

O que é
DARWINISMO

FELIPE A P L COSTA

Autor de *Ecologia, evolução & o valor das pequenas coisas* (2ª ed., 2014)

EDIÇÃO DO AUTOR
Viçosa | Minas Gerais
2019

Sumário

<i>Algumas palavras</i>	4
Capítulo 1. A teoria evolutiva	5
Teorias científicas, 5 – A proposta de Darwin e Wallace, 7 – Três períodos históricos, 13 – Esclarecendo a terminologia, 14.	
Capítulo 2. O que é evolução?	15
Evolução como fato, 15 – Evidências de um fato, 17 – Outras evidências, 18 – Desenho nada inteligente, 21 – Nem tudo é adaptativo, 25 – O que é um item adaptativo?, 30 – O oportunismo das adaptações, 32.	
Capítulo 3. Reconstituindo filogenias	34
Reprodução e desenvolvimento, 34 – Endossimbioses, 39 – Segregação de linhagens, 43 – Árvores filogenéticas, 45 – Árvore universal da vida, 47.	
Capítulo 4. Causas da seleção natural	54
Evoluir é inevitável, 55 – Esclarecendo a terminologia, 58 – Desconstruindo o ambiente, 59 – A vida em comunidade, 62 – O nicho, 66 – A Rainha Vermelha e o Bobo da Corte, 72.	
Capítulo 5. Primórdios do darwinismo	74
Alguns antecedentes, 76 – A aurora do darwinismo, 78 – Charles Darwin, 79 – Alfred Russel Wallace, 87 – A publicação de um clássico, 90 – E depois?, 92.	
Capítulo 6. Um planeta jovem demais?	94
Origem do Universo, 94 – O planeta Terra, 96 – Escavando o passado, 98 – Dos primórdios ao Fanerozoico, 101.	
Capítulo 7. Mendel e a hereditariedade	103
A teoria do plasma germinativo, 104 – Genética mendeliana, 105 – Biometria v. genética, 107 – Modelando a evolução, 109 – Evolução em carne e osso, 111.	
Capítulo 8. A espinha dorsal da biologia	118
Síntese evolutiva, 118 – A era da genética molecular, 124 – Seleção de grupo, 125 – Estratégias evolutivamente estáveis, 129 – O preço do altruísmo, 132 – Vivo, pulsante e... evoluindo, 135.	
Capítulo 9. Somos todos africanos	136
Os primatas, 136 – Em busca de nossos ancestrais, 142 – Coda, 145.	
<i>Referências</i>	146
<i>Índice</i>	157

1. A teoria evolutiva

Poucos assuntos científicos rivalizam com a *evolução* em termos do grau de interesse que despertam entre leitores e o público em geral. É compreensível, portanto, que a literatura sobre o assunto seja das mais expressivas.

Muita gente gosta de palpitar, incluindo repórteres e escritores, em especial quando se está a discutir a *evolução humana* – e.g., de onde viemos?, para onde vamos?, quem somos nós?

Até aí, nada demais.

Afinal, a diversidade autoral é sempre bem-vinda.

O que em geral preocupa é a *superficialidade*, o *sensacionalismo* e a proliferação de *erros e mal-entendidos conceituais*.²

Sem saber bem onde estão pisando, não são poucos os que tratam a evolução como assunto essencialmente especulativo, repleto de incertezas e a respeito do qual nem os próprios evolucionistas conseguiriam se entender. Não é à toa que tantos leitores (sobretudo os mais jovens ou aqueles que não têm acesso à literatura técnica) vejam a *biologia evolutiva* como uma *babel* – um lugar onde todos falam, mas ninguém se entende. E isso não é verdade.

I. TEORIAS CIENTÍFICAS

Um dos comentários equivocados mais comuns a respeito da evolução diz mais ou menos o seguinte: “*O problema é que se trata apenas e tão somente de uma teoria*”.

É um duplo equívoco. Primeiro, porque ignora o que sejam teorias e o papel que elas têm na ciência. Além disso, as trata como se

² Exemplo: ‘*Darwin estava errado? – Porque tantos cientistas estão colocando a teoria da evolução em xeque*’ – capa da *Superinteressante*, em agosto de 2001. *Tantos* sugerindo *muitos* é mero exagero; mas *colocar em xeque* é uma daquelas iscas que os editores usam para alavancar as vendas. Uma das fontes citadas na matéria foi o paleontólogo estadunidense Stephen J. Gould (1941-2002), coautor da *teoria do equilíbrio pontuado* (v. texto). Crítico contumaz do que ele chamava de *darwinismo ortodoxo*, a crença de Gould na *evolução não darwiniana* parece ter arrefecido nos últimos anos – v. Horgan (1998).

2. O que é evolução?

A expressão *evolução orgânica* (ou *e. biológica*) pode ser utilizada em alusão a três coisas: (1) o *fato* da evolução; (2) as *reconstituições* da história das linhagens (filogenias); e (3) as *mudanças* que ocorrem no fundo gênico de populações.¹⁶

Que não haja dúvidas: nenhum debate científico tem posto em xeque o *fato* da evolução (item 1). (Há quem o faça, embora isso se dê *fora* dos domínios da ciência, como veremos a seguir.) No âmbito científico, as controvérsias – e a *biologia evolutiva* é um campo fértil para isso – giram em torno tão somente dos itens 2 e 3.

Nos dois próximos capítulos, nós trataremos de *modelos filogenéticos* e *mecanismos causais* (itens 2 e 3, acima). Antes, porém, vamos falar sobre o *fato* da evolução.

I. EVOLUÇÃO COMO FATO

A evolução é um *fato* natural da vida. Reconhecer isto equivaleria a admitir que os organismos que hoje dividem o planeta conosco são *descendentes modificados* de linhagens ancestrais cujas histórias retrocedem ao passado remoto da Terra. E admitir isto independe de sabermos *como*, *quando* e *por que* as linhagens mudaram. Equivaleria a reconhecer a existência do Sol, mesmo que não saibamos como e por que ele brilha.

Etimologia e definição. Os dicionários definem *evolução* como um ato ou processo de mudança. A palavra vem do latim *evolutio*, forma substantivada do verbo *evolvere* (*ex-*, fora + *volvere*, rolar, desabrochar, abrir), e evoca o ato ou efeito de abrir, desdobrar ou desenrolar algo que esteja fechado, dobrado ou enrolado.

Na linguagem cotidiana, tanto o verbo *evoluir* como o substantivo *evolução* estão associados à ideia de aperfeiçoamento ou melhora. É o que transparece em expressões como “*evolução do automóvel*” e “*evolução do estado de saúde*”.

¹⁶ Para detalhes e comentários adicionais, v. Ruse (1995).

3. Reconstituindo filogenias

R efletindo o significado múltiplo da palavra *evolução*, a biologia evolutiva abriga um rol heterogêneo de cientistas, nem todos eles interessados nos mesmos tópicos ou adeptos dos mesmos pontos de vista. Dois grupos podem ser identificados.

De um lado, visando *reconstituir a história da vida*, há os que estão envolvidos com a formulação de modelos filogenéticos. Muitos deles são paleontólogos, sistematistas ou biólogos moleculares. O outro grupo, integrado principalmente por ecólogos e alguns geneticistas, está a investigar *como e por que a evolução opera* – ou, para usar os mesmos termos que usamos antes, como e por que ocorrem mudanças na composição genética de populações.⁵⁰

No cap. 4, nós iremos nos debruçar sobre esta última questão (as causas da mudança evolutiva). Teremos então a oportunidade de examinar os dois lados de uma mesma moeda: a *origem da variabilidade populacional* (genética) e a permanente *triagem* a que as variantes são submetidas, geração após geração (ecologia).

Neste capítulo, nós trataremos da primeira questão (a construção de *modelos filogenéticos*), finalizando com alguns comentários sobre a *árvore universal da vida*. Começemos, pois, do início...

I. REPRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO

Todos os seres vivos – incluindo, claro, os seres humanos – são gerados por algum *processo reprodutivo*.⁵¹

Indivíduos de uma geração estabelecida, dita *parental*, dão origem a novos indivíduos; estes, referidos coletivamente como geração *filial*, poderão vir a ter os seus próprios descendentes.

Cria-se assim um elo entre gerações sucessivas.

O saldo líquido é a continuação da *linhagem*.

⁵⁰ Para uma distinção semelhante, v. Reeve & Sherman (1993).

⁵¹ Sobre *reprodução*, v. Griesemer (2000); sobre *padrões reprodutivos*, Margulis & Sagan (2002), Bonner (1983), Freitas & Bered (2003) e Barnes et al. (2008).

4. Causas da seleção natural

O *fundo gênico* de uma população não está prontamente acessível aos observadores. O que não significa dizer que esteja fora de nosso alcance – podemos examiná-lo de modo indireto.⁸⁴

Uma via de acesso é a *paisagem fenotípica* (leia-se: distribuição de um determinado traço fenotípico na população). Monitorando a frequência de diferentes variantes, podemos saber como a paisagem muda. Considere uma população de percevejos *polimórficos* – o traço em questão é a cor das pintas sobre o corpo –, na qual 20% são ditos VERDES; 30%, AMARELOS, e 50%, VERMELHOS.⁸⁵

Estes percentuais não são fixos e, no transcurso de *uma geração*, três fatores podem alterá-los. São eles:⁸⁶

1. *Migração*. Entrada e saída de fenótipos em percentuais diferentes dos que são encontrados na população (e.g., 80% dos fenótipos que saem da população são amarelos).
2. *Plasticidade e desenvolvimento*. Fenótipos mudam em função das circunstâncias ou à medida que amadurecem (e.g., indivíduos nascem verdes, mas se convertem em amarelos ao longo da vida e, mais adiante, em vermelhos).
3. *Seleção*. A longevidade e a fertilidade dos fenótipos variam de acordo com a coloração do corpo.

⁸⁴ Religando os conceitos de *evolução* (mudança nas *frequências alélicas*) e *seleção* (processo que opera entre *fenótipos*): (1) *frequências alélicas* mudam como resultado direto de mudanças nas *frequências dos genótipos* (estes sendo arranjos daqueles); e (2) *frequências genotípicas* mudam como resultado de mudanças na *distribuição dos fenótipos* (estes sendo codificados por aqueles).

⁸⁵ Para um exemplo real, v. Paleari (2013). *Polimorfismo* é a presença de várias formas (*morfos*) descontínuas em uma população, de modo que a mais rara não possa ser mantida apenas por *mutação recorrente*. Nas palavras de Ford (1980, p. 11; adaptado): “No polimorfismo coexistem formas alternativas distintas, como os conhecidos grupos sanguíneos O e A, não relacionados [por meio] de intermediários e, na maioria das raças, ocorrendo conjuntamente em alta frequência, tanto em homens como em mulheres.”

⁸⁶ Inspirado em Wade & Kalisz (1990); sobre plasticidade, v. nota 15.

5. Primórdios do darwinismo

Quando as ideias de Darwin e Wallace vieram a público, o *fato* da evolução – a noção de que diferentes formas de vida, agora extintas, povoaram a Terra no passado – já era admitido por muita gente. As explicações dadas é que não eram muito boas.

Um dos primeiros a olhar para os organismos de uma perspectiva histórica foi o naturalista francês Georges-Louis Leclerc (1707-1788) – o conde de Buffon. Outro pioneiro foi Erasmus Darwin (1731-1802), médico inglês e avô paterno de Darwin. O naturalista alemão Alexander von Humboldt (1769-1859), autor de *Quadros da natureza* (1808), talvez tenha sido o primeiro a falar nas implicações evolutivas das interações ecológicas.¹¹⁶

Mas foi o naturalista francês Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829), autor de *Philosophie zoologique* (G Baillièrre, 1809), quem criou a primeira teoria evolutiva moderna.¹¹⁷ Segundo ele, as espécies viventes seriam versões aperfeiçoadas de espécies preexistentes, cada uma delas tendo surgido *espontânea e separadamente*. Tal ponto de vista contrastava fortemente com as opiniões da época.

Rival de Lamarck, o naturalista francês Georges Cuvier (1769-1832), pioneiro em áreas como paleontologia e anatomia comparada, foi um dos primeiros a inferir que os restos fósseis são vestígios deixados por organismos que não mais existem. Suas ideias sobre a *extinção* de espécies foram acomodadas em uma teoria mais ampla, referida hoje como *catástrofismo*. De acordo com tal teoria, a história da vida seria pontuada por uma sucessão de *catástrofes*, cada uma delas responsável pelo desaparecimento de muitas espécies.¹¹⁸

Segundo Cuvier, os fósseis seriam testemunhas dessas ondas periódicas de extinção em massa, a *mais recente* delas provocada pelo dilúvio bíblico, como se lê no livro do Gênesis (7: 21-23):¹¹⁹

¹¹⁶ Sobre a vida e obra de Humboldt, v. Wulf (2016).

¹¹⁷ Sobre a obra de Lamarck, v. Burkhardt (2013); em port., Martins (2008).

¹¹⁸ Para comentários sobre Cuvier, v. Gould (1991) e Zimmer (1999).

¹¹⁹ *Bíblia sagrada* (Paulinas, 1965), em tradução de Matos Soares.

6. Um planeta jovem demais?

Durante cerca de cinquenta anos, o darwinismo conviveu com dois graves problemas, uma *carência* e uma *dúvida*. No plano interno, fazia falta uma teoria subsidiária que explicasse a transmissão dos caracteres hereditários. Falaremos disso no cap. 7.

Pairava ainda a dúvida: *Qual é a idade da Terra?*

Era preocupante. Afinal, a ideia de que a Terra é um *planeta jovem* desafia a noção de que a história da vida teria se pautado pelo acúmulo gradativo de pequenas mudanças, geração após geração.

Este capítulo é dedicado a esta questão.

I. ORIGEM DO UNIVERSO

A concepção da ciência sobre as dimensões e a origem do Universo mudou muito ao longo dos últimos 100 anos.¹⁴⁸

Até a década de 1920, por exemplo, a real extensão da nossa galáxia era desconhecida – predominava a noção de que as fronteiras da Via Láctea coincidiriam com as fronteiras de *tudo-o que-existe*. Também era consenso a tese de que o Universo é eterno (sem início ou fim) e imutável. Albert Einstein (1879-1955), por exemplo, um dos pais da física moderna, defendia a tese de que o Universo é *estacionário* ou ao menos *não evolutivo*.¹⁴⁹

Estudando os cálculos de Einstein, Alexander Friedmann (1888-1925) detectou um equívoco. Em 1922, o matemático russo propôs um modelo segundo o qual o Universo estaria se expandido. Alguns anos depois, um *modelo evolutivo* pioneiro foi desenvolvido de modo independente pelo físico e clérigo católico belga Georges Lemaître (1894-1966). Segundo a sua *teoria do átomo primordial*, o Universo teria uma idade finita, tendo tido um início; além disso,

¹⁴⁸ Para detalhes técnicos, v. Cordani (2000) e Comins & Kaufmann (2010); para um relato histórico, Singh (2006).

¹⁴⁹ Sobre o modelo e o erro de Einstein, v. Novello (2006) e Barrow (1995). Ele passou a aceitar a tese expansionista; reservadamente, porém, permaneceu insatisfeito com o modelo evolutivo – v. O’Raifeartaigh et al. (2014).

7. Mendel e a hereditariedade

Enquanto a questão da idade da Terra parecia bem encaminhada, o darwinismo ainda brigava para sanar a sua maior deficiência interna: a falta de uma teoria subsidiária que explicasse (1) a hereditariedade e (2) a manutenção da variabilidade populacional.

A transmissão hereditária é uma preocupação antiga dos seres humanos.¹⁶⁵ Como tema científico, no entanto, o assunto permaneceu envolto em dúvidas e mistérios até o fim do século 19.

Na época de Darwin e Wallace, por exemplo, uma explicação muito difundida dizia que os *fatores* (*genes*, no jargão atual) transportados pelos gametas (ambos ou só o masculino, dependendo do autor) se *misturariam* após a fecundação. Razão pela qual o fenótipo da prole seria algo intermediário ao dos dois genitores.

Fosse assim, em poucas gerações teríamos apenas e tão somente populações homogêneas.¹⁶⁶ A expectativa não batia com as observações – os naturalistas continuavam a documentar a presença de variabilidade *intrapopulacional*. Os adeptos da *herança por mistura* tiveram de evocar explicações complementares. O próprio Darwin supunha que muitas novas variantes eram produzidas a cada geração, compensando assim as perdas resultantes da mistura.

A falta de uma teoria hereditária mais consistente ajuda a explicar também porque Darwin permaneceu adepto do ideário lamarckista até o fim da vida. Em uma passagem famosa, o naturalista britânico (1859, p. 11; tradução livre) escreveu:

O notável desenvolvido hereditário dos úberes em vacas e cabras, em regiões onde elas habitualmente são ordenhadas, em comparação ao estado desses órgãos em outras regiões, é outro

¹⁶⁵ O controle humano da genética de plantas e animais caracterizou a chamada *revolução neolítica* (ou *r. agrícola*) – v. Simmons (1982).

¹⁶⁶ Quando misturamos 1 L de tinta vermelha e 1 L de branca, obtemos 2 L de rosa. Ocorre que as cores originais são *perdidas*, pois não é possível extrair 1 L de tinta vermelha e 1 L de tinta branca dos 2 L de rosa.

8. A espinha dorsal da biologia

Como um corpo de conhecimento individualizado e independente, a *biologia* tem uns 200 anos. Quando Lamarck nasceu, por exemplo, a palavra sequer existia. Trata-se efetivamente de uma ciência jovem, embora algumas de suas premissas tenham sido elaboradas ainda na Antiguidade.¹⁹³

Curiosamente, a palavra *biologia* não é citada uma única vez em *Sobre a origem das espécies* (1859). Apesar disso, não é exagero dizer que a obra é *um dos pilares da disciplina*.

I. SÍNTESE EVOLUTIVA

Foram necessários quase 100 anos até que a teoria evolutiva se convertesse em *espinha dorsal da biologia*. O processo de sedimentação e integração, transcorrido entre 1918 e 1950, é comumente chamado de *síntese evolutiva* (= *nova síntese* ou *síntese moderna*).

Foi só depois disso que filósofos e historiadores da ciência passaram a se debruçar sobre a biologia mais seriamente, a exemplo do que já faziam com a física.¹⁹⁴ Há quem estabeleça um paralelo entre Darwin e Isaac Newton (1643-1727), argumentando que a obra do primeiro representou para a biologia mais ou menos o que a do último representou para a física, quase dois séculos antes.

Duas gerações. Duas gerações de cientistas estiveram envolvidas com a síntese evolutiva. (O termo *geração* é usado aqui no sentido de afiliação intelectual, não tanto no sentido etário.)

A primeira geração foi responsável por *incorporar o mendelismo ao darwinismo*, usando para isso as ferramentas desenvolvidas pela então incipiente genética de populações. O desfecho desse processo

¹⁹³ A palavra *biologia* apareceu pela primeira vez em uma publicação médica alemã, em 1800. Em 1802, ela apareceu de novo em duas obras, uma de Lamarck e outra do naturalista alemão Gottfried Reinhold Treviranus (1776-1837) – v. Coleman (1983); além de Théodorides (1984) e Mayr (1998).

¹⁹⁴ A *filosofia da biologia* prosperou ao longo dos últimos 50 anos – e.g., Ghiselin (1969), Monod (1971) e Hull (1975); v. ainda Abrantes (2011).

9. Somos todos africanos

“Somos mamíferos primatas” – esta frase resume bem a posição que a espécie humana (*Homo sapiens*) ocupa na escala zoológica. Pelos sobre o corpo, ainda que escassos, e *amamentação* dos filhotes são dois dos caracteres que compartilhamos com os demais mamíferos.²²⁸

Mãos e pés pentadáctilos, armados com *unhas* (em vez de garras) e providos de *polegares oponíveis*; locomoção dominada pelos *membros posteriores e focinho curto*, com as órbitas oculares em *posição frontal* (e não voltadas para os lados) – eis alguns caracteres que compartilhamos com os mamíferos da ordem dos primatas.²²⁹

O nome da ordem – Primates – foi cunhado por Lineu.

O termo deriva da palavra latina *primus* (*em primeiro lugar*) e foi usado porque, aos olhos do autor, o grupo ocuparia a *posição mais elevada* – o topo da montanha! – dentro do reino animal.²³⁰

I. OS PRIMATAS

Os primeiros mamíferos surgiram há uns 220-230 milhões de anos, a partir de uma linhagem ancestral de répteis (há muito extintos), os terapsídeos. A ampla *irradiação evolutiva* do grupo, no entanto, só ocorreria quase 100 milhões de anos mais tarde.

²²⁸ Existem 5,416 mil espécies conhecidas de mamíferos viventes, arranjasdas hoje em ~30 ordens. As maiores (em número de espécies) seriam Rodentia (2.277 espécies), Chiroptera (1.116), Soricomorpha (428; outrora incluída em Insectivora), Primates (376), Carnivora (286), Artiodactyla (240) e Diprotodontia (145; outrora Didelphimorphia) – para um balanço recente, v. Wilson & Reeder (2005); em port., Orr (1986).

²²⁹ Para comparações e detalhes, v. Pilbeam (1977) e Lewin (1999).

²³⁰ Na 10ª edição do *Systema Naturae* (1758), Lineu descreveu e nomeou pouco mais de 40 espécies de primatas, arranjasdas em quatro gêneros: *Homo* (seres humanos e chimpanzés), *Simia* (macacos do Novo e do Velho Mundo), *Lemur* (prossímios e um lêmure-voador, hoje na ordem Dermoptera) e *Vespertilio* (morcegos, transferidos depois para uma ordem própria, Chiroptera). A obra está disponível aqui: *Biodiversity Heritage Library* (<http://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/542>).

Referências

Abreviações usadas: ARE[E]S, *Annual Review of Ecology [, Evolution] and Systematics*; AREPS, *A R of Earth and Planetary Sciences*; ARG, *A R of Genetics*; BBS, *Behavioral and Brain Science*; BES, *Behavioral Ecology and Sociobiology*; BESA, *Bulletin of the Ecological Society of America*; BJC, *British Journal of Cancer*; BJLS, *Biological J of the Linnean Society*; BJPS, *British J of Philosophy of Science*; BP, *Biology and Philosophy*; CH, *Ciência Hoje*; CIW, *Carnegie Institute of Washington*; CSHSQB, *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*; CUP, *Cambridge University Press*; CUP (NY), *Columbia UP*; FHB, *Filosofia e História da Biologia*; GMB, *Genetics and Molecular Biology*; HPLS, *History & Philosophy of the Life Sciences*; JEB, *Journal of Evolutionary Biology*; JEM, *J of Eukaryotic Microbiology*; JHB, *J of the History of Biology*; JHUP, *John Hopkins UP*; JMGBN, *J Mammary Gland Biology and Neoplasia*; JTB, *J of Theoretical Biology*; JVP, *J of Vertebrate Paleontology*; MBC, *Molecular Biology of the Cell*; MNRAS, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*; MPE, *Molecular Phylogenetics and Evolution*; NA, *Nature Astronomy*; NAS, *National Academy of Sciences*; NEE, *Nature Ecology & Evolution*; NG, *N Genetics*; NRG, *N Reviews Genetics*; OLEB, *Origins of Life and Evolution of Biospheres*; OSEB, *Oxford Surveys in Evolutionary Biology*; OUP, *Oxford UP*; PBM, *Perspectives in Biology and Medicine*; PNAS, *Proceedings of the National Academy of Sciences*; PRS, *P of the Royal Society*; PTRS, *Philosophical Transactions of the Roy Soc*; PUP, *Princeton UP*; QRB, *Quarterly Review of Biology*; RBB, *Revista Brasileira de Biologia*; RBE, *R B de Entomologia*; SHPS, *Studies in History and Philosophy of Science*; TPB, *Theoretical Population Biology*; TREE, *Trends in Ecology and Evolution*; TG, *T in Genetics*; TRSE, *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*; UCP, *University of Chicago* P ou U of California P; UPP, *U of Pennsylvania* P; YUP, *Yale UP*.

- Abrantes, PC, org. 2011. *Filosofia da biologia*. P Alegre, Artmed.
- Adl, SM & mais 46. 2019. Revisions to the classification, nomenclature, and diversity of eukaryotes. *JEM*: 66: 4-119.
- Ah-King, M & Nylin, S. 2010. Sex in an evolutionary perspective: Just another reaction norm. *Evol Biol* 37: 234-46.
- Alberts, B & mais 5. 2006 [2002]. *Biologia molecular da célula*, 4.ed. P Alegre, Artmed.
- Amorim, DS. 1997. *Elementos básicos de sistemática filogenética*. R Preto, Holos & SBE.
- Amorim, ME & mais 5. 2017. Lizards on newly created islands independently and rapidly adapt in morphology and diet. *PNAS* 114: 8812-16.
- Anderson, JT & mais 4. 2014. The evolution of quantitative traits in complex environments. *Heredity* 112: 4-12.
- Andrewartha, HG & Birch, LC. 1984. *The ecological web*. Chicago, UCP.
- Araújo, AM. 2004. Spreading the evolutionary synthesis: Theodosius Dobzhansky and genetics in Brazil. *GMB* 27: 467-75.
- . 2007. Vladimir A. Kostitzin, teórico, ignorado pelos arquitetos da síntese evolutiva. *FHB* 2: 5-22.
- Arndt, N & Nisbet E. 2012. Processes on the young Earth and the habitats of early life. *AREPS* 40: 521-49.
- Arthur, W. 1987. *The niche in competition and evolution*. Chichester, Wiley.
- Ayala, FJ. 2007. Darwin's greatest discovery: Design without designer. *PNAS* 104: 8567-73.
- Baker, R. 1997. *Guerra de espermatozoides*. RJ, Record.
- Barnosky, AD. 2001. Distinguishing the effects of the Red Queen and Court Jester on Miocene mammal evolution in the northern Rocky Mountains. *JVP* 21: 172-85.
- Barnes, RSK & mais 4. 2008 [2001]. *Os invertebrados*, 3.ed. SP, Atheneu.

- . 2001 [1999]. *Tempo, amor, memória*. RJ, Rocco.
- Weiss, MC & mais 4. 2018. The last universal common ancestor between ancient Earth chemistry and the onset of genetics. *PLoS Gen* 14: e1007518.
- Weiss, NA & Yoseloff, ML. 1978 [1975]. *Matemática finita*. RJ, G Dois.
- Weissing, FJ; Edelaar, P & van Doorn, GS. 2011. Adaptive speciation theory: a conceptual review. *BES* 65: 461-80.
- Welch, JJ. 2017. What's wrong with evolutionary biology? *BP* 32: 263-79.
- White, MJD. 1977 [1973]. *Os cromossomos*, 6.ed. SP, Nacional & Edusp.
- . 1978. *Modes of speciation*. S Francisco, Freeman.
- Williams, GC. 1957. Pleiotropy, natural selection, and the evolution of senescence. *Evolution* 11: 398-411.
- . 1966. *Adaptation and natural selection*. Princeton, PUP.
- . 1998 [1997]. *O brilho do peixe-pônei*. RJ, Rocco.
- Wilson, DE & Reeder, DM, eds. 2005. *Mammals species of the world*, 3rd ed. Baltimore, JHUP.
- Wilson, DS. 1975. A theory of group selection. *PNAS* 72: 143-6.
- & Wilson, EO. 2007. Rethinking the theoretical foundations of sociobiology. *QRB* 82: 327-48.
- Wilson, EO. 2013 [2012]. *A conquista social da Terra*. SP, C Letras.
- Woese, CR & Fox, G. 1977. Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: The primary kingdoms. *PNAS* 74: 5088-90.
- ; Kandler, O & Wheelis, ML. 1990. Towards a natural system of organisms: Proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. *PNAS* 87: 4576-9.
- Wolpert, L & mais 5. 2000 [1998]. *Princípios de biologia do desenvolvimento*. P Alegre, Artmed.
- Wrangham, R. 2010 [2009]. *Pegando fogo*. RJ, J Zahar.
- Wright, R. 1996 [1994]. *O animal moral*. RJ, Campus.
- Wright, SJ & mais 16. 2010. Functional traits and the growth-mortality trade-off in tropical trees. *Ecology* 91: 3664-74.
- Wulf, A. 2016 [2015]. *A invenção da natureza*. SP, Crítica.
- Wynne-Edwards, VC. 1986. *Evolution through group selection*. Oxford, Blackwell.
- Zaremba-Niedzwiedzka, K & mais 16. 2017. Asgard archaea illuminate the origin of eukaryotic cellular complexity. *Nature* 541: 353-8.
- Zimmer, C. 1999 [1998]. *À beira d'água*. RJ, J Zahar.

*

Índice

- ácidos nucleicos (ADN) 35
37-8 41 124 132; F
Crick, JD Watson 124;
síntese de proteínas 38
- adaptação 10 12 25-6 29-
33 47 57 64 69 71-3 78
124 125 127-9; -- com-
plexa 24
- analogia (homologia) 18-
20 111
- Antiguidade: Aristóteles
49; Hipócrates 76; Lu-
crécio 77
- aptidão (*fitness*) 8 11-2 26
28-32 44-5 56-8 60-3 72
110 114 124 126-8 130-4
(-- inclusiva 12 125 128);
-- e as transições 132; -- e
o sucesso reprodutivo 31;
-- e o tamanho da ninha-
da 127 134
- árvore filogenética 8 20 43
45-6 55 102 140-2 (-- uni-
versal da vida 34 47 50-2);
DACU 45-6 51-2; origem
da vida 46-7 132
- biologia 8-9 13 16-7 33 81
110 118 (-- evolutiva 5 9
15 17 24 34 124 130); his-
tória natural 17 80 83 88
90 93 120; moleculariza-
ção 124
- biometria 13 107-8 140; F
Galton 108 113 (labora-
tório 133); K Pearson
108; EH Poulton 109;
WFR Weldon 108
- Bobo da Corte (AD Bar-
nosky) 72-3
- Buffon (G-L Leclerc) 74
- Bumpus, HC 113
- catastrofismo 74 75 98 (G
Cuvier 74 98)
- coevolução (v. Rainha
Vermelha) 41 71
- colonização 28 43 64-5 71
116 143-5; clareiras 29-
30; exóticas, invasoras 65
- cooptação: lactação 32-3;
penas (aves) 32-3 130
- cosmologia: W Baade 96;
A Einstein 94; A Fried-
mann 94-5; E Hubble
(M Humason) 95; G
Lemaître 94-5
- criacionismo 22-3 25 86;
complexidade irredutí-
vel (M Behe) 23-5 ; De-
senho Inteligente 22-3
- cromossomos 14 35-8 40
107 (-- homólogos 36
107; -- sexuais 36-7)
- Crow, JF 9 38 106 109 119
121-2 124
- Darwin, C 5 7 11 13 16 23-
5 47 57 66 74 76-87 90-3
99 103 105 107-8 115-6
118 123-4 135 144; HMS
Beagle (R FitzRoy, P
Stokes) 7 80-5; S Butler
104; R Chambers 85; E
Darwin 74; fixismo 82;
Galápagos 81-2 115-7; J
Gould 115; RE Grant 16;
A Gray 78 83; JS Hens-
low 80-1; JD Hooker 78
85-7; A von Humboldt
74; C Lyell 16 78 81-2 86-
7; TR Malthus 66 84; P
Matthew 77; GJ Mivart
91; F Müller 112; I New-
ton 118; pangênese 76;
GJ Romanes 76 104; H
Spencer 16 56-7; trans-
mutação 7 84-5; WC
Wells 77-8
- darwinismo: primordial 13
74-93 105; neodarwinis-
mo 13 104-5; síntese evo-
lutiva 13 105 109-10 118-
24 135 (-- expandida 14
135); *Columbia Biologi-
cal Series*, MK Jesup 120;
VA Kostitzin, G Malée-
cot 119
- demômetro (P L'Héritier,
G Teissier) 111
- defesas contra inimigos 61
65 68 72 114; camufla-
gem 43-4 112 114; in-
dumento piloso 31-2;
mimetismo (aposema-
tismo, presa impalatá-
vel) 112-3
- deriva 8 10 27 38 56 110
119; efeito do fundador
26-7 122
- divisão celular: meiose 35-
6 107; mitose 35-6 40
- ecologia *a* 17 34 55-6 58;
adversidades 56 61-2;
ambiente: 19 29 58-60
66-7 73 76 134 (-- hete-
rogêneo 14 30 71-3);
condições ecológicas 26
60 64-5 111 130; hábitat
21 30 43-4 47 58-9 62 64
69 71 111; inimigos 20
25 29 61-2 64-5 68 84;
limites de tolerância 72-
3; parceiros 33 44 61 93
130; recursos 20 29-30
60-3 69-70 84 115 127
130 134 (alocação 21 29)
- ecologia *b* comunidades
62-6 71 73 113 (assem-
bleia, guilda 62 69); cas-
cata trófica 63; competi-
ção aparente 63 71; equi-
líbrio da natureza 84;
espécie-chave 62-3
- ecologia *c* crescimento po-
pulacional 11 61 84; inte-
rações ecológicas 55-6 59
62-5 68-72 74 86 111 117

- (competição 30 56 58 62-3 65 67-71 73 111 117 126 130 134; -- intrasexual 93; comensalismo 71; mutualismo 61 63; parasitismo 41 62-3 112; patógenos [doenças] 56 134; fitofagia 31-2 61; predação 44 62-3 65 68-9 71-3 111-5 130 134)
- EEE (estratégia) 130-1 133; GA Parker 129 131; mieloma múltiplo 134-5; teoria dos jogos 124 129-31 134
- endossimbiose (HA Bary, K Mereschkowsky, AFW Schimper, S Schwendener) 39-42
- equilíbrio pontuado 5 8
especação 8 43-45 119 122-3; diversidade biológica 7 9 47-8 73; isolamento 8 43 122-3; revolução genética 122
- etologia: cuidado parental 33 127; forrageio 59 67-8 71 134; J Goodall 117; K Lorenz 128; sociobiologia 125; N Tinbergen 33
- evolução da perda 20-1 29 45; penduricalho 21 26 32; órgão vestigial (mama masculina) 20-1
- evolução humana: antropoides 138-40 142; *Australopithecus* 47 139-44; LR Berger 142; M Brunet 140; homínidos 139-44; *Homo* 47 136 139-43 145; DC Johanson 140; primatas (catarrinos, platinos) 137-8
- fenótipo 10-2 14 19 26 28 32 39 54-6 58 69-70 72 103 106-7 130 132; plasticidade 11 14 38 54 57 72 (norma de reação 14) fósseis 8 17-8 32 40 47 49 74 82 98-9 101 115 123 139-44; -- petrificados 17; fossilização 17-8
- fundo gênico (AS Serebróvski) 9-10 15-6 26 38 54 110 119 126 133; paisagem fenotípica 54-5 58 117; variabilidade 8 34 55 72 103 125 144 (eletroforese 125; mutação 11 26 28 35 38-9 43 54-5 108-10 119 133; recombinação 11 36 43 133)
- genética *a* 11 18 28 30 34 43 55 105 107 109 119-20; (-- de populações 17 34 109-10 118-21; -- molecular 124 145; -- quantitativa 108; -- do saco de feijões 122); tamanho efetivo 38
- genética *b* alelo (codominante, dominante, recessivo) 8 16 26-8 38-9 106-7 109 133-4 (-- deletério 26; -- neutro 8 110); gene 10 14 16 18 26-7 32 38-40 103 106-7 110 121 127-8; genoma (HKA Winkler) 11 14 18 35-9 41 (-- humano 38); genótipo (homo e heterozigoto) 9 14 26 32 37-9 54 106-7 109 134
- geologia 8 39 80-1 85 98 100-1; estratigrafia 98 101; W Smith, N Steno (N Stensen) 98
- glicose: ATP 41; respiração 28-9 40 41 75
- Gould, SJ 5 8-9 16 28 74 98 101
- Grant, P & R 113 116-7
- Hamilton, WD 125 131-2 135
- híbrido (hibridação, hibridismo) 43-5 105-7 116
- história de vida 29-30
- imperfeições: bricolagem (baleias, pulmões) 28 32; meio-termo (*tradeoff*) 26 29-30; pleiotropia 26-7 110; restrições (genéticas, históricas) 26 29 130
- interações sociais (altruísmo, cooperação, egoísmo) 14 125-7 131-2 141
- Kettlewell, HBD (JW Tutt) 114-5
- Kimura, M 9 38
- Lack, D 116 126
- Lamarck, J-B 74-6 118; lamarckismo 7 13 16 75-6 103-5; neolamarckismo 9 39; GR Treviranus 118
- Lineu (C von Linné) 49 78 136; *Linnean Society* 78 87; SE Morea, JE Smith, 78
- luta pela vida 55-7 91
- macroevolução (v. especiação) 8 119; convergência 19 48 69-70 112; deslocamento de caracteres 45 116; divergência (irradiação) 18-9 102 119 136-7; transições (E Szathmáry) 131-2
- Maynard Smith, J 35 69 104 125 129-35
- Mendel, G 76 103-7; C Correns, H de Vries, E von Tschermak, E 105; leis 106-7; herança mendeliana 8 40 105-8 110; mendelismo (W Bateson, T H Morgan) 13 104 109 118
- migração 27 43 54 64 109-10 129 143-4; fluxo gênico 43 126
- neutralismo 8-9 110
- nicho ecológico 58 66-70; GE Hutchinson 67; RH

- Johnson 66; largura 68-9; multidimensional 66-7; segregação 115-6
- novas disciplinas (ecologia evolutiva, filogeografia, genética ecológica) 111 124
- ontogênese (embriogênese) 16 36; canalização 14; von Haller, A 16; rotas de desenvolvimento 18 21 28
- organelas: citoesqueleto 38; cloroplasto 41-2 52 (fotossíntese 20 40-2); mitocôndria 40-2 52; hidrogenossomo, mitossomo 41
- polimorfismo 54
- Price, G 131-5
- princípio de H-W (GH Hardy, W Weinberg) 13 109
- radioatividade 97 99-100; meia-vida (E Rutherford) 99-100
- Rainha Vermelha 72-3 124; L Carrol, L Van Valen 72; corrida armamentista 72-3
- razão sexual 11 38 131
- reinos e domínios: T Cavalier-Smith 25 45 50; HF Copeland, RH Whittaker 50; E Haeckel 49-50 56; L Margulis 19 34 37 41-2 45 47 50-1 53 102; CR Woese (GE Fox, RS Wolfe) 51-3
- reprodução 10-2 31 34-7 56 76-7 104 122-3 130; autocontrole 127
- seleção natural 7-11 24-6 28-94-5 54-8 60 69 71-2 76-8 84-7 90-3 105 108-13 117 119 123 125-34; -- grupo (VC Wynne-Edwards) 125-8; -- múltiplos níveis 128-9; - sexual (dimorfismo sexual) 92
- sensacionalismo 5
- sexo: determinação 37; fecundação 36-7 103; fertilidade 12 54 60
- síntese (v. darwinismo): 1ª geração: RA Fisher 13 26 108-10 119 121-2 125 131 134 (TFSN 134-5); JBS Haldane 13 110 114 119 121-2 125; S Wright 110 119-22 125
- : 2ª geração: T Dobzhansky 16 111 119-21; JS Huxley, B Rensch, GG Simpson, GL Stebbins 13 119-21; E Mayr 9 13 17 53 104-5 119-23 (falso problema 123-4)
- sistemática (v. cladística) 47-8 119; cladística (clado, cladogênese, cladograma, W Hennig) 45 48-9 55; filogenética 47-9; taxonomia (táxon) 43 47-9 124
- teorias científicas 5-6 22
- Terra: bolinha azul 96; escala de tempo 101; idade (A Holmes, W Thomson, CC Patterson) 94 98-100 103; interior (camadas) 6 39 97-8 101; massa 11 100; pré-biótica 101-2; raio 96
- transferência horizontal de genes 40 52; plasmídeos 37 40; vírus 40 52
- Universo (tudo-o-que-existe) 22 46 94 96
- Via Láctea 94-6; Sistema Solar 96 100 102
- Wallace, AR 7 11 13 56-7 74 76-8 86-90 92-3 103-5 111 135 144; HW Bates 88-9 111-2; biogeografia 21 90 119; WH Edwards 88; panselecionismo 104-5; R Spruce 89; walcianismo 7 104
- Weismann, A (plasma germinativo) 13 104-5; weismannismo 104
- Williams, GC (v. seleção de grupo) (medicina darwiniana, RM Nesse, senescência) 26-7 125 127-8
- *

Exemplar número: _____.

Esta edição de *O que é darwinismo* foi impressa em maio de 2019. Tipologia: miolo, Minion (9, 10, 11) e Franklin Gothic Demi (10); capa, Minion e Bodoni MT. Papel: miolo, pólen soft 80 g; capa, cartão supremo 250 g.

Este livro foi impresso nas oficinas gráficas da Editora Vozes Ltda.,
Rua Frei Luís, 100 – Petrópolis, RJ.