

Avaliação semântica do conceito de adaptação evolutiva em livros didáticos de Biologia do ensino médio

Semantic evaluation of evolutionary adaptation concept in high school Biology textbooks

Tasso Meneses Lima

Universidade Federal da Bahia/ Programa de Pós-Graduação em Ensino História e Filosofia das Ciências
tassomeneses@gmail.com

Charbel Niño El-Hani

Universidade Federal da Bahia/ Programa de Pós-Graduação em Ensino História e Filosofia das Ciências
charbel.elhani@gmail.com

Claudia Sepulveda

Universidade Estadual de Feira de Santana/ Programa de Pós-Graduação em Ensino História e Filosofia das Ciências
sepulveda.cau@gmail.com

Resumo

Este trabalho avaliou como o conceito de adaptação é abordado nos livros didáticos de Biologia do ensino médio, à luz de diferentes concepções epistemológicas. A importância deste conceito na discussão da forma orgânica ganhou destaque a partir da síntese moderna, cuja formulação deixa uma lacuna semântica na distinção de adaptação como característica ou como processo evolutivo por seleção natural. Baseadas nas concepções ontológicas e epistemológicas estabelecidas por Sepulveda *et. al* (2013), realizamos análise de conteúdo em unidades de registro nos quais a palavra “adaptação” e/ou seus derivativos estavam presentes. Entre as 274 unidades de registro identificadas, detectamos uma diversidade semântica, segundo a qual, as adaptações referiam-se, sobretudo, ao organismo, a espécie e a órgãos, enfatizando-se benefícios adaptativos através do desempenho de alguma função. Sugerimos uma estratégia de ensino que permita a compreensão do fenômeno adaptativo que evite a vinculação intuitiva com processos fisiológicos, fenótipos ou estruturas que cumprem funções.

Palavras chave: livros didáticos, seleção natural, semântica, ensino médio.

Abstract

This work evaluated how the concept of adaptation is approached in high school biology textbooks, in the light of different epistemological conceptions. The magnitude of this

concept in the organic form debate came to prominence from the modern synthesis, which formulation concept lacks a semantic distinction of adaptation as a characteristic or an evolutionary process through the natural selection. Based on ontological and epistemological conceptions provided by Sepulveda *et al.* (2013), content analysis was applied to record unit in which the word “adaptation” and/or its derivatives were presented. Among the 274 record unities, we detected a semantic diversity which shows that adaptation means mostly an organism, a species, and organs, highlighting the adaptive benefits by performing some function. We suggest a strategy of teaching which permits the comprehension of the adaptive phenomena which avoids the intuitive entailment with physiologic process, phenotypes or structures that play functions.

Key words: textbooks, natural selection, semantic, high school.

Debates sobre o conceito de adaptação

Durante o século XVIII, a adaptação interna das partes que constituem os organismos era considerada uma das provas empíricas da existência de Deus. Na virada do século XVIII para o XIX, funcionalistas e estruturalistas debatiam sobre adaptação para explicar a origem das estruturas dos animais a partir de funções e de estruturas correspondentes de diferentes animais com o mesmo plano corporal. Recentemente, esse debate foi reinterpretado por Caponi (2006), que sugeriu que tanto funcionalistas quanto estruturalistas tinham em comum a ideia de que as características morfológicas, comportamentais e até aquelas que hoje são consideradas adaptativas, seriam um resultado necessário das leis de coexistência que regem a fisiologia do organismo. Assim, a mudança evolutiva ocorreria simultaneamente entre todos os membros individuais de uma espécie e ao longo do desenvolvimento dos organismos (LEVINS E LEWONTIN, 1985). Essa perspectiva de caráter fisiológico se contrapõe àquela proposta por Darwin em 1859, que sugeria a ocorrência de modificações em uma proporção de indivíduos da população, mediada por seleção natural, no qual algumas variantes persistiam enquanto outras desapareciam.

A partir dos anos 1890, a seleção natural, introduzida por Darwin e Wallace para explicar as causas da mudança evolutiva e as adaptações, foi objeto de muitas críticas, a partir do debate com teorias concorrentes, como o neolamarckismo, no chamado eclipse do darwinismo (BOWLER, 1983). Somente a partir das décadas de 1930 e 1940, com a síntese evolutiva moderna, que contou com contribuições de modelos matemáticos da genética de populações, a seleção natural voltou a ser amplamente aceita. Deste então, a síntese moderna tem fornecido as bases para a pesquisa em biologia evolutiva, atribuindo papel central ao conceito de adaptação na teoria evolutiva, como tinha no Darwinismo original. Desde então, o uso desse conceito tem sido marcado por ambiguidades, como no caso de seu entendimento, como característica e como processo, como ilustrado na seguinte definição:

(...) ADAPTAÇÃO Um processo de mudança genética de uma população, devido à seleção natural, pelo qual o estado médio de um caráter é aperfeiçoado com relação a uma função específica ou pelo qual se acredita que uma população se torna mais ajustada para alguma característica de seu ambiente. Também, uma adaptação: uma característica que se tornou predominante em uma população devido a uma vantagem seletiva proporcionada pelo seu aumento do desempenho de alguma função (FUTUYMA, 1992, p. 578).

Este conceito incorpora três ideias: (1) a seleção natural atua, necessária e diretamente, na produção de qualquer característica funcional, (2) a seleção natural é um processo que leva uma estrutura orgânica a um estado ótimo em relação ao ambiente, e (3) a seleção natural promove o aumento da aptidão darwiniana média da população (*fitness*)¹. Nesses termos, o conceito mistura processo e característica, evidenciando uma confusão entre a evolução por seleção natural, que produz as adaptações, e a adaptação como característica. Assim, o que se deveria ser entendido como característica (o resultado da seleção) passa a ser concebido como um processo que tornaria os organismos cada vez melhores na solução de um problema criado pelo ambiente externo, cujo resultado final seria o estado de estar adaptado.

A compreensão usual de uma abordagem que considera a seleção natural como único fator de explicação dos resultados de processos evolutivos (adaptacionismo), implica outro problema, que é designar adaptações a qualquer característica com valor funcional em situações correntes, tendo em vista que nem toda característica que aumenta a adaptatividade do organismo é resultante da ação direta da seleção natural, mas podem se tornar frequentes numa população por deriva genética e, posteriormente, ser cooptada para uma função. Ou, ainda, características que inicialmente evoluíram sem qualquer vantagem adaptativa, passaram a apresentar, posteriormente, usos benéficos por estarem evolutivamente correlacionadas a alguma outra característica vantajosa para a sobrevivência e reprodução do organismo (SEPULVEDA et al., 2011).

Críticas às abordagens adaptacionistas são direcionadas ao significado adaptativo de qualquer característica aparentemente útil a partir de um modelo seletivo. Gould e Lewontin(1978) criticam, por exemplo, a evolução das características de um organismo de modo independente. Segundo esses autores, dificilmente a mudança de qualquer parte de um organismo não demanda mudanças em outras partes, pois tais interações seriam resultantes de restrições estruturais. O ponto central da oposição de Gould e Lewontin à abordagem adaptacionista está relacionada à aceitação prévia da vantagem adaptativa sem que a hipótese da seleção natural seja testada adequadamente.

Diante das críticas que expuseram as limitações do conceito de adaptação encontradas nas abordagens adaptacionistas, Sober formulou o seguinte conceito para 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, sendo que a vantagem seletiva de A foi devida ao fato de A ter auxiliado no desempenho da tarefa T” (SOBER, 1993, p.208).

Reconhece-se, assim, que características com valor adaptativo podem ter origem não seletiva, sendo a possível, portanto, ação de outros fatores evolutivos na explicação da forma orgânica. Além disso, coloca-se de lado a ideia de que a seleção natural aumente a adaptatividade do organismo. Por fim, o critério para uma característica ser uma adaptação é o de que sua gênese histórica se deu por seleção natural. Nesse sentido, tornou-se necessário definir o *status* das características funcionais que contribuem para o ajuste entre organismo ao meio, mas que não tiveram origem na seleção natural, ou que se originaram por seleção natural para uma função distinta daquela que exercem no tempo corrente, para a qual foram cooptadas. À luz dessa necessidade, Gould e Vrba (1982) propuseram distinções terminológicas a fim de promover maior precisão ao emprego do conceito de adaptação (Tabela 1):

¹De acordo com Santili (2011), o *fitness* pode ser interpretado como uma taxa de aptidão ou parâmetro da expectativa de maior reprodução e melhor aproveitamento de recursos do ambiente pelos membros da população. A medida de aptidão é um parâmetro probabilístico que se refere ao número esperado de nascimentos.

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	Aptação
Um caráter cuja origem não pode ser atribuída à ação direta da seleção natural (uma não adaptação) é cooptado para um uso corrente – Cooptação		

Tabela 1: Taxonomia das características evolutivas segundo Gould & Vrba (1982).

Segundo o que Gould e Vrba (1982) chamaram de *taxonomia do fitness* ou das características evolutivas, adaptações seriam aquelas características funcionais cuja origem histórica pode ser atribuída à ação da seleção natural. O termo exaptação designa características cooptadas, com valor funcional diante de circunstâncias correntes, em consequência do seu estado de ser e independentemente de sua origem por seleção. À expressão das características cooptadas, cujo papel difere daquele do ancestral, reservou-se o termo “efeito” (WILLIAMS, 1966). Assim, as adaptações desempenham “funções” e as exaptações produzem “efeitos”. Por fim, o termo “aptação” foi criado por Gould e Vrba (1982) para referir-se a características que contribuem para a adaptatividade (*fitness*), sendo adaptação e exaptação tipos de aptação.

A definição da exaptação permite interpretar o fenômeno evolutivo a partir da interação complexa entre fenômenos internos (regras estruturais e restrições genéticas) e forças externas (mudanças nas regras ambientais) (PIEVANI, 2010). Além disso, ela reforça a independência entre a seleção natural e a origem das estruturas com valor funcional, em outras palavras, distingue a adaptação resultante da seleção natural da adaptatividade.

Métodos

Investigamos as concepções de adaptação a partir das suas diferentes formas de abordagem nos livros didáticos de Biologia aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio - PNLD/2015 (MEC). Em 2015, foram aprovadas por este Programa nove obras de biologia, cada uma com três volumes, totalizando 27 livros.

A nossa investigação foi feita com base na análise categórica do conteúdo (BARDIN, 1999), desmembrando-se dos textos unidades de registro (U.R.), que corresponderam a trechos nos quais a palavra “adaptação” e/ou suas derivações estavam presentes, i.e. “adaptativo”, “adaptatividade”, “adaptado a”, “adaptar-se a” etc.

As U.R. estavam situadas em segmentos maiores de texto, os quais incluem campos de investigação das Ciências Biológicas nos quais o conceito de adaptação pode ter diferentes significados. Esses segmentos foram denominados unidades de contexto (U.C.): “Evolução da vida”, “Ecologia”, “Sociedade e Ambiente”, “Zoologia”, “Botânica”, “Classificação dos seres vivos”, “Fisiologia Humana”, “Histologia”, “Citologia”, “Genética Mendeliana”, “Estudo da Hereditariedade”, “Biotecnologia”.

As etapas da análise do conteúdo incluíram: (1) leitura geral e exploratória dos textos de abertura dos capítulos, textos de apresentação do conteúdo, legendas de ilustrações, esquemas e fotografias, textos de conteúdo complementar que estimulam a reflexão, mobilização de conhecimentos prévios e posicionamentos perante assuntos tratados no capítulo; (2)

identificação das U.R. por U.C.; (3) transcrição das unidades de registro, e (4) análise semântica das unidades de registro.

A análise semântica que desenvolvemos teve como referência a interpretação das várias concepções e compromissos ontológicos e epistemológicos do termo “adaptação evolutiva” apresentada por SEPULVEDA e colaboradores (2013) (Tabela 2). Estes autores identificaram temas, categorias e compromissos ontológicos e epistemológicos a partir de estudos históricos e epistemológicos, literatura sobre concepções alternativas, dados oriundos de entrevistas e questionários com estudantes do ensino médio e superior, e da análise de episódios de ensino.

Matriz epistemológica de significação do conceito de adaptação		
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.

Tabela 2: Temas Epistemológicos a partir dos quais o conceito de adaptação pode ser significado (SEPÚLVEDA *et. al*, 2013).

A avaliação dos significados atribuídos à adaptação evolutiva nos livros didáticos

Foram identificadas 274 unidades de registro que permitiram diferentes modos de interpretação da adaptação evolutiva. Apresentamos a seguir unidades de registro que compõem parte relevante da diversidade semântica encontrada nos 27 livros avaliados.

Nossa análise indicou os seguintes significados para adaptação: característica/estrutura, um processo de ajustamento, a espécie e a modificação filogenética. Identificamos também a relação da adaptação com causas externas e com a seleção natural enquanto fator de contribuição à adaptatividade. O fenômeno adaptativo também esteve relacionado à execução de uma tarefa específica por uma estrutura, um organismo ou sistema fisiológico, em circunstâncias pelas quais aquelas tarefas representavam uma resposta dos organismos ou da espécie às condições do meio.

Por exemplo, a U.R. seguinte apresenta a adaptação como uma estrutura útil à sobrevivência dos peixes:

(...) 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, 2013, p. 159).

O autor designa estruturas como a linha lateral “adaptações”, destacando seu papel no ajuste dos peixes ao ambiente em que vivem. A U.R. sugere que a referida adaptação teria sido desenvolvida pelos próprios peixes, hipótese que demarca a origem da mesma, bem como destaca o organismo como protagonista da resolução do problema imposto pelo meio.

O emprego da adaptação, a seguir, pode ser compreendido como um processo de ajustamento do organismo ao meio, permitindo sua sobrevivência no ambiente terrestre bem como sua reprodução.

(...) 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 (LINHARES & GEWANDZENAJDER, 2013, p.77).

Abaixo, a adaptação foi mencionada na explicação sobre a diversificação das espécies, na qual novas funções dos órgãos teriam surgido;

(...) 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, 2013, p.16).

A adaptação designa, nesse caso, o processo de mudança filogenética que ocorre em frações de uma população submetidas a diferentes condições particulares. A narrativa sugere uma relação entre possíveis problemas enfrentados pelas populações e sua solução via adaptação. Novas funções aparecem como resultado da mudança evolutiva.

A seguir, a adaptação é apresentada como produto da seleção natural que caracteriza a diversidade biológica, possibilitando a sobrevivência e reprodução dos seus portadores sob diferentes condições de vida:

(...) 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, 2015, p.20).

A adaptação, segundo o trecho acima, não se aplica a estruturas específicas ou a um processo, mas sim à própria espécie, portadora de variações vantajosas numa população. O trecho evidencia o papel ativo das condições do meio através da imposição de desafios às espécies, as quais, por sua vez, figuram como objetos da explicação evolutiva.

A U.R. seguinte apresenta benefícios oriundos de adaptações, referentes ao sucesso reprodutivo e à sobrevivência dos indivíduos possuidores das mesmas:

(...) 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, 2015, p.128).

O autor sugere que a seleção natural favorece o incremento do *fitness* – expectativa de maior reprodução e melhor aproveitamento dos recursos do ambiente pelos indivíduos da população. Entretanto, a seleção não é apresentada como fator causal para as adaptações, mas sim como resultado da ação das mesmas. De acordo com esse modo de conceber a adaptação, o autor traz à luz a ideia de processo evolutivo *a priori*, na qual se admite que a mudança se dê previamente à alteração do regime seletivo. Este modo de pensar supõe a previsão de uma meta (mudança das ‘exigências’ do meio) para justificar as adaptações, no caso específico, a oportunidade de chegar à idade adulta e o sucesso reprodutivo.

Discussão

Este trabalho mostrou que a adaptação não foi apresentada apenas como uma definição. O termo e seus derivativos foram apresentados para oferecer diferentes abordagens de fenômenos tanto evolutivos quanto fisiológicos nos seres vivos. Portanto, as abordagens sobre adaptação evidenciaram modos distintos de compreender fenômenos biológicos, de acordo com diferentes campos da investigação das ciências biológicas, mas não exclusivos destes, visto que a diversidade semântica encontrada se deu dentro e ao longo de diferentes unidades de contexto. Ao lado disso, tais resultados também reforçam a ideia de que este conceito ainda é reconhecido como elemento central da compreensão da forma orgânica, sua origem e diversidade (AMUNDSON, 1996, p.11).

Confirmou-se uma variedade semântica, segundo a qual, as adaptações se referiam a órgãos, organismos, processo de ajustamento e modificação estrutural e por vezes à própria espécie. Tal variedade semântica evidencia a influência da lacuna conceitual existente na formulação da teoria sintética, já discutida neste trabalho. Caponi (2012) sintetiza a ontologia, defendendo que as adaptações devem se referir a estados de caracteres modificados (apomorfias), pois a seleção natural não modificaria partes de organismos, mas sim caracteres de linhagens, as quais ele nomeia perfis ou configurações de um caráter. Esta abordagem esclarecedora pode ser incluída nos livros e no discurso docente sem prejuízos didáticos, pois a compreensão dobre novidades evolutivas, apomorfias, aparece na U.C. referente à sistemática, que antecede a de evolução.

A adaptação também esteve relacionada à necessidade do organismo de produzir estruturas como resposta a uma condição específica do meio. Segundo esta abordagem, uma estrutura teria a propriedade de manter o organismo ajustado à sua condição de vida. Desta forma, a harmonia necessária entre a característica “adaptativa” e o meio, justificaria a existência daquela estrutura. Segundo Sepulveda e colaboradores (2011), esta forma de conceber a adaptação reconhece a existência de uma correlação funcional entre estrutura orgânica e as condições de vida, a qual é explicada em termos finalistas, como resultado da realização de uma meta pré-determinada. Este modo de conceber a adaptação é criticado por não representar qualquer evidência de que a adaptação resultou do processo de seleção natural (BURIAN, 2005, MAYR, 1976). Estas evidências, por sua vez, talvez sejam o maior desafio ao ensino do conceito, tanto através das obras quanto pelo discurso dos professores, os quais trafegam entre um embasamento teórico controverso e o suporte dirigido dos livros, para explicar de modo menos abstrato, as causas das adaptações.

De modo geral, o conceito de adaptação vem atrelado a alguma noção de função, pois o estado de um caráter se explica pelos prévios desempenhos funcionais que o mesmo exibe através de suas configurações morfológicas e etológicas (CAPONI, 2012). Verificamos abordagens nas quais características consideradas adaptativas contribuíam para o funcionamento normal de um sistema biológico, nas unidades de contexto “Fisiologia Humana”, “Histologia”, “Citologia”, “Genética Mendeliana”, “Estudo da Hereditariedade”,

“Biotecnologia”. Consideramos estas abordagens inapropriadas ao sentido da adaptação evolutiva, pois pressupõem metas orgânicas intrínsecas, controle interno (intra-orgânico) do fenômeno adaptativo e apelo a explicações baseadas em causas próximas (BOCK & WAHLERT, 1989) e não levam em consideração uma perspectiva histórica de modificação de um caráter dentro de uma linhagem.

Diante da diversidade de abordagens sobre o fenômeno adaptativo, ocorrente dentro e entre diferentes unidades de contexto, que perfazem toda a trajetória do ensino médio, acreditamos ser necessária sua apresentação como conceito introdutório ao estudo da biologia. Acreditamos ser útil tal apresentação de modo complementar ao conteúdo de sistemática, no qual são abordadas as novidades evolutivas dentro de linhagens. Tal estratégia de ensino permitirá a compreensão da natureza abstrata do fenômeno e não mais uma vinculação tendenciosa com processos fisiológicos, fenótipos ou estruturas que cumprem funções.

Agradecimentos e apoios

Laboratório de Ensino, Filosofia e História da Biologia/ UFBA.

Referências

- AMABIS J.M & MARTHO, G.R. **Biologia em contexto**. Moderna Ed.1. Vol. 3. 320p. 2013.
- AMUNDSON, R. Historical development of the concept of adaptation. Academic Press (p.11-53). 1996. IN: M.R. ROSE & G.V. LAUDER (Ed.). **Adaptation**, 1ed. San Diego California. 1996.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70, LDA. Lisboa, Portugal. 281p. 2009.
- BIZZO, N.M.V. **Novas bases da biologia. Biodiversidade e comunidades**. Ática, Ed.2 Vol. 2.320p. 2013.
- BOCK, W.J. & WAHLERT, G. Adaption and the form-function complex. In: Allen,C.; BOWLER, P. J. **El Eclipse del Darwinismo**. Barcelona: Labor. 1983
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos: PNLD 2015: apresentação: ensino médio**. – Brasília. 52p. 2014. Disponível em <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/guias-do-pnld/item/5940-guia-pnld-2015>. Acessado em 04/01/2017.
- BURIAN, R.M. **The epistemology of development, evolution and genetics: selected essays**. Cambridge: Cambridge University Press. 2005.
- CAPONI, G. **Função e desenho na biologia contemporânea**. Editora 34, Associação Filosófica Scientiæ Studia, São Paulo. 142p. 2012.
- _____. El viviente y su medio: Antes y después de Darwin. **Scientiæ Studia**, 4 (1), 9-43. 2006.
- FAVORETTO, J.A. **Biologia unidade e diversidade**. Saraiva. 1ed. Vol. 2. 319p. 2013
- FUTUYMA, D. **Biologia evolutiva**. 2 ed. Ribeirão preto: SBG/CNPq, 1992.
- 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, 205, (p. 581-598). 1979. IN: SOBER, E. (Ed.) **Conceptual Issues in Evolutionary Biology**, 2ed. Cambridge-MA: MIT Press. 1994.
- GOULD, S.J. & VRBA, E.S. Exaptation – a missing term in the science of form. **Paleobiology**, V.8, p. 4-15, 1982.
- LEVINS, R. & LEWONTIN, R. **The dialectical biologist**. Cambridge-MA: Harvard University Press. 1985.

- LINHARES, S. &GEWANDZENAJDER, F. **Biologia Hoje**. Ática, Ed.2. Vol.2. 320p. 2013.
- LINHARES, S. &GEWANDZENAJDER, F. **Biologia Hoje**. Ática, Ed.3 Vol.3. 312p. 2013.
- MAYR, E. Cause and effect in biology. In _____. **Evolution and diversity of life**. Cambridge: Belknap, 1976, p.357-407.
- PIEVANI, T. **Introdução à filosofia da biologia**. Loyola, 287p, 2010.
- SANTILI, E.Níveis e unidades de seleção: o pluralismo e seus desafios filosóficos. (p. 193 - 210). IN: P. C. ABRANTES (org.) **Filosofia da Biologia**. 326p. 2011.
- SEPULVEDA, C. MEYER, D. & EL-HANI, C. Adaptacionismo. (p.162 -192). In: P. C. ABRANTES (org.) **Filosofia da Biologia**. 326p. 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.
- SOBER, E. **The Nature of selection: evolutionary theory in philosophical focus**. Chicago: The University of Chicago Press. 1993.
- WILLIAMS, G. C. **Adaptation and Natural Selection**. Princeton:Princeton University Press, 1996.