJtmCrftmfHxktgnt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 24 set 2022.

KRASILCHIK, M. **Práticas de Ensino de Biologia**. 4 ed. ver. e amp., 5ª reimp. São Paulo: EDUSP, 2016.

LÉVÊQUE, C. **A biodiversidade**. Bauru, SP: Editora da Universidade do Sagrado Coração, EDUSC, 1999.

LIKERT, R. A. (1932). Technique for the Measurement of Attitudes. **Arch. Psychol** n, 22 v. 140, p. 1-55, 1932. Disponível em: https://legacy.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf. Acesso em: 30 set. 2022.

LOMBARD, F.; WEISS, L. Can Didactic Transposition and Popularization Explain Transformations of Genetic Knowledge from Research to Classroom?. *Science & Education*, v. 27, n. 5-6, p. 523-545, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9977-8>. Acesso em: 19 abr 2022.

LOMBROZO, T.; CAREY, S. Functional explanation and the function of explanation. *Cognition*, v. 99, n. 2, p. 167-204, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2004.12.009>. Acesso em: 15 jun. 2022.

MCDONALD, T. L. The Relevance of Science Education (ROSE): Middle Adolescent Students' Interests, Experiences and Attitudes Towards Science in The Bahamas. 2020. 254f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Texas Tech University, 2020. Disponível em: <https://ttu-ir.tdl.org/handle/2346/85810>. Acesso em: 28 ago. 2022.

MARSHALL, C.; ROSSMAN, G. B. **Designing qualitative research**. 4 ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2006.

MATIĆ, L. J.; GRACIN, D. G. The use of the textbook as an artefact in the classroom. *Journal für Mathematik-Didaktik*, v. 37, n. 2, p. 349-374, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13138-016-0091-7>. Acesso em: 13 ago. 2022.

MATTHEWS, P. The relevance of science education in Ireland. Dublin: Royal Irish Academy, 2007. 106p.

MATTOS, K. R. C.; AMESTOY, M. B.; TOLENTINO-NETO, L. C. B. O ensino de Ciências da Natureza nas versões da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*. v. 18, n. 40, p 22-34, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/11887/8377>. Acesso em: 19 abr 2022.

MOTA, H. S. **Evolução biológica e religião**: atitudes de jovens estudantes brasileiros. 2013. 275f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MAYR, E. O que é evolução. Rio de Janeiro: Rocco, 2009.

NASCIMENTO JUNIOR, A. F.; DE SOUZA, D. C.; CARNEIRO, M. C. O conhecimento biológico nos documentos curriculares nacionais do ensino médio: uma análise histórico-filosófica a partir dos estatutos da biologia. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 2, p. 223-243, 2011. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/228>. Acesso em: 14 jun. 2022

NEUBRAND, C.; BORZIKOWSKY, C.; HARMS, U. Adaptive prompts for learning Evolution with worked examples-Highlighting the students between the " novices" and the " experts" in a classroom. *International journal of environmental and science education*, v. 11, n. 14, p. 6774-6795, 2016. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1115706.pdf>. Acesso em: 15 jun 2022.

OLEQUES, L.C. A evolução biológica em diferentes contextos de ensino. 2014. 110f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Área de Concentração: Educação em Ciências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

PACHECO, R. B. C., OLIVEIRA, D. L. O homem evoluiu do macaco? Equívocos e Distorções nos livros didáticos de Biologia. In: VI Encontro de Perspectivas do Ensino de Biologia. **Anais...** São Paulo: Feusp, 1997.

PATTON, M. Q. **Qualitative evaluation and research methods**. Newbury Park, Calif.: Sage Publications, 1990.

PRIMOU, L.; HALKIA, L.; SKORDOULIS, C. What conceptions do Greek school students form about biological evolution?. *Evolution: education and outreach*, v. 1, n. 3, p. 312-317, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12052-008-0051-x>. Acesso em: 03 dez. 2022.

REIS, J.S.; BARBOSA, A.J.; SOUSA, A.G.; MELO, E.G.; RODRIGUES, M.A.O.; SOUZA, M.R. Evolução Biológica: saberes e aceitação de alunos do Ensino Médio de uma instituição educacional de Rondônia. **Areté**. Manaus, v. 10, n. 22, p.49-60, 2017. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/630>. Acesso em 13 jul. 2022.

RODRIGUES, A. R. F.; LABURU, C. E. A Educação Ambiental no ensino de biologia e um olhar sobre as formas de relação entre seres humanos e animais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, p. 171-184, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4359>. Acesso em: 15 jun. 2022.

SANTANA, C. M. B. **Concepções e representações sobre evolução por professoras e alunos do Ensino Médio**. 2019. 265f. Dissertação (Mestrado em Ensino e História das Ciências e da Matemática), - Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC, Santos André, 2019. Universidade Federal do ABC, Santos André, 2019.

SANTANA, C. M. B.; CALEGARI, A. S.; SOARES, J. P. R.; ALMEIDA, E. A. E.; CARLOS, A. R.; LEMOS, E. R. S.; JORGE, S.; CARVALHO, G.; FRANZOLIN, F. Nature of Science on Biodiversity: Brazilian Students' Interest and Textbooks. In: XX IOSTE 2022, 2022, Recife. **Anais eletrônicos...** Campinas, Galoá, 2022. Disponível em: <<https://proceedings.science/ioste-2022/trabalhos/nature-of-science-on-biodiversity-brazilian-students-interest-and-textbooks?lang=pt-br>>. Acesso em: 06 jun. 2022.

SANTOS GOUW, A. M. **As opiniões, interesses e atitudes dos jovens brasileiros frente à ciência: uma avaliação de âmbito nacional**. 2013. 242f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SANTOS, J.V. A. Concepções de progresso biológico em livros didáticos de Biologia. **Ciências em Foco**, v.6, n.1, p.2-18, 2013. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/9913>. Acesso em 15 jun 2022.

SÃO PAULO. Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. **Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Biologia**. S.E.E, São Paulo, 2012.

SÃO PAULO, Fundação Florestal. Mapa Detalhado – **Unidades de Conservação Estaduais sob Gestão da Fundação Florestal**. 2019b. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/unidades-de-conservacao/>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

SEPÚLVEDA, 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**, v. 18, n. 2, p. 439-

479, 2013. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/140>. Acesso em: 27 jan 2023.

SEPÚLVEDA, C; EL-HANI, C N. Adaptacionismo versus exaptacionismo: o que este debate tem a dizer ao ensino de evolução. **Ciência e Ambiente**, v. 36, n. 93, p. 93-124, 2008.

SILVA, P. R; ANDRADE, M. A. B. S; CALDEIRA, A. M. A. Biology Teachers' Conceptions of the Diversity of Life and the Historical Development of Evolutionary Concepts. **Journal of Biological Education**, v.49, 2014. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/129702?locale-attribute=es>. Acesso em: 30 set 2022

SILVA, N. B.; TEIXEIRA, P. M. M. Evolução biológica: dificuldades e variáveis atuantes na aprendizagem dos estudantes do Ensino Médio. **REnBio-Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 14, n. 2, p. 817-837, 2021. Disponível em:

<https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/618>. Acesso em: 04 ago 2022

THOMPSON, J. N. Use the word evolution. **Evolution: Education and Outreach**, v. 1, n. 1, p. 42-43, 2008. Disponível em: <https://evolution-outreach.biomedcentral.com/articles/10.1007/s12052-007-0014-7>. Acesso em: 02 fev 2022.

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, v. 27, n. 1, p. 124-131, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-47572004000100021>. Acesso em: 14 mar 2023.

TIDON, R; VIEIRA, E. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI.

ComCiência, Campinas, n. 107, 2009. Disponível em:

http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000300008&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 24 set 2022.

TOMOTANI, J. V.; SALVADOR, R. B. Análise do conteúdo de Evolução em livros didáticos do Ensino Fundamental brasileiro. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 1, n. 1, 2017. Disponível em:

<https://cfp.revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/RPECEN/article/view/163>. Acesso em: 39 set 2022.

TONIN, K. G; TOLENTINO-NETO, L. C. B; OCAMPO, D. M. "A disciplina de Ciências é interessante, mas não é a minha preferida": um paradoxo entre estudantes brasileiros.

Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática. v. 18, n. 40, p 68-80, 2022.

Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/11987>.

Acesso em: 09 ago 2023.

ZABOTTI, K.; JUSTINA, L. A. D. O ensino dos temas "Origem da Vida" e "Evolução Biológica" em dissertações e teses brasileiras (2006 a 2016). **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**. v. 82, n. 98, p 68-80, 2020. Disponível em:

<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/7044>. Acesso em: 09 ago 2023.