

Série Investigação Filosófica

Textos selecionados de  
**Filosofia da Biologia**

**Sérgio Farias de Souza Filho**  
(Organizador)

DISSERTATIO  
FILOSOFIA



# **TEXTOS SELECIONADOS DE FILOSOFIA DA BIOLOGIA**

Série Investigação Filosófica

**TEXTOS SELECIONADOS DE FILOSOFIA DA BIOLOGIA**

Sérgio Farias de Souza Filho  
(Organizador)



Pelotas, 2022

## **REITORIA**

Reitora: Isabela Fernandes Andrade

Vice-Reitora: Ursula Rosa da Silva

Chefe de Gabinete: Aline Ribeiro Paliga

Pró-Reitor de Graduação: Maria de Fátima Cóssio

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação: Flávio Fernando Demarco

Pró-Reitor de Extensão e Cultura: Eraldo dos Santos Pinheiro

Pró-Reitor de Planejamento e Desenvolvimento: Paulo Roberto Ferreira Júnior

Pró-Reitor Administrativo: Ricardo Hartlebem Peter

Pró-Reitor de Gestão de Informação e Comunicação: Julio Carlos Balzano de Mattos

Pró-Reitor de Assuntos Estudantis: Fabiane Tejada da Silveira

Pró-Reitor de Gestão Pessoas: Taís Ulrich Fonseca

## **CONSELHO EDITORIAL DA EDITORA DA UFPEL**

Presidente do Conselho Editorial: Ana da Rosa Bandeira

Representantes das Ciências Agrônomicas: Victor Fernando Büttow Roll

Representantes da Área das Ciências Exatas e da Terra: Eder João Lenardão

Representantes da Área das Ciências Biológicas: Rosângela Ferreira Rodrigues

Representante da Área das Engenharias e Computação: Reginaldo da Nóbrega Tavares

Representantes da Área das Ciências da Saúde: Fernanda Capella Rugno

Representante da Área das Ciências Sociais Aplicadas: Daniel Lena Marchiori Neto

Representante da Área das Ciências Humanas: Charles Pereira Pennaforte

Representantes da Área das Linguagens e Artes: Lúcia Bergamaschi Costa Weymar

## **EDITORIA DA UFPEL**

Chefia: Ana da Rosa Bandeira (Editora-chefe)

Seção de Pré-produção: Isabel Cochrane (Administrativo)

Seção de Produção: Suelen Aires Böettge (Administrativo)

Anelise Heidrich (Revisão)

Ingrid Fabiola Gonçalves (Diagramação)

Seção de Pós-produção: Madelon Schimmelpfennig Lopes (Administrativo)

Morgana Riva (Assessoria)

### **CONSELHO EDITORIAL**

Prof. Dr. João Hobuss (Editor-Chefe)  
Prof. Dr. Juliano Santos do Carmo (Editor-Chefe)  
Prof. Dr. Alexandre Meyer Luz (UFSC)  
Prof. Dr. Rogério Saucedo (UFSM)  
Prof. Dr. Renato Duarte Fonseca (UFSM)  
Prof. Dr. Arturo Fatturi (UFFS)  
Prof. Dr. Jonadas Techio (UFRGS)  
Profa. Dra. Sofia Alborno Stein (UNISINOS)  
Prof. Dr. Alfredo Santiago Culleton (UNISINOS)  
Prof. Dr. Roberto Hofmeister Pich (PUCRS)  
Prof. Dr. Manoel Vasconcellos (UFPEL)  
Prof. Dr. Marco Antônio Caron Ruffino (UNICAMP)  
Prof. Dr. Evandro Barbosa (UFPEL)  
Prof. Dr. Ramón del Castillo (UNED/Espanha)  
Prof. Dr. Ricardo Navia (UDELAR/Uruguai)  
Profa. Dra. Mónica Herrera Noguera (UDELAR/Uruguai)  
Profa. Dra. Mirian Donat (UEL)  
Prof. Dr. Giuseppe Lorini (UNICA/Itália)  
Prof. Dr. Massimo Dell'Utri (UNISA/Itália)

### **COMISSÃO TÉCNICA (EDITORAÇÃO)**

Prof. Dr. Juliano Santos do Carmo (Diagramador/Capista)

### **DIREÇÃO DO IFISP**

Prof. Dr. João Hobuss

### **CHEFE DO DEPARTAMENTO DE FILOSOFIA**

Prof. Dr. Juliano Santos do Carmo

## **Série Investigação Filosófica**

A Série Investigação Filosófica, uma iniciativa do **Núcleo de Ensino e Pesquisa em Filosofia** do Departamento de Filosofia da UFPel e do **Grupo de Pesquisa Investigação Filosófica** do Departamento de Filosofia da UNIFAP, sob o selo editorial do NEPFil online e da Editora da Universidade Federal de Pelotas, tem por objetivo precípuo a publicação da tradução para a língua portuguesa de textos selecionados a partir de diversas plataformas internacionalmente reconhecidas, tal como a *Stanford Encyclopedia of Philosophy* (<https://plato.stanford.edu/>), por exemplo. O objetivo geral da série é disponibilizar materiais bibliográficos relevantes tanto para a utilização enquanto material didático quanto para a própria investigação filosófica.

### **EDITORES DA SÉRIE**

Rodrigo Reis Lastra Cid (IF/UNIFAP)  
Juliano Santos do Carmo (NEPFIL/UFPEL)

### **COMISSÃO TÉCNICA**

Marco Aurélio Scarpino Rodrigues (Revisor em Língua Portuguesa)  
Rafaela Nobrega (Diagramadora/Capista)

### **ORGANIZADOR DO VOLUME**

Sérgio Farias de Souza Filho (UFRJ)

### **TRADUTORES E REVISORES**

Felipe Nogueira de Carvalho (UFMG)  
Gustavo Bravo Carvalho (UFRJ)  
Írio Vieira Coutinho Abreu Gomes (UEPB)  
Nara Miranda de Figueiredo (UFABC)  
Paulo Sérgio de Figueiredo (UFMA)  
Roberto Horácio de Sá Pereira (UFRJ)  
Tárik de Athayde Prata (UFPE)  
Victor Machado Barcellos (UFRJ)  
Victor Sholl (Syracuse University)

### **CRÉDITO DA IMAGEM DE CAPA**

AUDUBON, John James. Osprey and weakfish. Source: [www.nga.gov/collection/art-object-page.132261.html](http://www.nga.gov/collection/art-object-page.132261.html)



## **GRUPO DE PESQUISA INVESTIGAÇÃO FILOSÓFICA (UNIFAP/CNPq)**

O Grupo de Pesquisa Investigação Filosófica (DPG/CNPq) foi constituído por pesquisadores que se interessam pela investigação filosófica nas mais diversas áreas de interesse filosófico. O grupo foi fundado em 2010, como grupo independente, e se oficializou como grupo de pesquisa da Universidade Federal do Amapá em 2019.

### **MEMBROS PERMANENTES DO GRUPO**

Aluizio de Araújo Couto Júnior  
Bruno Aislã Gonçalves dos Santos  
Cesar Augusto Mathias de Alencar  
Daniel Schiochett  
Daniela Moura Soares  
Everton Miguel Puhl Maciel  
Guilherme da Costa Assunção Cecílio  
Kherian Galvão Cesar Gracher  
Luiz Helvécio Marques Segundo  
Paulo Roberto Moraes de Mendonça  
Pedro Merlussi  
Rafael César Pitt  
Rafael Martins  
Renata Ramos da Silva  
Rodrigo Alexandre de Figueiredo  
Rodrigo Reis Lastra Cid  
Sajid Salles  
Tiago Luís Teixeira de Oliveira

## © Série Investigação Filosófica, 2022

Universidade Federal de Pelotas  
Departamento de Filosofia  
Núcleo de Ensino e Pesquisa em Filosofia  
Editora da Universidade Federal de Pelotas

Universidade Federal do Amapá  
Departamento de Filosofia  
Grupo de Pesquisa Investigação Filosófica

### NEPFil online

Rua Alberto Rosa, 154 – CEP 96010-770 – Pelotas/RS

Os direitos autorais estão de acordo com a Política Editorial do NEPFil online. As revisões ortográficas e gramaticais foram realizadas pelos tradutores e revisores. A autorização para a tradução dos verbetes da *Stanford Encyclopedia of Philosophy* neste volume foi obtida pelo *Grupo de Pesquisa Investigação Filosófica*.

**Primeira publicação em 2022 por NEPFil online e Editora da UFPel.**

### Dados Internacionais de Catalogação

---

N123      Textos selecionados de filosofia da biologia.  
[recurso eletrônico] Organizador: Sérgio Farias de Souza Filho – Pelotas: NEPFIL  
Online, 2022.  
184p. - (Série Investigação Filosófica).  
Modo de acesso: Internet  
<wp.ufpel.edu.br/nepfil>  
ISBN: 978-65-86440-87-4

1. Filosofia. 2. Biologia I. SOUZA FILHO, Sérgio Farias.

COD 100

---



Para maiores informações, visite o site [wp.ufpel.edu.br/nepfil](http://wp.ufpel.edu.br/nepfil)

# SUMÁRIO

<b>Sobre a série Investigação Filosófica</b>	<b>12</b>
<b>Introdução</b>	<b>14</b>
<b>(I) Filosofia da Biologia</b>	<b>20</b>
1. Pré-história da filosofia da biologia	21
2. Três tipos de filosofia da biologia	22
3. Filosofia da biologia evolutiva	25
4. Filosofia da biologia sistemática	26
5. Filosofia da biologia molecular	29
6. Filosofia da biologia do desenvolvimento	30
7. Filosofia da ecologia e biologia da conservação	31
8. Metodologia em filosofia da biologia e direções futuras	32
Referência bibliográfica	33
Outros recursos da internet	46
Verbetes relacionados	46
<b>(II) Seleção Natural</b>	<b>48</b>
1. As duas concepções de seleção natural	50
2. A evolução e as condições para a seleção natural	51
2.1 Selecionismo de replicadores	55
2.2 É a evolução necessária para a seleção natural?	56
3. Seleção natural como a interpretação de um componente de um formalismo	60
4. A Seleção natural e a capacidade de explicação	69
4.1 Escopo explicativo	69
4.2 Desafios para a explicabilidade	70
4.3 A Seleção natural como um mecanismo	72
5. Causação	73
6. Conclusão	75

Referência bibliográfica	76
Outros recursos da internet	81
Verbetes relacionados	81

### **(III) Noções Teleológicas na Biologia** **82**

1. Contextualizando o debate	84
2. Teleonaturalismo explicativo	87
3. Assimilação às explicações não biológicas	88
4. Explicações baseadas na seleção natural	90
4.1 Indireta	91
4.2 Abordagens diretas baseadas na seleção natural	93
5. Unificação e pluralismo	96
Referência bibliográfica	97
Verbetes relacionados	103
Agradecimentos	103

### **(IV) Espécies** **104**

1. Visão geral	105
2. O Estatuto ontológico das espécies	106
2.1 A Morte do essencialismo	106
2.2 Espécies como indivíduos	108
2.3 Espécies como conjuntos	110
2.4 Espécies como tipos de agrupamentos homeostáticos de propriedades	112
2.5 Espécies e a teoria da estrutura populacional	114
2.6 O Novo essencialismo biológico	115
3. Pluralismo de espécies	119
3.1 Variedades de pluralismo	120
3.2 Respostas ao pluralismo	121
3.3 Microbiologia e pluralismo	124
4. A Categoria espécie existe?	126
5. Darwin e as espécies	128
6. Resumo	131
Referência bibliográfica	132
Outros recursos da internet	136
Verbetes relacionados	136

<b>(V) Criacionismo</b>	<b>137</b>
1. A História do Criacionismo	139
2. A Ciência da criação	142
3. Entendendo o Criacionismo em seu contexto cultural	147
4. Arkansas	149
5. O Debate acerca do naturalismo	152
6. Um Evolucionista pode ser cristão?	154
7. O Design Inteligente	158
8. A Complexidade é irreduzível?	159
9. O Filtro explicativo	163
10. Mutuamente exclusivo?	166
11. O Design Inteligente e o Criacionismo tradicional	167
12. Desdobramentos recentes	168
Referência bibliográfica	174
Outros recursos da internet	178
Verbetes relacionados	179
<b>Sobre o organizador</b>	<b>180</b>
<b>Sobre os tradutores e revisores</b>	<b>180</b>

# **SOBRE A SÉRIE INVESTIGAÇÃO FILOSÓFICA**

A *Série Investigação Filosófica* é uma coleção de livros de traduções de verbetes da *Enciclopédia de Filosofia de Stanford* (*Stanford Encyclopedia of Philosophy*), que se intenciona a servir tanto como material didático, para os professores das diferentes subáreas e níveis da Filosofia, quanto como material de estudo, para a pesquisa e para concursos da área. Nós, professores, sabemos o quão difícil é encontrar bons materiais em português para indicarmos aos estudantes, e há uma certa deficiência na graduação brasileira de Filosofia, principalmente em localizações menos favorecidas, em relação ao conhecimento de outras línguas, como o inglês e o francês. Sendo assim, tentamos suprir essa deficiência, introduzindo essas traduções ao público de Língua Portuguesa, sem nenhuma finalidade comercial, meramente pela glória da Filosofia. Aproveitamos para agradecer a John Templeton Foundation por financiar a publicação de vários dos livros de nossa série, incluindo este, e eximi-la de quaisquer opiniões aqui contidas, as quais são de responsabilidade de seus devidos autores. [*This publication was made possible through a support of a grant from John Templeton Foundation. The opinions expressed in this publication are those of the authors and do not necessarily reflect the views of the John Templeton Foundation.*]

Essas traduções foram todas realizadas por filósofos ou por estudantes de filosofia supervisionados, além de, posteriormente, terem sido revisadas por especialistas nas respectivas áreas. Todas as traduções dos verbetes foram autorizadas pelo querido Prof. Dr. Edward Zalta, editor da *Enciclopédia de Filosofia de Stanford*, razão pela qual o agradecemos imensamente. Sua disposição em contribuir para a ciência brinda os países de Língua Portuguesa com um material filosófico de excelência, disponibilizado gratuitamente no site da Editora da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), assim, contribuindo para nosso maior princípio, a ideia de transmissão de conhecimento livre, além de, também, corroborar nossa intenção, a de promover o desenvolvimento da Filosofia em Língua Portuguesa e seu ensino no país. Aproveitamos o ensejo para agradecer, também, ao editor da

UFPel, na figura do Prof. Dr. Juliano do Carmo, que apoiou nosso projeto desde o início. Agradecemos, ainda, a todos os organizadores, tradutores e revisores, que participam de nosso projeto. Sem a dedicação voluntária desses colaboradores, nosso trabalho não teria sido possível. Esperamos, com o início desta Série, abrir as portas para o crescimento desse projeto de tradução e trabalharmos em conjunto pelo crescimento da Filosofia em Língua Portuguesa.

Prof. Dr. Rodrigo Reis Lastra Cid (IF/UNIFAP)  
Prof. Dr. Juliano Santos do Carmo (NEFIL/UFPEL)  
Editores da *Série Investigação Filosófica*

# INTRODUÇÃO<sup>1</sup>

A filosofia da biologia é uma área recente da filosofia. A reflexão filosófica quanto à natureza da biologia é evidentemente muito antiga e perpassa a história da filosofia (por exemplo, Aristóteles na filosofia antiga, Kant na filosofia moderna, etc.), mas a filosofia da biologia enquanto área distinta e estabelecida da filosofia é um fenômeno muito recente e que remete a meados do século vinte. O que ocorreu na filosofia contemporânea que resultou neste fenômeno? O que explica o recente estabelecimento da filosofia da biologia? É difícil dar uma resposta definitiva para estas questões, mas alguns elementos nos ajudam a respondê-las.

As ciências biológicas tiveram grande desenvolvimento nos últimos séculos, tendo como marco principal a teoria da evolução pela seleção natural proposta por Charles Darwin e Alfred Wallace em meados do século dezenove. No século vinte, a biologia passou por notáveis avanços como o surgimento da biologia molecular e o enorme desenvolvimento da biologia evolutiva, biologia do desenvolvimento, genética, etc. Destacam-se no período a chamada “síntese moderna” que integrou a teoria da evolução com a genética e a descoberta de James Watson e Francis Crick da estrutura do DNA como uma dupla hélice. Ambos constituíram grandes avanços científicos em um século marcado justamente por avanços científicos. Como não poderia deixar de ser, o desenvolvimento da biologia teve grande impacto na atividade filosófica, suscitando uma série de problemas filosóficos que passariam a ser objetos de investigação, tanto por parte de filósofos, como por parte de cientistas que estavam interessados em aspectos fundamentais das ciências

---

<sup>1</sup>Agradecemos a *Stanford Encyclopedia of Philosophy* e ao Prof. Dr. Edward Zalta pela autorização para publicar as traduções destes verbetes, ao Prof. Dr. Guilherme Brito pelas consultas quanto à tradução de diversos termos técnicos na biologia e ao Grupo *Investigação Filosófica* e à Dissertatio/Editora UFPel. Por fim, agradecemos a John Templeton Foundation pelo apoio financeiro.

biológicas. Este primeiro elemento explica, em parte, o estabelecimento da filosofia da biologia como um campo filosófico distinto.

Um segundo elemento é que o desenvolvimento da biologia suscitou não apenas problemas que passaram a ser objeto de escrutínio filosófico, mas também impactou o tratamento contemporâneo de problemas filosóficos tradicionais das mais diversas áreas da filosofia: epistemologia, metafísica, ética, filosofia da mente, etc. Por trás disto, esteve a reviravolta naturalista na filosofia contemporânea que objetiva uma maior integração entre as atividades filosóficas e científicas, propondo o apelo às teorias e resultados científicos na solução de problemas filosóficos. Exemplos não faltam. Na filosofia da mente, teorias teleológicas da representação mental recorrem à noção de função biológica a fim de lidar com o problema da intencionalidade (MILLIKAN, 1984; PAPINEAU, 1984)<sup>2</sup>. Na epistemologia, a epistemologia evolutiva recorre à biologia evolutiva a fim de solucionar problemas epistêmicos, explicando o conhecimento humano como um produto de nossa história evolutiva (BRADIE; HARMS, 2020)<sup>3</sup>. O impacto do avanço da biologia no tratamento de problemas filosóficos tradicionais fomentou o interesse dos filósofos nos problemas provenientes da biologia e, desta forma, contribuiu para o estabelecimento da própria filosofia da biologia.

Por fim, um terceiro elemento foi a constatação, por parte de muitos filósofos da ciência, que a filosofia da ciência estava demasiadamente centrada na física, em detrimento das demais ciências naturais. Por exemplo, o empirismo lógico tomou a física como o modelo da ciência natural. Curiosamente, mesmo os filósofos da ciência críticos ao empirismo lógico, como Thomas Kuhn em sua obra revolucionária *A Estrutura das Revolução Científicas* (1962 [2017])<sup>4</sup>, continuavam a ter a física

---

<sup>2</sup> MILLIKAN, R. **Language, Thought and Other Biological Categories**. Cambridge, MA: MIT Press, 1984.

PAPINEAU, D. Representation and Explanation. **Philosophy of Science**, v. 51, n. 4, pp. 550–572, 1984.

<sup>3</sup> BRADIE, M.; HARMS, W. Evolutionary Epistemology. In: ZALTA, E. N. (ed.) **Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Spring Edition. Stanford, CA: The Metaphysics Research Lab, 2020. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/epistemology-evolutionary/>. Acesso em: 31 dez. 2021.

<sup>4</sup> KUHN, T. **A Estrutura das Revolução Científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1962 [2017].

como foco. Como consequência da percepção do caráter então marginal da biologia na filosofia da ciência, muitos filósofos passaram a focar na biologia para contrabalancear a centralidade da física. Assim, isto também contribuiu para a consolidação da filosofia da biologia (para uma análise aprofundada dos elementos históricos que explicam o estabelecimento da filosofia da biologia no século vinte, *vide* GRENE; DEPEW, 2004; HULL; RUSE, 2007; FRASER; STERELNY, 2016; OKASHA, 2019)<sup>5</sup>.

Eis que, ao término do século passado, a filosofia da biologia já estava plenamente consolidada como uma disciplina filosófica. Mas o que seria, então, a filosofia da biologia? A resposta imediata é que se trata da área da filosofia que lida com os aspectos filosóficos provenientes das ciências biológicas. Problemas filosóficos que lidam com conceitos biológicos fundamentais como evolução, seleção natural, função, gene, espécie, adaptação, informação, etc.; problemas quanto às teorias da biologia; problemas quanto à relação entre a biologia e a religião, etc. Entretanto, esta resposta serve apenas como uma primeira aproximação à filosofia da biologia, logo se revelando insuficiente. Quais os principais problemas filosóficos quanto aos conceitos fundamentais da filosofia da biologia? O que há de filosoficamente relevante nas teorias da filosofia da biologia? Quais os principais problemas quanto à relação entre a biologia e a religião?

O objetivo deste volume *Textos Selecionados de Filosofia da Biologia* é apresentar ao leitor o estado da arte da filosofia da biologia, de modo a torná-lo apto a abordar as questões acima. Este volume é formado por verbetes traduzidos e coligidos da *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, uma das mais prestigiadas enciclopédias na área de filosofia. Os verbetes focam em diferentes tópicos da filosofia da biologia. Vejamos, em resumo, ao que se propõem.

A coletânea se inicia com o verbete *Filosofia da Biologia* de autoria de Jay Odenbaugh e Paul Griffiths (tradução de Paulo Sérgio de Figueiredo, com

<sup>5</sup> FRASER, B.; STERELNY, K. *Philosophy of Biology*. In: HUMPHREYS, P. (ed.) **The Oxford Handbook of Philosophy of Science**. Oxford: University Press, 2016.

GRENE, M.; DEPEW, D. **The Philosophy of Biology: An Episodic History**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

HULL, L. H.; RUSE, M. **The Cambridge Companion to the Philosophy of Biology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

OKASHA, S. **Philosophy of Biology: A Very Short Introduction**. Oxford: Oxford University Press, 2019.

revisão de Nara Miranda de Figueiredo). Como seu nome sugere, o objetivo central do verbete é analisar o que é a filosofia da biologia, explicando o porquê de esta ser atualmente uma das áreas mais dinâmicas e instigantes da filosofia. O verbete se inicia com uma breve pré-história da filosofia da biologia e posteriormente desenvolve uma classificação dos três tipos de investigações filosóficas desta área: no primeiro tipo, teses gerais da filosofia da ciência são analisadas no contexto das ciências biológicas; no segundo tipo, problemas quanto aos conceitos biológicos são objetos de escrutínio filosófico; no terceiro tipo, problemas filosóficos tradicionais são abordados recorrendo aos resultados e teorias das ciências biológicas. O verbete apresenta então diversas subáreas da filosofia da biologia classificadas de acordo com o objeto de investigação: a filosofia da biologia evolutiva, a filosofia da biologia sistemática, a filosofia da biologia molecular, a filosofia da biologia do desenvolvimento e a filosofia da ecologia e biologia da conservação. O verbete conclui com um debate quanto à metodologia da filosofia da biologia e elenca alguns novos trabalhos desta área.

O segundo verbete é *Seleção Natural* de autoria de Peter Gildenhuys (tradução de Roberto Horácio de Sá Pereira e Victor Machado Barcellos, com revisão de Felipe Nogueira de Carvalho). O verbete é dedicado ao processo de seleção natural por trás da evolução das espécies, discutindo diversos aspectos filosóficos relevantes. Após uma breve introdução, o verbete discute duas concepções de seleção natural, uma por trás do uso “focado” da seleção natural e outra por trás do uso “amplo”. Posteriormente, analisa-se as condições requeridas para a evolução pela seleção natural - uma investigação tipicamente filosófica - e avalia-se a seleção natural como uma forma de interpretação de modelos formais de processos evolutivos. A recursão de tipo e a Equação de Price são dois dos modelos formais discutidos. Por fim, o verbete analisa o que afinal de contas é explicado pela teoria da evolução pela seleção natural e avalia a interpretação causal da seleção natural.

O terceiro verbete, *Noções Teleológicas em Biologia*, é de autoria de Colin Allen e Jacob Neal (tradução de Sérgio Farias de Souza Filho, com revisão de Gustavo Bravo Carvalho). Ele lida com um problema fundamental na filosofia da biologia: o que é a função biológica de um traço ou mecanismo biológico? Ou seja, o que é para o coração ter a função de bombear sangue? Como noções e explicações teleológicas na biologia devem ser compreendidas? O verbete se inicia com uma introdução ao debate quanto à função biológica e apresenta as abordagens naturalistas para explicar a função biológica, o “teleonaturalismo”. Avalia-se então dois tipos de visões teleonaturalistas, aquelas que assimilam as explicações teleológicas aos

padrões de explicação de ciências não biológicas e aquelas que compreendem as explicações teleológicas como distintamente biológicas. Notórias concepções de função biológica são as abordagens etiológica e da análise funcional. Por fim, avalia-se os temas da unificação e do pluralismo no debate contemporâneo quanto às funções biológicas.

O quarto verbete, *Espécies*, de autoria de Marc Ereshefsky (tradução de Victor Sholl, com revisão de Sérgio Farias de Souza Filho) é dedicado ao problema da natureza das espécies: o que é, afinal, uma espécie biológica? Este é um problema crucial na filosofia da biologia, uma vez que a espécie é a unidade taxonômica fundamental da classificação biológica. O verbete se dedica a três debates fundamentais relativos ao problema das espécies. Primeiro, o debate quanto ao estatuto ontológico das espécies: seriam as espécies tipos naturais, indivíduos ou conjuntos? Segundo, o debate entre o pluralismo e o monismo: haveria uma definição estritamente correta de “espécie” ou, antes, uma pluralidade de definições igualmente corretas? Terceiro, o debate quanto à realidade das espécies: o termo “espécie” se refere a uma categoria real da natureza ou seria este termo uma designação teoricamente vazia? O verbete conclui com uma apresentação da visão que o próprio Darwin tinha das espécies.

O quinto e último verbete, *Criacionismo*, de autoria de Michael Ruse (tradução de Irio Vieira Coutinho Abreu Gomes, com revisão de Tárík de Athayde Prata), é dedicado a um tópico que concerne a relação entre ciência e religião em geral e a teoria da evolução e o cristianismo em particular: o Criacionismo. Em sentido estrito, o Criacionismo é a crença que a Bíblia é um guia literalmente verdadeiro quanto à história do universo e da vida, o que acarreta na crença que Deus criou o universo e a vida a partir do nada, através de um ato de livre vontade. Isto contrariaria a teoria da evolução das espécies. O verbete se inicia com uma apresentação do Criacionismo e se aprofunda longamente em sua história e contexto a fim de avaliar a controvérsia entre o Criacionismo e a teoria da evolução. São discutidos problemas como a relação entre o Criacionismo e o naturalismo metodológico e se um evolucionista pode ou não consistentemente ser um cristão. Posteriormente, o verbete avalia a viabilidade da Teoria do Design Inteligente e sua relação com o Criacionismo tradicional. O verbete conclui com uma reflexão acerca do estado atual do Criacionismo no mundo e com uma avaliação de quatro desenvolvimentos recentes no debate quanto ao Criacionismo e sua relação com a teoria da evolução.

O objetivo desta coletânea, ao coligir traduções de verbetes da *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, é contribuir para a divulgação e o ensino quanto à

filosofia da biologia em língua portuguesa. Infelizmente, esta ainda é uma área com pouco material disponível em língua vernácula, o que prejudica especialmente a divulgação e o ensino da filosofia da biologia no Brasil e nos demais países lusófonos. Esperamos que o leitor possa desfrutar da leitura destes verbetes, bem como se inserir nos debates dos diversos problemas desta área rica e frutífera que é a filosofia da biologia.

Boa leitura!

*Prof. Dr. Sérgio Farias de Souza Filho*  
Organizador

# (I) Filosofia da Biologia\*

Autor: Jay Odenbaugh e Paul Griffiths

Tradução: Paulo Sérgio de Figueiredo

Revisão: Nara Miranda de Figueiredo

O crescimento do interesse filosófico pela biologia nos últimos quarenta anos reflete o crescente destaque das ciências biológicas no mesmo período. Atualmente, existe uma extensa literatura sobre muitos tópicos diferentes da biologia e seria impossível resumir esse conjunto de obras neste único verbete. Em vez disso, este verbete destina-se a explicar o que é filosofia da biologia. Por que a biologia é importante para a filosofia e vice-versa? Ao final, fornecemos uma lista de referências que abordam tópicos específicos da filosofia da biologia.

Três tipos diferentes de investigação filosófica se enquadram sob o título geral de filosofia da biologia. Em primeiro lugar, teses gerais em filosofia da ciência

---

\* ODENBAUGH, J.; GRIFFITHS, P. In: ZALTA, E. N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Summer Edition. Stanford, CA: The Metaphysics Research Lab, 2020. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2020/entries/biology-philosophy/>. Acesso em: 31 dez. 2021.

The following is the translation of the entry on Philosophy of Biology by Jay Odenbaugh and Paul Griffiths, in the Stanford Encyclopedia of Philosophy. The translation follows the version of the entry in the SEP's archives at <https://plato.stanford.edu/archives/sum2020/entries/biology-philosophy/>. This translated version may differ from the current version of the entry, which may have been updated since the time of this translation. The current version is located at <https://plato.stanford.edu/entries/biology-philosophy/>. We'd like to thank the Editors of the Stanford Encyclopedia of Philosophy, mainly Prof. Dr. Edward Zalta, for granting permission to translate and to publish this entry. Finally, we would like to thank to John Templeton Foundation for financially supporting this project.

são abordadas no contexto da biologia. Em segundo lugar, problemas conceituais dentro da própria biologia são submetidos à análise filosófica. Em terceiro, apelos à biologia são feitos em discussões de questões filosóficas tradicionais.

A filosofia da biologia também pode ser subdividida entre as áreas particulares das ciências da vida. Biologia é um conjunto extremamente diverso de disciplinas que vão desde ciências históricas como a paleontologia, até ciências da engenharia, como a biotecnologia. Diferentes questões filosóficas ocorrem em cada campo. A última parte do verbete discute como os filósofos têm abordado algumas das principais disciplinas da biologia.

### **1. Pré-história da filosofia da biologia**

Como é o caso da maioria das aparentes novidades, um exame mais atento revela uma pré-história da filosofia da biologia (GRENE; DEPEW, 2004). Na década de 1950, o biólogo J. H. Woodger e o filósofo Morton Beckner publicaram trabalhos importantes sobre a filosofia da biologia (WOODGER, 1952; BECKNER, 1959), mas estes não deram origem a uma literatura filosófica subsequente (no entanto, ver Ruse 1988). Alguns filósofos da ciência também fizeram afirmações sobre a biologia com base em considerações epistemológicas e metafísicas gerais. Um dos exemplos mais famosos é a afirmação de J. J. C. Smart de que a biologia não é uma ciência autônoma, mas uma aplicação tecnológica de ciências mais básicas como a “rádio-engenharia” (SMART, 1959, p. 366). Como a engenharia, a biologia não pode fazer nenhum acréscimo às leis da natureza. Ela só pode revelar como as leis da física e da química atuam no contexto de tipos específicos de condições iniciais e de condições limite. Para discussões mais recentes sobre leis biológicas, confira os trabalhos de Beatty (1995), Brandon (1997), Mitchell (1997), Sober (1997) e Waters (1998). Mesmo em 1969, o zoólogo Ernst Mayr podia reclamar que os livros com “filosofia da ciência” no título eram todos enganosos e deveriam ser renomeados como “filosofia da física” (MAYR, 1969). É importante notar, contudo, que filósofos da ciência como Carl G. Hempel (1965) e Ernest Nagel (1961) ofereceram relatos de explicação funcional tais como encontrados nas próprias ciências biológicas. O incentivo de biólogos proeminentes como Mayr e F. J. Ayala (AYALA, 1976; MAYR, 1982) foi um importante fator para o surgimento do novo campo. Outro fator foi que vários filósofos da ciência, incluindo Robert Brandon, Phillip Kitcher, Elisabeth Lloyd, Sahotra Sarkar, Elliott Sober e William C. Wimsatt pesquisaram na Universidade

de Harvard com pesquisadores célebres na biologia como Stephen Jay Gould, Richard Lewontin e Richard Levins (CALLEBAUT, 1993). O primeiro sinal de que a filosofia da biologia se tornou uma parte dominante da filosofia da ciência foi a publicação de *Philosophy of Biological Science* de David Hull, na proeminente série *Prentice-Hall Foundations of Philosophy* (Hull, 1974). A partir de então, o campo desenvolveu-se rapidamente. Robert Brandon pôde dizer do final dos anos 1970 que “Eu conheci cinco filósofos da biologia: Marjorie Grene, David Hull, Michael Ruse, Mary Williams e William Wimsatt” (BRANDON, 1996, XII-XIII). Em 1986, no entanto, havia mais do que o suficiente para encher as páginas da nova revista *Biology and Philosophy*, de Michael Ruse. Essa tendência só aumentou com a introdução de mais periódicos como *Biological Theory*, *Philosophy and Practice of Biology*, *History and Philosophy of the Life Sciences* e *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*.

## 2. Três tipos de filosofia da biologia

Três tipos diferentes de investigação filosófica se enquadram no título geral de filosofia da biologia. Em primeiro lugar, teses gerais em filosofia da ciência são abordadas no contexto da biologia. Em segundo lugar, os problemas conceituais (ou teóricos) dentro da própria biologia são submetidos à análise filosófica. Em terceiro, apelos à biologia são feitos em discussões de questões filosóficas tradicionais. O primeiro grande debate na filosofia da biologia exemplificou o primeiro deles, o uso da genética para explorar o reducionismo e o antirreducionismo na filosofia da ciência. Kenneth F. Schaffner aplicou o modelo lógico empirista de reducionismo teórico à relação entre a genética mendeliana clássica e a genética molecular (SCHAFFNER, 1967a, 1967b, 1969). David Hull argumentou que a lição dessa tentativa foi que a genética mendeliana é irredutível à genética molecular (HULL, 1974; 1975). Esse debate reforçou o quase consenso nas décadas de 1970 e 1980 de que as ciências especiais são autônomas das ciências mais fundamentais (FODOR, 1974; KITCHER, 1984). No entanto, o aparente absurdo da afirmação de que a revolução molecular na biologia não foi um exemplo bem-sucedido de redução científica também levou à formulação de modelos cada vez mais adequados de redução teórica (WIMSATT 1976; WIMSATT 1980; SCHAFFNER 1993; WATERS 1994; ROSENBERG 1997; SARKAR 1998).

Em outro importante debate inicial, os filósofos se propuseram a resolver um problema conceitual dentro da própria biologia. O conceito de aptidão reprodutiva está no cerne da teoria da evolução, mas seu status sempre foi problemático. Tem se mostrado surpreendentemente difícil para os biólogos evitar a crítica de que, “se tentamos fazer leis da evolução no sentido estrito, parecemos reduzi-las a tautologias. Assim, suponha que ao dizermos, mesmo em Andrômeda, 'o mais apto sobreviverá', não dizemos nada, pois 'mais apto' deve ser definido em termos de 'sobrevivência'” (SMART, 1959, p. 366). Isso veio a ser conhecido como o “problema da tautologia”. Alexander Rosenberg e Mary B. Williams argumentaram que a aptidão é um primitivo irreduzível, que deriva seu significado de seu lugar em uma formulação axiomática da teoria da evolução (ROSENBERG, 1983; SOBER, 1984a; WILLIAMS; ROSENBERG, 1985). Se correto, isso resolveria o problema da tautologia, uma vez que os axiomas são frequentemente considerados tautológicos. Na década de 1970, a nova geração de filósofos da biologia ofereceu uma solução diferente para o problema da tautologia em duas etapas. Inicialmente eles começaram argumentando que a aptidão é uma propriedade superveniente dos organismos: a aptidão de cada organismo particular é necessariamente dependente de algum conjunto específico de características físicas do organismo e de seu ambiente particular, embora dois organismos que tenham a mesma aptidão possam consegui-la em virtude de conjuntos muito diferentes de características físicas (ROSENBERG, 1978). Em segundo lugar, eles argumentaram que essa propriedade superveniente é uma propensão - uma disposição probabilística representada por uma distribuição de probabilidade sobre o número possível de descendentes (MILLS; BEATTY, 1979). Embora a aptidão seja definida em termos de sucesso reprodutivo, não é uma tautologia dizer que os organismos mais aptos tenham mais descendentes, assim como não é uma tautologia dizer que dados caem em números pares com mais frequência do que no número seis. As propensões de organismos aptos a sobreviver e de dados caírem com a mesma frequência em cada um de seus lados, nos permitem fazer previsões falíveis sobre o que vai acontecer, previsões que se tornam mais confiáveis à medida que o tamanho da amostra aumenta. Ainda não está claro, entretanto, se é possível especificar uma distribuição de probabilidade, ou conjunto de distribuições, que possam desempenhar todos os papéis realmente desempenhados pela aptidão na biologia populacional (BEATTY; FINSSEN, 1989, SOBER, 2001; PENCE; RAMSEY, 2013).

A expressão 'problemas conceituais' deve ser entendida de forma muito ampla. O trabalho conceitual, feito pelos filósofos da biologia, em muitos casos

fundeu-se com a biologia teórica. Às vezes, também leva os filósofos a examinar e criticar as cadeias de argumentação construídas por biólogos e, assim, entrar diretamente em debates biológicos em andamento. Da mesma forma, o primeiro tipo de filosofia da biologia que descrevemos - o uso de exemplos da biologia para trabalhar questões gerais na filosofia da ciência - às vezes realimenta a própria biologia, por meio de recomendações específicas para melhorar sua metodologia. É uma característica marcante da literatura de filosofia da biologia que os filósofos frequentemente publiquem em revistas de biologia e que os biólogos frequentemente contribuam para as revistas de filosofia da biologia. A filosofia da biologia também tem um papel potencialmente importante como mediadora entre a biologia e a sociedade. As representações populares da biologia derivam de lições gerais de uma grande quantidade de descobertas experimentais e trabalhos teóricos. Os filósofos da ciência têm um papel óbvio na avaliação dessas interpretações do significado de descobertas biológicas específicas (STOTZ; GRIFFITHS, 2008). Citando dois exemplos importantes, filósofos da biologia forneceram muitos esclarecimentos em relação ao criacionismo/design inteligente (KITCHER, 1982; RUSE, 1982; PENNOCK, 2000; SARKAR, 2007) e à sociobiologia/psicologia evolucionária (KITCHER, 1985; BULLER, 2006; RICHARDSON, 2010; BARKER, 2015).

Uma terceira forma de filosofia da biologia ocorre quando os filósofos apelam à biologia para fundamentar posições sobre tópicos filosóficos tradicionais, como ética ou epistemologia. A extensa literatura sobre a teleologia biológica é um desses casos. Depois de uma breve onda de interesse no despertar da "síntese moderna", durante a qual o termo 'teleonomia' foi introduzido para denotar a interpretação especificamente evolucionária da linguagem teleológica (PITTENDRIGH, 1958), as ideias de função e direcionamento a um objetivo [*goal-directedness*] passaram a ser consideradas como relativamente não problemáticas pelos biólogos evolucionistas. Na década de 1970, no entanto, os filósofos começaram a olhar para a biologia como forma de fornecer uma base científica sólida para conceitos normativos como doença, desordem ou mau funcionamento (WIMSATT, 1972; WRIGHT, 1973; BOORSE, 1976). Por fim, o debate filosófico produziu uma análise da linguagem teleológica fundamentalmente semelhante à visão associada à síntese moderna (MILLIKAN, 1984; NEANDER, 1991; GODFREY-SMITH, 1994). De acordo com a teoria da função dos "efeitos selecionados", as funções de uma característica são aquelas atividades em virtude das quais a característica foi selecionada. A ideia função própria [*proper function*] tornou-se parte do conjunto de ferramentas conceituais

da filosofia em geral, da filosofia da linguagem e da filosofia da mente em particular (DRETSKE, 1991, 1997; MILLIKAN, 1995, 2004, 2005; PAPINEAU, 1987, 1993; NEANDER, 2017; GARSON, 2019).

### 3. Filosofia da biologia evolutiva

A filosofia da biologia também pode ser subdividida entre as áreas específicas da biologia com as quais se ocupa. Até recentemente, a biologia evolutiva atraiu a maior parte da atenção filosófica. Por vezes, esse trabalho tem sido elaborado para apoiar uma tese geral na filosofia da ciência, como a “visão semântica” ou a visão de teorias baseada em modelos [*model-based view of theories*]. (BEATTY, 1980; LLOYD, 1988; THOMPSON, 1988). No entanto, a maioria desse trabalho se ocupa de problemas conceituais que surgem dentro da própria teoria e, frequentemente, assemelha-se à biologia teórica assim como à filosofia da ciência pura. Por exemplo, o estudo clássico de Elliott Sober, *The Nature of Selection: Evolutionary Theory in Philosophical Focus* (SOBER, 1984b), define o momento em que muitos filósofos tomaram conhecimento da filosofia da biologia. Sober analisou a estrutura da genética populacional por meio de uma analogia com a mecânica newtoniana e a composição de forças, tratando a mudança real nas frequências gênicas ao longo do tempo como resultado de várias “forças” diferentes, como seleção, deriva genética aleatória, mutação e migração. Vários filósofos da biologia desafiaram essa interpretação da teoria da evolução em favor de uma abordagem “estatística” (STERELNY; KITCHER, 1988; MATTHEN; ARIEW, 2002; WALSH; LEWENS; ARIEW, 2002) e esse debate ainda continua. Outro exemplo de problema conceitual na teoria da evolução diz respeito à natureza da deriva genética aleatória. Como seleção e deriva são distintas (BEATTY, 1987)? Normalmente pensamos em deriva que ocorre quando há flutuação aleatória de frequências gênicas, mas a seleção em um ambiente em mudança pode produzir o mesmo padrão. Assim, alguns filósofos da biologia argumentaram que devemos distinguir seleção e deriva como processos, ao invés de apenas como padrões. Uma maneira de fazer isso é por meio de uma distinção entre processos de amostragem indiscriminados e discriminados (MILLSTEIN, 2002, 2005; BRANDON, 2005). A questão é se a característica de interesse é causalmente irrelevante ou relevante para mudanças nas frequências gênicas. Esses exemplos de análise metodológica cuidadosa da genética populacional e o núcleo matemático da teoria evolucionária tradicional continuam a dar origem a resultados interessantes (PIGLIUCCI; KAPLAN, 2006; PLUTYNSKI, 2006; OKASHA, 2007; SARKAR, 2011).

O intenso interesse filosófico na teoria da evolução na década de 1980 pode ser parcialmente explicado por duas controvérsias (SEGERSTRÅLE, 2000). Primeiro, havia uma polêmica sobre “sociobiologia” que foi provocada pelas publicações do livro epônimo de E.O. Wilson (Wilson 1975) e seu livro popular vencedor do prêmio Pulitzer (Wilson 1978). Uma crítica extremamente importante dessa aplicação da biologia evolutiva ao comportamento social humano veio de Stephen Jay Gould e Richard Lewontin (GOULD; LEWONTIN, 1979). Os debates sobre o adaptacionismo acabaram envolvendo um conjunto difuso de preocupações sobre se a evolução produz adaptações, o papel dos modelos de otimização e a metodologia da teoria evolutiva (AMUNDSON, 1994; ORZACK; SOBER, 1994; BRANDON; RAUSHER, 1996; GODFREY-SMITH, 2001; MILLSTEIN, 2007; FORBER, 2009; POTOCHNIK, 2009; LLOYD, 2015). O trabalho filosófico ajudou a distinguir essas vertentes no debate e reduzir a confusão vista na acalorada e polêmica literatura biológica a favor e contra o adaptacionismo (ORZACK; SOBER, 2001). Em segundo lugar, houve o aparecimento de *Adaptation and Natural Selection*, de George Williams (1966), e *The Selfish Gene*, de Richard Dawkins (1976). Eles afirmam que a unidade de seleção é o alelo mendeliano individual, não o organismo, grupo de organismos ou espécie. Isso criou uma explosão de trabalhos filosóficos iniciais sobre a questão das “unidades de seleção” (BRANDON; BURIAN, 1984). Os primeiros debates eram sobre se havia uma unidade de seleção determinada e quais critérios deveriam ser usados para determinar qual seria esta em um determinado caso (HULL, 1980; WIMSATT, 1980a, 1980b; BRANDON, 1982; SOBER; LEWONTIN, 1984; LLOYD, 1988; STERELNY; KITCHER, 1988). À medida que os modelos de seleção multinível e a equação de Price apareceram, grande atenção voltou-se para como esses modelos deveriam ser interpretados (GODFREY-SMITH; LEWONTIN, 1993; GODFREY-SMITH; KERR, 2002; LLOYD, 2005; WATERS, 2005; OKASHA, 2006; BIRCH, 2017). Por exemplo, há um modelo empiricamente equivalente de seleção individual para qualquer modelo de seleção de grupo (similarmente nos casos de modelos genotípicos e gênicos)? Em caso afirmativo, eles representam a mesma estrutura causal? A seleção de parentesco é uma forma de seleção de grupo? Pode-se argumentar que filósofos deram uma contribuição significativa para a reabilitação de algumas formas de “seleção de grupo” dentro da biologia evolutiva na década de 1990, após duas décadas de negligência ou desprezo (SOBER; WILSON, 1998).

#### 4. Filosofia da biologia sistemática

A discussão filosófica da sistemática foi uma resposta a uma “revolução científica” naquela disciplina nas décadas de 1960 e 1970. Essa revolução viu a

disciplina ser modificada da fenética e da taxonomia evolutiva, juntamente com a aplicação de métodos quantitativos. A sucessora foi a abordagem “cladística” de Willi Hennig (1966), que argumenta que o único objetivo da sistemática deve ser representar grupos “naturais” de organismos. Os cladistas consideraram os grupos naturais como grupos monofiléticos (no qual um grupo monofilético inclui uma espécie ancestral e todas as suas espécies descendentes). Assim, uma abordagem cladística representa apenas a filogenia, que é o padrão de descendência comum. O filósofo David L. Hull foi um participante ativo nos debates científicos durante essas duas revoluções; na verdade, ele foi presidente da *Society of Systematic Zoology*, em 1984-1985, e da *Philosophy of Science Association*, em 1985-1986 (HULL, 1965; HULL, 1970; HULL, 1988; SOBER, 1988). Além disso, uma grande quantidade de trabalho conceitual apareceu sobre a natureza da inferência filogenética. As filogenias são comumente representadas como árvores filogenéticas. A descoberta de filogenias apresenta o conhecido problema da subdeterminação da teoria pela evidência. Por exemplo, se temos quatro *taxa*, há quinze possíveis árvores enraizadas. No entanto, apenas uma dessas árvores corresponde à linhagem histórica real. Além disso, a filogenia de determinados *taxa* não pode ser observada diretamente e, portanto, deve ser inferida. Assim, o problema da inferência filogenética é como justificar tais hipóteses históricas. O método filogenético original de escolha foi a parcimônia, que diz para escolher a árvore que propõe o menor número de eventos evolutivos. Alguns sistematas filogenéticos defenderam essa abordagem usando o falseacionismo de Sir Karl Popper (WILEY, 1975, FARRIS, 1983). Na década de 1970, Joseph Felsenstein demonstrou que linhagens com uma certa topologia estavam sujeitas a um erro sistemático na análise de parcimônia (FELSENSTEIN, 1978, 2004). Este é o problema da “atração de ramos longos”, em que os **taxa** no final dos ramos longos são erroneamente agrupados por análise de parcimônia, em vez de agrupados com os **taxa** com os quais compartilham um ancestral comum mais recente (HABER, 2008). Felsenstein propôs o uso de técnicas estatísticas (em particular métodos de máxima verossimilhança) para evitar esse problema. Os debates entre os campos continuam (SOBER, 2004).

O biólogo Michael Ghiselin despertou o interesse dos filósofos quando sugeriu que a sistemática estava fundamentalmente errada sobre o status ontológico das espécies biológicas (GHISELIN, 1974). As espécies não eram tipos naturais como os elementos químicos. Em vez disso, são particulares históricos, como nações ou galáxias. Elas têm um início por meio da especiação, têm partes que são integradas ao longo do tempo por relações biológicas e deixam de existir ao

se extinguir (MISHLER; BRANDON, 1987). Além disso, os organismos individuais não são instâncias de espécies, da maneira como uma aliança de casamento é uma instância de ouro. Em vez disso, eles são partes da espécie, assim como uma pessoa é parte de uma família. Como Smart havia notado antes, isso implica que não pode haver “leis da natureza” sobre as espécies biológicas *per se*, pelo menos no sentido tradicional de “leis da natureza” (SMART, 1959). David Hull desenvolveu e defendeu a tese das “espécies como indivíduos”. Ele explorou suas implicações para uma variedade de tópicos, incluindo os nomes das espécies, leis da natureza e natureza humana (HULL, 1976, 1978, 1986).

No entanto, a visão de que as espécies são indivíduos deixa outras questões importantes sobre as espécies sem solução e levanta novos problemas (KITCHER, 1984, 1989). Por exemplo, suponha que você seja um biólogo populacional e precise contar os indivíduos em uma população da espécie. Como você decide quais entidades contar? Filósofos e biólogos forneceram uma variedade de critérios para responder a perguntas como esta, incluindo reprodução, ciclos de vida, genética, sexo, gargalos de desenvolvimento, separação germe-soma, mecanismos de policiamento, limites espaciais ou contiguidade, resposta imunológica, maximização de aptidão, cooperação e/ou conflito, codispersão, adaptações, autonomia metabólica e integração funcional (CLARKE, 2013). Portanto, a questão de saber o que é um indivíduo biológico é realmente premente (WILSON, 2005; OKASHA, 2006; CLARKE, 2011; PRADEU, 2012; BOUCHARD; HUNEMAN, 2013; CLARKE, 2013; GODFREY-SMITH, 2013; WILSON; BARKER 2013).

Os biólogos estiveram e ainda estão profundamente divididos quanto à categoria espécie (ERESHEFSKY, 1992b; WHEELER; MEIER, 2000; COYNE; ORR, 2004; WILKINS, 2009). Considere o famoso conceito de espécie biológica (CEB) de Ernst Mayr. Ele escreve: “Espécies são grupos de populações naturais que se cruzam e encontram-se reprodutivamente isolados de outros grupos semelhantes” (MAYR, 1963, p. 89). Existem muitas preocupações em relação ao CEB (EHRlich; RAVEN, 1969; SOKAL; CROVELLO, 1970; VAN VALEN, 1976; WILEY, 1978). Organismos assexuados não cruzam. Assim, no CEB, não existem espécies de organismos assexuados. Muitas espécies exibem alguma introgressão e, portanto, não podem ser espécies distintas. Por último, o CEB é extremamente difícil de ser aplicado a espécies no registro fóssil, uma vez que os órgãos sexuais normalmente não fossilizam e o comportamento reprodutivo é difícil de corroborar. À luz dos problemas com o CEB (e por outras razões), os biólogos propuseram outros conceitos de espécie. O pluralismo de espécies é a afirmação que não existe um único conceito

correto de espécie que classifique os organismos exatamente da mesma forma (ERESHEFSKY, 1992a); em vez disso, existem vários conceitos de espécie corretos. Ou seja, para alguns organismos, diferentes conceitos de espécie irão corretamente colocá-los em espécies distintas. Monismo de espécie é a afirmação de que existe um único conceito correto de espécie. Alguns alegam que o pluralismo de espécies é temporário, porque eventualmente encontraremos o melhor conceito único (HULL, 1999). O debate entre pluralistas e monistas continua (WILSON, 1999).

As espécies biológicas são frequentemente citadas como um dos exemplos clássicos de um “tipo natural”. A filosofia da sistemática tem tido uma grande influência nos trabalhos recentes sobre classificação e tipos naturais (DUPRÉ, 1993, 2002; WILSON *et al.*, 1997; BOYD, 1999; GRIFFITHS, 1999; WILSON, 1999; OKASHA, 2001; WALSH, 2006). Por exemplo, pode haver uma noção de tipo natural ou essencialismo consistente com o “pensamento populacional” encontrado na biologia (MAYR, 1975; SOBER, 1980; ARIEW, 2008)?

## 5. Filosofia da biologia molecular

Mencionamos acima que a redução da genética mendeliana à genética molecular foi um dos primeiros tópicos a ser discutido na filosofia da biologia. O debate inicial entre Schaffner e Hull foi seguido pelo chamado “consenso antirreducionista” (KITCHER, 1984). A posição reducionista foi revivida em uma série de artigos importantes de Kenneth Waters (1990, 1994) e o debate sobre a relação cognitiva entre as duas disciplinas continua até hoje. No entanto, a questão não é agora formulada como uma simples escolha entre redução e irreduzibilidade (GRIFFITHS, 1999; KITCHER, 1999; SOBER, 1999). Em vez disso, uma variedade de conceitos foi introduzida e discutida, incluindo realizabilidade múltipla, realização e mecanismo (WILSON, 2005; CRAVER, 2007; POLGER; SHAPIRO, 2016). Isso tem sido importante nas reflexões sobre genética, mas também neurociência e biologia celular em geral. Por exemplo, Lindley Darden, Schaffner e outros argumentaram que as explicações em biologia molecular não estão nitidamente limitadas a um nível ontológico e, assim, as ideias de 'redução' derivadas de exemplos clássicos, tais como a redução das leis fenomenológicas dos gases à cinemática molecular na física do século XIX, são simplesmente inaplicáveis (DARDEN; MAULL, 1977; SCHAFFNER, 1993). Além disso, a biologia molecular não possui o tipo de grande teoria baseada em um conjunto de leis, ou um conjunto de modelos

matemáticos que é familiar nas ciências físicas. Em vez disso, mecanismos altamente específicos, que foram descobertos em detalhes em um organismo modelo, parecem agir como "exemplares", permitindo a investigação de mecanismos semelhantes, embora não necessariamente idênticos, em outros organismos que empregam os mesmos, ou relacionados, interagentes moleculares. Darden e outros argumentaram que esses "mecanismos" - coleções específicas de entidades e suas atividades distintas - são a unidade fundamental da descoberta científica e da explicação científica, não apenas em biologia molecular, mas em uma ampla gama de ciências especiais (MACHAMER; DARDEN *et al.*, 2000; CRAVER; DARDEN, 2013; *vide* BECHTEL; RICHARDSON, 1993). Há uma questão interessante sobre se a noção de mecanismo se aplica apropriadamente em outras áreas da biologia (SKIPPER; MILLSTEIN, 2005; HAVSTAD, 2011).

Outro tópico importante na filosofia da biologia molecular tem sido o conceito de gene (BEURTON; FALK; RHEINBERGER, 2000; WATERS, 2000, 2004; GRIFFITHS; STOTZ, 2007). Os filósofos também escreveram extensivamente sobre o conceito de informação genética, sendo o teor geral da literatura o de que é difícil reconstruir essa ideia precisamente de uma forma que faça justiça ao peso aparente nela colocado por biólogos moleculares (SARKAR, 1996; MAYNARD SMITH, 2000; GODFREY-SMITH, 2001; GRIFFITHS, 2001; JABLONKA, 2002; ROSENBERG, 2006). Por exemplo, o DNA realmente carrega informações semânticas (SHEA, 2007)? Se não, esta é uma ficção útil ou está atrapalhando a biologia molecular (LEVY, 2001)?

## 6. Filosofia da biologia do desenvolvimento

Os debates sobre o adaptacionismo, na década de 1980, familiarizaram os filósofos com as complexas interações entre as explicações de características na biologia evolutiva e as explicações das mesmas características na biologia do desenvolvimento. A biologia do desenvolvimento lança luz sobre os tipos de variação que provavelmente estarão disponíveis para seleção, colocando a questão de até que ponto os resultados da evolução podem ser entendidos em termos das opções que estavam disponíveis ("restrições do desenvolvimento"), em vez da seleção natural dessas opções (MAYNARD SMITH; BURIAN *et al.*, 1985). O debate sobre as restrições do desenvolvimento considerou a biologia do desenvolvimento apenas na medida em que ela poderia fornecer respostas às questões evolutivas. No

entanto, como Ron Amundson apontou, os biólogos do desenvolvimento estão abordando suas próprias questões, tendo ele argumentado que um conceito diferente de restrição é necessário para lidar com essas questões (AMUNDSON, 1994). O surgimento na década de 1990 de um novo campo prometendo unir os dois tipos de explicação, a biologia evolutiva do desenvolvimento, deu origem a uma literatura filosófica substancial destinada a caracterizar esse campo do ponto de vista metodológico (GRAY, 1992; GRIFFITHS; GRAY, 1994; OYAMA, 2000a, 2000b; OYAMA; GRIFFITHS; GRAY, 2001; MAIENSCHIN; LAUBICHLER, 2004; ROBERT, 2004; AMUNDSON, 2005; BRANDON; SANSOM, 2007). Por exemplo, os teóricos de sistemas de desenvolvimento (GRAY, 1992; GRIFFITHS; GRAY, 1994; OYAMA, 2000a, 2000b; OYAMA; GRIFFITHS; GRAY, 2001) defendem a “paridade” entre genes e fatores não genéticos. Em primeiro lugar, os organismos herdaram uma “matriz de desenvolvimento” e não apenas genes (por exemplo, “herança epigenética”). Em segundo lugar, o papel dos genes no desenvolvimento de características não é causalmente único - na medida em que os genes “carregam informações” ou são “copiados”, o mesmo pode ser dito de outros fatores. Ou seja, genes e fatores de desenvolvimento têm uma covariação causal com características fenotípicas. No entanto, os defensores dos “replicadores estendidos” argumentam que os genes carregam informações exclusivamente em um sentido teleosemântico (STERELNY *et al.*, 1996). Outra fonte de controvérsia filosófica na biologia do desenvolvimento diz respeito a se alguma característica é inata e o que o inatismo pode ser (ARIEW, 1999; GRIFFITHS, 2002; MAMELI; BATESON, 2006). Os filósofos têm contribuído para esclarecer os conceitos de diferença [*difference concepts*] em questão.

## 7. Filosofia da ecologia e biologia da conservação

Até recentemente, esse era um campo extremamente subdesenvolvido na filosofia da biologia. Isto é surpreendente, porque há um potencial óbvio para todas as três abordagens da filosofia da biologia discutidas acima. Há também um corpo substancial de trabalho filosófico em ética ambiental e responder às perguntas que surgem nessa área exigiria um exame crítico da ecologia e da biologia da conservação (BRENNAN, 2014). Nos últimos vinte anos, esse campo se desenvolveu rapidamente (COLYVAN *et al.*, 2009).

Os filósofos começaram a remediar a negligência da ecologia e uma série de livros importantes apareceram (COOPER, 2003; GINZBURG; COLYVAN, 2004;

SARKAR, 2005; MACLAURIN; STERELNY, 2008). As discussões se concentraram em vários tópicos, incluindo a relação complicada, e às vezes conturbada, entre modelos matemáticos e dados empíricos em ecologia (SHRADER-FRECHETTE; MCCOY, 1993; GINZBURG; COLYVAN, 2004; ODENBAUGH, 2005; WEISBERG, 2012), se há leis ecológicas distintas (COOPER, 2003; MIKKELSON, 2003; LANGE, 2005; ELIOT, 2011b, LINQUIST *et al.*, 2016), a natureza e realidade das comunidades ecológicas e ecossistemas (STERELNY, 2006; ODENBAUGH, 2007; ELIOT, 2011), a "robustez" dos princípios ecológicos (ODENBAUGH, 2003; WEISBERG; REISMAN, 2008; JUSTUS, 2012), a ideia de estabilidade ecológica e o "equilíbrio da natureza" (ODENBAUGH, 2001; COOPER, 2003; MIKKELSON, 2001; JUSTUS, 2008), a definição de biodiversidade (SARKAR, 2008; MACLAURIN; STERELNY, 2005; SANTANA, 2014) e a relação entre ecologia e biologia da conservação (LINQUIST, 2014). Recentemente, também houve trabalhos interessantes realizados sobre funções na ecologia (JAX, 2005; ODENBAUGH, 2010; NUNES-NETO *et al.*, 2014; DUSSAULT; BOUCHARD, 2017). A maioria dos ecólogos e biólogos evolucionistas não acredita que comunidades ou ecossistemas são unidades de seleção e, portanto, a explicação de funções por efeitos selecionados não se aplica prontamente. Assim, os filósofos da ecologia têm explorado alternativas.

## **8. Metodologia em filosofia da biologia e direções futuras**

A maioria dos trabalhos na filosofia da biologia é autoconscientemente naturalista, não reconhecendo nenhuma descontinuidade profunda em qualquer método ou conteúdo entre filosofia e ciência. Idealmente, a filosofia da biologia difere da própria biologia não em sua base de conhecimento, mas apenas nas perguntas que faz. O filósofo pretende se envolver com o conteúdo da biologia em um nível profissional, embora normalmente com maior conhecimento de sua história do que os próprios biólogos e menos habilidades práticas. É comum que os filósofos da biologia tenham credenciais acadêmicas nas áreas que são o foco de suas pesquisas e estejam intimamente relacionados com colaboradores científicos. O naturalismo da filosofia da biologia e a continuidade de seus interesses com a própria ciência são compartilhados com muitos outros trabalhos recentes na filosofia da ciência, talvez mais notavelmente na filosofia da neurociência (BECHTEL, MANDIK *et al.*, 2001).

Mesmo a distinção entre as questões da biologia e da filosofia da biologia não é absolutamente clara. Como observado acima, os filósofos da biologia abordam três tipos de questões: questões gerais sobre a natureza da ciência, problemas conceituais dentro da biologia e questões filosóficas tradicionais que parecem abertas à iluminação das biociências. Ao abordar o segundo tipo de questão, não há distinção clara entre a filosofia da biologia e a biologia teórica. Mas, embora isso possa levar à acusação de que os filósofos da biologia abandonaram sua vocação para o "relato científico", pode-se igualmente bem dizer que um livro como *O gene egoísta* (DAWKINS, 1976) é, principalmente, uma contribuição para a discussão filosófica da biologia. Certamente, as habilidades profissionais do filósofo são tão relevantes para esses enigmas conceituais internos quanto para os outros dois tipos de questão. Todos os três tipos de questão podem ser relacionados às descobertas específicas das ciências biológicas apenas por complexas cadeias de argumento.

Há muitos trabalhos novos sendo realizados na filosofia da biologia. Por exemplo, há uma rica literatura filosófica emergindo em torno do câncer (PLUTYNSKI, 2018), evolução cultural (STERELNY, 2012; LEWENS, 2015; O'CONNOR, 2019), natureza humana (MACHERY, 2008; RAMSEY, 2013; KRONFELDNER, 2018), microbiologia (O'MALLEY, 2014) e paleobiologia (TURNER, 2011; CURRIE, 2018). A filosofia da biologia ainda permanece uma das áreas mais dinâmicas e interessantes da filosofia da ciência e da filosofia em geral.

## Referência bibliográfica

Livros didáticos recentes incluem *Philosophy of Biology* de Elliott Sober (1999), *Sex and Death: An Introduction to Philosophy of Biology* de Kim Sterelny e Paul Griffiths (1999), *The Philosophy of Biology: An Episodic History* de Marjorie Greene e David Depew (2004), *Philosophy of Biology* de Brian Gavey (2007), *Philosophy of Biology: A contemporary introduction* (2008) e *Philosophy of Biology* de Peter Godfrey-Smith (2014). Coleções editadas valiosas projetadas para suplementar tal texto são *Conceptual Issues in Evolutionary Biology* (Sober 2006), que reúne os artigos clássicos sobre debates centrais, *The Philosophy of Biology* de David Hull e Michael Ruse, que visa uma pesquisa abrangente usando artigos recentes (1998), e o *Cambridge Companion to the Philosophy of Biology* (Hull e Ruse 2007), *The Handbook of Philosophy of Biology* (Matthen e Stephens 2007) e *Blackwell Companion to the Philosophy of Biology* (Sarkar e Plutynski 2008) que consistem todos em ensaios sobre tópicos importantes dos principais autores.

- AMUNDSON, R. 1994. "Two concepts of constraint: adaptationism and the challenge from developmental biology," **Philosophy of Science**, 61(4): 556-578.
- AMUNDSON, R. 2005. **The changing rule of the embryo in evolutionary biology: Structure and synthesis**. New York: Cambridge University Press.
- ARIEW, A. 1999. "Innateness is Canalization", in V. Hardcastle (ed.) **Where Biology Meets Psychology**, Cambridge, MA: MIT Press.
- AYALA, F. J. 1976. "Biology as an autonomous science," in M. Grene, and E. Mendelsohn (ed.): **Boston Studies in Philosophy of Science XXVII** (Topics in Philosophy of Biology), 313-329.
- BARKER, G. 2015. **Beyond Biofatalism: Human Nature for an Evolving World**, New York: Columbia University Press.
- BEATTY, J. 1980. "Optimality-design and the strategy of model-building in evolutionary biology," *Philosophy of Science*, 47: 532-61.
- BEATTY, J.; FINSEN, S. 1989. "Rethinking the propensity interpretation: A peek inside Pandora's box," in M. Ruse (ed.), **What the Philosophy of Biology is**, Dordrecht: Springer, 17-30.
- BEATTY, J. 1995. "The Evolutionary Contingency Thesis," in G. Wolters and J. Lennox (ed.), **Concepts, Theories, and Rationality in the Biological Sciences**, University of Pittsburgh Press.
- BECHTEL, W.; MANDIK, P. *et al.* (ed.), 2001. **Philosophy and the Neurosciences: A Reader**, Oxford: Blackwell.
- BECHTEL, W.; RICHARDSON, R. 1993. **Discovering Complexity**, Princeton: Princeton University Press.
- BECKNER, M. 1959. **The biological way of thought**, New York: Columbia University Press.
- BEURTON, P.; FALK, R.; RHEINBERGER H.-J. (ed.), 2000. **The Concept of the Gene in Development and Evolution**, Cambridge: Cambridge University Press.
- BIRCH, J., 2017. **The Philosophy of Social Evolution**, Oxford University Press.
- BOORSE, C., 1976. "Wright on functions," **Philosophical Review**, 85(1): 70-86.
- BOYD, R., 1999. "Homeostasis, species, and higher taxa," in **Species: New interdisciplinary essays**, edited by R. Wilson, Cambridge, MA: Bradford/MIT Press.

- BRANDON, R. N. (ed.), 1996. **Concepts and Methods in Evolutionary Biology**, Cambridge: Cambridge University Press.
- BRANDON, R. N., 1997. "Does biology have laws? The experimental evidence", **Philosophy of Science**, Vol. 64, Supplement. Proceedings of the 1996 Biennial Meetings of the Philosophy of Science Association. Part II: Symposia Papers (Dec., 1997), pp. S444-S457.
- BRANDON, R. N., 2005. "The Difference between Selection and Drift: A Reply to Millstein," **Biology & Philosophy**, 20(1): 153-170.
- BRANDON, R. N.; BURIAN, R. M. (ed.), 1984. **Genes, Organisms, and Populations**, Cambridge, MA: MIT Press.
- BRANDON, R. N.; RAUSHER, M. D, 1996. "Testing adaptationism: A comment on Orzack and Sober," **The American Naturalist**, 148: 189-201.
- BRANDON, R. N.; SANSOM, R. (ed.). 2007. **Integrating Evolution and Development**, Cambridge: Cambridge University Press.
- BRENNAN, A. 2014. **Thinking about Nature** (Routledge Revivals): An Investigation of Nature, Value and Ecology, London: Routledge.
- BULLER, D. J. 2006. **Adapting Minds**: Evolutionary Psychology and the Persistent Quest for Human Nature, Cambridge, MA: MIT press.
- CELLEBAUT, W. 1993. **Taking the Naturalistic Turn, or How Real Philosophy of Science is Done**, Chicago: University of Chicago Press.
- COLYVAN, M.; LINQUIST, S; GREY, W; GRIFFITHS, P. E.; ODENBAUGH, J.; POSSINGHAM, H. P. 2009. "Philosophical Issues in Ecology: Recent Trends and Future Directions," **Ecology and Society**, 14(2): 22. Disponível em: <https://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art22/>. Acesso em: 20 jan. 2022.
- COOPER, G., 2003. **The Science of the Struggle for Existence**: On the foundations of ecology, Cambridge: Cambridge University Press.
- COYNE, J. A.; ORR, H. A.; 2004. **Speciation**, Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc.
- CRAVER, C. F. 2007. **Explaining the Brain**: Mechanisms and the Mosaic Unity of Neuroscience, Oxford: Oxford University Press.
- CRAVER, C. F.; DARDEN, L. 2013. **In Search of Mechanisms**: Discoveries Across the Life Sciences, Chicago: University of Chicago Press.
- CURRIE, A. 2018. **Rock, bone, and ruin**: An optimist's guide to the historical sciences, Cambridge, MA: MIT Press.
- DARDEN, L.; MAULL, N., 1977. "Interfield theories," **Philosophy of Science**, 44(1): 43-64.
- DAWKINS, R. 1976. **The Selfish Gene**, Oxford: Oxford University Press.
- DRETSKE, F. 1991. **Explaining Behavior**: Reasons in a World of Causes,

- Cambridge, MA: MIT Press.
- DRETSKE, F. 1997. **Naturalizing the Mind**, Cambridge, MA: MIT Press.
- DUPRÉ, J. 1987. **The Latest on the Best: Essays on Optimality and Evolution**, Cambridge, MA: MIT Press.
- DUPRÉ, J. 1993. **The Disorder of Things: Metaphysical Foundations of the Disunity of Science**, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- DUPRÉ, J. 2002. "Is 'Natural Kind' a Natural Kind Term?" **Monist**, 85(1): 29-49.
- DUSSAULT, A. C.; BOUCHARD, F. 2017. A persistence enhancing propensity account of ecological function to explain ecosystem evolution," **Synthese**, 194(4): 1115-1145.
- EHRlich, P.; RAVEN, P. 1969. "Differentiation of Populations," **Science**, 165(3899): 1228-1232.
- ELIOT, C. 2011a. "The Legend of Order and Chaos: Communities and Early Community Ecology," in **Handbook of the Philosophy of Ecology**, K. de Laplante, B. Brown, and K. Peacocke (ed.), Haarlem: Elsevier, 49-108.
- ELIOT, C. 2011b. "Competition Theory and Channeling Explanation", **Philosophy and Theory in Biology**, 3: 1-16.
- ERESHESKY, M. 1992a. "Eliminative pluralism," **Philosophy of Science**, 59(4): 671-690.
- ERESHESKY, M. 1992b. **The Units of Evolution: Essays on the Nature of Species**, Cambridge, MA: MIT Press.
- FODOR, J. A. 1974. "Special sciences", **Synthese**, 28: 77-115.
- FORBER, P. 2009. "Spandrels and a Pervasive Problem of Evidence," **Biology and Philosophy**, 24: 247-266.
- GARSON, J. 2019. **What Biological Functions Are and Why They Matter**, Cambridge: Cambridge University Press.
- GARVEY, B. 2007. **Philosophy of Biology**, Stocksfield: Acumen.
- GHISELIN, M. T. 1974. "A radical solution to the species problem," **Systematic Zoology**, 23: 536-44.
- GINZBURG, L.; COLYVAN, M. 2004. **Ecological Orbits: How planets Move and Populations Grow**, Oxford and New York: Oxford University Press.
- GODFREY-SMITH, P. 2001a. "Three kinds of adaptationism," in **Adaptationism and Optimality**, S. H. Orzack, and E. Sober (ed.), New York: Cambridge University Press, pp. 335-357.
- GODFREY-SMITH, P. 2001b. "On the Theoretical Role of 'Genetic Coding'" **Philosophy of Science**, 67: 26-44.

- GODFREY-SMITH, P.; LEWONTIN, R.C. 1993. "The Dimensions of Selection," **Philosophy of Science**, 60(3): 373-395.
- GODFREY-SMITH, P.; KERR, B. 2002. "Group Fitness and Multi-Level Selection: Replies to Commentaries," **Biology and Philosophy**, 17(4): 539-549.
- GOULD, S. J.; LEWONTIN, R. C. 1979. "The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme", **Proceedings of the Royal Society London, Series B**, 205: 581-598.
- GRAY, R. 1992. "Death of the Gene: Developmental Systems Strike Back" in P. Griffiths (ed.), **Trees of Life: Essays in the Philosophy of Biology**, Dordrecht: Kluwer.
- GRENE, M. G.; DEPEW, D. 2004. **The Philosophy of Biology: An Episodic History**, Cambridge: Cambridge University Press.
- GRIFFITHS, P. E. 1999. "Squaring the circle: Natural kinds with historical essences," in **Species**, New interdisciplinary essays, edited by R. A. Wilson, Cambridge, MA: Bradford/MIT Press:209-228.
- GRIFFITHS, P. E. 2001. "Genetic Information: A Metaphor in Search of a Theory," **Philosophy of Science**, 68(3): 394-412.
- GRIFFITHS, P. E. 2002. "What is Innateness?," **Monist**, 85: 70-85.
- GRIFFITHS, P. E.; GRAY, R. 1994. "Developmental Systems and Evolutionary Explanation" **Journal of Philosophy**, 91: 277-304.
- GRIFFITHS, P. E.; STOTZ, K., 2007. "Gene," in M. Ruse and D. Hull, (ed.): **Cambridge Companion to Philosophy of Biology**, Cambridge: Cambridge University Press, 85-102.
- HABER, M. H., 2008. "Phylogenetic Inference," in A. Tucker (ed.), **A Companion to Philosophy of History and Historiography**, Malden, MA: Blackwell Publishing.
- HAVSTAD, J. C. 2011. "Problems for natural selection as a mechanism," **Philosophy of Science**, 78(3): 512-523.
- HEMPEL, C. 1965. **Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science**, New York: The Free Press.
- HENNIG, W. 1966. **Phylogenetic Systematics**, Urbana, IL: University of Illinois Press.
- HULL, D. L. 1965. "The Effects of Essentialism on Taxonomy: 2,000 Years of Stasis," **British Journal for the Philosophy of Science**, 15: 314-326 and 16: 1-18
- HULL, D. L. 1970. "Contemporary systematic philosophies," **Annual Review of Ecology and Systematics**, 1: 19-54.
- HULL, D. L. 1974. **Philosophy of Biological Science**, Englewood Cliffs:

Prentice-Hall.

- HULL, D. L. 1975. "Informal Aspects of Theory Reduction," *in* Cohen, R. S. and Michalos, A. (ed.): **Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, 1974**, Dordrecht: D. Reidel, 653-670.
- HULL, D. L. 1976. "Are species really individuals?" **Systematic zoology**, 25(2): 174-191.
- HULL, D. L. 1978. "A matter of individuality", **Philosophy of science**, 45(3): 335-360.
- HULL, D. L. 1980. "Individuality and Selection", **Annual Review of Ecology and Systematics**, 11: 311-332.
- HULL, D. L. 1986. "On human nature," *in* **PSA 1986** (Volume 2), Proceedings of the biennial meeting of the philosophy of science association, Philosophy of Science Association, pp. 3-13.
- HULL, D. L. 1988. **Science as a Process: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science**, Chicago: University of Chicago Press.
- HULL, D. L. 1999. "On the plurality of species: questioning the party line," *in* **Species: New Interdisciplinary Essays**, Cambridge, MA: MIT Press, pp. 307-315.
- HULL, D. L.; RUSE, M. 1998. **The Philosophy of Biology**, Oxford: Oxford University Press.
- HULL, D. L.; RUSE, M. 2007. **The Cambridge Companion to the Philosophy of Biology**, New York, Cambridge University Press.
- JABLONKA, E., 2002. "Information Interpretation, Inheritance, and Sharing", **Philosophy of Science**, 69(4): 578-605
- JAX, K., 2005. "Function and 'functioning' in ecology: what does it mean?" **Oikos**, 111(3): 641-648.
- JUSTUS, J. 2008. "Ecological and Lyapunov stability", **Philosophy of Science**, 75: 421-436
- JUSTUS, J. 2012. "The elusive basis of inferential robustness", **Philosophy of Science**, 79(5): 795-807.
- KITCHER, P. 1982. **Abusing science: The case against creationism**, Cambridge, MA: MIT Press.
- KITCHER, P. 1984. "1953 and all that: a tale of two sciences," **Philosophical Review**, 93: 335-373
- KITCHER, P. 1984. "Species," **Philosophy of Science**, 51(2): 308-333.
- KITCHER, P. 1985. **Vaulting Ambition: Sociobiology and the Question for Human Nature**, Cambridge, MA: MIT Press.

- KITCHER, P. 1989. "Some puzzles about species," in Michael Ruse (ed.), **What the Philosophy of Biology Is: Essays Dedicated to David Hull**, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 183-208.
- KITCHER, P. 1999. "The hegemony of molecular biology," **Biology and Philosophy**, 14(2): 195-210
- .KRONFELDNER, M. 2018. **What's left of human nature?: A post-essentialist, pluralist, and interactive account of a contested concept**, Cambridge, MA: MIT Press.
- LEVY, A. 2011. "Information in biology: A fictionalist account," **Noûs**, 45(4): 640-657.
- LEWENS, T. 2015. **Cultural evolution: conceptual challenges**, Oxford: Oxford University Press
- .LINQUIST, S. 2008. "But is it progress? On the alleged advances of conservation biology over ecology," **Biology and Philosophy**, 23: 529-544.
- LINQUIST, S.; GREGORY, T. R.; ELLIOTT, S. B.; KREMER, S. C.; CORRENIE, K., 2016. "Yes! There are resilient generalizations (or 'laws') in ecology," **The Quarterly Review of Biology**, 91(2): 119-131.
- LLOYD, E. A. 1988. **The Structure and Confirmation of Evolutionary Theory**, Westport: Greenwood Press.
- LLOYD, E. A. 2005. "Why the Gene Will Not Return," **Philosophy of Science**, 72(2): 287-310.
- LLOYD, E. A. 2015. "Adaptationism and the logic of research questions: how to think clearly about evolutionary causes." **Biological Theory**, 10(4): 343-362.
- MACHAMER, P. DARDEN, L. *et al.* 2000. "Thinking about Mechanisms," **Philosophy of Science**, 67(1): 1-25.
- MACHERY, E., 2008. "A plea for human nature," **Philosophical Psychology**, 21(3): 321-329.
- MACLAURIN, J.; STERELNY, K., 2008. **What is Biodiversity?** Chicago: University of Chicago Press.
- MAIENSCHIEIN, J. and LAUBICHLER, M. L., 2004. **From Embryology to Evo-Devo**, Cambridge: Cambridge University Press.
- MAMELI, M.; BATESON, P. 2006. "Innateness and the Sciences," **Biology and Philosophy**, 21: 155-188.
- MATTHEN, M.; ARIEW, A. 2002. "Two ways of thinking about fitness and natural selection," **The Journal of Philosophy**, 99(2): 55-83.
- MAYNARD SMITH, J. 2000. "The concept of information in biology," **Philosophy of Science**, 67(2): 177-194. MAYNARD SMITH, J.; BURIAN, R. *et al.*, 1985.

- “Developmental Constraints and Evolution,” **Quarterly Review of Biology**, 60(3): 265-287.
- MAYR, E. 1963. **Animal species and evolution**, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- MAYR, E. 1969. “Footnotes on the Philosophy of Biology,” **Philosophy of Science**, 36(2): 197-202.
- MAYR, E. 1982. **The Growth of Biological Thought**, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- MILLIKAN, R. G. 1984. **Language, Thought and Other Biological Categories**, Cambridge, MA: MIT Press.
- MILLIKAN, R. G. 1995. **White queen psychology and other essays for Alice**, Cambridge, MA: MIT Press.
- MILLIKAN, R. G. 2004. **Varieties of meaning: the 2002 Jean Nicod lectures**, Cambridge, MA: MIT Press.
- MILLIKAN, R. G. 2005. **Language: A biological model**, Oxford: Oxford University Press.
- MILLS, S.; BEATTY, J. 1979. “The propensity interpretation of fitness,” **Philosophy of Science**, 46: 263-286.
- MILLSTEIN, R. L. 2002. “Are Random Drift and Natural Selection Conceptually Distinct?” **Biology & Philosophy**, 17(1): 33-53.
- MILLSTEIN, R. L. 2005. “Selection Vs. Drift: A Response to Brandon’s Reply,” **Biology & Philosophy**, 20(1): 171-175.
- MILLSTEIN, R. L. 2007. “Distinguishing drift and selection empirically: ‘The Great Snail Debate’ of the 1950s,” **Journal of the History of Biology**, 41: 339-367.
- MISHLER, B. D. & BRANDON, R. N. 1987. “Individuality, pluralism, and the phylogenetic species concept,” **Biology and Philosophy**, 2(4): 397-414.
- MITCHELL, S. D. 1997. “Pragmatic laws,” **Philosophy of Science**, 64: S468-S479.
- MITCHELL, S. D. 2000. “Dimensions of scientific laws,” **Philosophy of Science**, 67: 242-265.
- NAGEL, E. 1961. **The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation**, New York: Harcourt, Brace & World.
- NEANDER, K. 1991. “Functions as selected effects: the conceptual analyst’s defense,” *Philosophy of Science*, 58: 168-184.
- NEANDER, K. 2017. **A mark of the mental: In defense of informational teleosemantics**. Cambridge, MA: MIT Press.

- NUNES-NETO N.; MORENO, A.; EL-HANI, C. N. 2014. "Function in ecology: an organizational approach," **Biology & Philosophy**, 29(1): 123-141.
- O'CONNOR, C. 2019. **The Origins of Unfairness: Social Categories and Cultural Evolution**, Oxford: Oxford University Press.
- O'MALLEY, M., 2014. **Philosophy of microbiology**, Cambridge: Cambridge University Press.
- ODENBAUGH, J. 2001. "Ecology, stability, model building and environmental policy: a reply to some of the pessimism," **Philosophy of Science**, 68: S493-S505.
- ODENBAUGH, J. 2003. "Complex systems, trade-offs, and theoretical population biology: Richard Levin's 'strategy of model building in population biology' revisited," **Philosophy of Science**, 70(5): 1496-1507.
- ODENBAUGH, J. 2005. "Idealized, inaccurate but successful: A pragmatic approach to evaluating models in theoretical ecology," **Biology and Philosophy**, 20(2-3): 231-255.
- ODENBAUGH, J. 2007. "Seeing the forest and the trees," **Philosophy of Science**, 74: 628-641.
- ODENBAUGH, J. 2010. "On the very idea of an ecosystem," in **New waves in metaphysics**, A. Hazlett (ed.), London: Palgrave, pp. 240-258.
- OKASHA, S. 2002. "Darwinian metaphysics: Species and the question of essentialism," **Synthese**, 131(2): 191-213.
- OKASHA, S. 2007. **Evolution and the Levels of Selection**, New York and Oxford: Oxford University Press.
- ORZACK, S. H.; SOBER, E. 1994. "Optimality models and the test of adaptationism," **The American Naturalist**, 143: 361-380.
- ORZACK, S. H.; SOBER, E. 2001. **Optimality and Adaptation**, Cambridge: Cambridge University Press.
- OYAMA, S. 2000. **The Ontogeny of Information**, 2nd Edition, Duke University Press.
- OYAMA, S. 2000. **Evolution's Eye**, Duke University Press.
- OYAMA, S.; GRIFFITHS, P. GRAY, R. 2001. **Cycles of Contingency**, Cambridge, MA: MIT Press.
- PAPINEAU, D. 1987. **Reality and Representation**, Blackwell.
- PAPINEAU, D. 1993. **Philosophical naturalism**, Blackwell.
- PENCE, C. H. & RAMSEY, G. 2013. "A new foundation for the propensity interpretation of fitness," **The British Journal for the Philosophy of Science**, 64(4): 851-881.
- PIGLIUCCI, M.; KAPLAN, J. M. 2006. **Making Sense of Evolution: The Conceptual Foundations of Evolutionary Theory**, Chicago: University of Chicago Press.

- PITTENDRIGH, C. S. 1958. "Adaptation, natural selection and behavior," **Behavior and Evolution**, in A. Roe and G. G. Simpson (ed.), New Haven: Yale University Press, 390-416.
- PLUTYNSKI, A., 2018. **Explaining cancer: Finding order in disorder**. Oxford: Oxford University Press.
- POLGER, T. W.; SHAPIRO, L. A. 2016. **The multiple realization book**, Oxford: Oxford University Press.
- POTOCHNIK, A., 2009. "Optimality modeling in a suboptimal world," *Biology and Philosophy*, 24: 183-197.
- RAMSEY, G., 2013. "Human nature in a post-essentialist world," **Philosophy of Science**, 80(5): 983-993. Chicago.
- RICHARDSON, R. C. 2010. **Evolutionary psychology as maladapted psychology**, Cambridge, MA: MIT Press.
- ROBERT, J. S. 2004. **Embryology, Epigenesis and Evolution: Taking Development Seriously**, Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- ROSENBERG, A. 1978. "The supervenience of biological concepts," **Philosophy of Science**, 45: 368-386.
- ROSENBERG, A. 1983. "Fitness," **Journal of Philosophy**, 80: 457-473.
- ROSENBERG, A. 1997. "Reductionism redux: computing the embryo," **Biology and Philosophy**, 12(4): 445-470.
- ROSENBERG, A. 2008. **Darwinian reductionism: Or, how to stop worrying and love molecular biology**, Chicago: University of Chicago Press.
- ROSENBERG, A.; MCSHEA, D. W., 2008. **Philosophy of Biology: A contemporary introduction**, New York and London: Routledge.
- RUSE, M., 1982. **Darwinism Defended**, Addison-Wesley.
- RUSE, M., 1988. **Philosophy of biology today**, SUNY Press.
- SANTANA, C. 2014. "Save the planet: Eliminate biodiversity," **Biology & Philosophy**, 29(6): 761-780.
- SARKAR, S. 1992. "Models of reduction and categories of reductionism," **Synthese**, 91: 167-94.
- SARKAR, S. 1996. "Biological information: A sceptical look at some central dogmas of molecular biology," in Sarkar, S. (ed.), **The Philosophy and History of Molecular Biology: New Perspectives** (Boston Studies in the Philosophy of Science 183), Dordrecht and Boston: Kluwer Academic, 187-232.
- SARKAR, S. 1998. **Genetics and Reductionism**. Cambridge: Cambridge University Press.

- SARKAR, S. 2005. **Biodiversity and Environmental Philosophy: An Introduction**. Cambridge: Cambridge University Press.
- SARKAR, S. 2007. **Doubting Darwin?: Creationist designs on evolution**, Malden, MA: Blackwell Publishing.
- SARKAR, S. 2011. "Drift and the Causes of Evolution," in P. McKay Illari, F. Russo and J. Williamson (ed.) **Causality in the Sciences**, Oxford: Oxford University Press, 445-469.
- SARKAR, S.; PLUTYNSKI, A., 2008. **A Companion to the Philosophy of Biology**, Oxford: Blackwell.
- SCHAFFNER, K. F. 1967a. Antireductionism and Molecular Biology, in Munson, R. (ed.) **Man and Nature: Philosophical Issues in Biology**, New York: Dell, 44-54.
- SCHAFFNER, K. F. 1967b. "Approaches to Reduction," **Philosophy of Science**, 34: 137-47.
- SCHAFFNER, K. F. 1969. "The Watson-Crick model and reductionism," **British Journal for the Philosophy of Science**, 20: 325-48.
- SCHAFFNER, K. F. 1993. **Discovery and Explanation in Biology and Medicine**, Chicago and London: University of Chicago Press.
- SEGERSTRÅLE, U. C. O. 2000. **Defenders of the truth: The battle for science in the sociology debate and beyond**, Oxford: Oxford University Press.
- SHEA, N., 2007. "Representation in the genome and in other inheritance systems", **Biology and Philosophy**, 22(3): 313-331.
- SHRADER-FRECHETTE, K. S.; MCCOY, E. D., 1993. **Method in Ecology: Strategies for Conservation**, Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- SKIPPER JR, R. A.; MILLSTEIN, R. L., 2005. "Thinking about evolutionary mechanisms: Natural selection," **Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, 36(2): 327-347.
- SMART, J. J. C., 1959. "Can biology be an exact science?" **Synthese**, 11(4): 359-368.
- SOBER, E. 1984a. "Fact, fiction and fitness: a reply to Rosenberg," **Journal of Philosophy**, 81: 372-383.
- SOBER, E. 1984b. **The Nature of Selection: Evolutionary Theory in Philosophical Focus**, Cambridge, MA: MIT Press.
- SOBER, E. 1988. **Reconstructing the Past: Parsimony, Evolution and Inference**, Cambridge, MA: MIT Press.
- SOBER, E. 1997. "Two Outbreaks of Lawlessness in Recent Philosophy

- of Science," **Philosophy of Science** 2: 458-467.
- SOBER, E. 1999. **Philosophy of Biology**, Boulder and Oxford: Westview Press.
- SOBER, E. 2001. "The Two Faces of Fitness," in R. Singh, D. Paul, C. Krimbas, and J. Beatty (ed.), **Thinking about Evolution: Historical, Philosophical, and Political Perspectives** (Volume 2), Cambridge: Cambridge University Press, pp. 309-321.
- SOBER, E. 2004. "The Contest between Parsimony and Likelihood," **Systematic Biology**, 53: 644-53.
- SOBER, E. 2006. **Conceptual Issues in Evolutionary Biology**, Cambridge, MA: MIT Press.
- SOBER, E.; WILSON, D. S. 1998. **Unto Others: The Evolution and Psychology of Unselfish Behavior**, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- SOKAL, R. R. CROVELLO, T. J. 1970. "The biological species concept: a critical evaluation," **The American Naturalist**, 104 (936): 127-153.
- STERELNY, K. 2006. "Local ecological communities," **Philosophy of Science**, 73: 215-231.
- STERELNY, K. 2012. **The evolved apprentice**, MIT Press.
- STERELNY, K.; GRIFFITHS, P. E., 1999. **Sex and Death: An Introduction to the Philosophy of Biology**, Chicago: University of Chicago Press.
- STERELNY, K.; SMITH, K.; DICKISON, M. 1996. "The extended replicator," **Biology and Philosophy**, 11: 377-403.
- STERELNY, K.; & KITCHER, P. 1988. "The return of the gene," **The Journal of Philosophy**, 85(7): 339-361.
- STOTZ, K.; GRIFFITHS, P. E. 2008. "Biohumanities: Rethinking the relationship between biosciences, philosophy and history of science, and society," **Quarterly Review of Biology**, 83(1): 37-45.
- THOMPSON, P., 1988. **The structure of biological theories**, Albany, NY: SUNY Press.
- TURNER, D., 2011. **Paleontology: a philosophical introduction**, Cambridge: Cambridge University Press.
- VAN VALEN, L., 1976. "Ecological species, multispecies, and oaks," **Taxon**, 25(2-3): 233-239.
- WALSH, D. 2006. "Evolutionary Essentialism," **British Journal for the Philosophy of Science**, 57(2): 425-448.
- WALSH, D.; LEWENS, T.; ARIEW, A., 2002. "The trials of life: Natural selection and random drift," **Philosophy of Science**, 69(3): 429-446.

- WATERS, C. K. 1990. *Why the Antireductionist Consensus Won't Survive the Case of Classical Mendelian Genetics*, in A. Fine, M. Forbes and L. Wessells (ed.), **Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association** (Volume 1: Contributed Papers), Chicago: University of Chicago Press, 125-139.
- WATERS, C. K. 1994. "Genes made molecular," **Philosophy of Science**, 61: 163-185.
- WATERS, C. K. 1998. "Causal Regularities in the Biological World of Contingent Distributions," **Biology and Philosophy**, 13: 5-36.
- WATERS, C. K. 2000. "Molecules made biological," **Revue internationale de philosophie**, 54(214/4): 539-564.
- WATERS, C. K. 2004. "What was classical genetics?," **Studies in History and Philosophy of Science** (Part A), 35(4): 783-809.
- WATERS, C. K. 2005. "Why Genic and Multilevel Selection Theories Are Here to Stay," **Philosophy of Science**, 72(2): 311-333.
- WEISBERG, M., 2012. **Simulation and similarity: Using models to understand the world**, Oxford: Oxford University Press.
- WEISBERG, M.; & REISMAN, K. 2008. "The robust Volterra principle," **Philosophy of science**, 75(1): 106-131.
- WILEY, E. O., 1978. "The evolutionary species concept reconsidered," **Systematic Biology**, 27(1): 17-26.
- WILKINS, J. S., 2009. **Species: a history of the idea**, Volume 1, Berkeley: University of California Press.
- WILLIAMS, G. C. 1966. **Adaptation and Natural Selection: A Critique of Some Current Evolutionary Thought**, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- WILLIAMS, M. B.; ROSENBERG, A., 1985. "'Fitness' in fact and fiction: a rejoinder to Sober," **Journal of Philosophy**, 82: 738-749.
- WILSON, E. O. 1975. **Sociobiology: The New Synthesis**, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- WILSON, E. O. 1978. **On Human Nature**, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- WILSON, R. A. 2005. **Genes and the agents of life: the individual in the fragile sciences biology**, Cambridge: Cambridge University Press.
- WILSON, E. O. 1999. **Species: New Interdisciplinary Essays**, Cambridge, MA: MIT Press.
- WILSON, R. A.; BARKER, M. J.; BRIGANDT, I. 2007. 'When traditional essentialism fails: biological natural kinds.' **Philosophical Topics**, 35(1/2): 189-215.

- WIMSATT, W. C. 1972. "Teleology and the Logical Structure of Function Statements," **Studies in History and Philosophy of Science**, 3: 1-80.
- WIMSATT, W. C. 1976. "Reductive Explanation: A Functional Account," in R.S. Cohen, C.A. Hooker, A.C. Michalos, J.W. Van Evra (ed.), **PSA 1974** (Boston Studies in the Philosophy of Science: Volume 32), Dordrecht: Springer, 617-710.
- WIMSATT, W. C. 1980a. Reductionistic Research Strategies and Their Biases in the Units of Selection Controversy, in T. Nickles (ed.), **Scientific Discovery: Case Studies**, Dordrecht: D. Reidel, 213-259.
- WIMSATT, W. C. 1980b. "Units of Selection and the Structure of the Multi-Level Genome," **PSA 1980** (Volume 2), Chicago: University of Chicago Press, 122-183.
- WOODGER, J. H., 1952. **Biology and Language: An Introduction to the Methodology of the Biological Sciences including Medicine**, Cambridge: Cambridge University Press.
- WRIGHT, L., 1973. "Functions," **Philosophical Review**, 82: 139-168.

## Outros recursos da internet

### **Sociedade Internacional de História, Filosofia e Estudos Sociais da Biologia.**

Disponível em: <http://www.ishpssb.org/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

**Podcasts de biohumanidade.** Disponível em: <http://www.representinggenes.org/biohumanities/podcasts/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

**As obras completas de Charles Darwin.** Disponível em: <http://darwin-online.org.uk/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

**Projeto a Árvore da Vida da Web.** Disponível em: <http://tolweb.org/tree/phylogeny.html>. Acesso em: 20 jan. 2022.

**Recursos online para Biologia do Desenvolvimento de Scott Gilbert.** Disponível em: <http://8e.devbio.com/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

## Verbetes relacionados

adaptacionismo | altruísmo: biológico | aptidão | biocomplexidade | indivíduos biológicos | biologia: filosofia da | biologia da conservação | criacionismo | Darwinismo | biologia do desenvolvimento | biologia do desenvolvimento: epigênese e pré-

formacionismo | biologia do desenvolvimento: evolução e desenvolvimento | caráter-traço | ecologia | ecologia: biodiversidade | evolução | evolução: conceito antes de Darwin | evolução: cultural | evolução: da Origem das Espécies à Descendência do Homem | gene | genética | genética: evolutiva | genética: distinção genótipo/fenótipo | genética: molecular | genética: população | herdabilidade | projeto genoma humano | imunologia, filosofia da | informação: biológica | distinção inata / adquirida | vida | biologia molecular | seleção natural | seleção natural: unidades e níveis de | neurociência, filosofia de | psicologia: evolutiva | redução, científica: em biologia | replicação e reprodução | sociobiologia | espécie | teleologia: noções teleológicas em biologia

## (II) Seleção Natural\*

Autor: Peter Gildenhuys

Tradução: Roberto Horácio de Sá Pereira e Victor Machado Barcellos

Revisão: Felipe Nogueira de Carvalho

Charles Darwin e Alfred Wallace são os dois codescobridores da seleção natural (DARWIN; WALLACE, 1858), embora, entre os dois, Darwin seja o principal teórico da noção cujo trabalho mais famoso sobre o tópico é *A Origem das Espécies* (DARWIN, 1859). Para Darwin, a seleção natural é um processo longo e complexo que envolve múltiplas causas interconectadas. A seleção natural requer uma variação em uma população de organismos. Para que este processo funcione, ao menos parte dessa variação deve ser herdada e, de alguma forma, transmitida para os descendentes do organismo. Essa variação é acionada pela luta pela existência, um processo que na verdade “seleciona” variações que conduzem à sobrevivência e reprodução de seus portadores. Assim como os criadores escolhem quais de seus

---

\* GILDENHUYS, P. In: ZALTA, E. N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Winter Edition. Stanford, CA: The Metaphysics Research Lab, 2019. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/natural-selection/>. Acesso em: 31 dez. 2021.

The following is the translation of the entry on Philosophy of Biology by Jay Odenbaugh and Paul Griffiths, in the Stanford Encyclopedia of Philosophy. The translation follows the version of the entry in the SEP's archives at <https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/natural-selection/>. This translated version may differ from the current version of the entry, which may have been updated since the time of this translation. The current version is located at <https://plato.stanford.edu/entries/natural-selection/>. We'd like to thank the Editors of the Stanford Encyclopedia of Philosophy, mainly Prof. Dr. Edward Zalta, for granting permission to translate and to publish this entry. Finally, we would like to thank to John Templeton Foundation for financially supporting this project.

animais se reproduzirão, criando, desta forma, as diversas raças domesticadas de cães, pombos e gado, a natureza efetivamente “seleciona” quais animais se reproduzirão, gerando mudanças evolutivas assim como fazem os criadores. Essa “seleção” pela natureza, a seleção natural, ocorre como resultado da luta pela existência e, no caso de populações sexuadas, da luta por oportunidades de acasalamento. Essa luta é ela mesma o resultado de contenções no aumento o geométrico da população que ocorreria na ausência das contenções. Todas as populações, mesmo as de reprodução lenta, como as dos elefantes, aumentarão na ausência de limitações de crescimento que são impostas pela natureza. Essas contenções assumem diferentes formas em diferentes populações. Tais limitações podem assumir a forma de suprimento limitado de alimentos, locais limitados de nidificação, predação, doenças, condições climáticas severas e muito mais. De uma forma ou de outra, apenas alguns dos candidatos à reprodução em populações naturais realmente se reproduzem, pois frequentemente os outros simplesmente morrem antes de atingir a maturidade. Devido às variações entre os candidatos à reprodução, alguns possuem melhores chances de fazer parte da amostra dos que de fato reproduzem do que outros. Se tais variações forem herdáveis, a prole daqueles com os traços “benéficos” provavelmente produzirá mais descendentes. Utilizando um dos próprios exemplos de Darwin, lobos com pernas especialmente longas que lhes permitem correr mais rapidamente terão uma maior chance de capturar presas e, deste modo, evitar a fome, produzindo assim mais descendentes também com pernas longas, que lhes permitem, por sua vez, procriar e produzir ainda mais descendentes com pernas longas e assim por diante. Por meio desse processo iterativo, uma determinada característica, que propicie a reprodução inicialmente encontrada em um ou poucos membros da população irá se espalhar por toda a população.

Múltiplos episódios do processo darwinista que envolvem diferentes traços, agindo sequencialmente ou em conjunto, podem, portanto, explicar como ocorre a especiação e a evolução das adaptações complexas através da evolução gradual (mudança ao longo do tempo) de populações naturais. Darwin teve como objetivo convencer seu público de que até mesmo estruturas como o olho dos vertebrados, que a princípio parecem ser explicáveis apenas como um produto do designio, poderiam, no entanto, serem explicadas pela evolução incremental e direcional, um processo complexo, mas ainda naturalista (DARWIN, 1859, cap. 6). O que inicialmente é um tecido sensível à luz pode ser transformado em um olho por meio de muitos episódios de seleção que gradualmente melhoram e aumentam a sua sensibilidade.

Mostrar que algo é explicável é muito diferente de explicá-lo (LENNOX, 1991); ainda assim, a teoria deve ter uma capacidade explicativa para realizar qualquer uma dessas tarefas. Após Darwin, o aparecimento de novas espécies no registro geológico e a existência de adaptações, cujas aparências parecem ter sido projetadas, não podem ser utilizados como base para evocar causas sobrenaturais como uma questão de último recurso explicativo.

## 1. As duas concepções de seleção natural

A seleção natural é discutida principalmente de duas formas diferentes entre filósofos e biólogos contemporâneos. O primeiro uso, o "focado", visa capturar um único elemento de uma iteração do processo darwinista sob a rubrica da "seleção natural", enquanto o outro, o uso "amplo", visa capturar o ciclo completo sob a mesma rubrica. Esses são usos alternativos e não rivais do termo, cercados por controvérsias filosóficas distintas. Esta seção distingue esses dois usos e as duas seções seguintes são dedicadas aos debates que cercam cada um deles. As seções 4 e 5 considerarão como a seleção natural se conecta à explicação e causalção.

Na esteira de Darwin, os teóricos desenvolveram abordagens formais e quantitativas para modelar o processo darwinista. O uso "focado" da seleção natural é mais comum na interpretação de um único termo em alguns desses formalismos (e apenas em alguns deles). A seguir, consideraremos duas abordagens formais, as recursões de tipo e a Equação de Price, cujos elementos foram interpretados como quantificações da seleção. Na Equação de Price, a covariação entre o número de descendentes e o fenótipo é interpretada como quantificação da seleção; em recursões de tipo, as variáveis de aptidão (ou, equivalentemente, os coeficientes de seleção) são interpretadas como quantificações da seleção. O que torna essas interpretações focadas é que elas quantificam apenas um único elemento do processo darwinista utilizando a noção de seleção natural; outras facetas do processo darwinista são tratadas de outras maneiras. Assim, em recursões de tipo, por exemplo, variáveis de frequência de tipo quantificam como a população varia, e as variações "espontâneas" são quantificadas por parâmetros de mutação. Do mesmo modo, na Equação de Price, a herança é expressa por um termo diferente do termo que é interpretado como quantificando a seleção natural. O ponto é que cada aparato formal como um todo é entendido como uma forma de capturar o processo darwinista, enquanto apenas um único elemento desse aparato se refere à seleção natural.

As definições de seleção natural de certos filósofos visam claramente capturar esse uso focado do termo. Millstein, por exemplo, caracteriza a seleção como um processo de amostragem discriminado (MILLSTEIN, 2002, p. 35). Otsuka identifica a seleção natural com a influência causal de traços no número de descendentes em modelos gráficos-causais (OTSUKA, 2016, p. 265). Okasha interpreta a covariância do número de descendentes e do fenótipo dos descendentes como quantificando a influência causal da seleção (OKASHA, 2016, p. 28). Claramente esses usos de “seleção natural” se destinam a capturar apenas um elemento do processo darwinista; eles não fazem menção à herança ou replicação. Conforme será discutido abaixo, as controvérsias sobre a noção focada de seleção têm a ver com o fato de se ela pode ser distinguida ou não daquela de deriva (seção 3), e se a seleção, em seu sentido focado, deve ser contada como uma causa (seção 5).

O uso alternativo “amplo” da noção de seleção natural captura o processo darwinista como um todo, ao invés de um único contribuinte para ele. Como o processo darwinista é cíclico, especificar o que é suficiente para um único ciclo seu, uma única instância de, digamos, replicação de genes para pernas longas causada por lobos com pernas longas fazendo capturas difíceis, é suficiente para especificar um processo que pode explicar a adaptação e a especiação. De qualquer forma, isso é tão mais verdadeiro quando a isso se soma o fato que o processo se repete. A noção ampla, capturando um ciclo do processo darwinista, é utilizada por Lewontin e autores posteriores que trabalham na mesma linha, que propõem condições para a evolução por seleção natural: estas incluem variação, herança e reprodução. Embora caiam no escopo da “seleção natural”, utilizada no sentido amplo por Lewontin, esses elementos do processo darwinista são tratados como distintos da seleção natural quando essa noção é utilizada em seu sentido focado.

## **2. A evolução e as condições para a seleção natural**

Os filósofos e biólogos têm se preocupado em estabelecer as condições para a evolução por seleção natural, muitos porque consideram que existe uma única teoria, a teoria da evolução, que governa o processo darwinista. De muitas formas, a tentativa de estabelecer as condições para a seleção natural é um empreendimento filosófico típico. Sabemos, por exemplo, que evidências confirmatórias podem ser utilizadas para aumentar nossa confiança no que ela confirma e este reconhecimento gera um debate sobre o que exatamente deve contar como

confirmação (*vide* verbete sobre confirmação). Da mesma maneira, a teoria de Darwin mostra como alguns fenômenos naturais podem ser explicados (incluindo, ao menos, adaptações e especiação) e, portanto, é uma preocupação filosófica semelhante afirmar exatamente quando o emprego da teoria é legítimo. Tal asserção resultaria, então, em um veredito sobre o que, além dos fenômenos contemplados por Darwin, é igualmente explicável utilizando a sua teoria. Tal veredito poderia ser utilizado para arbitrar se a propagação de variantes culturais, os “memes”, é genuinamente explicável utilizando tal teoria, como Dawkins (1982) sugeriu. O sistema imunológico dos mamíferos pode igualmente envolver dinâmicas que são explicáveis como processos de seleção (*vide* seção 4.1 do verbete sobre replicação e reprodução). Zurek (2009) chegou a defender o uso da teoria para explicar fenômenos da mecânica quântica.

Aqui temos os três princípios que formam o “esqueleto lógico” do “argumento de Darwin”, de acordo com Lewontin (1970, p. 1):

- 1 Diferentes indivíduos em uma população possuem diferentes morfologias, fisiologias e comportamentos (variação fenotípica).
- 2 Diferentes fenótipos apresentam diferentes taxas de sobrevivência e reprodução em diferentes ambientes (diferencial de aptidão).
- 3 Existe uma correlação entre pais e descendentes na contribuição de cada um para as futuras gerações (a aptidão é hereditária).

Os princípios de Lewontin invocam, implícita ou explicitamente, uma série de processos causais, incluindo desenvolvimento, reprodução, sobrevivência e herança. Apesar de ser controverso se a proposta de Lewontin é bem-sucedida ou não, seus três princípios claramente visam capturar pelo menos o que seria suficiente para um ciclo de mudança evolucionária por seleção natural, algo que, se repetido, poderia ser utilizado para explicar a adaptação e a especiação.

A declaração de Lewontin, em 1970, sobre os requerimentos para a seleção deve ser contrastada com uma declaração semelhante em um trabalho posterior, no qual o autor reitera que “a teoria da evolução por seleção natural” se assenta em três princípios:

Diferentes indivíduos de uma mesma espécie diferem um do outro em fisiologia, morfologia e comportamento (o princípio da variação); a variação é de alguma forma hereditária, de modo que, em média, os descendentes se parecem mais com os seus pais mais do que com outros indivíduos (o princípio da hereditariedade); diferentes variantes deixam diferentes números de descendentes imediatamente ou em gerações remotas (o princípio da seleção natural). (LEWONTIN, 1978, p. 220)

Esta última declaração é em muitos aspectos parecida com a anterior, porém existem algumas diferenças cruciais em suas formulações. De acordo com o artigo posterior, os diferentes indivíduos devem ser de uma mesma espécie, e são as variações fenotípicas, e não a aptidão, que devem ser herdadas. Muitos autores ecoaram os influentes princípios de Lewontin. Para uma revisão completa, confira Godfrey-Smith (2007). Para uma abordagem marcadamente diferente para formalizar a teoria, consulte Tennant (2014).

As condições de Lewontin foram criticadas de várias formas. Por um lado, elas não fazem menção às populações nas quais ocorre a seleção e, embora o segundo conjunto de condições se refira às espécies, todos os membros de uma mesma espécie podem não formar uma única população para os fins de aplicação da teoria da seleção. As populações devem ser adequadamente circunscritas para que alguns dos vocabulários-chaves da teoria evolutiva (seleção focada, deriva) sejam empregados de forma não arbitrária (MILLSTEIN, 2009). As formulações de Lewontin também não fazem menção à luta pela existência, uma noção crucial para Darwin (*vide* LENNOX; WILSON, 1994). Os princípios também foram sujeitos a contraexemplos. Por um lado, alguns autores apresentaram casos de populações em evolução que não atendem às condições de Lewontin. Earnshaw-White (2012) apresentou uma população na qual os descendentes não herdavam os traços de seus pais, mas cujos membros apresentaram um diferencial em termos de sobrevivência, o que possibilitou que a população evoluísse para um estado de equilíbrio estável. Da mesma forma, a hereditariedade diferencial pode acarretar mudanças evolutivas sem aptidão diferencial (EARNSHAW-WHITE, 2012; BOURRAT, 2015). Apesar de não satisfazer as condições de Lewontin, as populações irão

evoluir com variantes que diferem não no número médio de descendentes, mas somente no tempo de geração, de modo que uma variante se reproduz duas vezes mais rápido que a outra (GODFREY-SMITH, 2007, p. 495). Por outro lado, outros autores apresentaram casos de sistemas que não evoluíram apesar de satisfazerem as condições de Lewontin. Um sistema apresentando seleção estabilizadora, de tal forma que tende a evoluir em direção a um estado de equilíbrio onde múltiplas variantes permanecem dentro da população, pode satisfazer qualquer um dos conjuntos das condições de Lewontin apesar de não evoluir (GODFREY-SMITH, 2007, p. 504). Contraexemplos desses tipos dependem da suposição de podermos dizer se um sistema está passando por um processo de seleção sem a aplicação de qualquer conjunto de critérios para fazê-lo. Para uma discussão sobre como uma abordagem ao estilo de Lewontin, quanto a se um sistema passa por seleção, é uma petição de princípio).

Okasha destaca o papel importante da intransitividade da covariância para os princípios de Lewontin. Ele salienta que as últimas duas condições de Lewontin exigem essencialmente a covariância entre o número de descendentes e a característica parental (Princípio 2), junto com a covariância entre a característica parental e as características dos descendentes (Princípio 3) (aqui, Okasha está interpretando a “aptidão” nas condições de Lewontin como número de descendentes ao invés de uma variável em um formalismo quantificando seleção em seu sentido focado). Ambas estas duas últimas covariâncias podem ser positivas sem que o sistema apresente uma resposta evolutiva (como ocorreria se alguns dos pais com uma dada característica tivessem muitos descendentes que não se assemelhassem a eles, enquanto outros pais com as mesmas características tivessem descendentes que se assemelhassem especialmente a eles, porém em menor quantidade). Para que um sistema apresente uma resposta evolutiva, Okasha (2006, p. 37) exige que a covariância entre o número de descendentes dos pais e a média das características da prole seja positiva.

A condição alternativa de Okasha pretende substituir alguns dos princípios de Lewontin. Curiosamente, Okasha difere ainda mais de Lewontin ao permitir que sistemas que não evoluem possam satisfazer as suas exigências. De acordo com Okasha (2006, p. 39), um sistema no qual a seleção é exatamente compensada pelo viés de transmissão não evoluirá, mas sofrerá a seleção natural.

## 2.1 Selecionismo de replicadores

Uma abordagem alternativa para a formulação das condições da seleção natural envolve a atenção aos replicadores, dos quais os genes são as instâncias paradigmáticas. Essa abordagem foi motivada pela descoberta das variações genéticas que se espalharam apesar de **não** serem propícias à reprodução dos organismos que as carregam, por exemplo, os genes que exibem impulso meiótico. O selecionismo de replicadores, que torna os genes/replicadores as unidades de seleção, foi desenvolvido em contraste com as abordagens à maneira de Lewontin, que tornam as entidades maiores, como os organismos e até mesmo as espécies, as unidades de seleção (*vide* verbete sobre unidades e níveis de seleção).

Dawkins define os replicadores como tudo aquilo no universo do qual cópias são feitas (DAWKINS, 1982, p. 82). Hull possui uma definição similar: um replicador é uma entidade que transmite a sua estrutura de forma praticamente intacta em sucessivas replicações (HULL, 1988, p. 408). Os replicadores da linha germinal têm o potencial de possuírem um número indefinido de descendentes; eles se contrastam como os replicadores somáticos, isto é, os genes que são encontrados nas células do corpo e que produzem cópias somente como parte da mitose e cujas linhagens de descendentes terminam quando o corpo morre. Os replicadores ativos possuem alguma influência causal em sua probabilidade de serem copiados, em contraste com os inativos, os “neutros”, que não possuem nenhum efeito no desenvolvimento. A seleção natural ocorrerá sempre que encontrarmos replicadores ativos da linha germinal (DAWKINS, 1982, p. 83). Dawkins distingue replicadores de veículos, a sua noção pretendia substituir e generalizar a de organismo. Hull propôs a noção de interator [*interactor*] como um complemento semelhante à noção de replicador. Entretanto nenhuma das noções pretendia determinar as circunstâncias na qual a seleção ocorreria, ou mesmo restringir o escopo de aplicação da teoria evolutiva (para maiores detalhes sobre esta discussão, ver o verbete sobre unidades e níveis de seleção). Isto é evidente, ao menos em Hull, na medida em que os genes podem ser replicadores e interatores (HULL, 1988, p. 409).

A concepção da teoria evolutiva como aquela que se aplica à linhagem germinal ativa dos replicadores recebeu críticas vindas das mais diversas direções. Os genes não precisam ser da linhagem germinal para passar pela seleção, pois como é ao menos debatível, o sistema imunológico apresenta processos seletivos (OKASHA, 2006, p. 11). Copiar não vem ao caso, uma vez que apenas a similaridade através das gerações, ao invés da identidade, é necessária para que haja mudança

evolutiva (GODFREY-SMITH, 2000, 2007). Confira, também, os verbetes sobre unidades e níveis de seleção e replicação e reprodução). Por sua vez, Hull (2001, p. 28-29) parece concordar com esse último ponto, uma vez que ele admite que os organismos podem contar como replicadores, ao menos nos casos em que se reproduzem assexuadamente.

Apesar dos múltiplos ataques ao selecionismo de replicadores, os selecionistas de replicadores não foram, pelo que eu saiba, criticados por serem muito permissivos ao admitir que os sistemas que não evoluem contam como sujeitos à seleção. Porém, os replicadores da linha germinal podem exercer uma influência causal em sua probabilidade de serem copiados sem que, como resultado, se espalhem em uma população natural, como em alguns casos de seleção dependente de frequência de sistemas que já se encontram em equilíbrio. Nos casos de seleção dependente de frequência, os genes variantes causam a sua própria reprodução, mas o alcance da influência na reprodução é uma função de sua frequência. Suponha que cada tipo se espalhe quando for mais raro. Na frequência de 50%, as influências de cada gene na reprodução se cancelam, e o resultado é uma frequência intermediária estável. Para um caso de sistema natural que se comporta deste modo, confira Hori (1993). Como causar a replicação pode não levar à replicação diferencial nesses e em outros casos, os selecionistas de replicadores não consideram efetivamente a evolução como necessária para a seleção, enquanto Lewontin e aqueles que seguem a sua abordagem básica normalmente o fazem.

## **2.2 É a evolução necessária para a seleção natural?**

Uma forma natural de arbitrar a questão de saber se os sistemas submetidos à seleção devem evoluir é atendendo ao objetivo das afirmações dos princípios da seleção natural ou das afirmações dos requisitos para a seleção. Muitos teóricos consideram que o objetivo desses princípios é o estabelecimento do escopo da teoria nas ciências especiais que lidam com seleção e evolução, a teoria evolutiva. Lewontin afirma que a teoria da evolução por seleção natural se assenta em seus três princípios (LEWONTIN, 1978, p. 220). Do mesmo modo, Godfrey-Smith afirma que as afirmações das condições para a evolução por seleção natural apresentam a coerência da teoria evolutiva e capturam alguns de seus princípios centrais (GODFREY-SMITH, 2007, p. 489). Por fim, Maynard-Smith (1991) oferece condições para a seleção natural que incluem a evolução como um componente necessário,

chamando a teoria então delineada de “a teoria de Darwin”. Para esses autores, o (ou pelo menos um) objetivo dos princípios parece ser capturar o domínio de aplicação da teoria que herdamos de Darwin.

Darwin ficaria surpreso ao escutar que a sua teoria da seleção natural foi circunscrita de forma a se aplicar apenas às populações em evolução. Ele mesmo construiu uma explicação de um polimorfismo persistente, heterostilia, utilizando a sua própria teoria. Plantas que apresentam heterostilia desenvolvem duas, ou algumas vezes três, formas diferentes de flores cujos organismos reprodutivos variam de diversas formas, sobretudo no comprimento. Algumas plantas exibem diferentes formas de flores na mesma planta, enquanto algumas são dimórficas e trimórficas, com somente um tipo de flor por planta. Darwin interpretou as variações de flores como sendo propícias ao intercruzamento, que ele pensava ser benéfico, pelo menos para muitos organismos. As populações não devem evoluir direccionalmente de modo que uma única forma de flor se espalhe pela população; em vez disso, as diversas variantes devem ser mantidas, um polimorfismo. Darwin achava que a heterostilia era claramente uma adaptação:

O benefício que as plantas dimórficas heterostilísticas derivam da existência das duas formas é suficientemente óbvio [...] Nada pode ser melhor adaptado para esse fim do que as posições relativas das anteras e estigmas nas duas formas. (DARWIN, 1877, p. 300)

Ainda que a população não esteja evoluindo, mas permanecendo a mesma ao longo do tempo, ela apresenta uma adaptação que consiste nessa persistente falta de mudança, uma adaptação que Darwin considerava ser explicável a partir da sua teoria. Para um caso mais recente e especialmente convincente de uma explicação selecionista de um polimorfismo, ver a explicação selecionista de Bayliss, Field e Moxon de um polimorfismo de fimbrias produzida por genes de contingência (BAYLISS; FIELD; MOXON, 2001).

Darwin acreditava que a sua teoria poderia explicar a falta de evolução, e os darwinistas, na esteira de Darwin, teriam explicado não somente os polimorfismos estáveis, mas também os instáveis, os comportamentos cíclicos, polimorfismos protegidos, e uma variedade de outros comportamentos que diferem da evolução direccional simples. Esses tipos de comportamentos resultam de atribuições específicas

de valores para parâmetros teóricos em muitos dos mesmos modelos que são utilizados para explicar a seleção direcional simples (no qual uma única variante se espalha através de uma população, como no caso dos lobos discutido na introdução). A questão é que os sistemas aparentemente governados pela teoria evolutiva apresentam uma variedade de diferentes tipos de dinâmica, e esta variedade inclui diferentes formas de evolução, incluindo pelo menos a cíclica e a direcional, assim como a falta de evolução, como nos casos de seleção estabilizadora.

Considere em particular como a diferença entre a seleção estabilizadora e a direcional nos modelos determinísticos mais simples de evolução diploide reside no valor de um único parâmetro no modelo de seleção genotípica, a aptidão do heterozigoto:

$$p' = \frac{w_D p^2 + w_H pq}{w_D p^2 + 2 w_H pq + w_R q^2}$$

$$q' = \frac{w_R q^2 + w_H pq}{w_D p^2 + 2 w_H pq + w_R q^2}$$

Onde:

$p'$  é a frequência de um alelo (o alelo A) na próxima geração

$q'$  é a frequência de um alelo alternativo (o alelo a) na próxima geração

$p$  é a frequência dos alelos A nesta geração

$q$  é a frequência dos alelos a nesta geração

$W_D$  é a aptidão dos organismos portadores de 2 alelos A

$W_H$  é a aptidão dos organismos portadores de 1 alelo A e 1 alelo a

$W_R$  é a aptidão dos organismos portadores de 2 alelos a

Nos modelos “determinísticos” simples acima, se definirmos os parâmetros para a aptidão tais que  $W_D > W_H > W_R$ , o alelo A se espalharia por toda população, junto com quaisquer características que ele cause. Suponha que incluamos no âmbito da teoria de Darwin modelos desse tipo, junto com os sistemas que eles (aproximadamente) governam. Se alterarmos o valor de coeficiente de aptidão tal que  $W_D < W_H > W_R$ , o sistema apresentará um tipo diferente de dinâmica. Ele evoluirá para um estado de equilíbrio, onde existem alguns alelos A, assim como alelos a,

na população, e permanecerá lá, resultando em um polimorfismo estável. Se considerarmos a evolução como uma condição para a seleção, emitiremos a curiosa regra de que um sistema governado pelo primeiro tipo de modelo cai no escopo da teoria da evolução, enquanto um sistema governado pelo segundo tipo de modelo apenas o faz até atingir um estado intermediário estável, mas não mais do que isso. Ademais, populações que apresentam polimorfismos estáveis resultantes da superioridade do heterozigoto, ou superdominância, são apenas um caso entre vários tipos de sistemas que apresentam igualmente polimorfismos estáveis.

Considere ainda que é mais realista para a dinâmica dos sistemas ser uma função do tamanho efetivo da população na equação de amostragem binomial, bem como da aptidão. Os modelos acima são determinísticos, enquanto as dinâmicas dos sistemas naturais são até certo ponto aleatórias. Um sistema de equações mais realístico que capturasse a aleatoriedade envolvida na mudança evolutiva preencheria o valor de  $p'$  emitido nas equações acima na equação de amostragem binomial tornando  $p'=j$ :

$$x_{ij} = \frac{(2N)!}{(2N-i)!i!} \left(1 - \frac{j}{2N}\right)^{2N-i} \left(\frac{j}{2N}\right)^i$$

onde  $X_{ij}$  é a probabilidade de alelos  $iA$  na próxima geração, dado os alelos  $jA$  nesta geração, e  $N$  é o tamanho efetivo populacional. Um sistema governado por ambas as equações determinísticas e a equação de amostragem binomial sofreria deriva; o mesmo acontece com todos os sistemas naturais (para maiores detalhes sobre deriva, tamanho efetivo populacional, e aleatoriedade na teoria evolutiva, ver o verbete sobre deriva genética). Um sistema apresentando superioridade do heterozigoto cuja dinâmica é uma função da equação de amostragem binomial não irá simplesmente repousar em sua frequência intermediária, mas irá pairar em torno dela, evoluindo em algumas gerações em direção a ela, mais raramente evoluindo na direção oposta, e em algumas gerações não apresentando nenhuma evolução. Quais desses casos são casos em que o sistema passa por seleção natural no sentido amplo? Isto é, quais destes são casos em que o sistema cai no âmbito da teoria evolutiva? Uma resposta natural seria todos eles. Para responder desse modo, entretanto, não devemos tornar a evolução como necessária para a seleção natural. Se tornarmos a evolução necessária, emitiremos o veredito de que os

sistemas governados pelos sistemas de equações acima às vezes caem dentro do âmbito da teoria evolutiva e outras vezes caem fora dela, de geração em geração, apesar de serem governados o tempo todo por um único sistema de equações, desenvolvidos inegavelmente como uma consequência da teorização inicial de Darwin.

Esta última forma de argumento pode ser estendida. De fato, dado que todo sistema natural sujeito à seleção também é sujeito à deriva, a teoria evolutiva é indiscutivelmente aplicável também a sistemas sujeitos à deriva mesmo na ausência da seleção (no sentido focado). Gradualmente se reduz a importância da seleção focada nos sistemas de equações acima, isto é, gradualmente se reduz a diferença entre  $W_D$ ,  $W_H$  e  $W_R$ . Seria o ponto em que os valores se igualam tão importante que marcaria o ponto na qual os sistemas governados pelas equações deixam de cair no âmbito de uma teoria e, ao invés disso, caem no âmbito de outra? A teoria neutra do polimorfismo genético de Kimura pertence a uma teoria diferente da teoria concorrente quase neutra de Ohta (1973)? Brandom (2006) sustenta que o princípio da deriva é a primeira lei da biologia, escrevendo que a evolução neutra é para a teoria evolutiva o que a inércia é para a mecânica newtoniana: ambas sendo os estados naturais ou padrão dos sistemas aos quais se aplicam. Se Brandom estiver correto, então as condições para aplicação da teoria evolutiva não devem nem mesmo incluir as condições para a seleção no sentido focado, muito menos as condições para a mudança evolutiva.

O objetivo do estabelecimento das condições para a evolução por seleção natural não precisa ser estabelecer as condições de aplicação de uma teoria particular nas ciências especiais. Godfrey-Smith alude ao fato que os princípios podem ser importantes para as discussões de extensões dos princípios evolutivos a novos domínios. As afirmações das condições para a evolução por seleção natural podem ter valor por outras razões. Contudo a teoria evolutiva é, apesar do nome, ao menos indiscutivelmente uma teoria aplicável a mais sistemas do que apenas aqueles que evoluem, como querem os selecionistas de replicador.

### **3. Seleção natural como a interpretação de um componente de um formalismo**

Um dos principais usos da noção de seleção natural é como uma interpretação de uma ou outra grandeza em modelos formais de processos evolutivos; este é o sentido focado apresentado acima. Duas grandezas diferentes são chamadas de seleção em diferentes modelos formais amplamente discutidos pelos filósofos. Por

um lado, os coeficientes de aptidão visam quantificar a seleção em modelos de seleção de recursão de tipo; os  $w_s$  no modelo anteriormente descrito de seleção genotípica são coeficientes de aptidão. Este é o uso padrão nos livros-texto (RICE, 2004; HEDRICK, 2011). A estrutura recursiva destes modelos é importante. Eles podem ser utilizados para inferir como um sistema se comportará no futuro (embora, é claro, apenas se as causas das variáveis no sistema não mudarem seus valores de maneiras dinamicamente relevantes que não são explicitamente modeladas nas equações recursivas). Em suas formas mais simples, as recursões de tipo tornam a dinâmica de sistemas uma função de coeficientes de aptidão ponderando frequências/números de tipo junto ao tamanho efetivo populacional (quantificando a deriva), como no modelo de seleção genotípica discutido acima. As variantes mais complexas de recursões de tipo incluem modelos de seleção dependentes da frequência, para casos em que a aptidão dos membros da população é uma função das variáveis de frequência de tipo; modelos de seleção dependentes de densidade, para casos em que a aptidão é a função do tamanho da população; modelos de seleção espacialmente e temporalmente variáveis, para casos em que a aptidão varia em função de uma variável da variação ambiental que interage com as diferenças de tipo, e muitas outras. Os autores que trabalham com modelos de recursão de tipo desenvolveram interpretações explícitas de seus termos teóricos, incluindo variáveis de aptidão que quantificam a seleção. Assim, por exemplo, Beatty e Millstein defendem a tese segundo a qual os coeficientes de aptidão que representam a seleção em recursões de tipo deveriam ser entendidos como a modelagem de um processo de amostragem discriminada, enquanto a deriva, controlado pelo tamanho efetivo populacional, deveria ser entendida como uma amostragem indiscriminada (BEATTY, 1992; MILLSTEIN, 2002).

Filósofos também sustentaram que termos particulares em modelos de sistemas que caracterizam a formação de grupos (ou coletivos) devem ser entendidos como quantificando a influência da seleção em diferentes níveis. Assim, algumas recursões de tipo de sistemas envolvendo grupos apresentam parâmetros de “aptidão de grupo” ou “aptidão de coletivo”, análogos aos parâmetros de aptidão individual ou de partículas. Kerr e Godfrey-Smith (2002) discutem um desses sistemas de recursões; Jantzen (2019) defende uma parametrização alternativa de seleção de grupos como parte de diferentes sistemas de equações. Confira Krupp (2016) para uma conceitualização gráfica-causal da noção de seleção de grupo. Para saber mais sobre seleção multinível, ver o verbete sobre unidades e níveis de seleção.

O outro modelo formal que atrai um interesse particular dos filósofos é a Equação de Price. Ela representa a extensão da evolução em um sistema com relação a uma dada característica em uma única geração usando funções estatísticas:

$$W\Delta Z = \text{Cov}(w_i, Z_i) + E(w_i \Delta Z_i)$$

Onde:

$Z_i$  denota o valor da característica do  $i^\circ$  membro da população

$\Delta Z$  é a mudança no valor médio da característica na população

$w_i$  denota o número de descendentes produzidos pelo (a aptidão do) membro da população

$W$  é o número médio de descendentes produzidos pelos membros da população

$E$  é expectativa

$\text{Cov}$  é covariância

Na Equação de Price, a seleção é associada à primeira grandeza do lado direito, enquanto a segunda representa o viés de transmissão.

As identidades entre as funções algébricas de funções estatísticas tornam possível a manipulação matemática da Equação de Price, tal que ela possa apresentar uma variedade de grandezas diferentes. Como ocorre com as recursões de tipo, as grandezas em várias transformações da Equação de Price são equiparadas à seleção em diferentes níveis para diferentes sistemas; Okasha, seguindo Price, trata a covariância da aptidão dos coletivos com o fenótipo dos coletivos como seleção no nível coletivo, enquanto a média das covariâncias dentro do coletivo entre a característica da partícula e a aptidão particular é identificada como a seleção no nível das partículas. A persistência das variantes altruístas nas populações naturais foi explicada como o resultado do conflito estabilizador entre seleções nesses diferentes níveis (SOBER; WILSON, 1998). Confira, novamente, o verbete sobre unidades e níveis de seleção. A Equação de Price pode igualmente ser manipulada para fornecer noções distintas de herança; Bourrat distingue as hereditariedades temporais, de persistência e geracional e, assim, defende a noção temporal como apropriada no estabelecimento das condições para a evolução por seleção natural (BOURRAT, 2015).

A distinção entre recursões de tipo e a Equação de Price é importante, porque a seleção é interpretada de maneira diferente em cada uma delas. Os dois formalismos resultarão em diferentes vereditos sobre se, e até que ponto, a seleção focada opera dentro de um único sistema. Se nos fixarmos em um único sistema natural e perguntarmos como a seleção opera dentro dele, obteremos respostas diferentes se associarmos a seleção com as variáveis de aptidão nas recursões de tipo ao invés de  $\text{Cov}(w_i, Z_i)$  na Equação de Price. Para ver isso, considere como as recursões de tipo são estruturadas de modo que as inferências sobre a dinâmica ao longo de várias gerações possam ser feitas por meio delas. Se os coeficientes de aptidão nestes modelos quantificam a seleção e assumem valores fixos (como fazem no modelo de seleção genotípica considerado acima e em muitos outros), então a extensão da seleção permanecerá a mesma ao longo do período governado pelo modelo: as variáveis de aptidão permanecem em valores fixos, de modo que a seleção permanece uma influência imutável. Contudo apenas nos mesmos casos o valor de  $\text{Cov}(w_i, Z_i)$  na Equação de Price mudará ao longo das gerações conforme o sistema evolui: a função de covariância na Equação de Price será mais alta em frequências intermediárias, quando a evolução avança rapidamente, e menor nos limiares, quando a evolução é mais lenta. Considere, por exemplo, a extensão em que a população evolui, de acordo com o modelo de seleção genotípica anteriormente tratado, quando os seguintes valores são inseridos no modelo:

$$p = 0.9, q = 0.1, W_D = 1, W_H = 0.8, W_R = 0.6$$

Nesse caso, a frequência dos alelos *A* muda de 0.9 para 0.92 em uma única geração; existe alguma covariância entre os tipos *A* e a reprodução. Inserindo  $p = 0.5$  e  $q = 0.5$ , a mudança de frequência é maior, os tipos *A* vão de metade da população à frequência de 0.56, e a covariância entre a produção de descendentes e ser do tipo *A* é também correspondentemente maior.

Para ver de forma ainda mais clara como o que é chamado de seleção na Equação de Price difere do que é chamado de seleção nas recursões de tipo, considere um sistema que apresente superioridade do heterozigoto como um dos anteriores, onde  $W_D = W_R < W_H$ . Lembre-se de que um sistema desse tipo evoluirá para um equilíbrio estável (desde que a deriva seja idealizada). Usando as equações recursivas acima, o leitor poderá inserir valores que atendam à restrição que os heterozigotos possuem a maior aptidão, estabelecer  $p' = p$  e calcular o valor do equilíbrio estável para  $p$ , a frequência dos alelos *A*. Se entendermos a seleção como

quantificada pelos coeficientes de aptidão neste tipo de configuração, então o tempo todo a seleção operará de forma constante, já que os coeficientes de aptidão permanecem fixos. Em particular, a operação da seleção é a mesma quando o sistema está evoluindo para seu equilíbrio estável, assim como quando permanece nesse equilíbrio estável. Por outro lado, o termo de covariância no modelo da Equação de Price do sistema diminuirá em valor até chegar a zero conforme o sistema evoluir para o seu estado de equilíbrio. Quando a seleção for identificada com a covariância entre o tipo e a reprodução, a frequência dos diferentes tipos será importante para o alcance da seleção. Quando a seleção for identificada com as variáveis de aptidão nas recursões de tipo, a frequência dos diferentes tipos não terá influência no alcance da seleção no sistema. Assim, as diferentes interpretações da seleção, que correspondem a diferentes quantidades em diferentes modelos formais, são, na verdade, incompatíveis. Devemos esperar, então, que ao menos uma dessas interpretações da seleção fracasse, uma vez que a seleção focada não pode ser duas coisas diferentes ao mesmo tempo, pelo menos se o que se conta como seleção natural não for arbitrário.

Uma forma de reconciliar essas interpretações concorrentes da seleção é fazer com que o primeiro termo do lado direito na Equação de Price quantifique o **alcance da influência da seleção** em um sistema. Se assumirmos que a seleção focada é responsável por qualquer covariância existente entre o número de descendentes dos pais e o fenótipo, então podemos considerar o primeiro termo do lado direito da Equação de Price como uma medida do alcance de influência da seleção focada, pelo menos em uma dada frequência de tipo (*vide* OKASHA, 2006, p. 26). Essa abordagem coloca a casa em ordem, logicamente falando, permitindo um conceito unívoco de seleção, mas o faz à custa de outros compromissos. Observando apenas um, a Equação de Price não será mais causalmente interpretável, uma vez que suas grandezas não podem mais ser consideradas como representando as causas (mas, em vez disso, medem o alcance de suas influências dadas outras suposições limitantes). Existe uma literatura considerável sobre quais das várias manipulações alternativas da Equação de Price representam a estrutura causal real de diferentes tipos de sistema. Consulte Okasha (2016) e a seção 5, logo abaixo, para obter mais informações sobre este assunto.

Observamos anteriormente que se o que conta como seleção não for arbitrário, então não pode ser o caso que o que é quantificado pelos  $w$ s nas recursões de tipo e a covariância do número de descendentes e do fenótipo ambas contam como seleção. Um debate substancial surgiu sobre a questão de saber se o que

conta como seleção é arbitrário ou não. Em particular, alguns filósofos que se autodenominam "estatísticos" [*statisticalists*] desafiaram o caráter não arbitrário da distinção, alegando que ela é relativa ao modelo (WALSH, LEWENS, & ARIEW, 2002; WALSH, 2004 E 2007; WALSH, ARIEW E MATTHEN, 2017; para saber mais sobre a arbitrariedade da distinção seleção/deriva, ver o verbete sobre deriva genética). Uma questão relacionada, discutida na seção subsequente, diz respeito à interpretação causal da teoria: os defensores do caráter não arbitrário da seleção também costumam considerar a seleção e a deriva não apenas como grandezas não arbitrárias, mas também como causas, enquanto aqueles que alegam que a distinção é arbitrária tipicamente desafiam igualmente a abordagem da seleção e da deriva como causas.

Existe muito pouca discussão de modelos formais nos escritos estatísticos; em vez disso, vários cenários hipotéticos são apresentados e estes não são analisados usando as técnicas da genética populacional formal (MATTHEN; ARIEW, 2002; WALSH; LEWENS; ARIEW, 2002; WALSH, 2007; WALSH; ARIEW; MATTHEN, 2017). Quando os cenários biologicamente realistas são discutidos, os sistemas de equações usados para inferir como tais sistemas se comportam não fazem parte da discussão (para maiores informações sobre genética populacional, ver o verbete sobre genética populacional). Consideraremos a seguir um caso que eles discutem, porque nos fornecerá uma maneira de contrapor como o contraste entre a seleção e a deriva é feito nas recursões de tipo e como ele é feito na Equação de Price. Existe um tipo de arbitrariedade aqui, mas ela emerge apenas da análise de um sistema hipotético usando técnicas de modelagem da genética populacional.

Em um artigo recente, Walsh, Ariew e Matthen apresentaram um caso de seleção temporalmente variável e afirmaram que ela poderia ser tratada como um caso de seleção ou de deriva (2017). O caso é de um sistema de geração discreta com reprodução anual em que cada um dos dois tipos de organismos produz diferentes números de descendentes dependendo se o ano é quente ou frio, com cada tipo de ano sendo igualmente provável: os tipos H produzem 6 descendentes nos anos quentes, enquanto os tipos T produzem 4, e o inverso é válido nos anos frios. Os autores assumem a posição de que o sistema se "parece" tanto com um caso de seleção quanto com um caso de deriva, mas sem considerar nenhum modelo formal do sistema. Em vez disso, somos convidados a pensar que se trata de um caso de seleção porque a aptidão dos diferentes tipos varia de ano para ano; e, também, somos convidados a pensar que se trata de um caso de deriva porque, supostamente, ao longo de grandes períodos os dois tipos possuem aptidão iguais

e devemos, supostamente, prever que não haverá nenhum aumento líquido na frequência para nenhum dos tipos (WALSH; ARIEW; MATTHEN, 2017, p. 12-13).

O cenário é esclarecedor pois envolve um aspecto aleatório que não pode ser quantificado pelo tamanho efetivo populacional em uma recursão de tipo, mas **pode** ser quantificada como tal pelo parâmetro de deriva na Equação de Price. Ao empregar recursões de tipo, devemos tratar casos de seleção temporalmente variável como casos de seleção, porém não estamos sob uma restrição semelhante quando se trata da Equação de Price.

A dinâmica do sistema quente/frio não pode ser inferida a partir de uma recursão de tipo em que os coeficientes de aptidão são estabelecidos de formas iguais e as frequências da próxima geração são determinadas inteiramente pelo termo da "deriva", o tamanho efetivo populacional na equação de amostragem binomial. Quando as aptidões são iguais, a frequência de cada tipo é determinada exclusivamente pela equação de amostragem binomial abordada anteriormente (já que a frequência de pós-seleção, o *input* para a equação de amostragem, é apenas a frequência de pré-seleção). Tal determinação torna a frequência da próxima geração uma distribuição normal em forma de sino, cuja média é a frequência inicial dos tipos no sistema. A distribuição de frequências da próxima geração no sistema quente/frio não se parece com isso. As recursões de tipo para o sistema quente/frio devem ser calculadas usando um modelo de seleção temporalmente variável:

$$p' = \frac{w_w^t p}{w_w^t p + w_c^t q}$$

Onde:

$p$  é a frequência dos tipos quentes

$q$  é a frequência dos tipos frios

$w_w^t$  é a aptidão dos tipos quentes no ano  $t$

$w_c^t$  é a aptidão dos tipos frios no ano  $t$

O que é inserido na equação de amostragem binomial,  $p'$ , quando a dinâmica do sistema é calculada usando o modelo de seleção temporalmente variável, nunca é o mesmo que o que é inserido na equação de amostragem binomial quando a dinâmica do sistema é tratada apenas como uma função da deriva. No último caso, o que é inserido na equação é apenas  $p$ . Porém, como sempre a temperatura

favorece um ou outro tipo, a frequência de pós-seleção  $p'$  nunca é igual à frequência de pré-seleção  $p$ . Tratar um sistema do tipo quente/frio sujeito à seleção temporalmente variável como se fosse sujeito à deriva levaria a falsas inferências sobre sua dinâmica. Casos de seleção temporalmente variável do tipo quente/frio devem simplesmente ser modelados usando recursões de tipo nas quais os parâmetros de aptidão são uma função do tempo; a análise pioneira de tais sistemas foi feita por Dempster (1995). O ponto acima generaliza: o que é quantificável como seleção e deriva nas recursões de tipo é definido por como as variáveis de aptidão e o tamanho efetivo populacional funcionam nesses modelos.

Contudo a história é diferente com a Equação de Price, devido à forma como a aleatoriedade é tratada nesse formalismo. Uma versão da Equação de Price em que ambas, tanto a seleção quanto a deriva, são representadas é a seguinte (OKASHA, 2006, p. 36):

$$W\Delta Z = \text{Cov}(w_i^c, Z_i') + \text{Cov}(u_i, Z_i')$$

Onde:

$\Delta Z$  é a mudança no valor médio da característica na população

$W$  é o número médio de descendentes produzidos pelos membros da população

$w_i^c$  é a aptidão esperada do  $i^{\circ}$  membro da população

$Z_i'$  é o valor médio da característica dos descendentes do  $i^{\circ}$  membro da população

$u_i$  é o desvio da expectativa  $i^{\circ}$  da produção de descendentes do membro da população

Aqui, o segundo termo quantifica a mudança devido à deriva (OKASHA, 2006, p. 33). Observe como o parâmetro  $u_i$  quantifica o desvio da expectativa e, portanto, a deriva seria uma função de como a expectativa é determinada. Nada sobre o formalismo da Equação de Price restringe tais determinações. Na população quente/frio, se a evolução de um determinado ano é quantificada pelo primeiro termo do lado direito, e, portanto, constitui a mudança devido à seleção, ou pelo segundo, e assim constitui a mudança devido à deriva, será determinado se o teórico considera o clima como contribuindo para a aptidão esperada. Se, por exemplo, ele ignora como o clima muda a cada ano, ele pode tratar o clima como deriva; mas se pode prever o clima, então não pode mais fazê-lo. O emprego da Equação de

Price é compatível tanto com o tratamento do clima como contribuindo para a aptidão esperada, quanto com o tratamento dele como causador do desvio da expectativa.

O resultado é que um teórico que emprega a Equação de Price pode tratar como deriva (isto é, quantificar como desvio de expectativa) o que um teórico que emprega recursões de tipo deve tratar como seleção (quantificar por variáveis de aptidão). É possível fazer suposições usando a Equação de Price de modo que o termo de deriva quantifique o que é quantificado pelo termo de deriva em recursões de tipo, mas nada sobre a Equação de Price propriamente dita força alguém a fazer isso, e, de fato, os proponentes da Equação de Price, tal como Grafen (2000), apregoam como o termo deriva na Equação de Price pode quantificar todos os tipos de aleatoriedade, incluindo explicitamente a aleatoriedade que não é quantificável como deriva em recursões de tipo.

Conforme observado anteriormente, seleção e deriva são interpretadas de formas logicamente distintas nas recursões de tipo e na Equação de Price. O que é chamado de seleção nas recursões de tipo é algo bem definido: qualquer coisa que deva ser quantificada por variáveis de aptidão. O que é chamado de seleção na Equação de Price é outra coisa, e isso será determinado pela compreensão dos pesquisadores do sistema, em particular como eles geram expectativas sobre a aptidão. Em última análise, o conflito entre as duas abordagens de modelagem no que diz respeito ao que vale como seleção pode ser solucionado de formas distintas. Talvez uma abordagem de modelagem esteja simplesmente errada sobre o que é afinal a seleção. Alternativamente, algo relacionado à seleção é aqui arbitrário. Em particular, se alguma ou outra forma de aleatoriedade deve ser tratada como seleção ou deriva é uma função da escolha de qual abordagem de modelagem usar, em que abordagens distintas fornecem entendimento logicamente distintos de “seleção” e “deriva”. Quando se opta por modelar o sistema utilizando as recursões de tipo, vê-se forçado a modelar a temperatura como seleção. Em contrapartida, quando se opta por modelar o sistema utilizando a Equação de Price, a escolha é livre: pode-se tratar a mudança de temperatura como relevante para a expectativa de aptidão, e, portanto, tratá-la como seleção ou, em vez disso, tratá-la como produzindo desvio de expectativa, e, assim, tratá-la como deriva. De acordo com essa segunda maneira de resolver o conflito, a escolha entre as duas abordagens de modelagem não é ditada pela natureza, e, assim, é ao menos metafisicamente (se não pragmaticamente) arbitrária.

## **4. A Seleção natural e a capacidade de explicação**

Como observado anteriormente, a teoria evolutiva depende de uma estrutura explicativa. Os filósofos afirmam que a seleção explica uma variedade de coisas de variadas formas.

### **4.1 Escopo explicativo**

Existe um debate de longa data entre os cientistas e filósofos sobre o alcance explicativo da seleção natural, iniciado por Sober e Neander, preocupados com este problema (SOBER, 1984, 1995; NEANDER, 1988, 1995). Em um abordagem expansiva recente, Razeto-Barry e Frick (2011) distinguiram concepções da seleção natural ditas criativas das não criativas. Segundo a concepção não criativa, a seleção natural meramente elimina traços, sem nada fazer em termos de criação; essa seria, antes, o resultado da mutação. Os proponentes da concepção criativa concebem a seleção natural como uma força criativa que produz combinações prováveis de mutações que são necessárias para o desenvolvimento de pelo menos alguns traços. Enquanto Razeto-Barry e Frick admitem que a seleção natural não pode explicar a origem dos traços que surgem por uma única mutação, eles sustentam que ela pode explicar a ocorrência de sequências de mudanças fenotípicas que, de outra forma, seriam extremamente improváveis de ocorrer sem a seleção produzindo a propagação das mudanças antes do final da sequência. Ademais, é questionável se a seleção natural pode explicar por qual motivo um indivíduo qualquer possui determinados traços (WALSH, 1998; PUST, 2004; BIRCH, 2012). Do ponto de vista positivo, a seleção afeta a identidade de organismos individuais, e faz parte da sua identidade ter sido produzido pelos seus pais, logo a seleção natural explicaria por que os indivíduos têm os traços que possuem. Já de uma perspectiva negativa, o alcance explicativo da seleção natural se limitaria às propriedades no nível das populações. Razeto-Barry e Frick consideram ainda a questão de se a seleção natural poderia explicar a existência de indivíduos, argumentando em última instância contra isto.

## 4.2 Desafios para a explicabilidade

A capacidade explicativa da seleção natural foi alvo de críticas de diversas direções. Um desafio importante ao poder explicativo da seleção foi feito por Gould e Lewontin, que contestam a veracidade das descrições selecionistas sobre a origem dos traços que, quando muito, se sustentaria apenas pela sua plausibilidade e capacidade explicativa (GOULD; LEWONTIN, 1979, p. 588). Gould e Lewontin ofereceram diversos contraexemplos de traços para os quais “histórias assim” [*“just so” stories*] são fáceis de construir, mas tomadas como verdadeiras com base em pouca ou nenhuma evidência além da plausibilidade das descrições propostas e de sua consistência com a teoria. Lennox, em particular, sustenta que, quando não tomadas como supostamente verdadeiras, as “histórias assim” podem desempenhar um papel genuíno, embora modesto, na avaliação de teorias científicas como experimentos mentais usados para aferir o potencial explicativo da teoria (*vide* MAYR, 1983; LENNOX, 1991). Consulte, ainda, o verbete sobre adaptacionismo. No debate sobre a teoria de Darwin, experimentos mentais desse tipo foram implementados pelo próprio Darwin e seus críticos de forma legítima e retoricamente producentes (LENNOX, 1991).

Outra objeção (ou conjunto de objeções) à capacidade explicativa da seleção natural assinala para o caráter circular de tais explicações. O problema surge uma vez que já se deve saber o que se pretende explicar, para só então se postular uma explicação (consequentemente fracassada). Este problema emerge, de diferentes formas, nos contextos das exigências de Lewontin, das recursões de tipo e da Equação de Price.

As exigências de Lewontin para a evolução por meio da seleção natural contêm uma ambiguidade. A “aptidão” poderia se referir ao número de descendentes ou às variáveis de aptidão do tipo encontrado na equação de seleção genotípica acima (*ws*). Ao observar que alguns formalismos não apresentam variáveis de aptidão de maneira nenhuma, Godfrey-Smith (2007, p. 496) emprega o termo no segundo sentido, enquanto a abordagem de Okasha das exigências de Lewontin emprega aptidão no primeiro sentido. Suponha que aptidão signifique o número de descendentes e, ademais, que as exigências desempenham o papel de determinar sob que circunstâncias a teoria evolutiva pode ser empregada. Se essas coisas se mantiverem, então surge o problema da circularidade: devemos saber que as variantes no sistema têm diferentes números de descendentes, a fim de aplicar os requisitos de Lewontin e, assim, empregar a teoria que explicaria a mesma produção

de descendentes, apesar de tal produção servir para autorizar o emprego da teoria em primeiro lugar.

Considere a seguir as recursões de tipo. Suponha que devemos saber as taxas reais de reprodução para atribuímos valores de aptidão relativos em recursões de tipo. Se assim o fosse, uma explicação alegada do alcance da mudança evolutiva no sistema que faz um uso crucial de recursões de tipo seria circular. O problema da circularidade não surge para biólogos praticantes que fazem uso das recursões de tipo, já que esses trabalhadores contam com estimativas de aptidão que são inferidas de fatos estatísticos sobre um sistema alvo durante a fase de estimativa para, assim, atribuir valores de variáveis em recursões de tipo que são empregadas no sistema durante a fase de projeção. O que tais biólogos querem explicar, a saber, o comportamento durante a fase de projeção, é diferente do que eles usam para construir a explicação, a saber, o comportamento durante a fase de estimativa (MILLS; BEATTY, 1979; BOUCHARD; ROSENBERG, 2004). O contraste entre as fases de estimativa e projeção foi feita por Glymour (2006).

O fato de os cientistas concordarem amplamente sobre a prática da estimativa estatística mostra que eles compartilham largamente alguns conceitos tácitos de seleção e aptidão, que seriam um avanço para os filósofos definirem. Os filósofos desenvolveram definições de aptidão. Brandon foi o primeiro a defender a interpretação da propensão da aptidão e, desde então, ela tem ganhado muita discussão (BRANDON, 1978; MILLS; BEATTY, 1979; ROSENBERG, 1982; BRANDON; BEATTY, 1984; BRANDON, 1990; SOBER, 2000). Rosenberg e Bourchard desenvolveram recentemente uma definição de aptidão baseada nas relações entre um indivíduo e seu ambiente que contribuem para o sucesso do indivíduo (BOUCHARD; ROSENBERG, 2004). Para saber mais sobre **aptidão**, consulte o verbete homônimo.

Voltando-se finalmente a como o problema da tautologia surge no contexto da Equação de Price, considere como essa equação representa formalmente a extensão da evolução através de algum período em que ocorre reprodução. A atribuição de valores a suas funções estatísticas requer informações que abrangem aquele período, tais como informações sobre o número de descendentes dos pais e o fenótipo dos descendentes. A utilização da Equação de Price não envolve qualquer contraste de período de estimação e projeção. Não pode ser usada como fonte de novas informações sobre algum período que permanece sem ser examinado. A Equação de Price não poderia ser, por exemplo, usada para fazer previsão sobre a dinâmica de algum sistema no futuro da mesma forma que as recursões de tipo podem fazer. Isso ocorre porque “uma aplicação da equação de Price para fins de

predição, pressupõe a própria informação que você deseja prever com ela” (OTSUKA, 2016, p. 466). Por essa razão, Otsuka afirma que a equação não é explicativa (2016, p. 466).

Outra dificuldade enfrentada pelas explicações selecionistas tem a ver com a sua confiabilidade. Glymour argumentou contra a confiabilidade das explicações construídas usando as recursões de tipo: “a genética de populações modela populações em evolução com as variáveis erradas relacionadas por equações erradas empregando os tipos errados de parâmetros” (GLYMOUR, 2006, p. 371). Glymour demonstra que as variáveis de aptidão exógena não podem ser usadas para quantificar as causas ambientais da reprodução que mudam em sua influência durante o período de projeção. A aptidão não pode ser um tipo variável de resumo que se abstrai dos detalhes causais da população natural, ao mesmo tempo que funciona para prever e explicar com segurança a dinâmica dos sistemas aos quais se aplicam as recursões de tipo. Gildenhuys (2011) fornece uma resposta a Glymour, concordando que os seus argumentos são válidos, porém argumentando que há uma variedade de formas de complexificar as recursões de tipo para lidar formalmente com a influência de causas ambientais; Glymour (2013) também forneceu uma resposta.

#### **4.3 A Seleção natural como um mecanismo**

Os filósofos interessados em explicação recentemente voltaram sua atenção aos mecanismos: “os mecanismos são buscados para explicar como um fenômeno ocorre ou como algum processo significativo funciona” (MACHAMER, DARDEN; CRAVER, 2000, p. 2). Uma maneira de garantir o status explicativo para a seleção seria mostrar que ela funciona como um mecanismo. Se a seleção se qualifica como um mecanismo é controverso. Skipper e Millstein se opõem à posição: a seleção natural, não organizada da maneira correta para contar como um mecanismo, apresenta uma falta de continuidade produtiva entre os estágios e, ademais, carece da regularidade de operação necessária (SKIPPER; MILLSTEIN, 2005, p. 335). Barros (2008) argumentou que a seleção natural pode ser caracterizada como um mecanismo de dois níveis que trabalham juntos: um mecanismo no nível da população e um mecanismo no nível do indivíduo. Havstad (2011) respondeu que a abordagem que Barros oferece é muito geral e, deste modo, inclui qualquer processo seletivo, não apenas a seleção natural. Ademais, as partes/entidades e atividades/interações que supostamente constituem o mecanismo da seleção só podem ser especificadas pelos papéis no processo seletivo, enquanto a explicação mecanicista funciona

associando esses papéis a fenômenos específicos (HAVSTAD, 2011, p. 522-523). Matthews (2016) ofereceu um estudo de caso do debate sobre a seleção como um mecanismo, enquanto DeAutels (2016) apresentou uma defesa da visão mecanicista.

## 5. Causação

Godfrey-Smith pontua que algumas características poderiam se encaixar por mero acaso nas condições de Lewontin para a evolução por meio da seleção natural. Os pais com um determinado traço podem ter mais descendentes do que aqueles que não o possuem, apesar da característica não influenciar causalmente o número de descendentes (GODFREY-SMITH, 2007, p. 511). Nesses casos, Lewontin determinaria que existe evolução por seleção natural, desde que a característica seja hereditária, uma vez que os indivíduos com ela possuem uma taxa de sobrevivência e reprodução *de facto* mais alta, mesmo que apenas por acaso. Da mesma forma, um traço pode se espalhar pegando carona e, assim, atender os requisitos de Lewontin para a seleção (ou até mesmo os de Okasha). Um traço “caroneiro” está correlacionado com aquele que causa a reprodução e, como resultado, os indivíduos com o traço apresentam um aumento de reprodução, apesar do traço não causar a própria reprodução. Entretanto para Godfrey-Smith não há seleção natural, pelo menos não no sentido focado, em traços nesses tipos de casos, pois as diferenças nas características não desempenharam nenhum papel causal na produção da variação no número de descendentes (GODFREY-SMITH, 2007, p. 513).

Como observado anteriormente, os teóricos que trabalham com recursões de tipo, que defendem a visão segundo a qual a seleção é uma grandeza distinta da deriva, tipicamente defendem a visão de que isso também é uma causa distinta. Forber e Reisman invocam explicitamente a abordagem intervencionista da causação e argumentam que a seleção natural (e a deriva) se qualifica como causas (REISMAN; FORBER, 2005). Eles o fazem com base em um exame de trabalho experimental no qual a seleção (e a deriva) são manipuladas para produzir mudanças no comportamento no nível da população. Os “causalistas” que trabalham com recursões de tipo devem enfrentar o desafio filosófico natural de afirmar, precisamente, que causa ou causas contam como seleção, isto é, o que exatamente os coeficientes de aptidão quantificam. A interpretação de Beatty e Millstein da seleção como amostragem discriminada é explicitamente causal. Do mesmo modo, a posição de

Otsuka segundo a qual os coeficientes de aptidão devem ser interpretados como coeficientes de caminho linear do fenótipo ao número de descendentes em diagramas causais é, também, claramente causal.

A Equação de Price pode ser empregada em algum sistema sem levar em conta quais relações causais estão dentro dele. Okasha defende que as variantes da equação podem constituir representações causalmente adequadas sob circunstâncias especiais. É importante distinguir esta alegação daquela de que a Equação de Price é causalmente interpretável. Os termos do lado direito da Equação de Price são (funções algébricas de) funções estatísticas, enquanto, em equações causalmente interpretáveis, as causas são variáveis (WOODWARD, 2003, p. 93). Um sistema de equações causalmente interpretáveis é aquele em que se apresentam variáveis causais no lado direito e efeitos no lado esquerdo:  $a = b$  é causalmente interpretável se  $b$  causa  $a$ , mas não o inverso. Okasha não considera nenhuma formulação da Equação de Price causalmente interpretável. No entanto, a noção de adequação causal que ele emprega parece ter sido desenvolvida apenas no contexto da discussão de Okasha sobre a Equação de Price e, deste modo, arrisca ser sobre a causalização apenas no nome.

A abordagem básica de Okasha é avaliar se alguma formulação da Equação de Price, como uma representação causalmente adequada, em relação às funções estatísticas na equação, assumem valores positivos, enquanto os seus argumentos estão causalmente relacionados (2016, p. 447). Em uma versão multinível causalmente adequada da Equação de Price,

$$W\Delta P = Cov(W_k, P_k) + E_k [Cov(w_{jk}, p_{jk})]$$

Onde:

$W$  é a média do número de descendentes

$\Delta P$  é a mudança no valor médio das características

$W_k$  é a média de aptidão dos indivíduos no grupo  $k^\circ$

$P_k$  é o valor médio das características dos indivíduos no  $k^\circ$  grupo

$E_k$  é a média entre os grupos

$w_{jk}$  é o número de descendentes do  $i^\circ$  indivíduo no  $k^\circ$  grupo

$p_{jk}$  é o valor das características do  $i^\circ$  indivíduo no  $k^\circ$  grupo

Okasha propõe um teste para a adequação causal que funciona da seguinte forma: se o primeiro termo assume um valor positivo, então  $W_k$  e  $P_k$  devem estar causalmente relacionados, ou então a equação não é causalmente adequada. Do mesmo modo, uma versão da Equação de Price não é causalmente adequada se as suas funções estatísticas assumem um valor positivo apesar de seus componentes não estarem causalmente relacionados, ou se as suas funções estatísticas assumem valor zero quando os seus componentes estão causalmente relacionados. Se uma versão da Equação de Price é causalmente adequada é, portanto, uma função das relações causais entre as variáveis no sistema. Nessa abordagem, o conceito de adequação causal significa algo diferente do que a interpretabilidade causal significa para as equações que apresentam dependências entre variáveis que representam causas.

## 6. Conclusão

Este verbete inicialmente distinguiu dois usos de “seleção natural”, o focado e o amplo, o focado capturando um único elemento formal do processo capturado pelo sentido amplo. Existem casos intermediários. Brandon ofereceu esta definição da seleção: “a seleção é a reprodução diferencial que se deve à adaptação diferencial a um ambiente seletivo comum.” (BRANDON, 2005, p. 160). Esta definição não tenta capturar a totalidade do processo de Darwin: embora identifique a seleção natural como um determinado tipo de reprodução, não existe menção à herança ou replicação. Repita um processo especificado para se ajustar à definição de Brandon quantas vezes quiser e ainda podemos não ter algo que torne a adaptação ou a especiação explicável. Todavia a definição de seleção de Brandon também não é apropriada como uma interpretação de um termo teórico em qualquer formalismo. Em vez disso, essa definição se conecta com um esforço para desenvolver um *Princípio de Seleção Natural* que desempenhasse um papel seminal em uma versão qualitativa da teoria de Darwin. O Princípio é formulado com um vocabulário de probabilidade junto com a noção de aptidão. O desenvolvimento histórico do Princípio de Seleção Natural, começando com Brandon e a dupla Beatty e Mills (BRANDON, 1978; MILLS; BEATTY, 1979), tem sido guiado pelos debates sobre a interpretação da probabilidade e aptidão abordada em outros lugares (BRANDON, cap. 1, 1990; SOBER, 2000; CAMPBELL; ROBERT, 2005). Confirma, também, o verbete sobre **aptidão**.

A “Seleção Natural” tem sido utilizada para escolher um, ou vários, ou todos os elementos de um único ciclo do processo recursivo que aprendemos com Darwin. Aparentemente, existe uma arbitrariedade em como se decide empregar o termo seleção natural, de modo que qualquer parte do processo recursivo de Darwin pode ser tratado como **a parte da seleção natural**. É difícil dizer que tanto Brandon, ou Okasha, ou Otsuka, ou Millstein estão errados em suas caracterizações da seleção, mesmo que as suas caracterizações sejam superficialmente logicamente incompatíveis. As várias definições selecionam elementos genuínos de processos genuínos, cada um com a sua própria e significativa importância teórica.

### Referência bibliográfica

- BARROS, D. B., 2008, “Natural Selection as a Mechanism”, **Philosophy of Science**, 75(3): 306-322. doi:10.1086/593075.
- BAYLISS, C. D.; Field, D.; MOXON, R., “The Simple Sequence Contingency Loci of *Haemophilus Influenzae* and *Neisseria Meningitidis*”, **Journal of Clinical Investigation**, 107(6): 657-662. doi:10.1172/JC112557.
- BEATTY, J., 1992, “Random Drift”, in Evelyn Fox Keller and Elisabeth A. Lloyd (ed.), **Keywords in Evolutionary Biology**, Cambridge, MA: Harvard University Press, p. 273-281.
- BIRCH, Jonathan, 2012, “The Negative View of Natural Selection”, **Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, 43(2): 569-573. doi:10.1016/j.shpsc.2012.02.002.
- BOUCHARD, F.; ROSENBERG, A., 2004, “Fitness, Probability and the Principles of Natural Selection”, **The British Journal for the Philosophy of Science**, 55(4): 693-712. doi:10.1093/bjps/55.4.693.
- BOURRAT, P., 2015, “How to Read ‘Heritability’ in the Recipe Approach to Natural Selection”, **The British Journal for the Philosophy of Science**, 66(4): 883-903. doi:10.1093/bjps/axu015.
- BRANDON, R. N., 1978, “Adaptation and Evolutionary Theory”, *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 9(3): 181-206. doi:10.1016/0039-3681(78)90005-5.

- BRANDON, R. N., 1990, **Adaptation and Environment**, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- BRANDON, R. N., 2005, "The Difference Between Selection and Drift: A Reply to Millstein", **Biology & Philosophy**, 20(1): 153-170. doi:10.1007/s10539-004-1070-9.
- BRANDON, R. N., 2006, "The Principle of Drift: Biology's First Law", **Journal of Philosophy**, 103(7): 319-335. doi:10.5840/jphil2006103723.
- BRANDON, R. N.; BEATTY, J. 1984, "The Propensity Interpretation of 'Fitness' - No Interpretation is No Substitute", **Philosophy of Science**, 51(2): 342-347.
- CAMPBELL, R.; ROBERT, J. S., 2005, "The Structure of Evolution by Natural Selection", **Biology & Philosophy**, 20(4): 673-696. doi:10.1007/s10539-004-2439-5.
- DARWIN, C., 1859, **On the Origin of Species**, London: John Murray.
- DARWIN, C., 1877, **The Different Forms of Flowers on Plants of the Same Species**, London: John Murray. New York: New York University Press. [Darwin 1877, disponível online]
- DARWIN, C.; WALLACE, A., 1858, "On the Tendency of Species to Form Varieties; and on the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection", **Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London. Zoology**, 3(9): 45-62. doi:10.1111/j.1096-3642.1858.tb02500.x.
- DAWKINS, R., 1982, **The Extended Phenotype: the Gene as the Unit of Selection**, New York: Oxford University Press.
- DEMPSTER, E. R., 1955, "Maintenance of Genetic Heterogeneity", **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology**, 20: 25-32. doi:10.1101/SQB.1955.020.01.005.
- DESAUTELS, L., 2016, "Natural Selection and Mechanistic Regularity", **Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, 57: 13-23. doi:10.1016/j.shpsc.2016.01.004.
- EARNSHAW-WHYTE, E., 2012, "Increasingly Radical Claims about Heredity and Fitness", **Philosophy of Science**, 79(3): 396-412. doi:10.1086/666060.
- GILDENHUYS, P., 2011, "Righteous Modeling: The Competence of Classical Population Genetics", **Biology & Philosophy**, 26(6): 813-835. doi:10.1007/s10539-011-9268-0.

- GLYMOUR, B., 2006, "Wayward Modeling: Population Genetics and Natural Selection", **Philosophy of Science**, 73(4): 369-389. doi:10.1086/516805.
- GLYMOUR, B., 2013, "The Wrong Equations: A Reply to Gildenhuys", **Biology & Philosophy**, 28(4): 675-681. doi:10.1007/s10539-013-9362-6.
- GODFREY-SMITH, P., 2000, "The Replicator in Retrospect", **Biology & Philosophy**, 15(3): 403-423. doi:10.1023/A:1006704301415.
- GODFREY-SMITH, P., 2007, "Conditions for Evolution by Natural Selection", **Journal of Philosophy**, 104(10): 489-516. doi:10.5840/jphil2007104103.
- GOULD, S. J.; LEWONTIN, R. C., 1979, "The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm", **Proceedings of the Royal Society of London**, 205(1161): 581-598. doi:10.1098/rspb.1979.0086.
- GRAFEN, A., 2000, "Developments of the Price Equation and Natural Selection under Uncertainty", **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, 267(1449): 1223-1227. doi:10.1098/rspb.2000.1131.
- HAVSTAD, J. C., 2011, "Problems for Natural Selection as a Mechanism", **Philosophy of Science**, 78(3): 512-523. doi:10.1086/660734.
- HEDRICK, P. W., 2011, **Genetics of Populations**, fourth edition, Sudbury, MA: Jones and Bartlett Publishers.
- HORI, M., 1993, "Frequency-Dependent Natural Selection in the Handedness of Scale-Eating Cichlid Fish", **Science**, 260(5105): 216-219. doi:10.1126/science.260.5105.216.
- HULL, D. L., 1988, **Science as a Process: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science**, Chicago: University of Chicago Press.
- HULL, D. L., 2001, **Science and Selection: Essays on Biological Evolution and the Philosophy of Science**, Cambridge: Cambridge University Press.
- JANTZEN, B. C., 2019, "Kinds of Process and the Levels of Selection", **Synthese**, 196(6): 2407-2433. doi:10.1007/s11229-017-1546-1.
- KERR, B.; GODFREY-SMITH, P., 2002, "Individualist and Multi-Level Perspectives on Selection in Structured Populations", **Biology & Philosophy**, 17(4): 477-517. doi:10.1023/A:1020504900646.
- KRUPP, D. B., 2016, "Causality and the Levels of Selection", **Trends in Ecology & Evolution**, 31(4): 255-257. doi:10.1016/j.tree.2016.01.008.
- LENNOX, J. G., 1991, "Darwinian Thought Experiments: A Function For Just So Stories", in Tamara Horowitz and Gerald J. Massey (ed.), **Thought Experiments in Science and Philosophy**, Savage, MD: Rowman and Littlefield, p. 173-195.

- LENNOX, J. G.; WILSON, B. E., 1994, "Natural Selection and the Struggle for Existence", **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, 25(1): 65-80. doi:10.1016/0039-3681(94)90020-5.
- LEWONTIN, R. C., 1970, "The Units of Selection", **Annual Review of Ecology and Systematics**, 1(1): 1-18. doi:10.1146/annurev.es.01.110170.000245.
- LEWONTIN, R. C., 1978, "Adaptation", *Scientific American*, 239(3): 212-230. doi:10.1038/scientificamerican0978-212.
- MACHAMER, P.; DARDEN, L.; CRAVER, C. F., 2000, "Thinking about Mechanisms", **Philosophy of Science**, 67(1): 1-25. doi:10.1086/392759.
- MATTHEM, M.; ARIEW, A., 2002, "Two Ways of Thinking about Fitness and Natural Selection", **The Journal of Philosophy**, XCIX (2): 55-83. doi:10.2307/3655552.
- MATTHEWS, L. J., 2016, "On Closing the Gap between Philosophical Concepts and Their Usage in Scientific Practice: A Lesson from the Debate about Natural Selection as Mechanism", **Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, 55: 21-28. doi:10.1016/j.shpsc.2015.11.012.
- MAYNARD SMITH, J., 1991, "A Darwinian View of Symbiosis", in Lynn Margulis and René Fester (ed.), **Symbiosis as a Source of Evolutionary Innovation**, Cambridge, MA: MIT Press, p. 26-39.
- MAYR, E., 1983, "How to Carry Out the Adaptationist Program?", **The American Naturalist**, 121(3): 324-334. doi:10.1086/284064.
- MILLS, S. K.; BEATTY, J. H., 1979, "The Propensity Interpretation of Fitness", **Philosophy of Science**, 46(2): 263-286. doi:10.1086/288865.
- MILLSTEIN, R. L., 2002, "Are Random Drift and Natural Selection Conceptually Distinct?", **Biology & Philosophy**, 17(1): 33-53. doi:10.1023/A:1012990800358.
- MILLSTEIN, R. L., 2009, "Populations as Individuals", **Biological Theory**, 4(3): 267-273. doi:10.1162/biot.2009.4.3.267.
- NEANDER, K., 1988, "What Does Natural Selection Explain? Correction to Sober", *Philosophy of Science*, 55(3): 422-426. doi:10.1086/289446.
- NEANDER, K., 1995, "Explaining Complex Adaptations: A Reply to Sober's 'Reply to Neander'", **The British Journal for the Philosophy of Science**, 46(4): 583-587. doi:10.1093/bjps/46.4.583.
- OHTA, T., 1973, "Slightly Deleterious Mutant Substitutions in Evolution", **Nature**, 246(5428): 96-8. doi:10.1038/246096a0.
- OKASHA, S., 2006, **Evolution and the Levels of Selection**, New York: Oxford University Press. doi:10.1093/acprof:oso/9780199267972.001.0001

- OKASHA, S., 2016, "The Relation between Kin and Multilevel Selection: An Approach Using Causal Graphs", **The British Journal for the Philosophy of Science**, 67(2): 435-470. doi:10.1093/bjps/axu047.
- OTSUKA, J., 2016, "Causal Foundations of Evolutionary Genetics", **The British Journal for the Philosophy of Science**, 67(1): 247-269. doi:10.1093/bjps/axu039.
- PUST, J., 2004, "Natural Selection and the Traits of Individual Organisms", **Biology & Philosophy**, 19(5): 765-779. doi:10.1007/s10539-005-0888-0.
- RAZETO-BARRY, P., FRICK, R., "Probabilistic causation and the explanatory role of natural selection", **Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, 42(3): 344-355. doi:10.1016/j.shpsc.2011.03.001.
- REISMAN, K.; FORBER, P., 2005, "Manipulation and the Causes of Evolution", **Philosophy of Science**, 72(5): 1113-1123. doi:10.1086/508120.
- RICE, S. H., 2004, **Evolutionary Theory: Mathematical and Conceptual Foundations**, Sunderland, MA: Sinauer and Associates.
- ROSENBERG, A., 1982, "On the Propensity Definition of Fitness", **Philosophy of Science**, 49(2): 268-273.
- SKIPPER, R. A.; MILLSTEIN, R. L., 2005, "Thinking about Evolutionary Mechanisms: Natural Selection", **Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, 36(2): 327-347. doi:10.1016/j.shpsc.2005.03.006.
- SOBER, E., 1984, **The Nature Of Selection: Evolutionary Theory In Philosophical Focus**, Cambridge, MA: MIT Press.
- SOBER, E., 1995, "Natural Selection and Distributive Explanation: A Reply to Neander", **The British Journal for the Philosophy of Science**, 46(3): 384-397. doi:10.1093/bjps/46.3.384.
- SOBER, E., 2000, **Philosophy of Biology**, Boulder, CO: Westview Press.
- SOBER, E.; WILSON, D. S., 1998, **Unto Others: The Evolution and Psychology of Unselfish Behavior**, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- TENNANT, N., 2014, "The Logical Structure of Evolutionary Explanation and Prediction: Darwinism's Fundamental Schema", **Biology & Philosophy**, 29(5): 611-655. doi:10.1007/s10539-014-9444-0.
- WALSH, D. M., 1998, "The Scope of Selection: Sober and Neander on What Natural Selection Explains", **Australasian Journal of Philosophy**, 76(2): 250-264. doi:10.1080/00048409812348391.
- WALSH, D. M., 2004, "Bookkeeping or

- Metaphysics? The Units of Selection Debate”, **Synthese**, 138(3): 337-361. doi:10.1023/B:SYNT.0000016426.73707.92.
- WALSH, D. M., 2007, “The Pomp of Superfluous Causes: The Interpretation of Evolutionary Theory\*”, **Philosophy of Science**, 74(3): 281-303. doi:10.1086/520777.
- WALSH, Denis M.; ARIEW, A; MATTHEN, M., 2017, “Four Pillars of Statisticalism”, **Philosophy, Theory, and Practice in Biology**, 9(1). doi:10.3998/ptb.6959004.0009.001.
- WALSH, D.; LEWENS, T.; ARIEW, A. 2002, “The Trials of Life: Natural Selection and Random Drift\*”, **Philosophy of Science**, 69(3): 429-446. doi:10.1086/342454.
- WOODWARD, J., 2003, **Making Things Happen: A Theory of Causal Explanation**, New York: Oxford University Press. doi:10.1093/0195155270.001.0001.
- ZUREK, W. H., 2009, “Quantum Darwinism”, **Nature Physics**, 5(3): 181-188. doi:10.1038/nphys1202.

### Outros Recursos da Internet

ROBERT, B. Natural Selection. *In*: ZALTA, E. N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Fall Edition. Stanford, CA: The Metaphysics Research Lab, 2019. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2019/entries/natural-selection/>. [N.T.: este foi o verbete prévio sobre seleção natural da *Stanford Encyclopedia of Philosophy* - confira o histórico da versão.]

### Verbetes Relacionados

adaptacionismo | aptidão | confirmação | deriva genética | genética: populacional | replicação e reprodução | seleção natural: unidades e níveis

## (III) Noções Teleológicas na Biologia\*

Autores: Colin Allen e Jacob Neal  
Tradução: Sérgio Farias de Souza Filho  
Revisão: Gustavo Bravo Carvalho

A aparência manifesta de função e de propósito em sistemas vivos é responsável pela prevalência de explicações aparentemente teleológicas da estrutura e comportamento do organismo na biologia. Embora a atribuição de função e propósito aos sistemas vivos seja uma prática antiga, noções teleológicas são, em larga medida, consideradas inelimináveis nas ciências biológicas modernas – tais como a biologia evolutiva, genética, medicina, etologia e psiquiatria – por desempenharem um importante papel explicativo.

Exemplos históricos e recentes de afirmações teleológicas incluem:

---

\* ALLEN, C.; NEAL, K. *In*: ZALTA, E. N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Spring Edition. Stanford, CA: The Metaphysics Research Lab, 2020. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/teleology-biology/>. Acesso em: 31 dez. 2021.

The following is the translation of the entry on Teleological Notions in Biology by Colin Allen and Jacob Neal, in the Stanford Encyclopedia of Philosophy. The translation follows the version of the entry in the SEP's archives at <https://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/teleology-biology/>. This translated version may differ from the current version of the entry, which may have been updated since the time of this translation. The current version is located at <https://plato.stanford.edu/entries/teleology-biology/>. We'd like to thank the Editors of the Stanford Encyclopedia of Philosophy, mainly Prof. Dr. Edward Zalta, for granting permission to translate and to publish this entry. Finally, we would like to thank to John Templeton Foundation for financially supporting this project.

A principal função do coração é a transmissão e o bombeamento do sangue através das artérias para as extremidades do corpo. (HARVEY, 1928, p. 49)

A hipótese da Detecção de Predador permanece como a candidata mais forte para a função de *stotting*<sup>6</sup> [por parte das gazelas]. (CARO, 1986, p. 663)

A extensão geográfica da malária humana é muito mais ampla do que a extensão do gene da anemia falciforme. O que ocorre é que outros genes antimaláricos assumem o controle da função protetora do gene da anemia falciforme em (...) outras partes quentes. (DIAMOND, 1994, p. 83)

Apesar da quantidade substancial de dados que atualmente possuímos quanto aos dinossauros terópodes, mais informações são necessárias a fim de determinar que as primeiras penas cumpriam uma função adaptativa na exibição visual, em oposição a outras funções adaptativas propostas, como a termorregulação. (DIMOND *et al.*, 2011, p. 62)

A ubiquidade de afirmações como essas levanta a seguinte questão: como noções aparentemente teleológicas na biologia devem ser compreendidas?

A maioria das abordagens pós-darwinistas tentam naturalizar a teleologia na biologia, em oposição aos pontos de vista do século XIX que a fundamentavam na teologia. Todavia, biólogos e filósofos têm, continuamente, questionado a legitimidade de noções teleológicas na biologia. Por exemplo, Ernest Mayr (1988) identificou quatro razões pelas quais noções teleológicas permanecem controversas na biologia, a saber:

1. Elas são vitalistas (postulando alguma espécie de “força vital”);

---

<sup>6</sup> N.T.: Stotting é um comportamento característico de gazelas e outros animais que consiste em dar saltos altos acima da cabeça, mantendo a pata rígida.

2. Elas requerem causalção retroativa (porque explicações direcionadas a um objetivo parecem usar resultados futuros para explicar traços presentes);
3. Elas são incompatíveis com a explicação mecanicista (por causa de 1 e 2);
4. Elas são mentalistas (atribuindo a ação da mente quando não há nenhuma);

Uma quinta insatisfação é que noções teleológicas não são empiricamente testáveis (ALLEN; BEKOFF, 1995). A literatura filosófica atual oferece explicações, tanto darwinistas quanto não darwinistas, da teleologia na biologia que procuram evitar estas preocupações. Neste verbete, esperamos trazer alguma clareza aos debates contemporâneos quanto ao papel de noções teleológicas na biologia, esboçando uma taxonomia das várias explicações de função biológica disponíveis. Confira Allen e Bekoff (1995) para uma taxonomia mais completa que constitui a base desta apresentação. Nosso enfoque será, primordialmente, calcado em explicações naturalistas da função biológica, dado que é nelas que vemos os debates atuais mais produtivos e candentes, por exemplo, Garson (2016) para um extenso estudo. Também examinaremos brevemente a noção de direcionamento a um objetivo [*goal-directedness*] na seção 2.

## 1. Contextualizando o debate

O debate quanto à teleologia biológica tem origens antigas, sendo particularmente proeminente na apresentação do artesão divino, ou **Demiurgo**, feita por Platão, no *Timeu*, e no debate de Aristóteles quanto às causas finais na *Física* (*vide* seção quanto à teleologia, no verbete sobre Aristóteles). Contudo, as compreensões de Platão e Aristóteles quanto à teleologia são distintas, assim como seus argumentos para a teleologia no mundo natural (LENNOX, 1992; ARIEW, 2002; JOHNSON, 2005). Enquanto a teleologia de Platão é antropocêntrica e criacionista, a de Aristóteles é naturalista e funcional. Na visão platônica, o Demiurgo é a fonte de todo movimento, tanto na terra como no céu, e o universo e todos os seres vivos nele contidos são artefatos modelados a partir das Formas (*vide* seções

relevantes nos verbetes sobre Platão e a metafísica de Platão). O objetivo para o qual todas as coisas, incluindo os seres vivos, são direcionadas é o bem externo e eterno das Formas. Em contraste, segundo a visão aristotélica, a teleologia que direciona o comportamento das coisas vivas é imanente. Por exemplo, no desenvolvimento do organismo, o ímpeto para este processo direcionado a um objetivo é um princípio de mudança interno ao organismo e, além disso, o *telos* ou objetivo do desenvolvimento é uma propriedade inerente. Ainda que frequentemente confundidas, as visões de Platão e Aristóteles têm sido influentes nos debates históricos quanto à teleologia biológica e ainda se pode encontrar ideias platônicas e aristotélicas no debate corrente sobre funções biológicas.

Para além do seu papel na fisiologia e na cosmologia antiga, a teleologia tem sido um importante tópico na filosofia e na medicina. O *Da Utilidade das Partes (De usu partium)* de Galeno é um primeiro exemplo de raciocínio teleológico aplicado à fisiologia (ver a seção sobre teleologia no verbete sobre Galeno). Nesse texto, Galeno apresenta uma análise funcional das várias partes dos organismos vivos, na qual a “existência, estrutura e atributos de todas as partes devem ser explicadas por referência às suas funções em promover as atividades de todo o organismo” (SCHIEFSKY, 2007, p. 371). Para Galeno, a explicação teleológica das partes é superior à explicação puramente mecânica-causal, uma vez que a função ou propósito da parte exerce um papel ineliminável na explicação da parte e suas atividades. Esta visão galênica da anatomia, com sua explícita dependência aristotélica de causas finais, dominou em larga medida o pensamento médico até o século XVII. O *Do Movimento do Coração e do Sangue (De motu cordis)* de William Harvey foi visto por muitos de seus contemporâneos (por exemplo, Hobbes e Descartes) como um ponto de inflexão ao se afastar das abordagens galênicas e aristotélicas para a anatomia, com seus apelos às causas finais, além de ir em direção à nova ciência mecanicista e experimental do século XVII (FRENCH, 1994). A tentativa de Harvey de estabelecer empiricamente a estrutura e o movimento do coração, sem nunca sustentar ter identificado a causa final da circulação, assim como seu uso de analogias mecânicas, como a analogia da extensão das artérias com o enchimento de uma luva, fornece algum apoio para essa avaliação. Robert Boyle, contudo, apresentou uma interpretação diferente do trabalho de Harvey. Boyle o viu como receptivo à sua abordagem compatibilista, na qual tentou mostrar que “explicações mecânicas e teleológicas do fenômeno biológico são compatíveis” (LENNOX, 1983, p. 38). Comentaristas recentes também sugeriram que Harvey foi vigorosamente influenciado pelo pensamento teleológico aristotélico,

sendo, assim, uma figura liminar na transição da explicação vitalista para a puramente mecanicista na fisiologia e na medicina (DISTELZWEIG, 2014, 2016; LENNOX, 2017). Contudo, Lennox nota que “Harvey parece estar pressionando a analogia entre a arte e a natureza de maneiras que não são aristotélicas, sendo, assim, mais platônicas em espírito” (LENNOX, 2017, p. 191).

A análise da teleologia, na *Crítica da Faculdade de Julgar*, de 1790, de Immanuel Kant (2000), também exerceu um papel influente na biologia. De acordo com Kant, os humanos inevitavelmente compreendem as coisas vivas como se fossem sistemas teleológicos (ZAMMITO, 2006). Ainda assim, na visão de Kant, a teleologia que vemos no mundo natural é apenas aparente, ela é o produto das nossas limitadas faculdades cognitivas (*vide* seção 3 do verbete sobre a estética de Kant). Além disso, de acordo com Kant, há uma certa característica dos organismos, a de **não serem semelhantes a uma máquina**, o que se evidencia na capacidade deles de crescer e de se reproduzir, e que acarreta um tipo de inexplicabilidade mecânica. Hannah Ginsborg (2004) argumenta que, para Kant, esta impossibilidade de explicar organismos em termos puramente mecanicistas por si só não os distingue de artefatos complexos. Entretanto, ela argumenta que Kant pensou que os aspectos regenerativos e reprodutivos dos organismos nos levam a atribuir um tipo de propósito natural que está ausente dos artefatos, assemelhando-se, assim, à justificação de Aristóteles para a teleologia natural e imanente. A análise kantiana deste tipo se mostra nas pesquisas do início do século XIX, naquilo que viria a ser denominado de química orgânica. Cientistas, naquele tempo, procuravam determinar se sistemas vivos eram nada mais que sistemas químicos complexos, completamente analisáveis em termos de processos físicos e químicos. Os pesquisadores que adotavam uma abordagem kantiana advogavam uma estratégia teleo-mecanicista para dar sentido à natureza dos sistemas vivos de serem direcionados a um objetivo. Essa estratégia buscava tratar os organismos conjuntamente, como meio e como fim, incorporando, assim, elementos de ambas as explicações teleológicas e mecanicistas (LENOIR, 1982).

Nos séculos XVIII e XIX, o status da teleologia na biologia foi contestado como parte do debate vitalista-mecanicista na fisiologia e na medicina (para uma visão geral, *vide* a primeira seção do verbete *Vida*). Enquanto mecanicistas procuravam descrever todas as coisas vivas em termos puramente mecânicos, vitalistas argumentavam que as propriedades físicas, por si, não poderiam explicar a organização das coisas vivas de serem direcionadas a um objetivo. Esses últimos sustentavam que “forças vitais” também eram necessárias para explicar a diferença entre coisas vivas e físicas. Embora tenham caído em descrédito, algumas explicações

vitalistas persistiram ao longo do século XX, como no *élan vital*, do filósofo Henri Bergson (*vide* seção evolução criativa, no verbete sobre Bergson) e no conceito de **enteléquia**, do biólogo e filósofo Hans Driesch (1908).

Grande parte do debate quanto ao papel da teleologia na biologia no século XX, especialmente entre os arquitetos da “síntese moderna”, remonta à teoria da evolução pela seleção natural de Charles Darwin. O biólogo e filósofo Michael Ghiselin, expressando uma interpretação comum quanto ao papel de Darwin neste debate, sustenta, em seu prefácio para o trabalho de Darwin sobre as orquídeas, que a teoria darwinista foi bem-sucedida em “livrar-se da teleologia e substituí-la por uma nova maneira de pensar a adaptação” (DARWIN 1984, XIII, *apud* LENNOX, 1993, p. 409). De acordo com essa posição, a teoria da seleção natural explica “como as espécies modificaram-se a ponto de adquirir aquela perfeição de estrutura e coadaptação” sem nenhum apelo a um criador benevolente (DARWIN, 1859, p. 3). Antes de Darwin, a melhor explicação para a adaptação biológica foi o argumento do designio, apresentado em sua forma mais influente na *Teologia Natural* de William Paley (1802): as coisas vivas têm a estrutura e os comportamentos que possuem por terem sido projetadas [*designed*] para certo propósito por um Criador benevolente (*vide* verbetes sobre teologia natural e religião natural). A teoria de Darwin fornece à biologia os recursos para resistir a esse argumento, oferecendo uma explicação completamente naturalizada para a adaptação. Embora a maioria concorde que, de fato, a teoria de Darwin elimina da biologia evolutiva qualquer apelo ilícito à teleologia externa, platônica, há discordância quanto a se as explicações evolutivas de Darwin são teleológicas ou não (*vide* seção relevante no verbete sobre o darwinismo). Mesmo os contemporâneos de Darwin discordavam quanto a se a teoria da seleção natural eliminou as explicações teleológicas da biologia ou as reviveu (LENNOX, 2010). De todo modo, está claro que Darwin usou a linguagem das “causas finais” para descrever a função das partes biológicas nos seus *Cadernos das Espécies* [*Species Notebooks*] e ao longo de sua vida. Ele também refletiu frequentemente sobre a relação entre seleção natural e teleologia (LENNOX, 1993).

## 2. Teleonaturalismo explicativo

O naturalismo filosófico denota uma vasta gama de atitudes relativas às questões ontológicas. Usamos **teleonaturalismo** para denotar uma vasta gama semelhante de explicações naturalistas da teleologia na biologia, que são unidas

pela rejeição a qualquer dependência para com noções intencionais ou mentais na explicação do uso de termos teleológicos em contextos biológicos. Desse modo, aqueles que rejeitam o teleomentalismo tipicamente buscam condições de verdade para afirmações teleológicas na biologia que são fundamentadas em fatos não mentais quanto aos organismos e seus traços.

Alguns teleonaturalistas analisam a linguagem teleológica como primordialmente descritiva em vez de explicativa, sustentando que a teleologia na biologia é apropriada para sistemas biológicos que mostram padrões de comportamento com propósitos, direcionados a um objetivo (para os quais Pittendrigh (1958) cunhou o termo **teleonômico** [*teleonomic*]). Segundo estas visões, o desafio científico primário é explicar a teleonomia e não usar a teleonomia como *explanans* (*vide* THOMPSON, 1987). Enquanto a cibernética perdeu o seu apelo em fins do século XX, abordagens mais recentes de sistemas vivos que os tratam como auto-organizados ou “autopoieticos” (MATURANA; VARELA, 1980) têm certas afinidades com a atitude descritiva no que diz respeito ao teleonaturalismo, embora a maioria dos proponentes sustente que os conceitos desenvolvidos no interior dessas abordagens sejam explicativos.

Assim, a maioria dos teleonaturalistas preferem as explicações da função biológica que tornam o papel explicativo desta noção um *desideratum*. Explicações naturalistas tipicamente objetivam satisfazer dois *desiderata* adicionais. Elas devem distinguir funções biológicas genuínas da utilidade acidental (como o nariz apoiando os óculos) e elas devem capturar a dimensão normativa da função a fim de preservar a distinção entre funcionamento e mau funcionamento. Embora estes três *desiderata* não sejam universalmente aceitos, nem sejam condições de adequação no sentido estrito, eles têm alcançado um status canônico no interior do debate contemporâneo quanto às funções biológicas.

Nas seções subsequentes, dividimos várias maneiras pelas quais explicações teleonaturalistas da função podem ser distinguidas. A primeira distinção é entre (a) visões que assimilam explicações funcionais na biologia aos padrões de explicação das ciências não biológicas; e (b) visões que tratam a explicação funcional como distintamente biológica.

### 3. Assimilação às explicações não biológicas

Ernest Nagel (1961) e Carl Hempel (1965) oferecem as primeiras tentativas feitas por filósofos da ciência para assimilar diretamente explicações funcionais na

biologia aos padrões mais gerais de explicação. Em particular, ambos consideram explicações funcionais no interior do quadro teórico da abordagem nomológica-dedutiva da explicação científica. Eles reconhecem as atribuições funcionais como sendo semelhantes às explicações da presença de um traço em um organismo. Suas explicações diferem principalmente quanto à afirmação de que um traço  $T$  tem a função  $F$  no organismo  $O$  quando  $T$  é suficiente para produzir  $F$  em  $O$  (versão de Hempel) ou quando  $T$  é necessária para produzir  $F$  em  $O$  (versão de Nagel).

Larry Wright (1973, 1976) também oferece uma abordagem explicativa que tem como alvo a presença do traço, embora critique as explicações precedentes por falharem em capturar o aparente direcionamento a um objetivo dos traços funcionais. Sua, assim chamada, análise “etiológica” sustenta que a função de  $X$  ser  $Z$  significa que (a)  $X$  existe porque faz  $Z$ ; e (b)  $Z$  é uma consequência (ou resultado) da existência de  $X$ . Por conta da amplitude pretendida da análise de Wright, ela tem sido atacada a partir de bases conceituais (BOORSE, 1976), mas o núcleo da explicação etiológica sobrevive nas explicações de função baseadas na seleção natural, debatidas na seção 4.

Cummins (1975) criticou tanto Hempel como Nagel, sob o fundamento de que o alvo apropriado da explicação de atribuições funcionais não é a presença de um traço, mas as capacidades de órgãos e organismos biológicos. Capacidades sofisticadas podem ser analisadas em termos das contribuições que seus componentes fazem para essas capacidades. Por exemplo, o coração de um animal bilatério bombeia sangue, contribuindo, dessa maneira, para a capacidade do organismo de transmitir oxigênio e nutrientes para os seus tecidos. O próprio coração pode ser ulteriormente decomposto em partes (câmaras, válvulas etc.), com cada uma desempenhando diferentes papéis funcionais na contribuição para a capacidade desse órgão de bombear sangue. Entre os filósofos, essa abordagem de análises funcionais é geralmente associada a Cummins (1975), embora os biólogos tenham proposto ideias similares e, por vezes, independentes (HINDE, 1975; LAUDER, 1982). De fato, a abordagem pode ser remontada a um período muito anterior, como sugere a citação de William Harvey na introdução. As ideias de Cummins quanto à análise funcional têm sido incorporadas em debates recentes sobre mecanismos nas ciências biológicas (ver o verbete sobre mecanismos na ciência). Como exemplo, Craver (2007) explicitamente recorre a Cummins (1975) em sua explicação, sendo essa análise importante para mover as descrições teleológicas para um nível mais baixo – o molecular (*vide* CRAVER, 2001, 2013).

De acordo com Cummins, embora sistemas biológicos certamente tenham capacidades que são unicamente biológicas, não há nada especificamente biológico quanto ao padrão de explicação oferecido pela análise funcional. Por exemplo, ela se aplica igualmente bem para as contribuições feitas pelos componentes dos artefatos (LEWENS, 2004) como para as contribuições dos pistões do motor na capacidade de um automóvel de transportar pessoas. Por causa da generalidade do quadro, também é possível fazer uma análise funcional de como alguma parte de um sistema biológico contribui para os resultados geralmente tratados como negativos, como doença ou morte. Alguns comentadores consideram isso como uma virtude dessa abordagem, enquanto outros a consideram como sendo muito afastada da prática biológica padrão. Analogamente, a abordagem da análise funcional falha ao não estar de acordo com o *desideratum* comumente aceito de que uma explicação adequada deve fornecer uma análise do mau funcionamento – um *desideratum* que Cummins explicitamente rejeita (*vide* WOUTERS, 1999; DAVIES, 2001). Um coração com um buraco em seu septo pode não circular sangue num nível suficiente para manter a vida, mas então ele é simplesmente desprovido dessa função.

#### 4. Explicações baseadas na seleção natural

Muitos filósofos da biologia creem que a explicação funcional é unicamente apropriada para a biologia, recorrendo à teoria da descendência com modificação de Darwin para fundamentar a prática de atribuições funcionais. Como Wright, Hempel e Nagel, os teleonaturalistas baseados na seleção natural [*natural-selection teleonaturalists*] consideram o principal alvo da explicação como sendo a presença de vários traços nos organismos.

Aqui distinguimos duas maneiras de usar a seleção natural para fundamentar a teleologia biológica:

Abordagens indiretas tratam a natureza adaptativa, auto-organizada, das células vivas e dos organismos como as bases naturais para as propriedades teleológicas de seus traços, mas dão crédito secundário ao poder da seleção natural de produzir essa complexidade auto-organizacional como encontrada em sistemas vivos.

Abordagens diretas invocam explicitamente a seleção natural quando explicam atribuições funcionais, seja em um sentido etiológico, baseado na história de seleção ou em um sentido disposicional, baseado na aptidão de organismos possuidores dos traços.

#### 4.1 Indireta

A motivação principal para as primeiras explicações indiretas, cibernéticas, da teleologia biológica, era explicar o propósito biológico aparente de organismos biológicos, como a manutenção da temperatura corporal constante em endotérmicos. Essas teorias visavam explicar de maneira naturalista o comportamento direcionado a um objetivo de sistemas biológicos tendo como referência as suas organizações. Em um incipiente e influente artigo, Norbert Wiener e seus pares procuraram explicar o comportamento direcionado a um objetivo de organismos e máquinas biológicas como resultado de suas utilizações de mecanismos de retroalimentação [*feedback*] negativa (ROSENBLUETH *et al.*, 1943). Para desenvolvimento ulterior, confira, também, Braithwaite (1953), Sommerhoff (1950) e Nagel (1953). Eles argumentaram que atribuições de comportamento teleológico ou direcionado a um objetivo, aos animais ou máquinas, significavam nada mais que “propósito controlado por retroalimentação” (ROSENBLUETH *et al.*, 1943, p. 23).

Essa explicação cibernética da teleologia inspirou o biólogo Colin Pittendrigh a introduzir o termo “teleonomia” na literatura (PITTENDRIGH, 1958). Com esse neologismo, Pittendrigh esperava eliminar da biologia quaisquer vestígios de causas finais aristotélicas, enquanto fornecia à biologia um termo aceitável para descrever sistemas adaptados, direcionados a um objetivo. Esse termo foi assumido por biólogos evolutivos como Ernst Mayr (1974) e George Williams (1966), assim como por cientistas dedicados ao estudo do metabolismo e da regulação celular, os quais estavam apenas começando a elucidar as bases estruturais e moleculares para os mecanismos de retroalimentação celular (MONOD; JACOB, 1961; DAVIS, 1961). De acordo com seus proponentes, adotar uma explicação cibernética de comportamento direcionado a um objetivo em sistemas biológicos divide o problema explicativo em dois. Por um lado, a atividade teleológica no mundo biológico poderia ser explicada pela presença de sistemas teleonômicos com mecanismos de retroalimentação

negativa; por outro lado, a própria presença dos sistemas teleonômicos nos organismos vivos poderia ser explicada pela ação da seleção natural (MONOD, 1971).

Embora explicações cibernéticas explícitas da teleologia biológica tenham caído em descrédito, outras abordagens organizacionais da função biológica têm ressurgido recentemente na literatura sobre função. Essas abordagens organizacionais ou sistêmicas [*systems-theoretic*], são baseadas, frequentemente, nas explicações cibernéticas iniciais ou visam estender a noção influente de autopoieses de Maturana e Varela (1980), a qual se refere à característica de auto-organização e automanutenção dos sistemas vivos (ver o verbete sobre cognição corporificada para descrição ulterior). Essas explicações identificam a função de um traço biológico através de uma análise do papel que o traço desempenha no interior de um sistema organizado, ao contribuir tanto para sua própria persistência como para a persistência do sistema como um todo (SCHLOSSER, 1998; MCLAUGHLIN, 2001; MOSSIO *et al.*, 2009; SABORIDO *et al.*, 2011; MORENO; MOSSIO, 2015). Embora difiram nos detalhes, abordagens organizacionais da função biológica, em geral, concordam que a ocorrência de um traço particular  $T$  tem uma função  $F$  quando a execução de  $F$  por  $T$  contribui para a manutenção do complexo organizacional do sistema que, por sua vez, resulta na existência continuada de  $T$ . Por exemplo, de acordo com estas abordagens, o coração tem a função de bombear sangue porque isso contribui para a manutenção de todo o organismo ao causar a circulação do sangue, facilitando a circulação de oxigênio e de nutrientes. Ao mesmo tempo, a circulação também é responsável, em parte, pela persistência do próprio coração, já que o coração também se beneficia diretamente dessa função (ou seja, as células cardíacas recebem o oxigênio e nutrientes necessários para a sua sobrevivência).

Similares às explicações baseadas na seleção natural, as explicações organizacionais podem olhar para a frente ou para trás: a função de um traço pode identificar sua contribuição disposicional à organização complexa do sistema que resulta na sua própria persistência ou reprodução futura (olhando para a frente) (SCHLOSSER, 1998), ou uma atribuição funcional pode identificar a contribuição passada de um traço (etiológica, ou olhando para trás) (MCLAUGHLIN, 2001). O grupo de Alvaro Moreno adota uma terceira posição. Ele sustenta que sua abordagem organizacional da função unifica essas duas perspectivas (MOSSIO *et al.*, 2009; ARTIGA; MARTINEZ, 2016). Contudo, todas essas explicações organizacionais diferem das explicações diretas baseadas na seleção natural, visto que não apelam para a história de seleção do traço. Em vez disso, a função de um traço pode ser inferida a partir do papel, passado ou presente, do traço na manutenção de si no

interior do sistema complexo e organizado, sem sustentar que o traço foi selecionado para este papel. Nesta visão, atribuições funcionais na biologia são explicativas não em virtude da seleção, mas em virtude do papel causal que traços desempenham ao contribuírem para a manutenção da organização de um sistema que, por sua vez, permite aos próprios traços persistirem.

## 4.2 Abordagens diretas baseadas na seleção natural

Explicações da função biológica que se referem à seleção natural tipicamente possuem a seguinte forma: a função de um traço explica causalmente a existência ou a manutenção desse traço em uma dada população por meio da seleção natural. William Wimsatt (1972), Ruth Millikan (1984) e Karen Neander (1991a) tratam a história passada de seleção natural como o processo seletivo que legitima a noção de uma função biológica. Nessas abordagens, há uma disputa quanto ao papel exato da seleção, seja como uma fonte de variação, por vezes referida como o papel **criativo** da seleção natural (*vide* NEANDER, 1988; AYALA, 1970, 1977) ou apenas como um filtro de variações que surgem de maneira independente (SOBER, 1984).

Posições que fundamentam atribuições funcionais na seleção natural têm muito em comum com a explicação etiológica de Wright. Contudo, dado que a fundamentação é específica à biologia, estas posições podem evitar os tipos de contraexemplos para a explicação de Wright introduzidos por críticos como Christopher Boorse, baseados na ideia de que a explicação de Wright visa fornecer uma análise conceitual mais geral. Um desafio relacionado tem origem na afirmação que pensadores pré-darwinistas, como Harvey, corretamente identificaram propriedades funcionais de órgãos biológicos e, portanto, a seleção natural não pode constituir em um requerimento para a análise conceitual apropriada da função. Defensores das explicações diretamente baseadas na seleção natural da função têm respondido a esse desafio de diferentes maneiras. Uma maneira, exemplificada por Millikan (1989), consiste em argumentar que a análise conceitual não tem qualquer papel a desempenhar na articulação do que é essencialmente um termo teórico da biologia evolutiva moderna. Outra maneira, exemplificada por Neander (1991b), consiste em sustentar que a tarefa da análise conceitual é apropriada, porém restrita aos conceitos da comunidade científica relevante.

Paul Davies (2001) e Arno Wouters (2005) argumentam que tanto Millikan como Neander estão equivocadas em tratar o mau funcionamento como um

importante aspecto teórico ou conceitual da prática de atribuição funcional por parte dos biólogos. Wouters declara o desejo de que o estudo da função biológica seja libertado “do jugo da filosofia da mente” (2005, p. 148). Contudo, Ema Sullivan-Bissett (2017) argumenta que, enquanto a tarefa de explicar a prática biológica por parte dos filósofos da biologia é utilmente distinguível dos objetivos mais amplos dos filósofos que visam explicações naturalistas da linguagem e da mente (*vide* verbete sobre teorias teleológicas do conteúdo mental), esses últimos cumprem objetivos legítimos. Ela considera que uma explicação do mau funcionamento é essencial a esse último projeto, ainda que não o seja para o primeiro. Davies (2001) argumenta que as explicações baseadas na seleção natural são incapazes de fornecer uma explicação do mau funcionamento, na medida em que tais explicações individualizam traços funcionalmente, o que implica que um traço supostamente em mau funcionamento não é uma instância do tipo funcionalmente definido. Sullivan-Bissett lida com a objeção de Davis através da incorporação de uma condição estrutural para a individualização dos traços. Para o debate e a crítica suplementar à visão de Davies, confira, também, Garson (2016, p. 48-49).

Retornando aos tipos de traços estudados pelos biólogos, alguns teóricos traçam uma distinção entre a propagação inicial de um novo traço fenotípico em uma população e a mais recente manutenção dos traços nas populações. Considere um traço como as penas, surgindo em uma dada população por quaisquer meios. Inicialmente, esse traço pode ter se propagado por um papel desempenhado nas exibições de acasalamento. Posteriormente, as penas podem ter contribuído para melhorar a termorregulação. Depois disso, o traço pode ter se tornado mais amplamente distribuído porque as penas formam superfícies boas para o controle do voo. Se as funções de exibição ou termorregulação das penas se tornam menos importantes em alguns nichos, o traço pode, não obstante, ser mantido em uma população devido à seleção para sua função de controle de voo. A mudança de perfil funcional pode também estar correlacionada com a diferenciação na forma, tal como entre penas plumáceas e penas de voo.

Alguns biólogos usaram o termo “pré-adaptação” para capturar a ideia de que um traço selecionado para uma função pode revelar-se muito útil para outra coisa. Porém, Gould e Vrba (1982) introduziram o termo **exaptação** para capturar essas transições e evitar o que eles viam como implicações demasiadamente teleológicas da pré-adaptação, assim como para reconhecer que traços não selecionados dos organismos também poderiam ser cooptados para exercer uma função, aumentando a aptidão sem qualquer modificação ulterior pela seleção

natural (LLOYD; GOULD, 2017). Críticos das abordagens etiológicas baseadas na seleção natural argumentam, por vezes, que abordagens que olham para trás são muito vagas com respeito às questões acerca do ponto a partir do qual traços adquirem ou perdem funções e que elas são, conseqüentemente, intestáveis empiricamente (AMUNDSON; LAUDER, 1994). De forma independente, Godfrey-Smith (1994) propôs uma teoria da “história moderna” das funções a fim de lidar com estes problemas. De maneira similar, Griffiths (1993, p. 417) invoca uma noção de “o último período de tempo evolutivamente significativo” para lidar com essas questões, mas muitos críticos permanecem não convencidos (*vide* WOUTERS, 1999; DAVIES, 2001).

Outra questão que confronta as explicações diretas baseadas na seleção natural é a evidente utilidade de atribuir funções a novos traços de organismos desenvolvidos no interior de um único período de vida, tais como a capacidade dos cérebros de adquirirem novos conceitos de tipos de coisas não previamente experienciados na linhagem evolutiva ou a capacidade do sistema imunológico desenvolver anticorpos para novos agentes infecciosos. Previamente, Millikan (1984) sugeriu a noção de **função própria derivada** para capturar esse tipo de exemplo. Mais recentemente, Bouchard (2013) e Garson (2017) desenvolveram explicações mais detalhadas da função derivada, usando, respectivamente, **persistência diferencial** e **retenção diferencial** no interior do tempo de vida de um organismo, a fim de desempenhar o papel que a reprodução diferenciada desempenha nas explicações diretas baseadas na seleção natural.

Alguns biólogos e filósofos da biologia têm sido motivados por problemas com a abordagem etiológica de olhar para trás ou por verem exemplos na biologia que procuram identificar as funções presentes de um traço. A fim de lidar com essas questões, eles propõem uma abordagem disposicional, que olha para a frente e analisa a função em termos daqueles efeitos que o traço está disposto a produzir e tendem a contribuir para a sua manutenção presente ou futura em uma população de organismos. Há várias maneiras de explicar isso detalhadamente, entre as quais estão a explicação da função forte de Hinde (1975), a teoria bioestatística de Boorse (1976, 2002), a teoria da propensão de Bigelow e Pargetter (1987) e a teoria relacional de Walsh (1996). Confira, também, Walsh e Ariew (1996).

## 5. Unificação e pluralismo

Alguns teóricos têm argumentado a favor de uma ideia pluralista, segundo a qual a biologia pode incorporar ao menos duas noções de função: uma para explicar a presença dos traços e a outra para explicar como estes traços contribuem para as capacidades complexas dos organismos (MILLIKAN, 1989; SOBER, 1993; GODFREY-SMITH, 1994). Ron Amundson e George Lauder (AMUNDSON; LAUDER, 1994) argumentam que a paleontologia é uma parte da biologia que não pode fazer uso da explicação etiológica porque o regime de seleção para organismos extintos é em geral inacessível e, portanto, a paleontologia deve depender da análise funcional, ao estilo de Cummins, dos restos fossilizados. Contudo, defensores do pluralismo podem responder que ainda que seja correto dizer que nem todas as partes da biologia podem usar ambas as noções de função, isso é consistente com ambas as explicações de um papel no interior da biologia.

Alguns teóricos têm argumentado que essas duas noções de função, aparentemente distintas, podem ser unificadas ao se considerar o alvo da explicação como sendo a aptidão biológica de todo um organismo (*vide* GRIFFITHS, 1993; KITCHER, 1994). Confirma, também, Tinbergen (1963), de acordo com Peter Godfrey-Smith (1994). Moreno e pares (MOSSIO *et al.*, 2009; MORENO; MOSSIO, 2015) também sustentaram que sua abordagem organizacional unifica transversalmente as abordagens que olham para a frente e as que olham para trás, descrevendo atividades que explicam de maneira atemporal a persistência contínua dos traços. A viabilidade dessa explicação, enquanto distinta das explicações etiológicas, foi desafiada por Marc Artiga e Manolo Martínez (ARTIGA; MARTÍNEZ, 2016). Eles argumentam que a caracterização necessariamente multigeracional do fechamento [*closure*] organizacional precisa acomodar as funções biológicas das heranças dos pais para a prole (sejam transmitidas pelos gametas ou pelo comportamento), o que implica a estrutura etiológica padrão encontrada na explicação de Wright.

A atenção às práticas explicativas correntes dos biólogos contemporâneos é central para esses debates. O foco na prática científica reflete tendências mais amplas no interior da filosofia da ciência, expandindo-se para além das questões gerais e abstratas que concernem à epistemologia das ciências e à metafísica que dominaram o século XX. A própria diversidade da vida é refletida na variedade de tentativas científicas de compreendê-la. Conforme os filósofos da biologia procurem um maior envolvimento com essa variedade, novas perspectivas quanto ao papel e adequação de noções teleológicas e funcionais provavelmente aparecerão.

## Referência bibliográfica

### Antologias

- ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER, G. V. **Nature's Purposes: Analyses of Function and Design in Biology**. Cambridge, MA: The MIT Press, 1998.
- ARIEW, A.; CUMMINS, R.; PERLMAN, M. **Functions: New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology**, Oxford: Oxford University Press, 2002.
- BULLER, D. **Function, Selection, and Design** (SUNY Series in Philosophy and Biology), Albany, NY: State University of New York Press, 1999.
- HUNEMAN, P. **Functions: Selection and Mechanisms**, Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. Doi:10.1007/978-94-007-5304-4.

### Referências

- ALLEN, C.; BEKOFF, M., 1995, "Function, Natural Design, and Animal Behavior: Philosophical and Ethological Considerations", *in Perspectives in Ethology 11: Behavioral Design*, THOMPSON, N. S. (ed.), New York: Plenum Press. Disponível em: <http://colinallen.dnsalias.org/~colallen/Papers/Published/PIE-NatDesign-2up.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.
- AMUNDSON, R.; LAUDER, G. V., 1994, "Function without Purpose: The Uses of Causal Role Function in Evolutionary Biology", **Biology & Philosophy**, 9(4): 443-469. doi:10.1007/BF00850375.
- ARIEW, A., 2002, **Platonic and Aristotelian Roots of Teleological Arguments** *in* ARIEW; CUMMINS; PERLMAN, 2002, p. 7-32.
- ARTIGA, M.; MARTÍNEZ, M., 2016, "The Organizational Account of Function Is an Etiological Account of Function", **Acta Biotheoretica**, 64(2): 105-117. doi:10.1007/s10441-015-9256-x.
- AYALA, F. J., 1970, "Teleological Explanations in Evolutionary Biology", **Philosophy of Science**, 37(1): 1-15. doi:10.1086/288276.
- AYALA, F. J., 1977, "Teleological Explanations", *in Evolution*, Theodosius DOBZHANSKY, T.; Ayala, F. J.; STEBBINS, G. L.; Valentine, J. W. (ed.), San Francisco: W.

- H. Freeman, 497-504.
- BIGELOW, J.; PARGETTER, R., 1987, "Functions", **The Journal of Philosophy**, 84(4): 181-196. doi:10.2307/2027157.
- BOORSE, C., 1976, "Wright on Functions", **The Philosophical Review**, 85(1): 70-86. doi:10.2307/2184255.
- BOORSE, C., 2002, **A Rebuttal on Functions**, in ARIEW; CUMMINS; PERLMAN, 2002, p. 63-112.
- BOUCHARD, F., 2013, **How Ecosystem Evolution Strengthens the Case for Functional Pluralism**, in HUNEMAN, 2013, p. 83-95. doi:10.1007/978-94-007-5304-4\_5.
- BRAITHWAITE, R. B., 1953, **Scientific Explanation: A Study of the Function of Theory, Probability and Law in Science**, Cambridge: Cambridge University Press. Based on the 1946 Turner Lectures.
- CARO, T. M., 1986, "The Functions of Stotting in Thomson's Gazelles: Some Tests of the Predictions", **Animal Behaviour**, 34(3): 663-684. doi:10.1016/S0003-3472(86)80052-5.
- CRAVER, C. F., 2001, "Role Functions, Mechanisms, and Hierarchy", **Philosophy of Science**, 68(1): 53-74. doi:10.1086/392866.
- CRAVER, C. F., 2007, **Explaining the Brain: Mechanisms and the Mosaic Unity of Neuroscience**, New York: Oxford University Press. doi:10.1093/acprof:oso/9780199299317.001.0001.
- CRAVER, C. F., 2013, "Functions and Mechanisms: A Perspectivalist View", *Huneman* 2013: 133-158. doi:10.1007/978-94-007-5304-4\_8.
- CUMMINS, R., 1975, "Functional Analysis", **The Journal of Philosophy**, 72(20): 741-765. doi:10.2307/2024640.
- DARWIN, C. R., 1859, **On the Origin of Species**, London: John Murray.
- DARWIN, C. R., 1862/1877 [1984], **The Various Contrivances by Which Orchids are Fertilised by Insects**, London: John Murray; second edition, 1877. Reprint of the second edition with a new foreword by Michael Ghiselin, Chicago: University of Chicago Press, 1984.
- DAVIES, P. S., 2001, **Norms of Nature: Naturalism and the Nature of Functions**, Cambridge, MA: MIT Press.
- DAVIS, B. D., 1961, "Opening Address: The Teleonomic Significance of Biosynthetic Control Mechanisms", **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology**, 26: 1-10. doi:10.1101/SQB.1961.026.01.005.

- DIAMOND, Jared, 1994, "Race Without Color", **Discover Magazine**, 15(1) 82-86.  
Disponível em: <http://discovermagazine.com/1994/nov/racewithoutcolor444>.  
Acesso em: 20 jan. 2022.
- DIMOND, C. C.; CABIN, R. J.; BROOKS, J. S., 2011, "Feathers, Dinosaurs, and Behavioral Cues: Defining the Visual Display Hypothesis for the Adaptive Function of Feathers in Non-Avian Theropods", **BIOS**, 82(3): 58-63.  
doi:10.1893/011.082.0302.
- DISTELZWEIG, P., 2014, "'Meam de Motu & Usu Cordis, & Circuitu Sanguinis Sententiam': Teleology in William Harvey's *De Motu Cordis*", **Gesnerus**, 71(2): 258-270.
- DISTELZWEIG, P., 2016, "'Mechanics' and Mechanism in William Harvey's Anatomy: Varieties and Limits", in **Early Modern Medicine and Natural Philosophy**, Peter Distelzweig, Benjamin Goldberg, and Evan R. Ragland (ed.), Dordrecht: Springer Netherlands, 14: 117-140. doi:10.1007/978-94-017-7353-9\_6
- DRIESCH, H., 1908, **The Science and Philosophy of the Organism: The Gifford Lectures Delivered before the University of Aberdeen in the Year 1907-1908**, London: A.C. Black.
- FRENCH, R. K., 1994, **William Harvey's Natural Philosophy**, Cambridge: Cambridge University Press.
- GARSON, J., 2016, A Critical Overview of Biological Functions, **SpringerBriefs in Philosophy**, Cham: Springer International Publishing. Doi:10.1007/978-3-319-32020-5.
- GARSON, J., 2017, "A Generalized Selected Effects Theory of Function", *Philosophy of Science*, 84(3): 523-543. doi:10.1086/692146.
- GINSBORG, H., 2004, "Two Kinds of Mechanical Inexplicability in Kant and Aristotle", **Journal of the History of Philosophy**, 42(1): 33-65. doi:10.1353/hph.2004.0005.
- GODFREY-SMITH, P., 1994, "A Modern History Theory of Functions", **Noûs**, 28(3): 344-362. doi:10.2307/2216063.
- GOULD, S. J.; VRBA, E. S., 1982, "Exaptation—a Missing Term in the Science of Form", **Paleobiology**, 8(1): 4-15. doi:10.1017/S0094837300004310.
- GRIFFITHS, P. E., 1993, "Functional Analysis and Proper Functions", **The British Journal for the Philosophy of Science**, 44(3): 409-422. doi:10.1093/bjps/44.3.409.
- HARVEY, W., 1616 [1928]. **Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus** with an English translation and annotations by Chauncey

- D. Leake., Chauncey Depew Leake (trans.), Springfield, Illinois and Baltimore, Maryland: Charles C. Thomas.
- HEMPEL, C. G., 1965, "The Logic of Functional Analysis", in **Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science**, New York: Free Press, 297-330.
- HINDE, R. A., 1975, "The Concept of Function", in G.P. Baerends, C. Beer, and A. Manning (ed.), **Function and Evolution in Behaviour: Essays in Honor of Niko Tinbergen**, Oxford: Clarendon Press, 3-15.
- JOHNSON, M. R., 2005, **Aristotle on Teleology**, New York: Oxford University Press.
- KANT, I., 1790, **Critique of the Power of Judgment** (*Kritik der Urteilskraft*). Translation by Paul Guyer and Eric Matthews, Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- KITCHER, P., 1993, "Function and Design", **Midwest Studies in Philosophy**, 18(1): 379-397. doi:10.1111/j.1475-4975.1993.tb00274.
- LAUDER, G. V., 1982, "Historical Biology and the Problem of Design", **Journal of Theoretical Biology**, 97(1): 57-67. doi:10.1016/0022-5193(82)90276-4.
- LENNOX, J. G., 1983, "Robert Boyle's Defense of Teleological Inference in Experimental Science", **Isis**, 74(1): 38-52. doi:10.1086/353175.
- LENNOX, J. G., 1992, "Teleology", **Keywords in Evolutionary Biology**, Evelyn Fox Keller and Elisabeth Anne Lloyd (ed.), Cambridge, MA: Harvard University Press, 324-333.
- LENNOX, J. G., 1993, "Darwin Was a Teleologist", **Biology & Philosophy**, 8(4): 409-421. doi:10.1007/BF00857687.
- LENNOX, J. G., 2010, "The Darwin/Gray Correspondence 1857-1869: An Intelligent Discussion about Chance and Design", **Perspectives on Science**, 18(4): 456-479. doi:10.1162/POSC\_a\_00018.
- LENNOX, J. G., 2017, "William Harvey: Enigmatic Aristotelian of the Seventeenth Century", in **Teleology in the Ancient World**, Julius Rocca (ed.), Cambridge: Cambridge University Press, 169-200. doi:10.1017/9781139567855.011.
- LENOIR, T., 1982, **The Strategy of Life: Teleology and Mechanics in Nineteenth-Century German Biology**, Chicago: University of Chicago Press.
- LEWENS, T., 2004, **Organisms and Artifacts: Design in Nature and Elsewhere**, Cambridge, MA: MIT Press.
- LLOYD, E. A.; GOULD, S. J., 2017, "Exaptation Revisited: Changes Imposed by Evolutionary Psychologists and Behavioral Biologists", **Biological Theory**, 12(1): 50-65. doi:10.1007/s13752-016-0258-y.

- MATURANA, H. R. VARELA, F. J., 1980, Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living, **Boston Studies in the Philosophy and History of Science**, **42**, Dordrecht: Springer Netherlands. Doi:10.1007/978-94-009-8947-4.
- MAYR, E., 1974, "Teleological and Teleonomic, a New Analysis", in **Methodological and Historical Essays in the Natural and Social Sciences** (Boston Studies in the Philosophy of Science 14), Robert S. Cohen and Marx W. Wartofsky (ed.), Dordrecht: Springer Netherlands, 91-117. doi:10.1007/978-94-010-2128-9\_6.
- MAYR, E., 1988, "The multiple meanings of teleological", in Ernst Mayr (ed.), **Towards a New Philosophy of Biology**, Cambridge, MA: Harvard University Press, 38-66.
- MCLAUGHLIN, P., 2001, **What Functions Explain: Functional Explanation and Self-Reproducing Systems**, Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511498510.
- MILLIKAN, R. G., 1984, **Language, Thought, and Other Biological Categories: New Foundations for Realism**, Cambridge, MA: MIT Press.
- MILLIKAN, R. G., 1989, "In Defense of Proper Functions", **Philosophy of Science**, 56(2): 288–302. doi:10.1086/289488.
- MONOD, J., 1971, *Le Hasard et La Nécessité: Essai Sur La Philosophie Naturelle de La Biologie Moderne*, Paris: Éditions du Seuil. Translated by Austryn Wainhouse as **Chance and Necessity: An Essay on the Natural Philosophy of Modern Biology**, New York: Knopf, 1971.
- MONOD, J.; JACOB, F., 1961, "General Conclusions: Teleonomic Mechanisms in Cellular Metabolism, Growth, and Differentiation", **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology**, 26: 389-401. doi:10.1101/SQB.1961.026.01.048.
- MORENO, A.; MOSSIO, M. 2015, **Biological Autonomy: A Philosophical and Theoretical Enquiry**, (History, Philosophy and Theory of the Life Sciences 12), Dordrecht: Springer Netherlands. Doi:10.1007/978-94-017-9837-2.
- MOSSIO, M.; SABORIDO, C.; MORENO, A., 2009, "An Organizational Account of Biological Functions", **The British Journal for the Philosophy of Science**, 60(4): 813-841. doi:10.1093/bjps/axp036.
- NAGEL, E., 1953, "Teleological Explanation and Teleological Systems", in **Vision and Action: Essays in Honour of Horace M. Kallen on His 70th Birthday**, Sidney Ratner (ed.), New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 537-558.

- NAGEL, E., 1961, "The Structure of Teleological Explanations", in **The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation**, New York: Harcourt, Brace & World, 401-427.
- NEANDER, K., 1988, "What Does Natural Selection Explain? Correction to Sober", **Philosophy of Science**, 55(3): 422-426. doi:10.1086/289446.
- NEANDER, K., 1991a, "Functions as Selected Effects: The Conceptual Analyst's Defense", **Philosophy of Science**, 58(2): 168-184. doi:10.1086/289610.
- NEANDER, K., 1991b, "The Teleological Notion of 'Function'", **Australasian Journal of Philosophy**, 69(4): 454-468. doi:10.1080/00048409112344881.
- PALEY, W., 1802, **Natural Theology or Evidences of the Existence and Attributes of the Deity**, London: R. Faulder.
- PITTENDRIGH, C. S., 1958, "Adaptation, Natural Selection and Behavior", in **Behavior and Evolution**, Anne Roe and George Gaylord Simpson (ed.), New Haven, CT: Yale University Press, 390-419.
- ROSENBLUETH, A.; WIENER, N.; BIGELOW, J., 1943, "Behavior, Purpose and Teleology", **Philosophy of Science**, 10(1): 18-24. doi:10.1086/286788.
- SABORIDO, C.; MOSSIO, M.; MORENO, A., 2011, "Biological Organization and Cross-Generation Functions", **The British Journal for the Philosophy of Science**, 62(3): 583-606. doi:10.1093/bjps/axq034.
- SCHIEFSKY, M., 2007, "Galen's Teleology and Functional Explanation", in **Oxford Studies in Ancient Philosophy**, David Sedley (ed.), Oxford: Oxford University Press, 33: 369-400.
- SCHLOSSER, G., 1998, "Self-Re-Production and Functionality", **Synthese**, 116(3): 303-354. doi:10.1023/A:1005073307193.
- SOBER, E., 1984, **The Nature of Selection: Evolutionary Theory in Philosophical Focus**, Cambridge, MA: MIT Press.
- SOBER, E., 1993, **Philosophy of Biology**, Boulder, CO: Westview Press.
- SOMMERHOFF, G., 1950, **Analytical Biology**, London: Oxford University Press.
- SULLIVAN-BISSETT, E., 2017, "Malfunction Defended", **Synthese**, 194(7): 2501-2522. doi:10.1007/s11229-016-1062-8.
- THOMPSON, N. S., 1987, "The Misappropriation of Teleonomy", in **Perspectives in Ethology**, P. P. G. Bateson and Peter H. Klopfer (ed.), Boston, MA: Springer US, 259-274. doi:10.1007/978-1-4613-1815-6\_10.
- TINBERGEN, N., 2010, "On Aims and Methods of Ethology", **Zeitschrift Für Tierpsychologie**, 20(4): 410-433. doi:10.1111/j.1439-0310.1963.tb01161.

- WALSH, D. M., 1996, "Fitness and Function", **The British Journal for the Philosophy of Science**, 47(4): 553-574. doi:10.1093/bjps/47.4.553.
- WALSH, D. M.; ARIEW, A., 2013, "A Taxonomy of Functions", **Canadian Journal of Philosophy**, 26(4): 493-514. doi:10.1080/00455091.1996.10717464.
- WILLIAMS, George C., 1966, **Adaptation and Natural Selection: A Critique of Some Current Evolutionary Thought**, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- WIMSATT, W. C., 1972, "Teleology and the Logical Structure of Function Statements", **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, 3(1): 1-80. doi:10.1016/0039-3681(72)90014-3.
- WOUTERS, A. G., 1999, **Explanation Without a Cause**, PhD, Utrecht: Zeno Institute of Philosophy.
- WOUTERS, A. G., 2005, "The Function Debate in Philosophy", **Acta Biotheoretica**, 53(2): 123-151. doi:10.1007/s10441-005-5353-6.
- WRIGHT, L., 1973, "Functions", **The Philosophical Review**, 82(2): 139-168. doi:10.2307/2183766.
- WRIGHT, L., 1976, **Teleological Explanations: An Etiological Analysis of Goals and Functions**, Berkeley: University of California Press.
- ZAMMITO, J., 2006, "Teleology Then and Now: The Question of Kant's Relevance for Contemporary Controversies over Function in Biology", **Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, 37(4): 748-770. doi:10.1016/j.shpsc.2006.09.008.

## Verbetes Relacionados

biologia: filosofia da | conteúdo mental: teorias teleológicas do | seleção natural

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a Jim Lennox e Justin Garson pelos comentários valiosos para os esboços anteriores deste verbete.

## (IV) Espécies\*

Autor: Marc Ereshefsky

Tradutor: Victor Sholl

Revisor: Sérgio Farias de Souza Filho

A natureza das espécies<sup>7</sup> é algo controverso na biologia e na filosofia. Biólogos discordam quanto à definição do termo “espécie” e filósofos discordam

---

\*ERESHEFSKY, M. Species. In: ZALTA, E. N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Fall Edition. Stanford, CA: The Metaphysics Research Lab, 2017. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2017/entries/species/>. Acesso em: 31 dez. 2021.

The following is the translation of the entry on Species by Marc Ereshefsky, in the Stanford Encyclopedia of Philosophy. The translation follows the version of the entry in the SEP's archives at <https://plato.stanford.edu/archives/fall2017/entries/species/>. This translated version may differ from the current version of the entry, which may have been updated since the time of this translation. The current version is located at <https://plato.stanford.edu/archives/fall2017/entries/species/>. We'd like to thank the Editors of the Stanford Encyclopedia of Philosophy, mainly Prof. Dr. Edward Zalta, for granting permission to translate and to publish this entry. Finally, we would like to thank to John Templeton Foundation for financially supporting this project.

<sup>7</sup> N.T.: em inglês, o termo *species* é usado tanto para **espécies**, no plural, quanto para **espécie**, no singular. Em geral, o contexto é suficiente para deixar claro a diferença. Algumas escolhas precisam ser feitas, no entanto. A decisão de traduzir o título do verbete no plural segue a tendência de outros verbetes enciclopédicos de estrutura similar (por exemplo, *Ordinary Objects*). Outro ponto que vale mencionar é que ocorrências como “the ontological status of species” ou “an account of species”, embora tratem de espécie enquanto categoria ou noção, foram traduzidas no plural (e.g., “estatuto ontológico das espécies”) por ser mais natural em português; não devem, portanto, ser entendidas como tratando de espécies particulares, tomadas individualmente, mas das espécies como um todo, enquanto classe.

quanto ao estatuto ontológico das espécies. No entanto, um entendimento apropriado sobre espécies é importante por uma série de razões. As espécies são as unidades taxonômicas fundamentais da classificação biológica. Leis ambientais são formuladas em termos de espécies. Até mesmo nossa concepção de natureza humana é afetada por nosso entendimento de espécies. Neste verbete, são discutidos três tópicos sobre espécies. O primeiro é o estatuto ontológico das espécies. O segundo é se os biólogos deveriam ser pluralistas ou monistas sobre espécies. O terceiro é se o termo teórico “espécie” se refere a uma categoria real da natureza.

## 1. Visão geral

O que são espécies biológicas? À primeira vista, essa parece uma questão fácil de responder: *Homo sapiens* é uma espécie, assim como *Canis familiaris*. Muitas espécies podem ser facilmente distinguidas. Quando nos voltamos para a literatura especializada, no entanto, a natureza das espécies torna-se muito menos clara. Biólogos oferecem mais de vinte definições do termo “espécie” (HEY, 2001). Essas definições não são maneiras heterodoxas de entender espécies, mas sim definições eminentes na literatura biológica. Filósofos também discordam sobre a natureza das espécies: aqui, a preocupação é com o estatuto ontológico das espécies. Alguns filósofos acreditam que espécies são tipos naturais; outros defendem que são particulares ou indivíduos.

O conceito de espécie desempenha um papel importante tanto dentro quanto fora da biologia. Na biologia, as espécies são as unidades fundamentais de classificação biológica. Espécies são também unidades da evolução, grupos de organismos que evoluem de uma maneira unificada. Fora da biologia, o conceito de espécie cumpre um papel em debates sobre legislação ambiental e preservação ecológica. Nossa concepção de espécie afeta até mesmo nosso entendimento da natureza humana: a partir de uma perspectiva biológica, humanos são a espécie *Homo sapiens*.

Este verbete discute três tópicos sobre espécies. O primeiro tópico é seu estatuto ontológico: espécies são tipos naturais, indivíduos ou conjuntos? O segundo tópico trata do pluralismo sobre espécies. Monistas argumentam que os biólogos deveriam tentar encontrar a definição correta de “espécie”. Os pluralistas discordam; eles defendem que não há uma única definição correta de “espécie”, mas uma pluralidade de definições igualmente corretas. O terceiro tópico concerne à realidade das espécies: o termo “espécie” se refere a uma categoria real da natureza? Ou,

como alguns filósofos e biólogos defendem, seria o termo “espécie” uma designação teoricamente vazia?

## **2. O Estatuto ontológico das espécies**

### **2.1 A Morte do essencialismo**

Desde Aristóteles, as espécies têm sido exemplos paradigmáticos de tipos naturais com essências. Uma abordagem essencialista das espécies faz sentido em um contexto pré-darwiniano: Deus criou as espécies e uma essência eterna para cada espécie. Após a criação inicial feita por Deus, cada espécie é um grupo estático de organismos e que não evolui. O darwinismo oferece uma visão diferente sobre as espécies: as espécies são o resultado de especiação. Nenhuma característica qualitativa – morfológica, genética ou comportamental – é considerada essencial para o pertencimento a uma espécie. Apesar dessa mudança no pensamento biológico, muitos filósofos ainda acreditam que espécies são tipos naturais com essências. Começemos com uma breve introdução ao essencialismo de tipo, nos voltando depois para as razões biológicas pelas quais espécies não têm essências.

O essencialismo de tipo possui uma série de princípios. Um princípio é o de que todos os membros de uma espécie, e apenas eles, possuem uma essência em comum. Um segundo princípio é o de que a essência de um tipo é responsável pelas características tipicamente associadas aos membros daquele tipo. Por exemplo, a estrutura atômica do ouro é responsável pela disposição do ouro de derreter a certas temperaturas. Terceiro, conhecer a essência de um tipo nos ajuda a explicar e prever aquelas propriedades tipicamente associadas a ele. A aplicação de qualquer um desses princípios às espécies é problemática. No entanto, para vermos o fracasso do essencialismo, precisamos considerar apenas o primeiro princípio.

Os biólogos tiveram dificuldade em encontrar traços biológicos que ocorrem em todos e apenas naqueles membros de uma espécie. Até mesmo pré-darwinianos como Lineu foram incapazes de determinar as essências das espécies (ERESHEFSKY, 2001). A teoria evolucionária explica por quê. Uma série de forças conspira contra a universalidade e peculiaridade de um traço em uma espécie (HULL, 1965). Suponha que um traço com base genética seja encontrado em todos os membros de uma espécie. As forças de mutação, recombinação e deriva aleatória podem causar o

desaparecimento desse traço em futuros membros da espécie. Basta o desaparecimento de um traço em um membro de uma espécie para mostrar que tal traço não é essencial. A universalidade de um traço biológico em uma espécie é frágil.

Ainda assim, suponha que um traço ocorre em todos os membros de uma espécie. Este traço é a essência de uma espécie somente se é peculiar a essa espécie. No entanto, organismos de espécies diferentes frequentemente possuem características em comum. Novamente, forças biológicas agem contra a singularidade de um traço em uma única espécie. Organismos em espécies relacionadas herdam genes e programas de desenvolvimento similares de seus ancestrais em comum. Estas reservas comuns de recursos de desenvolvimento causam uma série de semelhanças nos organismos de diferentes espécies. Outra fonte de traços semelhantes em diferentes espécies é a evolução paralela. Espécies frequentemente vivem em habitats similares com pressões seletivas comparáveis. Essas pressões seletivas causam a proeminência de traços similares em mais de uma espécie. Um exemplo é a evolução paralela de polegares opositores em primatas e pandas.

A existência de várias forças evolutivas não exclui a possibilidade de que um traço ocorra em todos e apenas naqueles membros de uma espécie. Considere, porém, as condições que tal traço deve satisfazer. Um traço essencial de uma espécie deve ocorrer em todos os seus membros durante toda a vida daquela espécie. Além disso, se esse traço precisa ser único àquela espécie, ele não pode ocorrer em nenhuma outra espécie durante toda a existência da vida neste planeta. Os parâmetros temporais que o essencialismo de espécie deve satisfazer são bastante amplos. A ocorrência de um traço biológico em todos e apenas nos membros de uma espécie é uma possibilidade empírica, mas, dada a teoria biológica atual, essa possibilidade é improvável.

Outros argumentos foram reunidos contra o essencialismo de espécie. Hull (1965) alega que espécies possuem fronteiras vagas e que tal vagueza é incompatível com a existência de essências específicas para espécies. De acordo com Hull, definições essencialistas de tipos naturais requerem fronteiras estritas entre os tipos. No entanto, as fronteiras entre espécies são vagas. Com a exceção de alguns poucos casos, a especiação é um processo longo e gradual, de modo que não há uma maneira bem fundamentada para traçar uma fronteira precisa entre uma espécie e outra. Como resultado, espécies não podem admitir definições essencialistas. O argumento de Hull contra o essencialismo de espécie é muito parecido com um dos argumentos de Locke (1690[1975], III, vi) contra o essencialismo de tipo.

Sober (1980) levanta uma objeção diferente ao essencialismo de espécie. Ele elucida como explicações essencialistas foram substituídas por explicações evolutivas. Os essencialistas explicam a variação que ocorre dentro de uma espécie como o resultado de uma interferência no desenvolvimento ontogênico de membros particulares daquela espécie. Os organismos possuem essências específicas de sua espécie, mas interferências comumente previnem a manifestação dessas essências. Geneticistas contemporâneos oferecem uma explicação diferente da variação interna de uma espécie. Eles citam as frequências gênicas [*gene frequencies*] de uma espécie, bem como as forças evolutivas que afetam essas frequências. Nenhuma essência específica de espécie é postulada. A biologia contemporânea pode explicar a variação interna de uma espécie sem postular uma essência para essa espécie. Então, de acordo com Sober, o essencialismo de espécie se tornou teoricamente supérfluo.

Em uma era pré-darwiniana, o essencialismo de espécie fazia sentido. Tal essencialismo, no entanto, está fora de compasso com a teoria evolutiva contemporânea. A teoria evolutiva fornece seus próprios métodos para explicar a variação dentro de uma espécie. Ela nos diz que as fronteiras entre espécies são vagas, bem como que uma série de forças conspira contra a existência de um traço em todos e somente naqueles membros de uma espécie. De uma perspectiva biológica, o essencialismo de espécie não é mais uma posição plausível. No entanto, como veremos na Seção 2.6, alguns filósofos recentemente tentaram ressuscitá-lo.

## 2.2 Espécies como indivíduos

Voltemos à posição dominante sobre o estatuto ontológico das espécies. Ghiselin (1974) e Hull (1978) sugerem que, ao invés de ver espécies como tipos naturais, deveríamos pensar nelas como indivíduos. Hull traça a distinção ontológica dessa maneira (ao invés da frase “tipo natural”, Hull usa o termo “classe”). Classes são grupos de entidades que podem funcionar em leis científicas. Um requisito destas leis é que elas sejam verdadeiras a todo instante e em qualquer lugar no universo. Se “Todo cobre conduz eletricidade” for uma lei, então essa lei é verdadeira aqui e agora, bem como há 100.000 anos em um planeta distante. Cobre é uma classe porque amostras de cobre são espaço-temporalmente irrestritas – cobre pode ocorrer em qualquer lugar do universo. Indivíduos, ao contrário de classes, consistem em partes que são espaço-temporalmente restritas. Pense em um

indivíduo paradigmático: um único organismo mamífero. As partes desse organismo não podem estar espalhadas pelo universo em diferentes instantes se forem partes de um organismo vivo, funcionando. Vários processos biológicos, como digestão e respiração, requerem que aquelas partes estejam causal e espaço-temporalmente conectadas. As partes deste organismo só podem existir em uma região particular do espaço-tempo. Em resumo, indivíduos consistem em partes que são espaço-temporalmente restritas, enquanto classes consistem em membros que são espaço-temporalmente irrestritos.

Dada a distinção classe/indivíduo, Ghiselin e Hull argumentam que espécies são indivíduos, não classes. O argumento deles assume que o termo “espécie” é um termo teórico em teoria evolutiva, de modo que o argumento foca no papel de “espécie” nessa teoria. Eis a versão de Hull do argumento, que pode ser chamado de “argumento da unidade da evolução”. Desde Darwin, as espécies foram consideradas como as unidades da evolução. Quando Hull afirma que espécies são as unidades da evolução, ele não quer simplesmente dizer que as frequências gênicas de uma espécie mudam de uma geração para a próxima. Ele tem em mente uma forma mais significativa de evolução; no caso, a de um traço passar de ser raro a ser proeminente em uma espécie. Uma série de processos podem fazer com que um traço se torne proeminente em uma espécie; Hull destaca a seleção. A seleção faz com que um traço se torne proeminente em uma espécie apenas se esse traço for transmitido de uma geração para a próxima. Se um traço não for hereditário, a frequência daquele traço não aumentará cumulativamente. Relações hereditárias, genéticas ou não, requerem que as gerações de uma espécie estejam causalmente, e, portanto, espaço-temporalmente, conectadas. Então, se espécies evoluem de maneiras não triviais pela seleção natural, elas precisam ser entidades espaço-temporalmente contínuas. Dado que espécies são as unidades da evolução, espécies são indivíduos, não classes. Para respostas recentes ao *Argumento da Unidade da Evolução*, consulte Dupré (2001), Reydon (2003), Crane (2004) e Crawford (2008).

A conclusão de que espécies são indivíduos possui uma série de implicações interessantes. Uma delas é que o relacionamento entre um organismo e sua espécie não é uma relação de membro/classe, mas uma relação de parte/todo. Um organismo pertence a uma espécie particular apenas se estiver causalmente conectado, de modo apropriado, com outros organismos naquela espécie. Os organismos de uma espécie devem ser partes de uma única linhagem evolutiva. Se pertencer a uma espécie depende da inserção de um organismo em uma linhagem, então a semelhança qualitativa pode ser enganosa. Dois organismos podem ser muito similares entre

si morfológicamente, geneticamente e comportamentalmente, mas, a menos que pertençam a uma mesma linhagem espaço-temporalmente contínua, eles não podem pertencer à mesma espécie. Pense em uma analogia: ser parte da minha família imediata depende da minha esposa, meus filhos, e eu termos certas relações biológicas uns com os outros, não de possuímos características semelhantes. Não importa que o melhor amigo do meu filho se pareça muito com ele. Esse amigo não é parte da nossa família. De maneira similar, os organismos pertencem a uma espécie particular porque eles são causalmente conectados de modo apropriado, não porque eles parecem semelhantes (se eles, de fato, assemelham-se).

Outra implicação da tese de espécies como indivíduos diz respeito a nossa concepção da natureza humana (HULL, 1978). Como vimos, espécies são, em primeiro lugar, linhagens genealógicas. Um organismo pertence a uma espécie porque é parte de uma linhagem, não porque possui certa característica qualitativa. Humanos podem ser uma série de coisas. Uma delas é ser a espécie *Homo sapiens*. De uma perspectiva evolutiva, não há uma essência biológica para ser humano. Não há uma característica essencial que todos e apenas os humanos devem possuir para serem parte do *Homo sapiens*. Os humanos não são seres essencialmente racionais, ou animais sociais, ou agentes éticos. Um organismo pode nascer sem nenhuma dessas características e ainda assim ser humano. De uma perspectiva biológica, ser parte da linhagem *Homo sapiens* é tanto necessário como suficiente para ser humano. Para implicações adicionais da tese da individualidade, confira Hull (1978) e Buller (2005).

### 2.3 Espécies como conjuntos

Alguns filósofos pensam que Hull e Ghiselin descartam muito apressadamente a suposição de que espécies são tipos naturais. Kitcher (1984) acredita que espécies são conjuntos de organismos. Pensar em espécies como conjuntos é um posicionamento ontologicamente neutro. Permite que algumas espécies sejam conjuntos espaço-temporalmente restritos de organismos, isto é, indivíduos. Também permite que outras espécies sejam conjuntos espaço-temporalmente irrestritos de organismos.

Por que Kitcher acredita que algumas espécies são indivíduos e outras são conjuntos espaço-temporalmente irrestritos? Seguindo o biólogo Ernst Mayr, Kitcher sugere que há dois tipos fundamentais de explicação em biologia: aquelas que citam causas *próximas* [*proximate causes*] e aquelas que citam *causas últimas*

[*ultimate causes*]. As explicações próximas citam a causa mais imediata de um traço; por exemplo, os genes ou caminhos de desenvolvimento que causaram a ocorrência de um traço em um organismo. As explicações últimas citam a causa evolutiva de um traço em uma espécie; por exemplo, as forças seletivas que causaram a evolução de polegares em pandas e seus ancestrais.

Para cada tipo de explicação, Kitcher acredita que haja definições correspondentes do termo “espécie” (o que biólogos chamam de “conceitos de espécie”). Explicações próximas citam conceitos de espécie baseados em semelhanças estruturais, como semelhanças genéticas, cromossômicas, e de desenvolvimento. Esses conceitos de espécie assumem que espécies são conjuntos de organismos espaço-temporalmente irrestritos. Explicações últimas citam conceitos de espécie que atribuem papéis evolutivos às espécies. Esses conceitos de espécie assumem que espécies são linhagens e, portanto, indivíduos.

Kitcher acerta quando diz que biólogos tentam explicar os traços dos organismos de duas maneiras: às vezes, eles citam a causa última, ou evolutiva, de um traço; outras vezes, citam uma característica estrutural de um organismo com aquele traço. Um problema com a abordagem de Kitcher é sua caracterização da prática biológica. Desde Darwin, os biólogos têm considerado as espécies como as unidades da evolução. Uma olhada rápida em um manual de biologia revelará que a abordagem evolutiva direcionada às espécies é a preocupação corrente em biologia. Os grupos que correspondem aos conceitos estruturais de Kitcher não são considerados espécies pelos taxonomistas. Grupos de organismos que possuem semelhanças genéticas, ecológicas, de desenvolvimento e de comportamento são tipos naturais em biologia, mas não são considerados espécies. Considere tais grupos de organismos como machos, fêmeas, nidificantes em árvores e organismos diploides. Esses grupos de organismos atravessam as espécies. Por exemplo, alguns, mas não todos os humanos são machos e muitos organismos em outras espécies também são. Macho é um tipo em biologia, mas não é uma espécie. A motivação de Kitcher para afirmar que espécies são conjuntos é permitir que grupos espaço-temporalmente irrestritos de organismos formem espécies. Essa motivação, no entanto, não é fundamentada na teoria ou prática biológica.

## 2.4 Espécies como tipos de agrupamentos homeostáticos de propriedades

Uma outra resposta à tese de espécies como indivíduos é oferecida por proponentes de uma abordagem alternativa dos tipos naturais. De acordo com Boyd (1999a, 1999b), Griffiths (1999), Wilson (1999), Millikan (1999), e Wilson *et al.* (2007), espécies são tipos naturais em uma concepção apropriada de tipos naturais. Esses autores adotam a teoria de Boyd do Aglomerado Homeostático de Propriedades (AHP) [*Homeostatic Property Cluster (HPC)*] para tipos naturais. A teoria AHP assume que tipos naturais são grupos de entidades que compartilham semelhanças estáveis. Esta teoria não requer que espécies sejam definidas por propriedades essenciais tradicionais. Os membros de *Canis familiaris*, por exemplo, tendem a compartilhar uma série de propriedades (possuir quatro patas, dois olhos, etc.), mas, dadas as forças evolutivas, nenhuma propriedade biológica é essencial para o pertencimento a essa espécie. Para a teoria AHP, as semelhanças entre os membros de um tipo devem ser estáveis o suficiente para permitir previsões melhores do que o acaso sobre várias propriedades de um tipo. Dado que sabemos que Sparky é um cão, nós podemos prever com probabilidade maior do que o acaso que Sparky terá quatro patas.

Tipos de AHP são mais do que grupos de entidades que compartilham aglomerados estáveis de semelhanças. Tipos de AHP também contêm “mecanismos causais homeostáticos” que são responsáveis pelas similaridades encontradas entre os membros de um tipo. Os membros de uma espécie biológica cruzam, compartilham programas de desenvolvimento, e são expostos a regimes de seleção comuns. Esses “mecanismos homeostáticos” fazem com que membros de uma espécie tenham características semelhantes. Cães, por exemplo, tendem a possuir quatro patas e dois olhos porque compartilham material genético e são expostos a pressões ambientais comuns. Um tipo de AHP consiste em entidades que compartilham semelhanças induzidas pelos mecanismos homeostáticos daquele tipo. De acordo com Boyd, espécies são tipos de AHP e, portanto, tipos naturais porque “espécies são definidas [...] por [...] propriedades compartilhadas e pelos mecanismos (incluindo tanto mecanismos “externos” como transmissão genética) que sustentam sua homeostase” (1999b, p. 81).

A teoria AHP fornece uma maneira mais promissora de entender espécies como tipos naturais do que o essencialismo. Tipos de AHP não precisam possuir uma propriedade essencial em comum, de modo que as críticas ao essencialismo de espécie são evitadas. Além disso, a teoria AHP permite que relações externas

desempenhem um papel significativo ao induzir semelhança entre membros de um tipo. O essencialismo tradicional assume que a essência de um tipo é uma propriedade interna ou intrínseca dos membros do tipo, como a estrutura atômica do ouro ou o DNA dos tigres. A teoria AHP é mais inclusiva, porque reconhece que tanto propriedades internas como as relações externas dos organismos são causas importantes de semelhanças encontradas nas espécies em toda sua extensão. Por exemplo, a teoria AHP, mas não o essencialismo, cita o cruzamento como uma causa fundamental da semelhança entre organismos de várias espécies.

Mesmo a teoria AHP sendo melhor em capturar as características das espécies do que o essencialismo, será que ela fornece um tratamento adequado de espécies como tipos naturais? Eis dois potenciais problemas com a teoria AHP. O objetivo da teoria AHP é explicar a existência de semelhanças estáveis dentro de grupos de entidades. No entanto, espécies também são caracterizadas por diferenças persistentes. O polimorfismo (variação estável dentro de uma espécie) é uma característica importante de praticamente toda espécie. Polimorfismos de espécies são fáceis de encontrar. Considere o dimorfismo sexual: dentro de qualquer espécie de mamífero, há diferenças acentuadas entre machos e fêmeas. Ou considere o polimorfismo presente nos ciclos de vida dos organismos: as vidas dos organismos consistem em estágios de vida dramaticamente diferentes, como as diferenças entre os estágios de lagarta e borboleta de um mesmo organismo. Teóricos de AHP reconhecem a existência do polimorfismo, mas não o reconhecem como uma característica central das espécies que requeira explicação. Eles privilegiam e tentam explicar as semelhanças. Além dos mecanismos **homeostáticos**, de Boyd, precisamos reconhecer mecanismos **heterostáticos** que mantêm a variação das espécies. Para discussão ulterior quanto ao polimorfismo nas espécies, confira Ereshefsky e Matthen (2005) e Magnus (2008).

Uma segunda preocupação com a teoria AHP envolve as condições de identidade das espécies. Os membros de uma espécie variam em seus traços. Além disso, eles variam em seus mecanismos homeostáticos. Ao longo do tempo e das regiões geográficas, os membros de uma mesma espécie são comumente expostos a diferentes mecanismos homeostáticos. Dada tal variação, o que faz com que organismos com traços diferentes e expostos a diferentes mecanismos homeostáticos sejam membros de uma mesma espécie? A resposta comum é a genealogia: os membros de uma espécie formam uma entidade genealógica contínua na árvore da vida. Os mecanismos homeostáticos de uma espécie são mecanismos de uma única espécie porque eles afetam organismos que formam uma única linhagem.

Boyd e proponentes da teoria AHP reconhecem a importância da genealogia e veem relações históricas como um tipo de mecanismo homeostático. Entretanto, Boyd não enxerga a genealogia como o aspecto definidor das espécies, o que vai contra um pressuposto fundamental da sistemática biológica: as espécies são, antes de mais nada, entidades genealógicas contínuas. Boyd é bem claro ao afirmar que a semelhança, e não a conectividade genealógica, é o árbitro final quanto à identidade das espécies (1999b, p. 80). Essa pressuposição faz sentido uma vez que Boyd acredita que espécies são tipos, e tipos são, em última instância, classes baseadas em semelhanças que cumprem um papel indutivo. No entanto, essa visão sobre as condições de identidade das espécies conflita com a posição padrão em sistemática biológica de que espécies são linhagens genealógicas contínuas (ERESHEFSKY, 2007).

## 2.5 Espécies e a teoria da estrutura populacional

Outra abordagem sobre espécies, alinhada à visão de espécies como indivíduos, é oferecida pela *Teoria da Estrutura Populacional (TEP)* de Ereshefsky e Matthen (2005), que trata a semelhança como apenas um tipo de distribuição de traços em espécies. A *TEP* não privilegia a semelhança em relação ao polimorfismo, de modo que oferece uma maneira mais inclusiva de tratar das distribuições de traços nas espécies do que a teoria AHP. Além disso, a *TEP* destaca um tipo comum de explicação na biologia, a saber, o que cita as estruturas populacionais e interpopulacionais das espécies. Tais explicações de estruturas populacionais explicam as distribuições de traços nas espécies, quer essas explicações envolvam semelhança ou dessemelhança.

Explicações em termos de estrutura populacional são ubíquas na biologia. Considere uma explicação em termos de estrutura populacional para o dimorfismo sexual em uma espécie. Machos de cervo-canadense [*elk*] possuem diversas semelhanças entre si, como possuírem galhadas grandes e felpudas. O que explica essa semelhança? Uma causa, a causa próxima, é o desenvolvimento individual de cada cervo-canadense macho. Outra explicação, a causa distante, volta-se para os relacionamentos entre cervos-canadenses machos e fêmeas. As galhadas dos machos são o resultado de seleção sexual. Tal seleção requer a participação tanto de machos quanto de fêmeas de cervo-canadense. Se observada desse modo, vemos que a existência de semelhanças entre grupos em níveis mais baixos (aqui internamente aos gêneros) depende de grupos de nível superior (aqui espécies) e

da diversidade dentro deles. Ou seja, o polimorfismo no nível superior e a estrutura populacional que o torna coeso são essenciais para explicar semelhanças em um nível mais baixo dentro dos gêneros e de outros subgrupos de uma espécie.

Explicações em termos de estruturas populacionais são comuns, e, pode-se argumentar, essenciais para entender a diversidade e semelhança no interior de uma espécie. Estas explicações são também essenciais para entender as condições de identidade das espécies. Como vimos, espécies são, em primeiro lugar, entidades genealógicas. A genealogia é uma estrutura interpopulacional: espécies são linhagens de populações. Assim, de acordo com a sistemática biológica, a identidade das espécies é definida em termos de estruturas populacionais e interpopulacionais, não em termo de semelhança entre organismos. A teoria *TEP* captura adequadamente as condições de identidade das espécies.

## 2.6 O Novo essencialismo biológico

Griffiths (1999), Okasha (2002), e LaPorte (2004) têm sugerido uma forma de essencialismo de espécie que pode ser chamada de “essencialismo relacional”. De acordo com o essencialismo relacional, certas relações entre organismos, ou entre organismos e o ambiente, são necessárias e suficientes para pertencer a uma espécie. Tais relações, argumentam Griffiths, Okasha, e LaPorte, são essências das espécies. Por exemplo, eles sugerem que ser descendente de um ancestral específico é necessário e suficiente para ser membro de uma espécie.

Devitt (2008) rejeita o essencialismo relacional. Ele argumenta que o essencialismo relacional não consegue responder duas questões cruciais. A questão do táxon: por que o organismo *O* é um membro da espécie *S*? Bem como a questão do traço: por que membros da espécie *S* tipicamente têm o traço *T*? Devitt sugere que, para responder essas questões, as espécies precisam de essências intrínsecas; e porque o essencialismo relacional somente postula essências relacionais, o essencialismo relacional falha em responder a essas questões. O objetivo de Devitt não é meramente desacreditar o essencialismo relacional, mas também argumentar a favor de uma nova forma de essencialismo biológico intrínseco. De acordo com Devitt (2008), a essência de uma espécie é um aglomerado de propriedades intrínsecas e, talvez, de relações que causam os traços típicos dos membros de um táxon. Consideremos a crítica de Devitt ao essencialismo relacional. Ao fazê-lo, aprenderemos tanto sobre o essencialismo relacional quanto sobre o essencialismo biológico intrínseco de Devitt.

Voltemos à questão do traço: por que zebras têm listras? Devitt (2008, p. 352ff) argumenta que explicações que simplesmente citam relações são insuficientes para explicar os traços tipicamente encontrados em zebras. Nós precisamos citar propriedades intrínsecas também e tais propriedades são propriedades intrínsecas essenciais de zebras. Devitt está certo quando diz que precisamos citar mais do que relações para explicar por qual motivo zebras possuem listras. Geralmente, para explicar a ocorrência de um homólogo, como as listras em zebras, precisamos citar tanto relações entre organismos como fatores intrínsecos a esses organismos. Mais precisamente, embriões de zebras possuem mecanismos de desenvolvimento que fazem com que zebras tenham listras. Esses mecanismos são características intrínsecas de embriões de zebra. No entanto, esses mecanismos devem ser transmitidos dos genitores para a prole, via relações genealógicas. Assim, uma explicação robusta do porquê de zebras terem listras cita tanto as relações quanto as propriedades intrínsecas que causam as listras.

Dada a observação de que devemos citar tanto a genealogia quanto mecanismos de desenvolvimento para entender por que zebras têm listras, deveríamos inferir, como faz Devitt, que o táxon Zebra possui uma essência intrínseca? Há aqueles que argumentam que “não” (ERESHEFSKY, 2010a). Os biólogos explicam as características dos organismos citando outras características, sem a afirmação metafísica adicional de que uma característica citada em um *explanans* é essencial para o pertencimento a um táxon. Considere como um biólogo explica a ocorrência de listras em zebras: em seu estado embrionário, uma zebra possui mecanismos ontogenéticos que fazem com que desenvolva listras. Esse mecanismo de desenvolvimento não é nem necessário nem suficiente para pertencer ao táxon Zebra. Algumas zebras não possuem esse mecanismo. Além disso, o mecanismo de desenvolvimento que causa listras em zebras também causa listras em diversos outros mamíferos, incluindo gatos. Geralmente, as propriedades intrínsecas que causam os traços dos organismos não coincidem com fronteiras taxonômicas: elas atravessam tais fronteiras. A crença de que tais propriedades intrínsecas são essenciais para o pertencimento a um táxon não é parte da teoria biológica.

Nos voltemos agora para a questão do táxon: por que certos organismos são membros da espécie *S*? Essencialistas relacionais defendem que conceitos modernos de espécies postulam propriedades relacionais, como cruzamento, genealogia, e ocupar um nicho específico como as características definidoras das espécies. Os essencialistas relacionais nos dizem também que os biólogos não postulam propriedades intrínsecas como as características definidoras das espécies.

Devitt responde (2008) que citar as relações entre organismos de uma espécie não explica por que organismos particulares são membros de certa espécie. De acordo com Devitt, dizer que o organismo *O* pode cruzar com outros *Homo sapiens* não responde porque aqueles outros organismos são *Homo sapiens*. Há um regresso que fica sem resposta: por que qualquer um deles é da espécie *Homo sapiens*? Segundo Devitt, para responder essa pergunta nós precisamos citar propriedades intrínsecas essenciais dos organismos.

Terá Devitt estabelecido uma defesa do essencialismo intrínseco? Talvez não. Mais uma vez, por que certos organismos são membros da espécie *S*? Segundo nossa melhor teoria biológica, se *S* é uma espécie que se reproduz sexualmente, então aqueles indivíduos possuem mecanismos reprodutivos intrínsecos que permitem que eles cruzem entre si. Entretanto, nós não sabemos quais mecanismos intrínsecos são mecanismos que fazem com que um organismo seja membro de uma espécie em particular. Nós precisamos de uma maneira de determinar quais mecanismos fazem com que um organismo seja membro de uma espécie ao invés de outra. Neste ponto, precisamos nos voltar para relações: relações particulares de população e de genealogia. A resposta para “por que mecanismos reprodutivos particulares são mecanismos da espécie *S*?” é que tais mecanismos ocorrem em organismos cujas populações são genealógicamente conectadas em uma mesma linhagem. Relações, não propriedades intrínsecas, têm anterioridade explicativa na explicação de identidade taxonômica.

Para reforçar esse ponto, considere quais aspectos de um organismo podem ser alterados sem que ele deixe de pertencer a sua espécie e quais não podem. Os mecanismos reprodutivos intrínsecos contidos nos organismos de uma espécie podem ser alterados, mas ser parte de uma mesma linhagem ou fundo genético [*gene pool*] não. Para tornar isso mais concreto, considere o caso das espécies em anel [*ring species*]. Uma espécie em anel consiste de um anel geográfico de populações tais que organismos em populações contíguas podem acasalar de maneira bem-sucedida, mas organismos em elos distantes no anel não podem. Curiosamente, os organismos em populações distantes de uma espécie em anel possuem mecanismos reprodutivos diferentes (MAYR, 1963, p. 512-). Suponha que Joe é membro de uma espécie em anel. Joe poderia ter possuído um mecanismo reprodutivo diferente daquele que possui. Imagine, contrafactualmente, que ele seja um membro de uma outra população de sua espécie em anel; a saber, uma com mecanismos reprodutivos diferentes daqueles presentes em sua população atual. Nesta situação contrafactual, Joe ainda é membro de sua espécie, contanto que

não o removamos da linhagem e fundo genético daquela espécie. Geralmente um organismo em uma espécie pode ter um mecanismo reprodutivo diferente e, ainda assim, ser parte dessa espécie. Contudo, um organismo não pode ser removido de sua linhagem original e colocado em outra e, ainda assim, permanecer parte da espécie original. Quando se trata de pertencimento às espécies, os mecanismos intrínsecos presentes nos organismos de uma espécie podem variar, mas certas relações entre os organismos não podem (ERESHEFSKY, 2010a). Para outras críticas ao essencialismo intrínseco de Devitt, confira Barker (2010) e Lewens (2012).

Teriam os resultados desta seção até aqui a implicação de que o essencialismo relacional está certo? Considere dois requisitos tradicionais do essencialismo salientados por Okasha (2002). Primeiramente, o requisito do pertencimento: a essência de um tipo fornece as condições necessárias e suficientes para pertencer àquele tipo. Em segundo lugar, o requisito explicativo: citar a essência de um tipo é central para explicar as propriedades tipicamente associadas aos membros daquela espécie. Dados esses dois requisitos, Okasha oferece o seguinte argumento: como certas relações são necessárias e suficientes para o pertencimento a uma espécie, tais relações satisfazem o requisito do pertencimento do essencialismo. No entanto, tais relações não satisfazem o requisito explicativo. De acordo com Okasha, relações como genealogia e cruzamento não conseguem explicar os traços tipicamente encontrados nos membros de uma espécie. Ao invés disso, nós devemos citar o “genótipo e seu ambiente de desenvolvimento” (2002, p. 204) para explicar tais traços. A despeito de falharem em satisfazer o requisito explicativo, Okasha pensa que certas relações são essências taxonômicas. Ele alega que não há razão *a priori* para manter o requisito explicativo, sugerindo que ele deveria ser descartado. Com o requisito explicativo removido e o requisito do pertencimento satisfeito, Okasha conclui que espécies possuem essências relacionais.

O problema com o essencialismo relacional de Okasha é que, se as relações que servem como condições de identidade de uma espécie não forem centrais para explicar os traços típicos dos membros de uma espécie, então tais relações não são essências. Okasha é muito apressado ao descartar uma característica central do essencialismo: a de que a essência de um tipo cumpre um papel central na explicação das características típicas dos membros daquele tipo. Essencialistas, de Aristóteles a Locke, de Kripke a Devitt, creem que essências figuram centralmente nas explicações para os traços tipicamente encontrados nos membros de um tipo. Se abandonarmos esse componente explicativo do essencialismo, nós abandonamos uma característica central do essencialismo; uma característica que distingue

essências reais de essências nominais. As essências nominais demarcam o pertencimento a um tipo, mas elas não explicam os traços típicos de um tipo. É defensável que qualquer abordagem sobre tipos naturais que vise capturar os tipos da ciência deve preservar essa característica explicativa dos tipos. Então, no fim, o essencialismo relacional não é um essencialismo, porque falha em satisfazer um objetivo central do essencialismo. Para uma resposta detalhada ao essencialismo relacional de Okasha, consulte Pedroso (2014).

### 3. Pluralismo de espécies

Os biólogos oferecem várias definições do termo “espécie” (CLARIDGE; DAWAH; WILSON, 1997). Eles chamam essas diferentes definições de “conceitos de espécie”. O Conceito Biológico de Espécie define uma espécie como um grupo de organismos que podem realizar cruzamento com sucesso e produzir descendentes férteis. O Conceito Filogenético de Espécie (que por si só já possui múltiplas versões) define uma espécie como um grupo de organismos unido por uma mesma ancestralidade. O Conceito Ecológico de Espécie define uma espécie como um grupo de organismos que compartilham um nicho ecológico distinto. Esses conceitos de espécie são apenas três de mais de uma dúzia de conceitos de espécie proeminentes na literatura biológica.

Como devemos proceder diante dessa variedade de conceitos de espécies? Os monistas acreditam que um dos objetivos da taxonomia biológica é identificar o único conceito correto de espécie. Talvez esse conceito esteja entre os conceitos de espécie atualmente propostos e nós devemos determinar qual conceito é o correto. Ou, talvez, nós ainda não tenhamos encontrado o conceito correto de espécie e precisemos esperar por um progresso posterior na biologia. Os pluralistas tomam uma posição diferente. Eles não creem que haja um único conceito correto de espécie. A biologia, eles argumentam, contém uma série de conceitos de espécie legítimos. Os pluralistas acreditam que o objetivo dos monistas de encontrar um único conceito correto de espécie deve ser abandonado.

### 3.1 Variedades de pluralismo

O pluralismo de espécies aparece em várias formas (*vide* KITCHER, 1984; MISHLER; BRANDON, 1987; DUPRÉ, 1993; DUPRÉ, 1993; e ERESHEFSKY, 2001). Kitcher e Dupré oferecem formas de pluralismo de espécies que reconhecem os conceitos de espécie mencionados acima, espécies biológicas, espécies filogenéticas, e espécies ecológicas, bem como outros conceitos de espécie. Como vimos na Seção 1.2, Kitcher aceita conceitos de espécie que requerem que espécies sejam indivíduos e ele aceita conceitos de espécie baseados em semelhanças estruturais dos organismos. Espécies deste último tipo não são entidades espaço-temporalmente contínuas. Tais espécies precisam apenas conter organismos que possuem propriedades teoricamente significativas em comum. A versão de Dupré do pluralismo é mais robusta. Ele reconhece todos os conceitos de espécie presentes na versão de Kitcher do pluralismo. O pluralismo de Dupré também comporta conceitos de espécie baseados em semelhanças salientadas por não biólogos. Por exemplo, Dupré aceita conceitos de espécie baseados em propriedades gastronomicamente significativas.

Caso se pense que o termo “espécie” é um termo teórico encontrado na biologia evolutiva, então pode-se achar a versão de Dupré do pluralismo muito permissiva. Se a questão for como o termo “espécie” é definido em biologia, então a maneira como é definido fora dela não importa. Pense em uma situação paralela na física: quando estamos interessados no sentido científico do termo “trabalho”, nós não nos atentamos para seu sentido na sentença “Como foi o trabalho hoje?” De maneira similar, o uso da palavra “espécie” por especialistas culinários não revela o sentido teórico do termo “espécie”.

O pluralismo de Kitcher é mais circunspecto: ele limita os conceitos de espécie àqueles que são legitimados pela biologia teórica. Ainda assim, pode haver a preocupação de que a forma de pluralismo de Kitcher seja muito liberal. O pluralismo de Kitcher permite que algumas espécies sejam entidades espaço-temporalmente contínuas (indivíduos), enquanto outras espécies podem ser espaço-temporalmente irrestritas (tipos naturais). Como vimos na seção 2.1, o argumento da unidade evolutiva de Hull afirma que dentro do escopo da biologia evolutiva, as espécies têm de ser indivíduos. O pluralismo de Kitcher não satisfaz esse requisito. Se for assumido que “espécie” é um termo teórico na teoria evolutiva e que espécies são indivíduos, então o pluralismo de Kitcher é inclusivo demais.

Uma outra versão do pluralismo de espécies é encontrada em Ereshefsky (2001). Essa versão adota a conclusão de Hull que espécies devem ser linhagens espaço-temporalmente contínuas. Entretanto, essa versão do pluralismo afirma que existem diferentes tipos de linhagens chamadas de “espécies”. O Conceito Biológico de Espécie e conceitos relacionados destacam aquelas linhagens condicionadas pelo processo de cruzamento. O Conceito Filogenético de Espécie destaca aquelas linhagens de organismos que compartilham uma única linhagem comum. Abordagens ecológicas sobre espécies destacam linhagens de organismos que são expostos a conjuntos comuns de seleção estabilizante. Nesta forma de pluralismo de espécies, a árvore da vida é segmentada por diferentes processos em diferentes tipos de linhagens de espécies.

Cabe notar que a motivação por trás das versões do pluralismo de Dupré, Kitcher, e Ereshefsky é ontológica, não epistemológica. Alguns autores (*vide* ROSENBERG, 1994) sugerem que adotemos o pluralismo por conta de nossas limitações epistêmicas: o mundo é extremamente complexo e nós temos habilidades cognitivas limitadas, então deveríamos aceitar uma pluralidade de classificações simplificadas e inexatas do mundo. O pluralismo de espécies oferecido por Dupré, Kitcher, e Ereshefsky não é epistemologicamente guiado. A teoria evolutiva, uma teoria bem embasada, nos diz que o mundo orgânico é multifacetado. De acordo com Dupré, Kitcher, e Ereshefsky, o pluralismo de espécies é o resultado de uma fecundidade de forças biológicas ao invés de uma escassez de informação científica.

### 3.2 Respostas ao pluralismo

Nem todos estão dispostos a aceitar o pluralismo de espécies. Os monistas (*vide* SOBER, 1984; GHISELIN, 1987; HULL, 1987; DE QUEIROZ, 1999; MAYDEN, 2002; BRIGANDT, 2003; PIGLIUCCI, 2003; WILKINS, 2003; RICHARDS, 2010) lançaram uma série de objeções ao pluralismo de espécies. Uma objeção foca no tipo de linhagem que deveria ser aceita como espécies. Alguns monistas permitem a existência de diferentes tipos de linhagens de base, mas reiteram que apenas um tipo de linhagem deve ser chamado de “espécie” (GHISELIN, 1987). Por exemplo, defensores do Conceito Biológico de Espécie acreditam que linhagens de organismos sexuais que cruzam são muito mais importantes na evolução da vida neste planeta (ELDREDGE, 1985; LEE, 2003; COYNE; ORR, 2004). Eles argumentam que somente o Conceito Biológico de Espécie, ou algum conceito de cruzamento, deve ser aceito.

No entanto, adotar apenas uma abordagem baseada em cruzamento sobre espécies tem seus custos: ela excluiria todos os organismos assexuados da formação de espécies. O cruzamento requer a contribuição genética de dois organismos sexuados. Os organismos assexuados se reproduzem por conta própria, seja por clonagem, por meios vegetativos ou autofertilização. Alguns répteis e anfíbios se reproduzem assexuadamente. Muitos insetos se reproduzem assim, e a reprodução assexuada é abundante em plantas, fungos e bactérias. Na verdade, a reprodução assexuada é a principal forma de reprodução na Terra (HULL, 1988; TEMPLETON, 1989). Se uma abordagem sobre espécies baseada em cruzamento for adotada, então a maioria dos organismos não formam espécies. Esse parece um preço alto a se pagar pelo monismo de espécies.

Outra objeção ao pluralismo de espécies é a de que o pluralismo é uma posição excessivamente liberal (SOBER, 1984, GHISELIN, 1987 e HULL, 1987). Os pluralistas permitem uma série de conceitos legítimos de espécie, mas como os pluralistas determinam quais conceitos devem ser aceitos como legítimos? Será que qualquer conceito de espécie proposto por um biólogo deveria ser aceito? O que dizer daqueles conceitos propostos por não biólogos? Sem critérios para determinar a legitimidade de um conceito proposto de espécie, o pluralismo de espécie se reduz, no fim das contas, a uma posição de que vale tudo.

Pluralistas de espécie respondem a essa objeção sugerindo critérios para julgar a legitimidade de um conceito de espécie proposto (DUPRÉ, 1993; ERESHEFSKY, 2001). Tais critérios podem ser utilizados para determinar quais conceitos de espécie deveriam ser aceitos na pluralidade de conceitos legítimos de espécie. Candidatos a critérios são as virtudes epistêmicas que os cientistas costumam se valer para determinar a qualidade de uma teoria. Por exemplo, ao julgar um conceito de espécie, pode-se questionar se as suposições teóricas do conceito são empiricamente testáveis. O Conceito Biológico de Espécie depende da suposição de que o cruzamento causa a existência de linhagens estáveis. Além disso, ele assume que os organismos que não podem cruzar entre si dessa forma não formam linhagens estáveis. Se o cruzamento e apenas ele causa a existência de linhagens estáveis é algo empiricamente testável. Assim, o Conceito Biológico de Espécie possui a virtude de ser empiricamente sensível. Outros critérios para julgar conceitos de espécie incluem coerência inter-teórica e consistência interna. Os pluralistas podem fornecer critérios para discernir quais conceitos devem ser aceitos como legítimos. Deste modo, a objeção de que “vale tudo” pode ser respondida.

Uma resposta recente ao pluralismo de espécies é o Conceito Geral de Linhagem, proposto por de Queiroz (1999, 2005, 2007). De Queiroz sugere que, a despeito das diferenças entre os vários conceitos de espécie, todos esses conceitos concordam quanto a uma coisa: espécies são “linhagens metapopulacionais que evoluem separadamente” (2005, p. 1263). De Queiroz alega que sua concepção de espécie é o “único e mais geral conceito de espécie” que concilia todos os outros conceitos de espécie (2007, p. 880). Qual é a relação entre o Conceito Geral de Linhagem e esses outros conceitos? De Queiroz sugere que o Conceito Geral de Linhagem fornece o critério necessário para ser uma espécie. As propriedades sobre as quais outros conceitos de espécie discordam, como, por exemplo, uma linhagem ocupar um único nicho, ser monofilética, ou ser reprodutivamente isolada, são propriedades contingentes de espécies. Elas são propriedades “secundárias” das espécies (DE QUEIROZ, 2005, p. 1264). Todos os táxons de espécie devem ser linhagens metapopulacionais, mas eles podem variar em suas propriedades secundárias. De Queiroz contrasta a propriedade necessária das espécies com as suas propriedades secundárias de outra maneira: enquanto a propriedade necessária citada pelo Conceito Geral de Linhagem captura a natureza fundamental das espécies, as propriedades secundárias das espécies são meramente “critérios operacionais” (2007, p. 882) para “inferir as fronteiras e números de espécies” (2005, p. 264). De acordo com de Queiroz, as discordâncias entre os outros conceitos de espécie dizem respeito a questões meramente operacionais ou evidenciais; os proponentes de outros conceitos de espécie estariam confundindo discordâncias “metodológicas” com discordâncias “conceituais” (DE QUEIROZ, 2005, p. 1267).

Um problema potencial com a tentativa feita por de Queiroz de unificar a categoria espécie é que os defensores de outros conceitos de espécie discordariam com a afirmação feita por de Queiroz de que suas discordâncias são simplesmente sobre evidências quanto ao número e às fronteiras das espécies. Os proponentes das abordagens de cruzamento, ecológicas, e filogenéticas acreditam que estão identificando diferentes tipos de linhagens (linhagens de cruzamento, linhagens ecológicas, linhagens filogenéticas), não meramente discordando quanto às evidências sobre o mesmo tipo de linhagem. Por exemplo, quando defensores da abordagem baseada no cruzamento dizem que organismos que se reproduzem assexuadamente não formam espécies, eles estão fazendo uma afirmação conceitual ou ontológica, não operacional. A abordagem unificada defendida por de Queiroz parece caracterizar mal a discordância entre os proponentes de outros conceitos de espécie.

Outro problema é como o Conceito Geral de Linhagem faz a distinção entre espécie e táxons superiores. De acordo com de Queiroz, as espécies são linhagens individuais, enquanto táxons superiores são cladogramos de múltiplas linhagens. De acordo com o Conceito Geral de Linhagem, o que, então, distingue uma linhagem singular de um ramo com múltiplas linhagens? De Queiroz (2005, p. 1265) alega que o Conceito Geral de Linhagem não precisa citar as propriedades secundárias mencionadas em outros conceitos de espécie para responder essa questão. Entretanto, de Queiroz não oferece critérios alternativos para determinar quando uma única linhagem se torna um ramo de múltiplas linhagens. Além disso, as propriedades secundárias de outros conceitos de espécie são comumente utilizadas para fazer essa determinação. Aqui reside um problema com a tentativa do Conceito Geral de Linhagem de unificar a categoria espécie: de acordo com tal conceito, espécies são linhagens. Porém, para determinar o que é uma linhagem precisamos recorrer a outros conceitos de espécie, e, ao fazê-lo, a heterogeneidade da categoria espécie emerge mais uma vez. De Queiroz tenta unificar a categoria espécie afirmando que todas e apenas as linhagens são espécies. No entanto, isso apenas mascara a heterogeneidade da categoria espécie, porque o que constitui uma linhagem possui várias respostas, e essas respostas variam de acordo com o conceito de espécie que é adotado.

### **3.3 Microbiologia e pluralismo**

Grande parte do debate sobre o pluralismo de espécies foca nos organismos multicelulares. Em outras palavras, o debate foca em como organizar mamíferos, aves, peixes, plantas e outros organismos multicelulares em espécies. No entanto, a maior parte dos seres vivos não é multicelular. A maioria dos organismos no mundo são microrganismos unicelulares (ROSSELLO-MORA; AMANN, 2001). Assim como os biólogos separam organismos multicelulares em espécies, os microbiologistas separam microrganismos em espécies. Avanços em tecnologia genética nos últimos vinte anos causaram um aumento nos trabalhos taxonômicos em microbiologia, incluindo maneiras de pensar sobre espécies microbianas. Microbiologistas possuem seus próprios conceitos de espécie – definições de “espécie” que se aplicam somente a microrganismos. Conceitos de espécies microbianas variam, e, como veremos, classificam microrganismos em diferentes espécies de maneira cruzada. Mais uma vez chegamos à questão do pluralismo de espécies.

Considere alguns dos conceitos de espécie desenvolvidos por microbiologistas. Um desses conceitos, o Conceito de Espécie por Recombinação, asseve que espécies são grupos de micróbios cujos genomas podem ser recombinados (DYKUIZEN; GREEN, 1991). A motivação por trás desse conceito de espécie é que, ainda que micróbios em geral não se reproduzam sexualmente, eles formam fundos genéticos de organismos conectados por recombinação. Um outro conceito de espécie microbiana é o conceito ecológico de Cohan (2001, p. 467) em que “uma espécie no mundo bacteriano pode ser entendida como uma linhagem evolutiva governada por seleção ecótipo-periódica.” Segundo Nesbo *et al.* (2006) e outros, esses dois conceitos microbianos de espécie por vezes categorizam o mesmo organismo em espécies diferentes. Um terceiro conceito microbiano de espécie, o Conceito Filo-Fenético de Espécie (ROSSELLO-MORA; AMANN, 2001), é diferente destes dois primeiros. Enquanto os conceitos Ecológico e por Recombinação são baseados na teoria biológica sobre a natureza das espécies microbianas, o Conceito Filo-Fenético de Espécie é desenvolvido de modo a obter classificações estáveis de espécies que possam ser utilizadas em pesquisas em medicina e microbiologia.

Há ainda outra abordagem às espécies microbianas que utiliza dados genéticos para determinar as relações filogenéticas, atribuindo organismos às espécies de acordo com essas relações. Os microbiólogos usam vários tipos de dados genéticos para reconhecer espécies microbianas, como os genes para o rRNA 16S, hibridização DNA:DNA, identidade média de nucleotídeos ou ANI, e genes centrais [*core genes*] ou de manutenção [*house-keeping genes*]. Usar tais dados genéticos para classificar micróbios em espécies torna-se mais complexo pela existência de transferência genética lateral. A transferência genética lateral ocorre quando micróbios compartilham material genético com micróbios próximos a eles. A transferência genética lateral não é transferência de material genético devido à reprodução, mas uma maneira diferente pela qual os micróbios compartilham genes. A transferência genética lateral é frequente em micróbios. Confira O'malley (2014) para uma explicação da transferência genética lateral. Dada a ocorrência frequente de transmissão genética lateral entre micróbios, partes diferentes do genoma de um micróbio terão histórias evolutivas diferentes. Os microbiólogos usam genes diferentes ao classificar os micróbios em espécies. Como resultado, eles obtêm classificações diferentes de espécies.

Nos distanciando desses detalhes, podemos ver que, dependendo do conceito de espécie microbiana ou do tipo de dados genéticos empregados, os microbiologistas vão obter diferentes classificações de espécies para um conjunto

particular de organismos. Poderíamos nos perguntar se essa situação nos dá razão para sermos pluralistas de espécies quando se trata de microbiologia. Seria algum conceito de espécie microbiana, ou algum tipo de dado genético, melhor do que todos os outros, de modo que deveríamos adotar o monismo? Ou será que não há uma melhor maneira de classificar micróbios em espécies, mas uma série de maneiras igualmente adequadas? Se a última opção estiver correta, então nós deveríamos ser pluralistas sobre espécies microbianas. Para discussão ulterior sobre microbiologia e o pluralismo de espécies (O'MALLEY; DUPRÉ, 2007; FRANKLIN, 2007; MORGAN; PITTS 2008; DOOLITTLE; BAPTESTE, 2007; DOOLITTLE; ZHAXYBAYEVA, 2009; ERESHEFSKY, 2010b; O'MALLEY, 2014).

#### 4. A Categoria espécie existe?

Há um outro ponto envolvendo pluralismo de espécies que vale a pena discutir. Suponha que aceitemos o pluralismo de espécies. O termo “espécie” se refere, então, a diferentes tipos de linhagens: algumas espécies são grupos de indivíduos capazes de realizar cruzamento, outras são grupos de organismos que possuem um nicho ecológico em comum, e outras ainda são unidades filogenéticas. Dado que há diferentes tipos de espécies, poderíamos nos perguntar: qual característica faz com que esses diferentes tipos de espécies sejam espécies?

Talvez eles compartilhem uma propriedade que os tornam espécies. Se a tese de que todas as espécies são linhagens genealógicas for adotada, então uma característica comum às espécies é elas serem linhagens. No entanto, essa característica também é compartilhada por outros tipos de táxons na Hierarquia de Lineu. De uma perspectiva evolutiva, todos os táxons, sejam eles espécies, gêneros, ou tribos, são linhagens genealógicas. Nós precisamos encontrar uma característica que não seja somente comum entre as espécies, mas que também diferencie espécie de outros tipos de táxon.

Os biólogos taxonomistas costumam falar em termos de padrões e processos de evolução. Talvez haja um processo ou padrão que ocorre nas espécies, mas não em outros tipos de táxon. Tal processo ou padrão unificaria os tipos de linhagens que chamamos de **espécies**. Começemos com o processo. O Conceito Biológico de Espécie dá destaque àquelas espécies ligadas pelo processo de cruzamento. O Conceito Ecológico de Espécie identifica aquelas espécies que são unificadas pela seleção estabilizante. As espécies destacadas pelo Conceito Filogenético de

Espécies são unificadas por processos históricos como homeostase genética e de desenvolvimento. Um exame desses diferentes conceitos de espécie revela que espécies são ligadas por diferentes tipos de processos. Assim, nenhum tipo de processo em particular é comum a todas as espécies. Pode-se defender também que nenhum desses processos é peculiar ao táxon espécie (MISHLER; DONOGHUE, 1982).

E quanto aos padrões? Será que as espécies apresentam padrões que as diferencia de outros tipos de táxon? Se por padrões nós queremos dizer estrutura ontológica, então as espécies possuem padrões diferentes. Espécies são indivíduos, mas são tipos diferentes de indivíduos. Espécies de organismos assexuados e espécies de organismos sexuados têm estruturas diferentes. Ambos os tipos de espécies contêm organismos que são genealogicamente conectados a um ancestral comum. Os organismos em uma espécie que se reproduz sexualmente, no entanto, também são conectados pelo cruzamento. Portanto, espécies de organismos sexuados formam entidades causalmente integradas: dentro de uma dada geração, seus membros trocam material genético através da reprodução sexual. As espécies de organismos assexuados não formam entidades causalmente integradas: seus organismos são meramente conectados a um ancestral comum.

Há outras sugestões para padrões comuns às espécies e peculiares a elas. Muitos observam que os organismos de uma espécie costumam ter aparência similar ou que organismos de uma espécie partilham um aglomerado de propriedades recorrentes. Na medida em que isto é verdade, é verdade também para os gêneros e alguns outros táxons superiores; os membros de alguns gêneros tendem a ter aparência similar e a possuir aglomerados de propriedades estáveis. Outra sugestão para o padrão que distingue as espécies é sua habilidade de evoluir como uma unidade – as espécies são as unidades da evolução, outros tipos de táxons não o são. Porém, novamente, muitos táxons superiores também possuem tal unidade (MISHLER; DONOGHUE, 1982).

O exame feito acima de candidatos a características unificadoras está longe de ser exaustivo, mas seu resultado é suficientemente claro: as espécies variam em seus processos unificadores e em suas estruturas ontológicas. Além disso, muitas características que os biólogos e filósofos destacam como sendo peculiares às espécies também ocorrem em vários táxons superiores. Diante desse exame, qual postura devemos adotar sobre a natureza das espécies? Há várias opções. De acordo com uma delas, nós devemos seguir procurando pela característica unificadora das espécies. Essa é a opção favorecida por alguns monistas (SOBER, 1984). A biologia contemporânea pode não ter descoberto a característica unificadora

das espécies, mas isso não significa que a biologia nunca encontrará tal característica. Desistir da busca pela natureza unificadora das espécies seria muito precipitado.

Outra opção começa com a pressuposição de que a busca pela característica unificadora das espécies já seguiu por tempo o suficiente. Os biólogos procuraram a fundo e com rigor pela definição correta de “espécie”. O resultado dessa busca não é que não sabemos o que são espécies, mas que o mundo orgânico contém diferentes tipos de espécies. A conclusão extraída por alguns pluralistas (KITCHER, 1984; DUPRÉ, 1993) é a de que o termo “espécie” deveria receber uma definição disjuntiva: espécies são ou linhagens que realizam cruzamento, ou linhagens ecológicas, ou unidades filogenéticas, ou...

Uma terceira opção, tal como a anterior, assume que os biólogos já procuraram por tempo demais pela característica unificadora das espécies. Nessa busca, a biologia aprendeu que há diferentes tipos de linhagens chamadas de “espécies”. No entanto, proponentes (ERESHEFSKY, 1998) dessa opção não optam por uma definição disjuntiva de “espécie”. De acordo com essa opção, nós deveríamos duvidar da própria existência da categoria espécie. Essas linhagens que chamamos de “espécies” variam em seus padrões e processos. Além disso, a distinção entre espécies e outros tipos de táxons é repleta de vagueza. Consequentemente, nós deveríamos duvidar que o termo “espécie” se refere a uma categoria real da natureza.

Para melhor compreender essa terceira opção, é útil enxergar mais precisamente o que está sendo posto em dúvida. Os biólogos fazem uma distinção entre a **categoria espécie** e **táxons de espécie** [*species taxa*]. Os táxons de espécie são as linhagens individuais que chamamos de “espécie”; *Homo sapiens* e *Canis familiaris* são táxons de espécie. A categoria de espécie, por sua vez, é uma entidade mais inclusiva: ela é a classe de todos os táxons de espécie. A terceira opção não questiona a existência de *Homo sapiens*, de *Canis familiaris*, ou de qualquer outra linhagem que chamamos de “espécie”. A terceira opção apenas questiona a existência do nível categorial espécie. Para uma defesa recente da realidade da categoria espécie, confira Currie (2016).

## 5. Darwin e as espécies

O que Darwin queria dizer com a palavra **espécie**? Respostas a essa questão variam (*vide* GHISELIN, 1969; MAYR, 1982; BEATTY, 1992; STAMOS, 2007; MALLETT, 2008; KOHN, 2008; WILKINS, 2009; ERESHEFSKY, 2010c). No

entanto, parece que Darwin era um antirrealista quando se trata da categoria espécie, mas um realista sobre aqueles táxons chamados de “espécie” por naturalistas competentes. Considere o que ele escreveu ao seu amigo, o botânico Joseph Hooker:

É realmente risível ver as diferentes ideias que se destacam nas mentes de vários naturalistas quando falam de “espécies”: para alguns, a semelhança é tudo e a descendência possui pouco peso – para outros, a semelhança parece não levar a nada, e a Criação é a ideia reinante – para alguns, a esterilidade é um teste que não falha, para outros não vale um tostão. Tudo isso se reduz, creio eu, a tentar definir o indefinível. (24 dez, 1856; F. DARWIN, 1887, vol. 2, p. 88)

Para Darwin, a palavra “espécie” é indefinível. Ele pensava que era indefinível porque ele era cético quanto à distinção entre espécies e variedades. Por exemplo, em *A Origem das Espécies* (1964, p. 52), em 1859, ele escreve: “Eu encaro o termo espécie como um termo arbitrariamente conferido por conveniência a um conjunto de indivíduos muito semelhantes entre si, e que não difere essencialmente do termo variedade” Em outras palavras, “espécie” é indefinível porque não há diferença entre espécies e variedades. Mas por que Darwin pensaria que não há distinção entre espécies e variedades? Darwin oferece três razões (ERESHEFSKY, 2010c). Primeiramente, Darwin argumenta que nenhum processo distingue variedades de espécies. Em segundo lugar, ele sustenta que quaisquer diferenças extraídas entre elas residem em um contínuo ininterrupto e são extraídas por razões pragmáticas. Terceiro, Darwin rejeita a distinção entre variedades e espécies porque ela é construída em cima de ideias sobre criação ao invés de seleção natural. No que se segue, vamos apenas observar por qual motivo Darwin pensava que não havia diferença quanto a processos entre espécies e variedades.

O capítulo 8, de *A Origem das Espécies*, intitulado “Hibridismo”, é dedicado a discutir se a esterilidade dos híbridos serve como um critério adequado para distinguir espécies de variedades. Naturalistas como John Ray e Buffon acreditavam que a esterilidade dos híbridos demarcava a fronteira entre espécie/variedade. Eles acreditavam que os filhos de genitores de espécies diferentes são estéreis, enquanto os filhos de genitores de variedades diferentes da mesma espécie são férteis. Muito do capítulo de Darwin sobre hibridismo é dedicado a fornecer contraexemplos à

afirmação de que a esterilidade dos híbridos marca uma distinção entre espécies e variedades. No fim, Darwin rejeita a esterilidade dos híbridos como um critério para distinguir espécies de variedades. Ele escreve, “Pode ser demonstrado, assim, que nem a esterilidade nem a fertilidade proporcionam uma distinção clara entre espécies e variedades” (1964, p. 248).

Evidência ulterior de que Darwin duvidava de uma distinção baseada em processos entre espécies e variedades é encontrada no Capítulo 4 de *A Origem*, intitulado “Seleção Natural”. Darwin propõe dois princípios, os quais ele nomeia de O Princípio da Divergência dos Caracteres e O Princípio da Extinção. Juntos, esses princípios explicam a origem de novos táxons e lacunas morfológicas entre táxons. O Princípio da Divergência dos Caracteres tem um ponto de partida darwinista familiar: suponha que uma região geográfica contenha vários grupos de indivíduos proximalmente relacionados. Em um desses grupos, alguns organismos são selecionados porque eles possuem um traço que os confere alguma vantagem adaptativa. A seleção divergente ocorre em gerações futuras quando organismos com formas adaptadas ainda melhores daquele traço são selecionadas, eventualmente levando às pronunciadas lacunas morfológicas entre aquele grupo de organismos e seus grupos-irmãos ou pais (DARWIN, 1964, p. 122-). Darwin ilustra esse processo com uma série de exemplos. Considere seu exemplo do criador de pombos (1964, p. 112). Um criador de pombos tem sua atenção chamada pelo bico ligeiramente mais longo de alguns dos pássaros. Ele então seleciona pássaros com bicos ligeiramente mais longos naquela geração, e continua a fazê-lo em gerações subsequentes até que haja uma lacuna morfológica pronunciada entre o grupo selecionado e o original. Darwin argumenta que o processo de seleção divergente causa a origem de novos táxons, sendo a fonte da ramificação da árvore da vida.

O Princípio da Extinção avança na explicação das lacunas que observamos na biodiversidade. Quando grupos se tornam mais distintos e mais bem adaptados ao seu ambiente, seus grupos-pais e grupos-irmãos são levados à extinção. Essa extinção dos “intermediários”, como Darwin os chama, causa as lacunas observadas entre os táxons (1964, p. 121-). A extinção, em outras palavras, poda os ramos da árvore da vida de modo que ela tenha a forma que observamos. Juntos, o Princípio da Divergência dos Caracteres e o Princípio da Extinção explicam a origem das variedades e das espécies, bem como os padrões de biodiversidade observados no mundo. O ponto relevante para o nosso debate sobre Darwin é que não há um mecanismo especial de especiação que marque a diferença entre espécies e variedades. Como nota Kohn (2008), Darwin não usou a palavra “especiação” na

*Origem*. Como Darwin escreve: “A origem da existência de grupos subordinados a grupos é a mesma para as variedades e para as espécies, a saber, a proximidade da descendência com vários graus de modificação” (1964, p. 423).

Até aqui foi sugerido que Darwin duvidava da existência da categoria espécie porque ele duvidava da distinção entre espécies e variedades. E quanto àqueles táxons chamados de “espécies” por naturalistas competentes, seriam eles táxons reais para Darwin? Parece que Darwin era um realista quando se trata de táxons. Uma passagem no início do capítulo da *Origem* sobre classificação, o capítulo 13, confirma isso. Darwin escreve que “desde o primeiro alvorecer da vida, constata-se que todos os seres orgânicos se assemelham entre si em graus descendentes, de modo que podem ser classificados como grupos subordinados a grupos. Essa classificação evidentemente não é arbitrária como o agrupamento das estrelas em constelações” (1964, p. 411). Esses táxons (“grupos”) identificados por naturalistas competentes podem ser reais, e a classificação de grupos dentro de grupos, se apropriadamente construída, reflete o arranjo hierárquico dos táxons no mundo. Portanto, o ceticismo de Darwin sobre a categoria espécie não se estendeu aos táxons e àqueles táxons chamados de “espécies.”

## 6. Resumo

Este verbete enciclopédico começou com a observação de que, em um nível intuitivo, a natureza das espécies parece bastante óbvia. No entanto, uma revisão da literatura técnica revela que nosso entendimento teórico das espécies está longe de estar estabelecido. O debate sobre a natureza das espécies envolve uma série de questões. Uma delas é seu estatuto ontológico: as espécies são tipos naturais ou indivíduos? Uma outra questão diz respeito ao pluralismo: deveríamos adotar o monismo ou o pluralismo quanto às espécies? Uma terceira e, talvez, mais fundamental questão é se o termo “espécie” se refere a uma categoria real na natureza. Até mesmo Darwin, ao que parece, duvidava que “espécie” se refere a uma categoria real na natureza.

## Referência bibliográfica

- BARKER, M. Specious Intrinsicism. **Philosophy of Science**, 77, p. 73–91, 2010.
- BARKER, M.; WILSON, R. Cohesion, Gene Flow, and the Notion of Species. **Journal of Philosophy**, 107, p. 59-77, 2010.
- BEATTY, J. **Speaking of Species: Darwin's Strategy**. In: KOHN, D. (Ed.), **The Darwinian Heritage**. Princeton: Princeton University Press, 1985.
- BOYD, R. Homeostasis, species, and higher taxa. In: WILSON, R. (Ed.), **Species: New Interdisciplinary Essay**, p. 141-185. Cambridge: MIT Press, 1999a.
- BOYD, R. Kinds, complexity and multiple realization: comments on Millikan's "Historical Kinds and the Special Sciences". **Philosophical Studies**, 95, p. 67- 98, 1999b.
- BRIGANDT, I. Species Pluralism Does Not Imply Species Eliminativism. **Philosophy of Science**, 70, p. 1305-1316, 2003.
- BULLER, D. **Adapting Minds: Evolutionary Psychology and the Persistent Quest for Human Nature**. Cambridge: MIT Press, 2005.
- CLARIDGE, M.; DAWAH, H.; WILSON, R. **Species: The Units of Biodiversity**. London: Chapman and Hall. 1997.
- COHAN, F. "What are bacterial species?". **Annual Review of Microbiology**, 56, p. 457-487. 2001.
- COYNE, J.; ORR, H. **Speciation**. Sunderland, MA: Sinauer. 2004.
- CRANE, J. On the Metaphysics of Species. **Philosophy of Science**, 71, p. 156-173, 2004.
- CRAWFORD, E. Biological Species are Natural Kinds. **Southern Journal of Philosophy**, 46, p. 339-362, 2008.
- CURRIE, A. The Mystery of the *Triceratops's* Mother: How to be a Realist about the Species Category. **Erkenntnis**, 81, p. 795-816, 2016.
- DARWIN, C. **On the Origin of Species: A Facsimile of the First Edition**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1859 [1964].
- DARWIN, F. **The Life and Letters of Charles Darwin, including an Autobiographical Chapter**. London: John Murray. 1877.
- DE QUEIROZ, K. The general lineage concept of species and the defining properties of the species category. In: WILSON, R. (Ed.) **Species: New Interdisciplinary Essays**, p. 49-90. Cambridge: MIT Press, 1999.
- DE QUEIROZ, K. Different species problems and their resolution. **BioEssays**, 27, p. 1263-1269, 2005.

- DE QUEIROZ, K. Species concepts and species delimitation. **Systematic Biology**, 56, p. 879-866, 2007.
- DEVITT, M. Resurrecting Biological Essentialism. **Philosophy of Science**, 75, p. 344-382, 2008.
- DOOLITTLE, F.; BAPTESTE, E. Pattern Pluralism and the Tree of Life Hypothesis. **Proceedings of the National Academy of Science**, 104: 7257-7268, 2007.
- DOOLITTLE, F.; ZHAXYBAYEVA, O. On the origin of prokaryotic species. **Genome Research**, 19, p. 744-756, 2009.
- DUPRÉ, J. **The Disorder of Things: Metaphysical Foundations of the Disunity of Science**. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1993.
- DUPRÉ, J. In Defence of Classification. **Studies in the History and Philosophy of Biology and the Biomedical Sciences**. 32, p. 203-219, 2001.
- DYKUIZEN, D.; GREEN, L. Recombination in *Escherichia coli* and the definition of biological species. **Journal of Bacteriology**, 173, p. 7257-7268, 1991.
- ELDRIDGE, N. **Unfinished Synthesis**. New York: Oxford University Press, 1985.
- ERESHEFSKY, M. Species Pluralism and Anti-Realism. **Philosophy of Science**, 65, p. 103-120, 1998.
- ERESHEFSKY, M. **The Poverty of the Linnaean Hierarchy: A Philosophical Study of Biological Taxonomy**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- ERESHEFSKY, M. Foundational Issues Concerning Taxa and Taxon Names. **Systematic Biology**, 56, p. 295-301. 2007.
- ERESHEFSKY, M. What's Wrong with the New Biological Essentialism. **Philosophy of Science**, 77, p. 674-685. 2010a.
- ERESHEFSKY, M. Microbiology and the Species Problem. **Biology and Philosophy**, 25, p. 67-79. 2010b.
- ERESHEFSKY, M. Darwin's Solution to the Species Problem. **Synthese**, 175, p. 405-425, 2010c.
- ERESHEFSKY, M.; MATTHEN, M. Taxonomy, Polymorphism and History: An Introduction to Population Structure Theory. **Philosophy of Science**, 72, p. 1-21, 2005.
- FRANKLIN, L. Bacteria, sex, and systematics. **Philosophy of Science**, 74, p. 69-95, 2007.
- GHISELIN, M. **The Triumph of the Darwinian Method**. Chicago: University of Chicago Press, 1969.
- GHISELIN, M. A Radical Solution to the Species Problem. **Systematic Zoology**, 23, p. 536-544, 1974.
- GHISELIN, M. Species Concepts, Individuality, and

- Objectivity. **Biology and Philosophy**, 2, p. 127-143, 1987.
- GRIFFITHS, P. Squaring the Circle: Natural Kinds with Historical Essences. *In*: WILSON, R. (Ed.) **Species: New Interdisciplinary Studies**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1999.
- HEY, J. The mind of the species problem. **Trends in Ecology and Evolution**. 16, p. 326-329, 2001.
- HULL, D. The Effect of Essentialism on Taxonomy: Two Thousand Years of Stasis. **British Journal for the Philosophy of Science**. 15, p. 314-326, 16, p. 1-18, 1965.
- HULL, D. A Matter of Individuality. **Philosophy of Science**, 45, p. 335-360, 1978.
- HULL, D. Genealogical Actors in Ecological Roles. **Biology and Philosophy**, 2, p. 168-183, 1987.
- HULL, D. **Science as a Process**. Chicago: University of Chicago Press, 1988.
- KITCHER, P. Species. **Philosophy of Science**. 51, p. 308-333, 1984.
- KOHN, D. Darwin's keystone: The principle of divergence. *In*: RUSE, R. RICHARDS, R. (Eds.), **The Cambridge Companion to the "Origin of Species"**. Cambridge: Cambridge University Press, Cambridge. 2008.
- LAPORTE, J. **Natural Kinds and Conceptual Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- LAWRENCE, J.; RETCHLESS, A. The Myth of Bacterial Species and Speciation. **Biology and Philosophy**. 25, p. 569-588, 2010.
- LEE, M. Species concepts and species reality: salvaging a Linnaean rank. **Journal of Evolutionary Biology**, 16, p. 179-188, 2003.
- LEWENS, T. Species, Essence and Explanation. **Studies in the History and Philosophy of the Biological and Biomedical Sciences**, 43, p. 751-757. 2012.
- LOCKE, J. **An Essay Concerning Human Understanding**, New York: Oxford University Press, 1690 [1975].
- MAGNUS, P. **Scientific Enquiry and Natural Kinds: From Planets to Mallards**, New York: Palgrave MacMillan, 2012.
- MALLET, J. Mayr's view of Darwin: was Darwin wrong about speciation. **Biological Journal of Linnaean Society**, 95, p. 3-16, 2008.
- MAYDEN, R. On biological species, species concepts and individuation in the natural world. **Fish and Fisheries**, 3, p. 171-196, 2002.
- MAYR, E. **Animal Species and Evolution**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1963.

- MAYR, E. **The Growth of Biological Thought**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.
- MILLIKAN, R. 1999, "Historical Kinds and the "Special Sciences"", *Philosophical Studies*, 95: 45-65
- MISHLER, B; BRANDON, R.; Individuality, Pluralism, and the Phylogenetic Species Concept. **Biology and Philosophy**, 2, p. 397-414, 1987.
- MISHLER, B; DONOGHUE, M. Species Concepts: A Case for Pluralism. **Systematic Zoology**. 31, p. 491-503, 1982.
- MORGAN, G.; PITTS, W. Evolution without species: The case of mosaic bacteriophages. **British Journal for the Philosophy of Science**. 59, p. 745-765, 2008.
- NESBO, C.; DULTEK, M.; DOOLITTLE, F. Recombination in thermotoga: implications for species concepts and biogeography. **Genetics**, 172, p. 759-769, 2006.
- OKASHA, S. Darwinian Metaphysics: Species and the Question of Essentialism. *Synthese*, 131: p. 191-213, 2002.
- O'MALLEY, M. **Philosophy of Microbiology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.
- O'MALLEY, M.; DUPRÉ, J. 2007. Size doesn't matter: towards a more inclusive philosophy of Biology. *Biology and Philosophy*, 22, p. 155-191.
- PEDROSO, M. Origin Essentialism in Biology. *Philosophical Quarterly*, 64, p. 60-81, 2014.
- PIGLIUCCI, M. Species as family resemblance concepts: the (dis-)solution of the species problem. **BioEssays**, 25, p. 596-602, 2003.
- REYDON, T. Species Are Individuals Or Are They?. **Philosophy of Science**, 70, p. 49-56, 2003.
- RICHARDS, R. *The Species Problem: A Philosophical Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- ROSENBERG, A. *Instrumental Biology or the Disunity of Science*, Chicago: Chicago University Press, 1994.
- ROSSELLO-MORA, R.; AMANN, R. The species concept for prokaryotes. **Federation of European Microbiological Societies Microbiology Review**, 25, p. 39-67, 2001.
- SLATER, M. **Are Species Real? An Essay on the Metaphysics of Species**. New York: Palgrave Mcmillan, 2013.
- SOBER, E. Evolution, Population Thinking and Essentialism. **Philosophy of Science**, 47, p. 350-383, 1980.

- SOBER, E. Sets, Species, and Natural Kinds: A Reply to Philip Kitcher's "Species". **Philosophy of Science**, 51, p. 334-341, 1984.
- STAMOS, D. **Darwin and the nature of species**. Albany, NY: SUNY Press, 2007.
- TEMPLETON, A. The meaning of species and speciation: A genetic perspective. *In*: OTTE, E.; ENDLER, J. (Eds.), **Speciation and its Consequences**. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1989.
- VELASCO, J. Species, Genes, and the Tree of Life. **British Journal for the Philosophy of Science**. 61, p. 599-619, 2010.
- WILKINS, J. How to be a chaste species pluralist-realist. **Biology and Philosophy**. 18, p. 621-638, 2003.
- WILKINS J. Species: The history of the idea. Berkeley: University of California Press, 2009.
- WILSON, R. Realism, Essence, and Kind: Resuscitating Species Essentialism. *In*: WILSON, R. (Ed.), **Species: New Interdisciplinary Studies**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1999.
- WILSON, R.; BARKER, M. BRIGANDT, I. When traditional essentialism fails: biological natural kinds. **Philosophical Topics**, 35, p. 189-215, 2007.

## Outros Recursos da Internet

**Definindo uma Espécie**, página no website *Understanding Evolution*, Museu de Paleontologia da Universidade da Califórnia. Disponível em: [http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/0\\_0\\_0/evo\\_41](http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/0_0_0/evo_41). Acesso em: 25 jan. 2022.

**Por que devemos nos importar com as espécies?**, artigo de Jody Hey na *Nature Education*, 2(5). Disponível em: <https://www.nature.com/scitable/topicpage/why-should-we-care-about-species-4277923>. Acesso em: 25 jan. 2022.

## Verbetes relacionados

indivíduos biológicos | biologia do desenvolvimento | evolução | evolução: conceito antes de Darwin | evolução: da Origem das Espécies à Descendência do Homem | tipos naturais | realismo científico

# (V) Criacionismo\*

Autor: Michael Ruse

Tradução: Írio Vieira Coutinho Abreu Gomes

Revisão: Tárik de Athayde Prata

De maneira geral, um Criacionista é alguém que acredita em um deus que, a partir do nada, é criador absoluto do céu e da terra através de um ato de vontade livre. Essa divindade é geralmente considerada "transcendente", ou seja, além da experiência humana. Também é constantemente envolvida ("imaneente") na criação, pronta para intervir quando necessário; e sem o seu cuidado a criação poderia cessar ou desaparecer. Nesse sentido, cristãos, judeus e muçulmanos são todos Criacionistas. Geralmente eles são conhecidos como 'teístas', distintos dos 'deístas'. Esses últimos acreditam que existe um designer que pode ou não ter criado o material no qual trabalha e que não interfere quando o ato de projetar está concluído. O foco desta discussão está em um sentido mais restrito de Criacionismo, o sentido que normalmente se encontra em escritos populares (especialmente nos Estados Unidos de hoje, mas em rápida expansão mundial). Aqui, Criacionismo significa tomar a Bíblia, particularmente os primeiros capítulos do Gênesis, como guias

---

\*RUSE, M. *In*: ZALTA, E. N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Winter Edition. Stanford, CA: The Metaphysics Research Lab, 2018. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/creationism/>. Acesso em: 31 dez. 2021.

The following is the translation of the entry on Creationism by Michael Ruse, in the Stanford Encyclopedia of Philosophy. The translation follows the version of the entry in the SEP's archives at <https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/creationism/>. This translated version may differ from the current version of the entry, which may have been updated since the time of this translation. The current version is located at <https://plato.stanford.edu/entries/creationism/>. We'd like to thank the Editors of the Stanford Encyclopedia of Philosophy, mainly Prof. Dr. Edward Zalta, for granting permission to translate and to publish this entry. Finally, we would like to thank to John Templeton Foundation for financially supporting this project.

literalmente verdadeiros para a história do universo e para a história da vida, incluindo nós, humanos, aqui na terra (NUMBERS, 1992).

Neste sentido mais restrito, o Criacionismo acarreta uma série de crenças. Primeiramente, que passou um curto tempo desde o início de tudo. Os 'Criacionistas da Terra Jovem' acreditam que o cálculo do século XVI, do Arcebispo Ussher, de que a criação tem 6.000 anos é uma boa estimativa. Em segundo lugar, que a criação se passou em seis dias - há um debate sobre o significado de "dia" neste contexto, alguns insistem que um dia são vinte e quatro horas literais, já outros são mais flexíveis. A Terceira crença é que houve uma criação milagrosa de toda a vida, incluindo o *Homo sapiens* - com espaço para uma discussão sobre se Adão e Eva vieram juntos, ou se Eva veio depois para fazer companhia a Adão. Quarta crença, houve um dilúvio mundial algum tempo após a criação inicial, onde apenas um número limitado de humanos e animais sobreviveram. Quinta, que houve outros eventos, como a Torre de Babel e a transformação da esposa de Ló em uma estátua de sal. Os Criacionistas (neste sentido restrito) têm sido conhecidos de várias maneiras, seja como fundamentalistas ou literalistas bíblicos e, às vezes - especialmente quando estão defendendo as bases científicas de suas crenças - como Criacionistas Científicos. Os atuais Criacionistas são frequentemente marcados pelo entusiasmo por algo que é conhecido como Design Inteligente. A relação entre o Criacionismo, no sentido de literalismo, e Design inteligente é um tanto complexa, por isso o exame dessa relação será deixado para mais tarde. Até que seja dito o contrário, a discussão a seguir concentra-se nos literalistas. Como **literalista** é o termo comum, continuamos a usá-lo. Mais precisamente, essas pessoas são mais conhecidas como **inerrantistas** [*inerrantists*], o que implica que a ênfase está menos nas palavras reais e mais na interpretação, especialmente na maneira como eles interpretam a Bíblia, particularmente quando se trata de profecias.

Considerando ressalvas importantes a serem observadas adiante, os Criacionistas fazem forte oposição à explicação evolucionista do mundo, particularmente a um mundo como descrito por Charles Darwin em sua *Origem das Espécies*. Os Criacionistas, certamente os tradicionais, opõem-se ao fato (modelo) da evolução, ou seja, que todos os organismos vivos e mortos são produtos de um processo natural de desenvolvimento, a partir de algumas formas, talvez, em última análise, de materiais inorgânicos ("descendência comum"). Frequentemente, isso é conhecido como **macroevolução**, que é diferente de uma 'microevolução'. A primeira refere-se a primatas e humanos, enquanto a segunda ocorre de uma espécie de tentilhão para outra. Os Criacionistas também se opõem às teses sobre a plena adequação

da versão darwinista da teoria da evolução, a saber, que as pressões populacionais conduzem a uma luta pela existência; que os organismos diferem aleatoriamente devido a erros no material da hereditariedade ("mutações" nos "genes"); que a luta e a variação levam a uma forma natural de seleção, com alguns sobrevivendo e reproduzindo, enquanto outros fracassam; e que a consequência final de tudo isso é a evolução, na direção de organismos mais bem-adaptados.

## 1. A História do Criacionismo

Os Criacionistas se apresentam como os verdadeiros portadores e representantes atuais do Cristianismo tradicional autêntico, mas, historicamente falando, isso simplesmente não é verdade (RUSE, 1988, 2005; NUMBERS, 1992; MCMULLIN, 1985). A Bíblia tem grande importância na vida de qualquer Cristão, mas não é o caso que a Bíblia, tomada literalmente, sempre teve o lugar mais importante na vida ou na teologia dos Cristãos. Para a maioria, de fato, não tem (TURNER, 2002). Embora devamos lembrar que a maioria dos literalistas são mais conhecidos como inerrantistas [*inerrantists*], porque muitas vezes eles divergem no significado de uma leitura literal! A tradição, os ensinamentos e a autoridade da igreja, sempre tiveram um status primordial para os Católicos. Da mesma forma, a religião natural - aproximar-se de Deus por meio da razão e do argumento - há muito tem um lugar de honra tanto para Católicos quanto para Protestantes. Os Católicos, especialmente os da época de Santo Agostinho por volta de 400 d.C., e até mesmo pensadores anteriores, como Orígenes, sempre reconheceram que, às vezes, a Bíblia precisa ser tomada metaforicamente ou alegoricamente. Agostinho foi particularmente sensível a essa necessidade, pois durante muitos anos de sua juventude foi Maniqueu e, por isso, negou a autenticidade e relevância do Antigo Testamento para a salvação. Quando se tornou Cristão, entendeu com profundidade os problemas do Gênesis e, por isso, estava ansioso para ajudar seus irmãos de fé a não cair nas armadilhas do literalismo.

Só após a Reforma Protestante, a Bíblia começou a assumir uma posição privilegiada sem precedentes, isso ocorreu quando os grandes Reformadores - especialmente Lutero e Calvino - enfatizaram a necessidade de seguir apenas as Escrituras, e não o que eles consideravam como interpretações excessivamente influenciadas pelas tradições da Igreja Católica. Mas, mesmo eles, duvidavam das leituras absolutamente literais. Para Lutero, a justificação pela fé era a pedra angular

de sua teologia. No entanto, a Epístola de São Tiago parecia enfatizar mais a necessidade das boas obras. Ele se referiu a essa Epístola como "uma carta de palha" (WENGERT, 2013). Calvino também falou que Deus teve que adaptar Seus escritos ao público não instruído, especialmente os judeus antigos, e, portanto, dos perigos de interpretar a Bíblia muito literalmente em um sentido acrítico. O ramo radical da Reforma, conduzido por Zuínglio, sempre deu primazia ao fato de Deus falar diretamente a nós através do coração e, até hoje, encontramos representantes modernos, como os Quakers, incomodados com uma abordagem da religião excessivamente centrada na Bíblia.

Foi depois dos avivamentos religiosos do século XVIII e início do século XIX, na Grã-Bretanha e na América – avivamentos que levaram a seitas como os Metodistas – que um literalismo mais forte se tornou parte importante do cenário religioso. Na América, particularmente, o literalismo se consolidou e, especialmente após a Guerra Civil, enraizou-se nas seitas evangélicas, especialmente os Batistas, do Sul (NUMBERS, 1998; NOLL, 2002). O literalismo tornou-se parte da identidade do Sul, tendo (como veremos abaixo) um papel tão forte na oposição de ideias e influências dos líderes e formuladores de políticas do Norte, quanto qualquer pensamento enraizado em uma teologia bem elaborada. Observe a importante qualificação, "líderes e formuladores de políticas" do Norte. Os pregadores literalistas tiveram terreno fértil em muitos acontecimentos (confira mais discussões sobre esses acontecimentos em RUSE, 2013). Isso ocorreu quando trabalhadores e pessoas de classe média baixa que, vivendo nas grandes cidades do Norte, se sentiram profundamente ameaçados devido a mudanças causadas pela industrialização. Também foi importante o enfraquecimento das crenças tradicionais e o grande fluxo de imigrantes da Europa. Graças a uma série de fatores, o Criacionismo começou a crescer dramaticamente no início do século XX. Primeiro, houve as primeiras tentativas sistemáticas de elaborar uma posição que levasse em conta a ciência moderna e uma leitura literal do Gênesis. Particularmente importantes a esse respeito foram os Adventistas do Sétimo dia, especialmente o canadense George McCready Price, que tinha razões teológicas para defender o literalismo, com destaque para a crença de que o sétimo dia - o dia de descanso - tem, literalmente, vinte e quatro horas. Também importante para os Adventistas e para seus companheiros de viagem, a saber, pessoas que pensam que o Armagedom está a caminho, é o fenômeno complementar progresso de um primitivo dilúvio mundial (isso, como veremos, se tornaria um tema importante nos tempos da Guerra Fria do século XX). Em segundo lugar, houve um aumento de vigor dos evangélicos (referindo-se genericamente

aos Protestantes cuja fé estava ligada à Bíblia interpretada literalmente) quando eles tiveram sucesso em suas tentativas de proibir bebidas alcoólicas nos Estados Unidos. Entusiasmados pela vitória, eles procuraram outros campos para conquistar. Terceiro, houve a disseminação da educação pública e mais crianças foram expostas a ideias evolucionistas, provocando uma reação Criacionista. Em quarto lugar, novas correntes evangélicas vieram à tona, especialmente os tratados *Os Fundamentos* [*The Fundamentals*] – uma série de publicações evangélicas, concebida em 1909 pelo empresário californiano Lyman Stewart, fundador da Union Oil e um presbiteriano devoto que deu ao movimento literalista seu nome. E em quinto lugar, houve a identificação da evolução, darwinismo em particular, com aspectos militaristas do Darwinismo Social, especialmente o Darwinismo Social supostamente adotado pelos Alemães na Primeira Guerra Mundial (LARSON, 1997; RUSE, 2018a).

Esta batalha entre evolucionistas e "Fundamentalistas" chegou ao auge em meados dos anos 1920 em Dayton, Tennessee, quando um jovem professor, John Thomas Scopes, foi processado por ensinar a Teoria da Evolução em sala de aula, desafiando uma lei estadual que proibia tal ensino. Processado pelo três vezes candidato à presidência William Jennings Bryan e defendido pelo famoso advogado agnóstico Clarence Darrow, o *Julgamento do Macaco de Scopes* chamou a atenção do mundo, especialmente graças às reportagens incendiárias do jornalista do *Baltimore Sun*, H. L. Mencken. A farsa foi revelada quando, negada a oportunidade de apresentar suas próprias testemunhas, Darrow depôs ao promotor Bryan. No final, Scopes foi considerado culpado e multado em \$100. Essa condenação foi anulada por questões técnicas após um recurso. Embora não tenha havido mais processos, a lei do Tennessee vigorou por mais quarenta anos. Na década de 1950, o julgamento de Scopes se tornou a base de uma famosa peça e de um filme, *O Vento Será Tua Herança*. O filme retrata Bryan como um fanático, cuja imagem é ligada a um modo de vida ultrapassado. Na verdade, Bryan fez uma defesa estapafúrdia da lei do Tennessee. Ele pensava que os dias da Criação eram longos períodos de tempo, e tinha pouca simpatia pelas especulações escatológicas sobre o Armagedom e coisas do tipo. É bem possível que, humanos à parte, ele tenha aceitado alguma forma de evolução. Suas objeções ao Darwinismo eram mais sociais do que teológicas. Ele odiava o que pensava serem as implicações militaristas, que muitos tiraram da luta pela existência, no centro do pensamento de Darwin. A Primeira Guerra Mundial, com muitos justificando a violência em nome da biologia evolutiva, confirmou suas suspeitas. O vencedor do Prêmio Pulitzer, *Summer of the Gods* (LARSON, 1997) é definitivo a respeito do julgamento de Scopes. É geralmente

aceito que *O Vento será tua Herança* usa a história como um veículo para explorar e condenar ataques macartistas a figuras incômodas ou dissidentes na Sociedade Americana.

## 2. A Ciência da criação

Depois do Julgamento de Scopes, o consenso era que o movimento Criacionista atingira o topo e declinou de forma dramaticamente rápida. No entanto, o Criacionismo (e toda ação antievolucionista que o acompanhava) ainda teve efeitos duradouros. Os fabricantes de livros didáticos, de maneira crescente, omitiam a evolução - especialmente o Darwinismo - de seus livros, de modo que os alunos tivessem cada vez menos exposição a essas ideias. Quaisquer que sejam as batalhas que os evolucionistas possam ter pensado ganhar no tribunal da opinião popular, nas trincheiras da sala de aula as perdas da guerra eram enormes. As coisas começaram a mudar novamente no final dos anos de 1950. Foi então que, graças ao Sputnik, os russos demonstraram superioridade na construção de foguetes (e suas implicações para a corrida armamentista da Guerra Fria), e os Estados Unidos, estarecidos, perceberam o quão ineficaz era a educação científica de seus jovens. Especificamente a esse respeito, a ação do país foi imediata e eficiente, despejando dinheiro na produção de novos textos científicos. Assim, com a adoção desses textos, o Governo Federal pôde ter um forte impacto, e ainda contornar o problema de que a educação tenderia a ficar sob o controle estrito de cada estado. Os novos textos de biologia abriram enorme espaço à evolução, ao Darwinismo, e com isso reacendeu-se mais uma vez a controvérsia com o Criacionismo. As crianças estavam aprendendo essas horrendas doutrinas nas escolas e algo precisava ser feito (RUSE, 1988; GILKEY, 1985).

Felizmente, para os literalistas, a ajuda estava próxima. Um estudioso da Bíblia, John C. Whitcomb, e um engenheiro hidráulico, Henry M. Morris, acordaram em escrever o que seria a nova Bíblia do movimento, *Genesis Flood: The Biblical Record and its Scientific Implications* (1961). Seguindo a tradição de escritores anteriores, especialmente dos Adventistas do Sétimo Dia, eles argumentaram que cada parte do relato Bíblico da criação, dada nos primeiros capítulos do Gênesis, é totalmente endossada pelo melhor da ciência moderna. Seis dias de vinte e quatro horas, organismos surgindo milagrosamente, ao final os humanos, e, algum tempo depois, uma enorme inundação mundial que varreu a maioria dos organismos da face da terra - ou melhor, abandonou seus restos na lama enquanto as águas

baixavam. Ao mesmo tempo, Whitcomb e Morris defendiam que os argumentos a favor da evolução falhavam de maneira desoladora. Eles introduziram (ou reviveram) uma série de argumentos que se constituíram num repertório padrão Criacionista contra a evolução. Vejamos alguns desses argumentos, ao lado dos contra-argumentos que os evolucionistas fizeram em resposta.

Em primeiro lugar, os Criacionistas argumentam que, na melhor das hipóteses, a evolução é apenas uma teoria e não um fato, e que as teorias nunca devem ser tomadas como um evangelho (se nos permitem uma metáfora). Eles afirmam que a própria linguagem dos evolucionistas mostra que suas ideias têm bases instáveis. Ao que os evolucionistas respondem que isso é confundir dois sentidos diferentes da palavra **teoria**. Às vezes, usamos a palavra **teoria** significando um conjunto de leis científicas, como na *teoria da relatividade de Einstein*. Outras vezes, usamos para significar uma “hipótese duvidosa”, como em “Tenho uma teoria sobre o assassinato de Kennedy”. São dois sentidos diferentes. Não há nada de duvidoso na teoria heliocêntrica Copernicana. Ela é verdadeira. É um fato. Os evolucionistas argumentam que o mesmo acontece com a evolução. Ao falar sobre a teoria da evolução, estamos tratando sobre um corpo de leis. Em particular, se alguém está seguindo as ideias de Charles Darwin, está argumentando que as pressões populacionais levam à luta pela existência, isso implica uma seleção natural de formas favorecidas, e a evolução através da descendência compartilhada é o resultado final. A teoria da evolução nos dá um conjunto de afirmações gerais sobre a vida. Desde os anos de 1930, a teoria tem uma versão formal usando matemática com inferências dedutivas entre etapas. Em outras palavras, temos um corpo de leis e, portanto, uma teoria no primeiro sentido que acabamos de apresentar. Não há nenhuma implicação aqui de que a teoria seja duvidosa, como no segundo sentido. Não estamos necessariamente falando sobre algo inerentemente não confiável. É claro que haverá acréscimos e revisões, por exemplo, a possibilidade de uma hibridização muito maior do que alguém como Darwin percebeu, mas isso é outro assunto (QUAMMEN, 2018).

Em segundo lugar, Criacionistas como Whitcomb e Morris afirmam que o mecanismo central do pensamento evolutivo moderno, a seleção natural de Darwin, é falso. Eles argumentam que o mecanismo não é uma afirmação genuína sobre o mundo real, mas apenas um truísmo, o que os filósofos chamam de tautologia, algo verdadeiro pelo mero significado das palavras, por exemplo, “solteiros não são casados”. No caso da seleção natural, os Criacionistas apontam que um nome alternativo para o mecanismo é “a sobrevivência do mais apto”. Mas, eles perguntam,

quem é o mais apto? Eles respondem: aqueles que sobrevivem! Consequentemente, a seleção natural se reduz a uma tautologia onde aqueles que sobrevivem são aqueles que sobrevivem; e isso não é uma afirmação realmente científica. Ao que os evolucionistas respondem que esse modo de argumentar é uma artimanha, mostrando ignorância do que está genuinamente em jogo. A seleção natural é verdadeiramente real, pois fala sobre alguns organismos que efetivamente sobrevivem e se reproduzem nas lutas pela vida e de outros que falham em fazê-lo. Alguns de nossos supostos ancestrais viveram, tiveram filhos, e outros não. É certo que houve uma reprodução diferenciada e isso não é um mero truísmo. Poderia ser que todos tivessem tido o mesmo número de filhos ou que não houvesse diferença geral entre o bem-sucedido e o malsucedido. Isso tudo é rejeitado pela seleção natural. Dizer que algo é apto ou o mais apto é dizer que ele tem certas características (o que os biólogos chamam de adaptações) que outros organismos não têm e que, em geral, espera-se que o mais apto seja bem-sucedido. Mas não há garantia de que isso deva ser assim ou de que sempre acontecerá. Um terremoto pode exterminar qualquer um, apto ou não.

Antes de discutir o terceiro argumento dos Criacionistas contra a evolução, vale a pena parar um pouco neste segundo. A maioria, senão todos os evolucionistas profissionais concordam que, às vezes, a seleção natural não é um fator causal significativo. Nesse sentido, é falso que a seleção seja algo que por definição é e sempre será o motivo de uma mudança duradoura. O mais apto nem sempre prevalece e, obviamente, isso não pode ser uma tautologia. Na década de 1930, o americano Sewall Wright, geneticista de população, concebeu sua hipótese da **deriva genética** [*genetic drift*], argumentando que, às vezes, o mero acaso pode levar a efeitos que superam as forças de seleção (WRIGHT, 1931, 1932). Embora, no início, isso tenha sido abraçado com entusiasmo (DOBZHANSKY, 1937), logo ficou claro que no nível físico geral (fenotípico) tais efeitos eram irrelevantes (COYNE; BARTON; TURELLI, 1997). No entanto, ao nível do gene (genótipo), os efeitos ainda são considerados importantes. Na realidade, é uma ferramenta poderosa na descoberta das datas exatas dos principais eventos evolutivos, especialmente aqueles que envolvem a especiação (AYALA, 2009). Além disso, como logo veremos, um tanto que paradoxalmente, à medida que o Criacionismo evoluiu (!), cada vez mais, as virtudes da seleção trabalhando no nível microevolucionário se tornaram evidentes. Assim, pode-se explicar a diversidade da vida na terra - ela evoluiu desde a saída da Arca, que continha apenas tipos genéricos. Apesar de todas as supostas falhas, há uma discussão melhor sobre a seleção natural no museu Criacionista do

Kentucky, do que no *Field Museum* em Chicago, 300 milhas ao norte. A barreira da macroevolução permanece absoluta.

No terceiro argumento, os Criacionistas apontam que a teoria evolutiva moderna afirma que os blocos de construção brutos da evolução, as mutações genéticas, são aleatórios. Isso significa que há chances mínimas de a evolução produzir algo que opere tão bem e eficientemente como um organismo, com todas as partes funcionais no lugar. Um macaco digitando letras, o faz aleatoriamente e nunca poderia, em um milhão de anos (ou mesmo em bilhões e bilhões de anos), digitar as obras de Shakespeare. Os Criacionistas dizem que o mesmo argumento se aplica à evolução e aos organismos, dada a aleatoriedade da mutação. Ao que os evolucionistas respondem que tudo isso pode ser verdade no caso do macaco, mas no caso da evolução as coisas são um tanto diferentes. Se uma mutação funcionar, ela é conservada e depois desenvolvida, até que apareça a próxima mutação satisfatória. Isso diminui consideravelmente as probabilidades de organismos que se produzam por evolução, embora o aparecimento da mutação seja aleatório. Suponha que você pegue apenas uma frase de Shakespeare: "Amigos, romanos, conterrâneos, emprestem-me seus ouvidos". Se você tivesse de tomar todas as letras diretamente, isso demandaria um enorme intervalo de tempo. Vinte e seis (o número de letras, mais ainda se você incluir maiúsculas, lacunas e pontuação) elevado à potência do número de espaços. Mas se você puder manter o 'A' assim que o encontrar, e depois seguir com o 'm', você não estará mais voltando à estaca zero todas as vezes, o que torna a tarefa mais gerenciável. Em relação a essas questões, Dawkins (1986) traz uma boa discussão. Por sinal, acrescentam os evolucionistas, deve-se tomar cuidado ao falar de mutação como "aleatória". Nada obriga que a mutação seja sem causa, ou algo ainda mais estranho. Antes, isso significa que as mutações não ocorrem de acordo com a necessidade: suponha que uma nova doença apareça. A teoria da evolução não garante que uma nova mutação que proteja a vida vá ocorrer necessariamente.

Em quarto lugar, na litania das reclamações Criacionistas, há uma a que sempre recorrem baseada na paleontologia. Os Criacionistas concordam que o registro fóssil é sequencial, primeiro os peixes depois os primatas, mas argumentam que isso é o resultado do efeito de classificação do Dilúvio. Os primatas estão acima dos dinossauros, por exemplo, porque os primatas são mais ágeis e se moveram montanha acima antes de serem pegos e se afogarem. Eles também argumentam, no entanto, que, se houve evolução, o registro fóssil deveria ser contínuo, mas, na realidade existem muitas lacunas entre as diferentes formas - saltos de um tipo de

organismo para outro. Dos macacos para os humanos seriam um caso em questão. Isso significa Criação, não evolução. Ao que os evolucionistas respondem que tais lacunas são esperadas. A fossilização é uma ocorrência incomum, a maioria dos cadáveres são comidos imediatamente ou apodrecem, e o surpreendente é que tenhamos o que temos. Por outro lado, argumentam os evolucionistas, as lacunas nos registros não são tão grandes. Há várias sequências boas - linhas de fósseis com pouca diferença entre as formas adjacentes, dos anfíbios aos mamíferos, por exemplo, ou (em mais detalhes) a evolução do cavalo, do Eohippus com cinco dedos no pé ao moderno cavalo com um dedo. Além disso, em refutação ao Criacionismo, não encontramos fósseis fora de ordem como se poderia esperar após um dilúvio. Em que pese tudo o que os Criacionistas defendam contrariamente, os humanos nunca foram encontrados junto com os dinossauros. Aqueles animais da antiguidade morreram muito antes de nós aparecermos em cena; e o registro fóssil confirma isso.

Em quinto lugar, os Criacionistas argumentam que a física refuta a evolução. A segunda lei da termodinâmica afirma que os sistemas têm sempre sua capacidade de funcionamento diminuída - a entropia aumenta, para usar a linguagem técnica. A energia é usada e eventualmente convertida em calor, o que impossibilita a reutilização. Mas os organismos claramente seguem seu desenvolvimento e parecem desafiar essa lei. Isso seria impossível, se explicado apenas pela evolução. A segunda lei exclui a evolução cega (isso significa uma mudança sem intervenção divina) dos organismos, desde as bolhas simples iniciais até os organismos superiores complexos como os humanos. Deve ter havido, portanto, uma intervenção não natural e miraculosa para produzir a vida funcional. A esse argumento, a resposta dos evolucionistas é que a segunda lei realmente diz que a energia reutilizável do universo diminui, mas não nega que bolsões isolados do universo podem reverter a tendência por um curto período; usando energia de outro lugar. E é isso que acontece no planeta Terra. Usamos a energia do sol para continuar evoluindo por um tempo. Eventualmente, o sol vai se extinguir e a vida terminará. Parece certa a vitória da segunda lei, mas isso ainda vai demorar.

A sexta e última objeção Criacionista é a de que os humanos simplesmente não podem ser explicados por leis cegas (isto é, leis aleatórias), especialmente por leis evolutivas cegas. Eles devem ter sido criados. A isso respondem os evolucionistas que é mera suposição arbitrária acreditar que os humanos são tão excepcionais assim. Na verdade, hoje o registro fóssil de humanos é forte - evoluímos nos últimos quatro milhões de anos a partir de pequenas criaturas com metade da nossa altura,

que tinham cérebros pequenos e andavam eretos, mas não tão habilmente quanto nós. Existem muitas provas fósseis desses seres (conhecidos como *Australopithecus afarensis*). Recentemente, há outras descobertas pertinentes, mostrando que (como seria de se esperar) não há apenas evolução relativa aos humanos modernos, mas ramificações e linhas secundárias, por exemplo, o chamado “*hobbit*”, *Homo floresiensis* (FALK, 2012). Talvez seja verdade que os humanos sejam especiais, pois (como os Cristãos afirmam) apenas nós temos almas imortais, mas isso é uma afirmação religiosa. Não é uma afirmação da ciência e, portanto, a evolução não deve ser criticada por não explicar as almas. É claro que há muito mais a ser descoberto sobre a evolução humana, mas essa é a natureza da ciência. Nenhum ramo da ciência tem todas as respostas. A verdadeira questão é se o ramo da ciência obtém progresso nas suas respostas; e os evolucionistas afirmam que isso é o caso em seu ramo.

### 3. Entendendo o Criacionismo em seu contexto cultural

Antes de prosseguirmos historicamente, vale a pena parar por um momento e considerar alguns aspectos do Criacionismo, no que se poderia denominar contexto cultural. Primeiro, como um movimento populista, impulsionado por fatores sociais - como a sensação de alienação do mundo moderno - seria de se esperar que as mudanças culturais na sociedade se refletissem nas crenças Criacionistas. Considere, acima de tudo, os problemas e relações raciais. O literalismo bíblico era muito popular no Sul em meados do século XIX, pois servia como uma justificativa à escravidão (NOLL, 2002). Mesmo que se possa ler a mensagem Cristã como sendo fortemente contra a escravidão – o Sermão da Montanha dificilmente recomenda tornar as pessoas propriedade alheia – a Bíblia em outros lugares parece endossar a escravidão. Recorde que quando o escravo fugitivo veio a São Paulo, o apóstolo disse-lhe para voltar ao seu senhor e obedecê-lo. Resquícios desse tipo de pensamento persistiram nos círculos Criacionistas até o século XX. Price, por exemplo, estava bastante convencido de que os negros são brancos degenerados. No entanto, na época de *Genesis Flood* o movimento pelos direitos civis estava em pleno vigor, por isso Whitcomb e Morris tiveram de ser cautelosos. Eles explicaram em detalhes que a Bíblia não dá nenhuma justificativa para tratar os negros como inferiores. A história do filho e neto de Noé tornando-se negros por maldição, não fazia parte da leitura deles das Sagradas Escrituras. O literalismo pode até ser a pura palavra de Deus, mas está tão aberto à interpretação quanto as leituras mais

especializadas de Platão ou Aristóteles. Essa é a razão por que muitos se referem aos Criacionistas como **inerrantistas**, em vez de **literalistas**.

Em segundo lugar, como observado acima, tanto por razões internas quanto externas, os Criacionistas perceberam que precisavam agir com cuidado, quando em oposição direta a todo tipo de evolução. Será mesmo que a Arca de Noé carregou todos os animais que encontramos na terra hoje? Seria muito mais aceitável se a Arca tivesse carregado apenas os “tipos” básicos da Criação, e então, após o Dilúvio, os animais se dispersariam e se diversificariam. Descobrimos então que, embora os Criacionistas fossem (e são) inflexivelmente contrários à descendência comum unificada, e à ideia de mudança natural como adequada para todas as formas que vemos hoje, desde o início eles estavam aceitando muito do que só pode ser verdadeiramente chamado evolução! Dito isso, os Criacionistas estavam convencidos de que essa mudança ocorre com maior rapidez do que a maioria dos evolucionistas convencionais poderia consentir. Apesar da demora em se elaborar, gradualmente vemos emergir a estratégia de distinguir entre, como já vimos, o que é chamado de “microevolução” e “macroevolução”. Supostamente, microevolução é o tipo de coisa que trouxe diversificação aos canários de Darwin, e muitos Criacionistas – não obstante o fato de ser supostamente uma tautologia – estão até preparados a atribuir isso à seleção natural. Macroevolução é o que torna répteis, répteis, e mamíferos, mamíferos. Ela não pode ser um processo natural, mas exigiu milagres durante os dias da Criação. Embora ele tenha se oposto durante toda sua vida ao Criacionismo (*vide* abaixo), sempre tenha estado comprometido com a descendência comum, e defendido que todas as mudanças devem ser naturais, os Criacionistas aproveitaram as afirmações do paleontólogo Stephen Jay Gould segundo as quais a microevolução tem por combustível a seleção e a macroevolução pode exigir outras forças causais (GOULD, 1980).

Terceiro, e talvez o mais significativo de tudo, nunca pense que o Criacionismo é uma questão puramente epistemológica - uma questão sobre fatos e seu entendimento. Questões morais sempre foram absolutamente fundamentais. Quase todos os Criacionistas (no campo Cristão) são conhecidos teologicamente como pré-milenaristas, acreditando que Jesus virá em breve e reinará sobre o mundo antes do Juízo Final. Eles se opõem aos pós-milenaristas que pensam que Jesus virá ulteriormente e aos amilenaristas que estão inclinados a pensar que talvez já estejamos vivendo em uma era dominada por Jesus. Os pós-milenaristas valorizam o fato de nos prepararmos para Jesus, portanto, devemos nos envolver em ações sociais e coisas semelhantes. Os pré-milenaristas pensam que não há nada que

possamos fazer para melhorar o mundo, então é melhor preparar a nós e aos outros para Jesus. Isso significa um padrão de comportamento individual e a busca pela conversão dos outros. Para os pré-milenaristas, portanto, e isso inclui quase todos os Criacionistas, os grandes impulsos morais se referem à santidade familiar (que hoje engloba ser contra o aborto), ortodoxia sexual (especialmente, ser contrário à homossexualidade), punições sancionadas biblicamente (ser favorável à pena de morte), forte apoio a Israel (por conta das afirmações no Apocalipse sobre o retorno dos judeus a Israel antes do fim dos tempos), e assim por diante. É absolutamente vital perceber como essa agenda moral é parte integrante do Criacionismo Americano, tanto quanto Dilúvios e Arcas (RUSE, 2005 discute esses assuntos detalhadamente).

#### 4. Arkansas

*Genesis Flood* desfrutou de grande popularidade entre os fiéis e levou ao bem-sucedido Movimento *Ciência da Criação* [*Creation Science Movement*], onde, particularmente Morris com seus colegas de trabalho e crentes - notavelmente Duane T. Gish, autor de *Evolution: The Fossils Say No!* - impulsionou a linha literalista. Mostrou-se bastante eficaz desafiar os evolucionistas para debater, onde eles empregariam todos os truques retóricos do livro, reduzindo os cientistas à fúria e impotência, com declarações ousadas (feitas de maneira provocativa no mais das vezes por Gish) sobre a suposta natureza do universo (GILKEY, 1985; RUSE, 1988). Tudo isso culminou em um processo judicial no Arkansas. Pelo final da década de 1970, os Criacionistas estavam aprovando projetos de lei destinados às legislaturas estaduais que permitiriam, e incentivariam, o ensino do Criacionismo em escolas públicas estaduais. E isso, obviamente, se daria nas aulas de biologia dessas escolas. A essa altura, percebeu-se que, graças às decisões da Suprema Corte sobre a Primeira Emenda da Constituição (aquela que proíbe o estabelecimento de uma religião oficial), não era possível excluir o ensino da evolução de tais escolas. O truque era introduzir o Criacionismo, algo que, *prima facie*, atravessa a separação entre Igreja e Estado em tais escolas. A ideia de uma *Ciência da Criação* pretende defender que, embora haja um confronto entre a ciência e o Gênesis, no que diz respeito aos fatos científicos, o Gênesis se sustenta como boa ciência. Assim, estes projetos de lei propunham o que foi chamado de *Tratamento Equitativo*. Se se ensina o 'modelo evolucionista', então também se deve ensinar o *modelo da Ciência da Criação*. O que vale para o evolucionista também deve valer para o Criacionista.

Em 1981, esse projeto encontrou apoio no Arkansas, onde foi aprovado e transformado em lei, na verdade, por um legislativo e um governador que não atentaram para o que estavam fazendo, até que as consequências chamaram sua atenção. (William Clinton foi governador de 1978 a 1980 e novamente em 1982 até a conquista da presidência, em 1992. A lei foi aprovada durante o interstício). Imediatamente, a União Americana pelas Liberdades Civis entrou com uma ação pautada na inconstitucionalidade da lei. O teólogo Langdon Gilkey, o geneticista Francisco Ayala, o paleontólogo Stephen Jay Gould e o representante da filosofia Michael Ruse, se apresentaram enquanto especialistas no assunto para testemunhar, argumentando que o Criacionismo não tinha lugar nas aulas de biologia aprovadas pelo Estado. A posição do Estado não foi exatamente ajudada quando uma de suas testemunhas (Norman Geisler, um teólogo) admitiu, em interrogatório, sua crença em OVNIs como uma manifestação satânica. De modo nada surpreendente, a evolução venceu. A decisão do juiz foi contundente em afirmar que a Ciência da Criação não é ciência, é religião e, como tal, não tem lugar nas salas de aula das escolas públicas. O juiz (William Overton) decidiu que as "características essenciais" do que torna algo científico são:

1. Ser guiado pela lei natural;
2. Ser uma explicação referente à lei natural;
3. Ser testável em contraste com o mundo empírico;
4. Ter conclusões provisórias, ou seja, não ser necessariamente a palavra final; e
5. Ser falseável.

Na opinião do juiz, a Ciência da Criação falha em todos os itens, e isso aparentemente foi o fim da questão. Em 1987 toda essa questão foi decidida na mesma direção, agora de maneira definitiva pela Suprema Corte, em um caso semelhante envolvendo a Louisiana. Confira Ruse (1988) para uma coleção editada que reproduz muitos dos documentos pertinentes, incluindo projetos de lei estaduais, bem como depoimentos de testemunhas e a decisão do juiz.

É claro que na vida real nada é tão simples e o Arkansas certamente não foi o ponto final das questões. Uma das questões-chave do julgamento não foi tão teológica ou científica quanto filosófica. Paradoxalmente, a UALC teve dúvidas significativas sobre o uso de uma testemunha filosófica e só decidiu no último minuto trazer Michael Ruse para depor. Acontece que, como mostra a decisão do juiz, o

testemunho filosófico se mostrou crucial. Veja mais uma vez o quinto critério do juiz sobre o que conta para uma ciência boa ou genuína. Os Criacionistas começaram a se referir às ideias do eminente filósofo austríaco, naturalizado britânico, Karl Popper (1959). Como é bem sabido, Popper afirmou que, para algo ser genuinamente científico, deve ser falsificável. Com isso, Popper quis dizer que a ciência genuína se confronta com o mundo real. Se as previsões da ciência se confirmarem verdadeiras, ela segue para novos confrontos. Se as previsões falharem, então a ciência deve ser rejeitada - ou pelo menos revisada. O próprio Popper (1974) expressou dúvidas sobre se a teoria evolutiva é genuinamente falsificável, e ele se inclinou a pensar que é menos uma descrição da realidade do que uma heurística para estudos posteriores; o que ele chamou de "programa de pesquisa metafísica" (RUSE, 1977). Os Criacionistas prenderam-se a isso e argumentaram que tinham a melhor autoridade para rejeitar a evolução, ou, pelo menos, considerá-la não mais científica que o Criacionismo. Para fazer justiça, Popper (1978) revisou seu pensamento sobre a teoria da evolução darwinista e passou a admitir que era uma teoria científica genuína.

Parte do testemunho no Arkansas foi planejado para refutar esse argumento. E, de fato, mostrou-se que a evolução faz afirmações falsificáveis, pois, como já vimos, a seleção natural não é uma tautologia. Se alguém pudesse mostrar que os organismos não exibem reprodução diferenciada, para tomar o exemplo dado acima, que todos os proto-humanos tinham o mesmo número de descendentes, então, a teoria da seleção certamente seria falsa. Na mesma linha, se pudéssemos mostrar que os restos de humanos e dinossauros realmente ocorreram nos mesmos estratos temporais do registro fóssil, teríamos boas provas contra o pensamento dos evolucionistas modernos. Este argumento teve sucesso no tribunal e o juiz aceitou que o pensamento evolutivo é falseável. Em contraste, afirmou que a Ciência da Criação nunca está verdadeiramente aberta à verificação. Nela, as hipóteses ad hoc proliferam assim que qualquer uma de suas afirmações é contestada. Não é falseável e, portanto, não é ciência genuína. Contudo, após o ocorrido, uma série de filósofos proeminentes (mais notavelmente o americano Larry Laudan) se opuseram fortemente à própria ideia de usar a falseabilidade como um "critério de demarcação" entre ciência e não ciência. Eles argumentaram que, de fato, não existe uma regra rígida e eficaz para distinguir a ciência de outras formas de atividade humana e que, portanto, neste sentido, os Criacionistas poderiam ter uma chance (RUSE, 1988). Não que pessoas como Laudan fossem Criacionistas. Eles tomavam o Criacionismo como falso. A objeção deles era, antes, tentar encontrar alguma maneira de tornar a evolução, e não o Criacionismo, uma ciência genuína.

Os defensores da estratégia anti-Criacionista adotada no Arkansas argumentaram, com razão e direito, que a Constituição dos Estados Unidos não proíbe o ensino de uma ciência equivocada. Ela proíbe o ensino de uma não ciência, especialmente uma não ciência que é uma religião com outro nome. Consequentemente, se as objeções de pessoas como Laudan fossem levadas a sério, os Criacionistas poderiam ter um ponto favorável a um tratamento equitativo entre evolução e Criacionismo. A falseabilidade popperiana pode ser uma maneira um tanto rude e apressada de separar ciência e religião, mas é boa o suficiente para o trabalho em questão; e no direito, é isso que conta.

## 5. O Debate acerca do naturalismo

Os evolucionistas tiveram sucesso no tribunal. No entanto, Laudan e outros pensadores inspiraram novos esforços aos Criacionistas, e desde o caso do tribunal do Arkansas, a dimensão filosófica da controvérsia evolução/Criacionismo aumentou muito. Argumentos filosóficos são particularmente centrais para o pensamento do líder dos Criacionistas atuais, Phillip Johnson, professor de direito em Berkeley. Sua reputação foi feita com o tratado antievolutivo *Darwin on Trial* (1991). (Todos reconhecem a importante influência de Johnson o que o torna um líder emérito. Como veremos, o dever da liderança foi passado para os jovens, especialmente o bioquímico Michael Behe e o filósofo-matemático William Dembski.). Quanto a isso, Johnson apenas repetiu os argumentos dos Cientistas da Criação (aqueles dados numa seção anterior), lacunas no registro fóssil, e assim por diante. Por outro lado, enfatizou que o debate Criação / evolução não é apenas o debate de uma ciência contra uma religião, ou entre uma ciência bem formulada versus uma ciência mal feita; mas, antes, é um debate entre posições filosóficas conflitantes. Isso queria implicar que diferentes filosofias teriam um mesmo valor, no sentido de que, o que é filosofia para uma pessoa pode ser uma perversidade para outra, assim, tudo não passa de uma questão de opinião pessoal. Por trás disso pode-se ver a ação da mente do advogado, se tudo é uma questão de filosofia, então não há nada na Constituição dos Estados Unidos que impeça o ensino do Criacionismo nas escolas. De uma forma ou de outra, pode-se ver a mão pesada de Thomas Kuhn aqui, e sua tese, em *A Estrutura das Revoluções Científicas*, de que a mudança de um paradigma para outro é análoga a uma revolução política, não sendo impulsionada, em última instância, pela lógica, mas mais por fatores extra científicos como emoções e simples

preferências. No julgamento do Arkansas, Kuhn foi mencionado com tanta frequência pelos promotores quanto Popper.

Um conjunto de distinções sutis é crucial para a posição de Johnson. Ele distingue entre o que chama "naturalismo metodológico" e "naturalismo metafísico". A primeira é a postura científica de tentar explicar por leis, e recusar-se a aceitar milagres nessas explicações. Um naturalista metodológico insistiria em explicar todos os fenômenos, por mais estranhos que parecessem, em termos naturais. Por exemplo, quando Elias colocou fogo num sacrifício encharcado de água, isso seria explicado em termos da queda de um raio ou algo parecido. A última é a postura filosófica que insiste que não há nada além do natural, nenhum Deus, nada sobrenatural, nada.

O naturalismo é uma doutrina *metafísica*, o que significa, simplesmente, que afirma uma visão particular do que é, em última instância, real ou irreal. De acordo com o naturalismo, a natureza é o fundamentalmente real. Ela consiste em partículas fundamentais que constituem o que chamamos de matéria e energia, regidas por leis naturais que governam o comportamento dessas partículas. A natureza ela mesma, em última análise é tudo o que há; pelo menos no que nos diz respeito. (JOHNSON, 1995, p. 37-38)

Assim, há alguém que Johnson chama de um "realista teísta". Este alguém acredita em um Deus que pode e intervém no mundo natural.

Deus sempre tem a opção de trabalhar através de mecanismos regulares secundários, e nós observamos esses mecanismos com frequência. Por outro lado, muitas questões importantes, incluindo a origem da informação genética e da consciência humana, não podem ser explicáveis em termos de causas não inteligentes, assim como um computador ou um livro não podem ser explicados dessa maneira. (JOHNSON, 1995, p. 209).

Johnson pensa em si mesmo como um realista teísta e, como tal, contrário ao realismo metafísico. O realismo metodológico, que ele associa ao evolucionismo, parece ser distinto do realismo metafísico, mas Johnson defende que o primeiro leva gradualmente ao segundo. Dessa maneira, o evolucionista é o realista metodológico e metafísico, como também é oponente do realista teísta. Para Johnson, o realista teísta genuíno é aquele que faz uma leitura bastante literal da Bíblia. Em última análise, isso é tudo menos um assunto de ciência, e muito mais uma questão de pontos de vista e filosofia. Evolução e Criacionismo são imagens diferentes de mundo, e é conceitualmente, socialmente, pedagogicamente e, com sorte, no futuro, legalmente errado tratá-los de forma diferente. Além do mais, é incorporado ao argumento de Johnson que o Criacionismo (também chamado Realismo Teísta) é a única forma genuína de Cristianismo.

Mas, as coisas são realmente assim? O evolucionista responderia que não. Claramente, o naturalismo metodológico é a noção-chave no ataque de Johnson. O naturalismo metafísico, que foi definido como algo que exclui o teísmo, foi entendido como uma filosofia com status idêntico a algo religioso; e isso necessariamente perpetua o conflito entre religião e ciência. Contudo, o naturalismo metodológico não é equivalente à religião e, como o próprio Johnson observa, muitas pessoas pensam que podem ser naturalistas metodológicos e teístas. Seria isso possível com um mínimo de consistência e integridade intelectual? Johnson afirma que não, afinal, seu desejo é que a guerra religião/ciência seja absoluta, a saber, sem garantias ou concessões.

## **6. Um Evolucionista pode ser cristão?**

A fim de resolver esse debate, vamos concordar (o que certamente é o caso) que se você é um naturalista metodológico em nossos dias, você aceita a evolução e, reciprocamente, entende que a evolução apoia suas pretensões. Hoje, naturalismo metodológico e evolução formam um combo. Tomando um, você leva os dois. Rejeitando um você rejeita o outro. Fica claro, assim, que se o seu teísmo é aquele cujo conhecimento das ações e propósitos de Deus provêm de uma leitura literal da Bíblia, você tem um problema, pois, de fato, você não pode aceitar uma leitura literal do Gênesis e a evolução. Em outras palavras, não pode haver acomodação entre Criacionismo e evolução. No entanto, e se teologicamente falando, você pensar que há muitos matizes a serem analisados?. E se você pensar que grande parte da Bíblia, embora verdadeira, deva ser interpretada metaforicamente?

E se você pensar que pode ser um evolucionista e, ainda assim, compreender o cerne essencial da Bíblia? Enfim, qual o preço de um naturalismo metodológico consistente? A resposta depende do que você considera ser o “núcleo essencial” da Bíblia. No caso do Cristão, para dizer o mínimo, podemos dizer que este núcleo fala de nossa natureza pecaminosa, do sacrifício de Deus e da perspectiva de salvação final. Ele fala do mundo como uma criação divina cheia de significado (não importa a causa) e de um drama em primeiro plano que ocorre dentro deste mundo. Refere-se particularmente ao pecado original, vida e morte de Jesus, sua ressurreição e tudo o mais que vem depois disso. É fácil ver que de imediato somos mergulhados no primeiro dos grandes problemas, a saber, o dos milagres - os do próprio Jesus (a transformação da água em vinho no casamento de Caná), seu retorno à vida no terceiro dia, e (especialmente se você é Católico) milagres contínuos como a transubstanciação e aqueles associados, em resposta à oração, com a intervenção de santos.

Aqui há várias opções para o pretensão naturalista metodológico. Você pode simplesmente dizer que tais milagres ocorreram, que envolveram violações da lei, mas que estão fora de sua ciência. Eles são simplesmente exceções à regra e ponto final. Um pouco abrupto, mas não totalmente inconsistente com o considerar-se teísta. Você afirma que normalmente Deus opera por meio da lei, mas, por nossa salvação, milagres fora da lei foram necessários. Ou você pode dizer que os milagres acontecem, mas são compatíveis com a ciência ou, pelo menos, não são incompatíveis. Jesus estava em transe e a cura do câncer após as orações a Santa Bernadete obedecia a leis raras e desconhecidas, contudo, genuínas. Essa posição é menos abrupta, embora você possa se questionar se essa estratégia é verdadeiramente cristã, seja na letra ou no espírito. Parece um pouco enganoso dizer que quando Jesus foi tirado da cruz não estava realmente morto, no mesmo caminho, o casamento de Caná começa a soar abertamente como uma fraude. É claro que você pode começar a eliminar cada vez mais milagres, fazendo pouco deles enquanto ocorrências regulares engrandecidas e magnificadas pelos apóstolos, mas, dessa maneira no final das contas o propósito é malgrado.

A terceira opção é simplesmente recusar-se a entrar na batalha. Você argumenta que a dicotomia lei/milagre é falsa. Milagres simplesmente não são o tipo de coisa que nega ou confirma as leis naturais. Os cristãos tradicionais sempre argumentaram desse modo sobre alguns aspectos. Considere a doutrina Católica da transubstanciação. A transformação do pão e do vinho no corpo e sangue de Cristo, simplesmente não é algo passível de verificação empírica. Você não pode refutar a religião ou provar a ciência através da análise de seus conteúdos. Da

mesma forma, isso vale para a ressurreição de Jesus, a saber, após a Crucificação, seu corpo mortal torna-se algo irrelevante. O ponto é que os discípulos sentiram Jesus em seus corações e, por isso se animaram a sair e pregar o evangelho. O ocorrido com eles foi uma realidade, mas não uma realidade física. Mesmo a conversão de Paulo, por exemplo, não foi um evento físico, embora tenha mudado sua vida e a de muitos outros depois dele. Na realidade, mesmo os milagres de hoje são mais uma questão de espírito do que de carne. Será que alguém vai a Lourdes na esperança de ter a sorte de ganhar na loteria da saúde, ou pelo conforto que se sabe que vai ter, mesmo que a cura física seja impossível? Nas palavras dos filósofos é um erro categorial colocar milagres e leis num mesmo cenário. Hume (1748, 1779) é o ponto de partida para essas discussões. Apesar de um tanto antigo, Flew e MacIntyre (1955) ainda é inestimável. Paradoxalmente, ambos os autores, até então ateus, chegaram a ver a luz e retornaram ao Cristianismo de sua infância! Aparentemente, as “palavras dos filósofos” não são definitivas.

O que Johnson tem a dizer sobre tudo isso? A resposta é decepcionante: “notavelmente pouco”! Em parte, isso decorre de uma recusa em explicar exatamente o que se entende por “teísmo”. O que Johnson afirma é mais uma maneira de escarnecer ou negar do que um argumento.

Pessoas suficientemente motivadas podem encontrar maneiras de resistir à passagem fácil do N[aturalismo] M[etodológico] ao ateísmo, agnosticismo ou deísmo. Por exemplo, talvez Deus dirija ativamente o processo evolutivo, mas (por alguma razão inescrutável) o faz de uma forma que é empiricamente imperceptível. Ninguém pode contestar esse tipo de possibilidade, mas também não muitas pessoas parecem considerá-la uma alternativa intelectualmente estimulante. É pelo fato deles parecerem confiar na “fé” – no sentido de crença sem evidências – que os teístas são uma minoria marginalizada no mundo acadêmico e sempre na defensiva. É usual que preservem sua reputação de pessoas de bom senso restringindo seu teísmo à vida privada. Enquanto que para seus propósitos profissionais assumem uma posição que é indistinguível do naturalismo. (JOHNSON, 1995, p. 211)

Ele acrescenta:

Harmonizações improvisadas entre o sobrenaturalismo da religião e o naturalismo da ciência podem satisfazer algumas pessoas, mas eles têm pouco valor no mundo intelectual porque são reconhecidos como uma acomodação forçada de linhas de pensamento conflitantes. (p. 212)

Nesse ponto, o evolucionista provavelmente levantará as mãos em desespero. De onde veio a ideia de "harmonizações improvisadas", a não ser da imaginação de Johnson? Na verdade, muitos teólogos importantes de nossa época pensam que, com respeito aos milagres, a ciência e a religião não têm conflito (BARTH, 1949; GILKEY, 1985). Eles também acrescentariam que fé sem dificuldade e adversidade não é fé verdadeira.

“Como o filósofo dinamarquês Søren Kierkegaard [...] nos ensinou, muita certeza objetiva abranda a própria alma da fé. A piedade genuína só é possível em face da incerteza radical” (HAUGHT, 1995, p. 59).

Esses pensadores, muitas vezes teologicamente conservadores, são inspirados por Martin Buber a encontrar Deus no centro das relações pessoais, eu-tu, em vez de buscá-lo na ciência, eu-isso. Para eles, há algo de degradante em pensar Jesus como um milagreiro, um tipo fugaz do Ed Sullivan Show. O que houve com os cinco mil? Um passe de mágica sobre alguns pães e peixes? Ou Jesus encheu o coração da multidão de amor, de modo que houve um espontâneo ato de generosidade e partilha, onde todos na multidão foram alimentados pela comida trazida por uns poucos? Esses teólogos concordariam inteiramente com a primeira parte da caracterização de Johnson do "teísmo". As coisas eram bem diferentes graças à presença e ações de Jesus. O que eles negam, aqui ou em outro lugar, é a necessidade de buscar exceções à lei.

O Criacionismo de Johnson e a evolução/naturalismo estão de fato em conflito. Mas o Criacionismo de Johnson não é tudo o que há para a religião em geral e para o Cristianismo em particular. Existem aqueles que se autodenominam teístas, que pensam que se pode ser um naturalista metodológico, onde hoje isso implicaria a evolução (RUSE, 2010). Johnson nada argumentou contra eles.

## 7. O Design Inteligente

Deixemos agora de lado as questões mais filosóficas. Com base na abordagem crítica de Johnson, que supostamente elucidou as bases teóricas, há um grupo de pessoas tentando oferecer uma alternativa para a evolução. Esses são os entusiastas do chamado "Design Inteligente". Os defensores dessa posição pensam que o Darwinismo é ineficaz, pelo menos na medida em que defende como supérfluo ou desnecessário o apelo direto a algum tipo de projetista. Essas são pessoas que pensam que uma compreensão completa do mundo orgânico exige a invocação de alguma força para além da natureza, uma força que tem um propósito ou pelo menos cria um propósito. Frequentemente, a expressão usada é "complexidade organizada" que é um termo muito empregado pelo filósofo romântico alemão Friedrich Schelling e que, ao invocar o predicado intencional "organizado", já diz tudo (RICHARDS, 2003). Por enquanto, continuemos adiando as questões acerca da relação entre a Teoria do Design Inteligente e as formas mais tradicionais de Criacionismo.

Essa abordagem tem duas partes: uma empírica e outra filosófica. Vamos examiná-las separadamente, começando com aquele que articulou de maneira mais completa o caso empírico de um designer, o já mencionado bioquímico da Universidade de Lehigh, Michael Behe. Focando no que ele chama de "complexidade irreduzível", Behe escreve:

Por irreduzivelmente complexo, quero dizer um único sistema composto de várias partes interativas e bem arrançadas, que contribuem para o funcionamento básico, onde a remoção de qualquer uma das partes faz com que o sistema cesse efetivamente de funcionar. Um sistema irreduzivelmente complexo não pode ser produzido diretamente (isto é, melhorando continuamente o funcionamento inicial, que continua a trabalhar pelo mesmo mecanismo) por pequenas e sucessivas modificações do sistema precursor, porque qualquer precursor de um sistema irreduzivelmente complexo ao qual falta uma parte é, por definição, não funcional. (BEHE, 1996, p. 39)

Behe (1996, p. 39) acrescenta, acertadamente, que qualquer

sistema biológico irreduzivelmente complexo, se uma coisa assim existir, seria um poderoso desafio para a evolução Darwinista. Visto que a seleção natural só pode escolher sistemas que já estão funcionando, então um sistema biológico não pode ser produzido gradualmente. Portanto, ele teria de surgir como uma unidade integrada, de uma só vez, para que a seleção natural tivesse algo sobre o que agir.

Agora volte para o mundo da biologia e, em particular, para o micromundo da célula e dos mecanismos que encontramos nesse nível. Considere as bactérias que usam um flagelo [*flagellum*], movido por uma espécie de motor rotativo. Cada parte é incrivelmente complexa, assim como as várias partes combinadas. O filamento externo do flagelo (chamado de 'flagelina'), por exemplo, é uma proteína única que forma uma espécie de remo em contato com o líquido durante a imersão. Próximo à superfície da célula, conforme necessário há um espessamento [*thickening*], de modo que o filamento possa ser conectado ao acionamento do rotor. Isso naturalmente requer um conector, conhecido como "proteína de gancho" [*hook protein*]. Como não há motor no filamento, ele tem que estar em outro lugar. "Experimentos demonstraram que ele está localizado na base do flagelo, onde a microscopia eletrônica mostra que ocorrem várias estruturas em anel" (p. 70). Tudo, de qualquer maneira, muito complexo para ter surgido gradualmente. Apenas um processo em uma única etapa será adequado e esse processo deve envolver algum tipo de causa projetada. Behe é cuidadoso em não identificar esse projetista com o Deus Cristão, mas a implicação é a de uma força que vem de fora do curso normal da natureza. Complexidade irreduzível significa design.

## 8. A Complexidade é irreduzível?

A complexidade irreduzível é supostamente algo que não poderia ter surgido por meio de uma lei inviolada (ou seja, uma lei sem algum tipo de orientação divina), e especialmente por meio da seleção natural. Os críticos afirmam que Behe mostra uma compreensão errada da própria natureza e funcionamento da seleção natural. Ninguém está negando que nos processos naturais pode muito bem haver partes que, se removidas, levariam imediatamente ao não funcionamento dos sistemas

nos quais elas ocorrem. No entanto, a questão não é se as peças postas não poderiam ser removidas sem colapso, mas se elas poderiam ter sido colocadas por seleção natural. Considere uma ponte em arco, feita de pedras distintas umas das outras e sem cimento, mantida no lugar apenas pela força das pedras umas contra as outras. Se você tentasse construir a ponte do zero, para cima e depois formando o arco, você não conseguiria, pois as pedras ficariam caindo no chão. Também é fato que toda a ponte desabaria se você removesse a pedra angular central ou qualquer outra em volta dela. Em vez disso, o que você deve fazer é primeiro construir uma estrutura de suporte (possivelmente uma terraplanagem), sobre a qual colocará as pedras da ponte, até que todas estejam no lugar. Nesse ponto, você pode remover a estrutura, pois ela não é mais necessária e, na verdade, já atrapalha. Da mesma forma, pode-se imaginar um processo sequencial bioquímico com vários estágios, em cujas partes outros processos, por assim dizer, se apoiam. Então, os processos parasitários até então não sequenciais se conectam e começam a funcionar de forma independente. A sequência original é finalmente removida pela seleção natural como redundante ou inconvenientemente drenadora de recursos.

É óbvio que tudo isso é uma simulação. Mas os evolucionistas Darwinistas dificilmente têm ignorado a questão dos processos complexos. Na verdade, é discutido em detalhes por Darwin, na *Origem*, em que ele se refere a mais intrigante de todas as adaptações, o olho. No nível bioquímico, os Darwinistas de hoje têm muitos exemplos dos mais complexos processos que foram estabelecidos por seleção. Tome o básico da bioquímica do corpo, o processo em que a energia dos alimentos é convertida em uma forma que pode ser usada pelas células. Com razão, um livro-texto comum se refere a este sistema orgânico vital, o chamado "ciclo de Krebs", como algo que "sofre uma série de reações muito complicadas" (HOLLUM, 1987, p. 408). Este processo, que ocorre nas partes celulares conhecidas como mitocôndrias, envolve a produção de ATP (trifosfato de adenosina): uma molécula complexa que é rica em energia e que é degradada [*degraded*] pelo corpo conforme a necessidade (digamos na ação muscular) em outra molécula menos rica ADP (difosfato de adenosina). O ciclo de Krebs refaz o ATP de outras fontes de energia, um homem adulto do sexo masculino precisa fazer quase 200 Kg por dia, e em qualquer medida, o ciclo é enormemente complexo e intrincado. Para começar, quase uma dúzia de enzimas (substâncias que facilitam os processos químicos) são necessárias, pois um subprocesso leva a outro.

No entanto, o ciclo não surgiu do nada. Foi preparado junto a outros processos celulares com outras funções. Foi uma 'bricolagem' [*bricolage*], ou seja,

algo montado de forma aleatória. Cada um dos pedaços do ciclo existe para outros propósitos e foram cooptados para uma nova finalidade. Os cientistas que fizeram essa conexão não poderiam ter feito um caso mais forte contra a complexidade irreduzível de Behe, mesmo se o tivessem em mente desde o princípio. Na verdade, eles puseram o problema virtualmente nos termos de Behe:

O ciclo de Krebs tem sido frequentemente citado como um problema-chave na evolução das células vivas, difícil de explicar pela seleção natural de Darwin: como a seleção natural poderia explicar a construção de uma estrutura complexa *in toto*, quando os estágios intermediários obviamente não estão aptos [*fitness*] a funcionar? (MELÉNDEZ-HERVIA *et al.*, 1996, p. 302).

Os leitores que desejam se aprofundar em alguns dos problemas técnicos devem começar com o verbete sobre aptidão.

O que esses colaboradores não oferecem é uma resposta de tipo-Behe. Primeiro, eles eliminam uma pista falsa. Será que temos algo como a evolução do olho dos mamíferos, onde olhos primitivos existentes em outros organismos sugerem que a seleção pode e funciona em protomodelos (por assim dizer), refinando características que têm a mesma finalidade, quando não são tão eficientes quanto os modelos mais sofisticados? Provavelmente não, pois não há evidências de nada parecido com isso. Mas, então, somos postos num caminho mais promissor.

No problema do ciclo de Krebs, as etapas intermediárias também foram úteis, mas para finalidades diferentes, e, portanto, seu modelo completo foi um caso evidente de oportunismo. A construção do olho foi realmente um processo criativo para fazer algo especificamente novo, mas o ciclo de Krebs foi construído através do processo que Jacob (1977) chamou de 'evolução por ajustes [*tinkering*] moleculares', afirmando que a evolução não produz novidades do zero, mas funciona com o que já existe. O resultado mais curioso de nossa análise é ver como, com o mínimo de material novo, a evolução criou o caminho mais importante do metabolismo, alcançando o melhor projeto quimicamente possível. Nesse caso, um engenheiro

químico que buscasse o melhor projeto de processo não poderia ter encontrado um melhor do que o ciclo que funciona nas células vivas. (p. 302)

Resumindo a resposta a Behe, vamos notar que, se seus argumentos forem bem aceitos, então, a respeito disso, temos problemas bem maiores que do contrário! Sua posição parece simplesmente inviável, dado o que sabemos sobre a natureza da mutação e a estabilidade dos sistemas biológicos ao longo do tempo. Quando exatamente o projetista inteligente deve atacar e fazer o seu trabalho? Em sua obra principal, a *Caixa Preta de Darwin*, Behe sugere que tudo deve ter sido elaborado há muito tempo atrás e depois passou a funcionar pelos próprios mecanismos. “Os sistemas bioquímicos irredutivelmente complexos que discuti ... não necessariamente foram produzidos recentemente. É inteiramente possível, simplesmente com base em um exame dos próprios sistemas, que eles tenham sido projetados a bilhões de anos atrás e tenham sido transmitidos a nossos dias pelos processos normais de reprodução celular” (BEHE, 1996, p. 227-228).

Esta não é uma resposta satisfatória. Não podemos ignorar a história dos genes desde o ponto de sua origem (quando não seriam necessários) até hoje, quando estão em pleno uso. Nas palavras do bioquímico de Brown, Kenneth Miller: “Como qualquer estudante de biologia te dirá, porque esses genes não são expressos, a seleção natural não seria capaz de eliminar os erros genéticos. As mutações se acumulariam nesses genes em taxas de tirar o fôlego, tornando-os irremediavelmente alterados e inoperantes centenas de milhões de anos antes de Behe dizer que seriam necessários’. Há muitas evidências experimentais mostrando que este é o caso. A ideia de Behe de um designer fazer tudo naquela época e depois deixar as coisas ao seu destino natural é ‘pura e simples fantasia” (MILLER, 1999, p. 162-163).

Qual é a estratégia alternativa que Behe deve seguir? Presumivelmente, o designer está trabalhando o tempo todo, criando mecanismos quando e como necessário. Portanto, se tivermos sorte, podemos esperar ver algumas criações durante nossa vida. O fato é que deve haver um sentimento de desapontamento entre os biólogos, por nenhum desses atos de criação ter sido relatado até agora. Pior que isso é quando nos voltamos da ciência para a teologia, aí a decepção é ainda maior. O que dizer das mutações ruins (no sentido de mutações que levam a consequências realmente prejudiciais a seus possuidores)? Se o designer é requerido e está acessível para problemas complexos de engenharia, por que o designer não poderia dedicar algum tempo aos problemas mais simples, especificamente

a aquelas questões simples que, se não resolvidas, levam a problemas absolutamente horrendos? Algumas das piores doenças genéticas são causadas por uma pequena alteração em uma pequena parte do DNA. Se o designer é capaz e deseja fazer o muito complexo devido à sua bondade, por que não faz o muito simples? Dado que não fazê-lo resulta em algo muito ruim. Behe fala disso como sendo parte do problema do mal, o que é verdade, mas não ajuda muito. Visto que a oportunidade e a capacidade de fazer o bem eram tão óbvias, e como ainda nada foi feito, se faz necessário saber o motivo (uma coletânea detalhada, editada por um Teórico do Design Inteligente e um evolucionista Darwinista ávido, contém argumentos de ambos os lados elaborados por biólogos e filósofos). Confira Dembski e Ruse (2004).

## 9. O Filtro explicativo

Behe necessita de ajuda. O socorro supostamente vem de um argumento conceitual a favor do Design Inteligente formulado pelo também já citado filósofo-matemático William Dembski (1998a, 1998b). Vamos primeiro examinar seu argumento, então veremos como isso ajuda Behe.

Dembski tem um duplo objetivo. Primeiro, dar para nós os critérios pelos quais distinguimos algo que rotularíamos como "projetado". Em segundo lugar, contextualizar isso e mostrar como distinguimos o design de algo produzido naturalmente por uma lei ou de algo que atribuiríamos ao acaso. No que diz respeito ao design existem três noções importantes: contingência, complexidade e especificação. O design tem de ser algo que não seja contingente. O exemplo que Dembski usa é a mensagem do espaço sideral recebida no filme *Contato*. A série de pontos e hifens, zeros e uns, não poderia ser deduzida das leis da física. Mas elas mostram evidências do design? Suponha que possamos interpretar a série de uma forma binária, e o resultado inicial é o grupo de números 2, 3 e 5. Acontece que esses são o início da série de números primos, mas com um resultado tão pequeno que não anima ninguém. Como pode ser apenas um acaso, ninguém vai insistir no design, por enquanto. Suponha que agora você continue a série, e ela resulte na produção da ordem exata e precisa dos números primos até 101. Agora você vai começar a pensar que algo está acontecendo, porque é altamente improvável que uma situação tão complexa seja mero acaso. "Complexidade, como estou descrevendo aqui, é uma forma de probabilidade [...]" (DEMBSKI, 2000, p. 27).

Mas, embora você provavelmente esteja feliz em concluir (com base na sequência dos números primos) que existem extraterrestres por aí, na verdade isso não é tudo. 'Se eu jogar uma moeda para cima 1000 vezes vou participar de um evento altamente complexo (isto é, altamente improvável). Esta sequência de lançamentos de moeda, no entanto, não levará ninguém a inferir um design. Embora complexa, esta sequência não exibirá um padrão apropriado'. Aqui, temos uma diferença com a sequência de números primos de 2 a 101.

Não apenas esta sequência é complexa, mas também incorpora um padrão adequado. O pesquisador SETI, que no filme *Contato* descobriu essa sequência, a expressou da seguinte maneira: 'Isso não é ruído, isso tem estrutura' (p. 27-28).

O que está acontecendo aqui? Você reconhece no design algo que não é apenas arbitrário ou casual, nem que recebe status somente após o experimento ou da descoberta, mas sim algo que foi ou poderia ser de alguma forma especificado, antes de exibido. Você conhece ou poderia calcular a sequência de números primos a qualquer momento antes ou depois do contato do espaço. A sequência aleatória dos lançamentos da moeda só virá após o evento. "O conceito chave é o de **independência**. Eu defino uma especificação como uma correspondência entre um evento e um padrão dado independentemente. Eventos que são altamente complexos e especificados (isto é, que correspondem a um padrão dado independentemente) indicam o design".

Dembski está agora em posição de passar à segunda parte de seu argumento onde realmente detectamos o design. Aqui temos o que ele chama de *Filtro Explicatório* (DEMBSKI, 1998a, 1998b). Temos um fenômeno particular. A questão é: o que o causou? Dadas as leis da natureza, é algo que poderia não ter acontecido? É algo contingente ou necessário? A lua gira sem parar em volta da terra, sabemos que isso ocorre por causa das (numa versão atualizada) leis de Newton. Não há nenhum design aqui, fim de discussão. No entanto, agora temos algum fenômeno novo bastante estranho, cuja origem causal é um enigma. Suponha que temos uma mutação, embora possamos quantificar muitos casos, não podemos prevê-la em um nível individual. Não há subsunção imediata à lei e, portanto, não há razão para pensar que nesse nível isso fosse necessário. Digamos que, como supostamente aconteceu na extensa família real europeia, houve uma mutação em um gene

responsável pela hemofilia. Isso é complexo? Obviamente não, pois leva ao colapso e não ao contrário. Como a mutação da hemofilia foi apenas um acidente é apropriado falar em acaso, portanto não há design.

Suponha agora que temos complexidade. Um padrão mineral bastante intrincado nas rochas pode ser qualificado aqui. Suponha que temos veios de metais preciosos fixados em outros materiais, sendo o todo intrincado e variado - um padrão que certamente você não poderia deduzir simplesmente das leis da física, química, geologia ou o de qualquer outra forma. Nem se pensaria nisso como um colapso caótico, como se fosse uma mutação ruim. Isso agora é um design? É quase certo que não, pois não há modo de pré-especificar um padrão como esse. É tudo um pouco ad hoc e não algo que chega como resultado de uma intenção consciente. E, finalmente, existem fenômenos que são complexos e especificados. Presume-se que os aparatos e processos biológicos microscópicos discutidos por Behe seriam qualificados assim. Eles não são contingentes, pois são irredutivelmente complexos. Eles são semelhantes ao design, pois fazem o que é necessário para o organismo no qual se encontram. Isso é para dizer que eles têm uma forma pré-especificada. E assim, tendo sobrevivido ao filtro explicativo, são devidamente considerados como produto do design real.

Agora, com o argumento conceitual apresentado na íntegra, estamos prontos para retornar a Behe, e ver como o filtro explicativo de Dembski deve deixar o deus de Behe fora de perigo quanto ao problema do mal. Dado o filtro explicativo, uma mutação ruim certamente seria capturada pelo filtro no meio do caminho. Seria simplesmente posta de lado como um acaso, se não simplesmente desqualificada enquanto uma necessidade. Certamente não passaria no teste de especificação. Isso significaria que uma grave doença genética não seria culpa do designer, apenas mecanismos complexos bem-sucedidos seriam postos na conta do dele. Dembski é enfático em afirmar que essas são alternativas mutuamente exclusivas.

Atribuir um evento ao design é dizer que ele não pode ser plausivelmente referido à lei ou ao acaso. Ao caracterizar o design como o complemento teórico do conjunto da disjunção lei-ou-acaso, deve-se garantir que esses três modos de explicação serão mutuamente exclusivos e exaustivos (DEMBSKI, 1998b, p. 98).

## 10. Mutuamente exclusivo?

A principal suposição feita por Dembski é que design, lei e acaso são mutuamente exclusivos. Essa é a própria essência do filtro explicativo. Mas, na vida real, essa suposição é necessária? Suponha que algo seja atribuído ao acaso. Isso significa que a lei está descartada? Claro que não! Se alguém argumentar que uma mutação Mendeliana se dá ao acaso, isso significa que o acaso é dito com respeito a essa teoria em particular. Pode-se muito bem acreditar que a mutação surgiu por causas regulares normais e que, se todas essas causas fossem conhecidas, não se daria por nenhum acaso, mas sim por uma necessidade. A questão é que o acaso aqui é uma confissão de ignorância e não, como se poderia pensar no caso de um mundo quântico, uma afirmação sobre como as coisas são. Ou seja, afirmações sobre o acaso não são afirmações ontológicas, como presumivelmente as afirmações sobre designers devem ser.

Mais do que isso, pode-se argumentar que o designer sempre trabalha através da lei. Isso pode ser deísmo, ou seja, não é um verdadeiro Cristianismo - alguns Cristãos insistem que Deus às vezes intervém na Criação. Mas, verdadeiramente Cristão ou não, uma divindade que sempre age por meio da lei, certamente não é inconsistente com a hipótese da inteligência de um projetista. O designer pode preferir que as coisas se movimentem de forma que suas intenções se desdobrem e se revelem ao longo do tempo. O padrão em um pedaço de tecido feito por uma máquina é tanto um objeto de design quanto o padrão de tecido produzido por um tear manual. Em outras palavras, em um sentido que estaria conforme ao uso normal dos termos, alguém pode querer dizer de algo que é produzido por leis, que é um acaso com relação ao nosso conhecimento ou teoria, mas que se adequa a um contexto mais amplo, enquanto planejado pelo grande ordenador ou criador das coisas. Em suma, o filtro de Dembski não deixa o designer de Behe fora de perigo.

Se o designer pode fazer, e legitimamente assume o crédito, pelo que é muito complexo e bom, então o designer também pode prevenir – e por seu fracasso é propriamente criticado – o que é muito simples e abominável. Os problemas da teologia são tão graves quanto os da ciência. Os teóricos do design inteligente forneceram trabalho para muitos filósofos ansiosos por refutá-los. Nesse sentido, Pennock (1988) e Sober (2000) são um bom começo. Confira o verbete sobre noções teleológicas na biologia.

## 11. O Design Inteligente e o Criacionismo tradicional

Vamos agora tentar abordar a questão um tanto complexa da relação entre a Teoria do Design Inteligente e o Criacionismo tradicional, conforme discutido anteriormente neste ensaio. Em aspectos significativos, eles claramente não são os mesmos. A maioria dos teóricos do Design Inteligente acredita em uma longa história terrestre (até mesmo na estimativa científica de um universo de cerca de 15 bilhões de anos) e a maioria em geral aceita a descendência comum. Em um livro recente, *The Edge of Evolution*, Michael Behe, de fato, deixou esse ponto muito claro. No entanto, existem grandes alinhamentos, suficientes para encorajar alguns críticos, incluindo eu mesmo, a se referir à Teoria do Design Inteligente como um *Criacionismo-leve* [*Creationism-lite*] (RUSE, 2017, p. 114).

Primeiro, politicamente, os Criacionistas estão mais do que dispostos nesse momento a deixar os teóricos do DI na linha de frente. Eles apoiam abertamente o movimento do DI, acreditando em dar um passo de cada vez. Se o DI é bem-sucedido, é hora de avançar um pouco mais. Um grande financiador e entusiasta do movimento do DI é o *Discovery Institute*, um tipo de laboratório de ideias [*think tank*] com apoio privado em Seattle. Um de seus membros proeminentes é o filósofo formado pela Universidade de Chicago, Paul Nelson, que é um criacionista da Terra-jovem e um forte crente na significação escatológica de Israel.

Em segundo lugar, observe que ambos, Criacionistas e entusiastas do DI, estão comprometidos com alguma forma de explicação não naturalista das origens. Obviamente os vínculos aqui são mais fortes. Os entusiastas do DI fingem ser neutros em relação ao Autor [*Designer*] Inteligente, mas claramente não pensam ser ele natural. Ninguém finge que a Terra e seus habitantes são um experimento de laboratório conduzido por um estudante de graduação em Andrômeda. Na verdade, em suas próprias correspondências e obras escritas para seus seguidores, deixam bem claro que o Autor [*Designer*] é o Deus Cristão dos Evangelhos. Eles estão sempre citando o primeiro capítulo de João - “No princípio era o Verbo, e o Verbo estava com Deus, e o Verbo era Deus”. Portanto, em ambos os casos, temos uma motivação cristã evangélica definindo a agenda desde o princípio. Alguns entusiastas do DI são literalistas bastante fortes. Johnson, por exemplo, acha que o Capítulo Seis do Gênesis pode estar certo sobre seus seres gigantes nos primeiros tempos, um ponto muito enfatizado em *Genesis Flood*. Forrest e Gross (2004) fazem um excelente trabalho ao descobrirem muitos dos fundamentos bíblicos não declarados da Teoria do Design Inteligente.

Terceiro, há o fator moral. Há uma tendência muito forte anti-pós-milenarista nos escritos dos teóricos do DI. Eles compartilham a mesma preocupação sobre os valores morais dos Criacionistas - contra o aborto, anti-homossexualidade, são a favor da pena de morte, pró-Israel (por razões escatológicas) e assim vai. Phillip Johnson crê fortemente que a tendência de se vestir com roupas típicas do sexo oposto, incluindo, aparentemente, mulheres que usam calça jeans, é um sinal do estado degenerado de nossa sociedade (JOHNSON, 2002).

Em síntese, embora certamente existam diferenças importantes entre a posição da maioria dos literalistas e da maioria dos defensores do DI, o forte alinhamento não deve ser ignorado ou subestimado.

## 12. Desdobramentos recentes

O Criacionismo, no sentido utilizado nesta discussão, ainda é um fenômeno muito vivo na cultura americana de hoje, e em outras partes do mundo, como no oeste canadense, para onde foi exportado. Popularidade não implica em verdade. Cientificamente o Criacionismo não tem valor, filosoficamente é confuso, e teologicamente é tacanho e irremediável. O mesmo é verdade para sua cria, a Teoria do Design Inteligente. Mas não subestime seu poder social e político. À medida que avançamos pela segunda década do novo milênio, graças a Johnson e seus colaboradores, há pressões constantes para introduzir ideias não evolutivas nos currículos de ciências, especialmente nos currículos de ciências de escolas com financiamento público nos Estados Unidos da América. Em 2004, em Dover, Pensilvânia, houve uma tentativa do conselho escolar de introduzir a Teoria do Design Inteligente nas salas de aula de biologia das escolas com financiamento público. Acontece que isso foi fortemente rejeitado pelo juiz federal que julgou o caso – um homem que foi nomeado por ninguém menos que o presidente George W. Bush – e os custos do caso certamente impedirão outros de se apressarem a seguir o exemplo deste conselho (que foram, aliás, prontamente abandonados pelos eleitores). Um relato vivo desse julgamento é feito por Lauri Lebo, *The Devil in Dover: An Insider's Story of Dogma v. Darwin in Small-Town America*. O filósofo Robert Pennock argumentou que a TDI não é ciência genuína. Assumindo uma postura um tanto pós-moderna, o filósofo Steven Fuller argumentou que é uma ciência tão boa quanto qualquer outra. Pennock e Ruse (2008) é uma versão atualizada de RUSE (1988) e inclui uma discussão completa de Dover, bem como

do Arkansas. A batalha ainda não acabou e as coisas podem piorar muito antes de melhorar, se de fato elas melhorarem. Já existem membros da Suprema Corte dos Estados Unidos que deixaram claro que seriam compassivos a apelos para remover a evolução de um lugar proeminente no ensino de ciências. Considerando a inflexão da Suprema Corte para a direita, seria ingenuidade supor que, se um caso assim surgisse, o Criacionismo ou a teoria do DI seriam rejeitados como inadequados para uso em salas de aula de escolas públicas. Se mais conservadores forem indicados, poderemos descobrir que, quase um século após o Julgamento de Scopes, quando os fundamentalistas eram vistos como uma piada, o Criacionismo, de uma forma ou de outra, finalmente tomaria seu lugar em sala de aula.

Infelizmente, no momento, aqueles que se opõem ao Criacionismo estão gastando suas energias discutindo entre si, em vez de lutar contra o adversário. Há uma safra de “novos ateus”, incluindo o biólogo e escritor popular Richard Dawkins (2006) e o filósofo Daniel Dennett (2005), que não são apenas contra a religião, mas também contra aqueles - incluindo não crentes - que não compartilham de suas hostilidades. Pelo menos desde o tempo do julgamento do Arkansas, muitos que lutam contra o Criacionismo (GPULD, 1999, 2002; RUSE, 2001) têm argumentado que a verdadeira religião e a ciência não entram em conflito. Consequentemente, os evolucionistas (incluindo os não crentes) devem fazer causa comum com os Cristãos liberais, que compartilham sua aversão ao fundamentalismo Cristão dogmático. Entre os que argumentam dessa forma se destacam o autor deste trabalho, bem como Eugenie Scott, do *National Center for Science Education*. Eles argumentam que em sua hostilidade à religião, os novos ateístas chegam perto de tornar suas próprias opiniões como quase religiosas - certamente eles argumentam que o Darwinismo é incompatível com a religião. Dessa forma, se tornam alvos da acusação dos Criacionistas de que se o Criacionismo não deve ser ensinado em escolas (porque viola a separação entre Igreja e Estado da Constituição dos Estados Unidos), então, do mesmo modo, a evolução não deveria ser ensinada. Temos esperança que essa disputa fique logo para trás.

Concluimos observando quatro desenvolvimentos recentes no debate acerca do Criacionismo. Primeiro, vários filósofos conhecidos começaram a fazer um burburinho encorajador sobre a Teoria do Design Inteligente. O filósofo calvinista Alvin Plantinga (2011) há muito é um crítico do naturalismo e agora, em um trabalho baseado em suas palestras, em Gifford, de 2005, na St. Andrew's University, Escócia, ele estende essa crítica à teoria evolucionista Darwinista, argumentando que as evidências a seu favor são escassas. Plantinga faz uma leitura um tanto redundante

do pensamento de Michael Behe sendo por demais complacente com ele. Isso porque claramente encontra muito em tal posição que se entrelaça convenientemente com suas próprias preocupações teológicas. Vindo de uma perspectiva muito diferente, e sendo abertamente ateu, Thomas Nagel (2008) igualmente encontra na biologia moderna muita coisa que o preocupa e desaponta. Ele faz uma referência especial ao que lhe parece ser uma total incapacidade de dar uma explicação naturalista sobre a origem da vida. É evidente que ele não vai endossar a Teoria do Design Inteligente, dada a suposição de que é Deus quem está fazendo o design. Por outro lado, ele argumenta que a Teoria do Design Inteligente deve ser ensinada como uma alternativa em escolas públicas nos Estados Unidos. Recentemente, em uma longa obra, *Mind and Cosmos*, ele continuou a ofensiva argumentando (2011, p. 7) que:

“[...] a ideia de que possuímos as ferramentas básicas necessárias para entender [o mundo] não é mais crível agora do que era nos dias de Aristóteles”.

Isso implica que o trabalho de Copérnico, Galileu, Newton, Einstein e Darwin não levou a nenhuma nova ferramenta necessária para entender o mundo. Ao lado de Nagel, pelo menos em sua antipatia visceral pelo Darwinismo, está outro proeminente filósofo americano Jerry Fodor, cujo livro recente em co-autoria é intitulado *What Darwin Got Wrong*. Mesmo se, e com razão, Fodor pudesse argumentar que ele não é um Criacionista, sua posição contribui por demais com o propósito deles. Uma crítica mais ponderada do Darwinismo poderia minorar essa preocupação.

É difícil saber o quão sérias podemos considerar essas críticas. Digamos que teríamos muito mais respeito pelos argumentos e conclusões apresentados, se tivessem sido elaborados com base em escritos contemporâneos sobre a teoria da evolução. O brilhante e metucioso trabalho da equipe de marido e mulher formada por Peter e Rosemary Grant (2007), que passaram décadas estudando a evolução e especiação de canários no arquipélago de Galápagos, é um exemplo. Ou o trabalho pioneiro de pessoas como Francisco Ayala (2009) ao estudar os fatores moleculares envolvidos no desenvolvimento e mudança contínuos. Isso sem falar nos estudos seminais de Brian Hall (1999) e Sean Carroll (2005) quanto às formas como o desenvolvimento individual pode se refletir em mudanças de longo prazo (as chamadas **evo-devo**). Embora seja desestimulante discutir questões filosóficas ou teológicas com Richard Dawkins, isso simplesmente não é uma boa razão para rejeitar sem argumento suas afirmações científicas; como frequentemente o faz

Plantinga. Da mesma forma, é verdade que ninguém ainda foi capaz de explicar toda a história da origem da vida, mas isso não justifica o fato de Nagel deixar de mencionar que agora se sabe muito sobre ela. Especialmente sobre o papel crucial desempenhado pelo ácido ribonucleico secundário RNA, em vez do DNA, mais familiar (RUSE; TRAVIS, 2009). Até que as críticas feitas por Nagel, Plantinga, Fodor, etc. comecem a levar a sério a ciência moderna, poderíamos justificadamente continuar a não levá-las tão a sério.

Uma observação a se fazer sobre essas críticas é que elas são postas por filósofos da tradição analítica, cujos primeiros dias envolveu alguma oposição ao Darwinismo (CUNNINGHAM, 1996). Isso remonta a Bertrand Russell e Ludwig Wittgenstein, nenhum dos quais tinha muito tempo para a teoria e (pelo menos no caso de Russell) era reflexo de uma forte aversão ao Pragmatismo Americano, uma escola de pensamento que levou Darwin muito a sério (RUSE, 2009). Tanto no caso de Russell quanto no de Wittgenstein, essa oposição se baseava principalmente em uma identificação equivocada do pensamento de Charles Darwin com o de Herbert Spencer. Foi este último quem interpretou os processos evolutivos como justificativas de afirmações inconsequentes sobre a necessidade de conflito e coisas do tipo, opiniões que Russell e Wittgenstein viam com tão pouco entusiasmo quanto William Jennings Bryan. Russell aprendeu a objetar sobre a evolução aplicada à filosofia com seu professor Henry Sidgwick, e Wittgenstein (como outros filósofos nascidos na Europa como Karl Popper) com a cultura geral de sua juventude. Significativamente, aqueles filósofos da tradição de língua inglesa do século vinte simpáticos a Darwin, W.V.O. Quine, Richard Rorty e Thomas Kuhn, para citar três, todos foram favoráveis ao pragmatismo de uma forma ou de outra (RUSE, 2018b, 2018c). Confira, também, o verbete sobre pragmatismo.

Em segundo lugar, entre as discussões novas ou reavivadas do Criacionismo e seus vários aspectos, uma pergunta frequentemente feita é por qual motivo a evolução em particular levanta tanta ira em evangélicos e religiosos do tipo. A Bíblia afirma que o sol parou para Josué, mas ninguém hoje se preocupa com as implicações teológicas da Revolução Copernicana. Particularmente Michael Ruse foi enfático em argumentar que a principal razão para o conflito é que frequentemente os evolucionistas - evolucionistas Darwinistas - transformam sua ciência secular em uma religião, com imperativos morais e demais elementos (RUSE, no prelo). O argumento é que, ao contrário da noção Cristã de Providência, onde estamos inteiramente nas mãos de Deus, tais evolucionistas são progressionistas, pensando que a mudança está em nossas mãos e pode ser para melhor. Em termos teológicos,

os Criacionistas tendem a ser pré-milenaristas, acreditando que Jesus retornará e governará por mil anos e tudo o que podemos fazer é nos preparar para isso, por exemplo, convertendo os outros. Em oposição aos evolucionistas que são pós-milenaristas, pensam (metaforicamente) que o paraíso deve ser feito aqui por nós, antes que haja qualquer conversa sobre uma segunda vinda.

Thomas Henry Huxley, seu neto Julian S. Huxley e o evolucionista Darwinista mais eminente de hoje, Edward O. Wilson<sup>8</sup>, de Harvard, foram ou estão operantes em sua construção de uma religião secular. Contra o desejo Criacionista de salvar almas, eles querem melhorar a educação científica (THH), apoiar grandes obras públicas (JSH) e promover a biodiversidade (EOW). Há um forte odor dessa religião secular crescendo em torno dos Novos Ateus, como Richard Dawkins (2006), apesar de eles negarem. Como era de se esperar, essa tese não foi bem aceita por muitos evolucionistas e, inversamente, foi bem recebida pelos Criacionistas que há muito fazem essa afirmação. Note que os argumentos não oferecem qualquer apoio e nem têm essa intenção quanto ao Criacionismo como tal. A afirmação de Ruse e outros (*vide* MILLER, 1999; PENNOCK, 1998) é que existe uma teoria científica da evolução bastante adequada, baseada no mecanismo de seleção natural de Darwin. Eles não estão oferecendo uma tese sobre a ciência, mas mais uma quase sociologia na tentativa de entender a tensão. Se a tese for verdadeira, então os próprios evolucionistas estarão em uma posição melhor para se defender e defender sua ciência.

Em terceiro lugar, entre os desenvolvimentos no pensamento Criacionista, especialmente desde o fracasso em Dover, encontramos uma espécie de mudança na estratégia por parte dos críticos religiosos do Darwinismo. Agora são as questões morais que são trazidas à tona. Por exemplo, Richard Weikart (2004) afirma que "não importa quão tortuoso seja o caminho de Darwin a Hitler, claramente o darwinismo e a eugenia pavimentaram o caminho para a ideologia nazista, especialmente a partir da ênfase nazista na expansão, guerra e extermínio racial." Na mesma linha, no filme *Expelled* de 2008 – um trabalho muito favorável à Teoria do Design Inteligente – o *link* é traçado explicitamente. O filósofo David Berlinski é direto: "se você abrir o *Mein Kampf* e lê-lo, especialmente se você puder lê-lo em alemão, a correspondência entre as ideias darwinistas e as ideias nazistas simplesmente salta da página". Em outras palavras, se você está com Darwin, você está com o nacional-socialismo.

---

<sup>8</sup> N.T.: E. O. Wilson faleceu em 26 de dezembro de 2021.

Como sempre, assim que se começa a olhar as coisas um pouco mais de perto, a história se torna mais complexa (RICHARDS, 2013). Vamos concordar que algo conduziu a Hitler e que, dado o racismo que infecta grande quantidade do pensamento do século XIX sobre a humanidade, incluindo a *Descendência do Homem* de Darwin, não se deve dar à teoria da evolução uma absolvição precipitada. Na verdade, alguns escritores do início do século XX, dedicados a assuntos como guerra e conflito, claramente inspirados de alguma forma por Darwin, devem nos levar a refletir com cuidado. Ouça o ex-membro do Alto Comando Alemão, General Friedrich von Bernhardi. O darwinismo endossa a guerra, endossa aquilo que é moralmente bom ou aceitável. “[p]ortanto, a luta é uma lei universal da Natureza, e o instinto de autopreservação que leva à luta, é reconhecido como uma condição natural de existência. ‘O homem é um lutador’ ” (VON BERNHARDI, 1912, p. 13). E “o poder dá o direito de ocupar ou de conquistar. O poder é, ao mesmo tempo, o direito supremo, e a disputa quanto ao que é certo é decidida pela arbitragem da guerra. A guerra oferece uma decisão biologicamente justa, pois suas decisões dependem da própria natureza das coisas” (*ibid.*, p. 15). Consequentemente, “[s]uponha que um povo em crescimento populacional não tenha o direito de conquistar colônias de raças incivilizadas e, ainda assim, o Estado deseje resguardar o excesso de população que a metrópole não pode mais manter. Então, o único caminho que resta é adquirir o território em questão pela guerra”.

No entanto, quando nos voltamos para o próprio Hitler, logo se vê que quaisquer similaridades são superficiais. Duvidamos muito que o (para ser generoso) pouco instruído *Fuhrer* alguma vez tenha lido Darwin, e suas preocupações não são as do velho evolucionista inglês.

Todas as grandes culturas do passado pereceram porque a raça originalmente criada morreu por contaminação do sangue. A causa última de tal declínio foi o esquecimento de que toda cultura depende dos homens e não o contrário; portanto, para preservar certa cultura, o homem que a cria deve ser preservado. Essa preservação está ligada à rígida lei da necessidade e ao direito à vitória dos melhores e mais fortes deste mundo. Àqueles que quiserem viver, deixe-os lutar, e quem não quiser lutar neste mundo de eterno conflito não merece viver. (HITLER, 1925, cap. 11, p. 1)

"Contaminação do sangue"! A preocupação aqui é com os judeus e seus supostos efeitos nocivos nas raças puras. Os judeus não são mencionados em *The Descent of Man* (1871), e, embora Darwin suponha que as raças brancas tendem a exterminar as outras, não é por qualquer superioridade mental ou física, mas porque nós podemos tolerar suas doenças, mas eles não podem tolerar as nossas! Isso tudo porque os brancos têm um conjunto maior de variantes para recorrer do que os outros.

Um breve (quarto) comentário final é que cada vez mais a luta contra o Criacionismo e seus muitos frutos está rapidamente se tornando uma luta mundial. O principal historiador do movimento Criacionista, Ronald Numbers (2006), está particularmente preocupado com esse fato. Não apenas encontramos o Criacionismo em ascensão em países como a Holanda (onde, com sua grande população Protestante conservadora, tal aumento não é totalmente inesperado), mas encontramos entusiasmo em culturas não cristãs, especialmente em culturas nas quais o Islã é o elemento fundamental. As razões exatas para tal aumento, ainda, mal foram exploradas, mas Numbers está seguramente correto em pensar que a teologia provavelmente desempenha apenas um papel coadjuvante. Fatores mais sociológicos – rejeição da hegemonia Ocidental e do papel que a ciência e a tecnologia têm nesse domínio – são provavelmente muito significativos.

O fato é que, seja lá por qual motivo, se é que existe algum, o Criacionismo está em ascensão e com esse ponto sombrio, talvez este seja um bom lugar para encerrar esta discussão. Se este ensaio persuadir pelo menos uma pessoa a lutar contra esse péssimo cenário, então terá servido ao seu propósito.

## Referência bibliográfica

- AYALA, F. J. Molecular evolution. In: RUSE, M.; TRAVIS, J. (ed.), **Evolution: The First Four Billion Years**. Cambridge, MA: Belknap Press, p. 132-151, 2009.
- BARTH, K. **Dogmatics in Outline**. New York: Harper and Row, 1959.
- BEHE, M. **Darwin's Black Box: The Biochemical Challenge to Evolution**, New York: Free Press, 1996.
- CARROLL, S. **Endless Forms Most Beautiful**. The New Science of Evo Devo. New York: Norton, 2005.
- COYNE, J. A.; BARTON, N. H; TURELLI, M. Perspective: a critique of Sewall Wright's shifting balance theory of evolution. **Evolution**, v. 5, n. 3, 643-671, 1997.

- CUNNINGHAM, S. **Philosophy and the Darwinian Legacy**. Rochester: University of Rochester Press, 1996.
- DARWIN, C. **On the Origin of Species**. London: John Murray, 1859.
- DARWIN, C. **The Descent of Man**. London: John Murray, 1871.
- DAWKINS, R. **The Blind Watchmaker**. New York, N.Y.: Norton, 1986.
- DAWKINS, R. **The God Delusion**. New York, N.Y.: Houghton-Mifflin, 2006.
- DEMBSKI, W. A. **The Design Inference: Eliminating Chance through Small Probabilities**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998a.
- DEMBSKI, W. A. **More Creation: Science, Faith and Intelligent Design**. Downers Grove, Ill.: Intervarsity Press, 1998b.
- DEMBSKI, W. A. The third mode of explanation: detecting evidence of intelligent design in the sciences. *In*: BEHE M. J., DEMBSKI, W. A., MEYER, S. C. (ed.), **Science and Evidence for Design in the Universe**. San Francisco: Ignatius Press, p. 17-51, 2000.
- DEMBSKI, W. A.; RUSE, M. **Debating Design: Darwin to DNA**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- DENNETT, D. **Breaking the Spell: Religion as a Natural Phenomenon**. New York: Viking, 2006.
- DOBZHANSKY, T. **Genetics and the Origin of Species**. New York: Columbia University Press, 1937.
- FALK, D. *et al.* Brain shape in human microcephalics and Homo floresiensis. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 104, p. 2513-2518, 2007.
- FLEW, A.; MACINTYRE, A. **New Essays in Philosophical Theology**. New York: Macmillan, 1955.
- FODOR, J.; PIATTELLI-PALMARINI, M. **What Darwin Got Wrong**. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2010.
- FORREST, B.; GROSS, P. R. **Creationism's Trojan Horse: The Wedge of Intelligent Design**. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- GILKEY, L. B. **Maker of Heaven and Earth**. Garden City, N.Y.: Doubleday, 1959.
- GILKEY, L. B. **Creationism on Trial: Evolution and God at Little Rock**. Minneapolis: Winston Press, 1985.
- GISH, D. **Evolution: The Fossils Say No!**. San Diego: Creation-Life, 1973.
- GOULD, S. J. Is a new and general theory of evolution emerging. **Paleobiology**, 6, p. 119-130, 1980.
- GOULD, S. J. **Rocks of Ages: Science and Religion in the Fullness of Life**. New York: Ballantine, 1999.

- GOULD, S. J. **The Structure of Evolutionary Theory**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2002.
- GRANT, P. R. **How and Why Species Multiply: The Radiation of Darwin's Finches**. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2007.
- HALL, B. **Evolutionary Developmental Biology**. Norwall, Mass.: Kluwer, 1999.
- HAUGHT, J. F. **Science and Religion: From Conflict to Conversation**. New York: Paulist Press, 1995.
- HITLER, A. **Mein Kampf**. London: Secker and Warburg, 1925.
- HOLLUM, J. R. **Elements of General and Biological Chemistry**, New York: Wiley, 1987.
- HUME, D. **An Enquiry Concerning Human Understanding**. Oxford: Oxford University Press, 2007.
- HUME, D. Dialogues Concerning Natural Religion. *In*: WOLHEIM, R. (Ed.), **Hume on Religion**. London: Fontana, p. 93-204, 1963.
- JACOB, F. Evolution and tinkering. *Science*, 196, p. 1161-1166, 1977.
- JOHNSON, P. E. **Darwin on Trial**. Washington, D.C.: Regnery Gateway. 1991.
- JOHNSON, P. E. **Reason in the Balance: The Case Against Naturalism in Science, Law and Education**. Downers Grove, IL: InterVarsity Press, 1995.
- JOHNSON, P. E. **The Right Questions**. Downers Grove, IL: InterVarsity Press. 2002.
- KUHN, T. S. **The Structure of Scientific Revolutions**. Chicago: The University of Chicago Press, 1962.
- LARSON, E. J. **Summer for the Gods: The Scopes Trial and America's Continuing Debate over Science and Religion**. New York: Basic Books, 1997.
- LEBO, L. **The Devil in Dover: An Insider's Story of Dogma v. Darwin in Small-Town America**. New York: New Press, 2008.
- MCMULLIN, E. **Evolution and Creation**. Notre Dame: University of Notre Dame Press, 1985.
- MELÉNDEZ-HEVIA, E.; WADDELL, T. G.; CASCANTE, M. The puzzle of the Krebs citric acid cycle: assembling the pieces of chemically feasible reactions, and opportunism in the design of metabolic pathways during evolution. **Journal of Molecular Evolution**, 43, p. 293-303, 1996.
- MILLER, K. **Finding Darwin's God**. New York: Harper and Row, 1999.
- NAGEL, T. Public education and intelligent design. **Philosophy and Public Affairs**, 36, p. 187-205, 2008.
- NAGEL, T. **Mind and Cosmos: Why the Materialist Neo-Darwinian Conception of Nature is Almost Certainly False**. Oxford: Oxford University Press, 2012.

- NOLL, M. **America's God**: From Jonathan Edwards to Abraham Lincoln. New York: Oxford University Press, 2002.
- NUMBERS, R. L. **The Creationists**: The Evolution of Scientific Creationism, New York: Knopf, 1992.
- NUMBERS, R. L. **Darwinism Comes to America**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1998.
- NUMBERS, R. L. **The Creationists**: From Scientific Creationism to Intelligent Design. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2006.
- PENNOCK, R. **Tower of Babel**: Scientific Evidence and the New Creationism. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press, 1998.
- PENNOCK, R.; RUSE, M. **Is It Science? The Philosophical Question in the Creation/Evolution Controversy**. Buffalo: Prometheus, 2008.
- PLANTINGA, A. **Where the Conflict Really Lies**: Science, Religion, and Naturalism. Oxford: Oxford University Press, 2011.
- POPPER, K. R. **The Logic of Scientific Discovery**. London: Hutchinson, 1959.
- POPPER, K. R. Darwinism as a metaphysical research programme. *In*: SCHILPP, P. A. (Ed.), **The Philosophy of Karl Popper** (Volume 1). LaSalle, Ill.: Open Court, p. 133-143, 1974.
- POPPER, K. R. Natural Selection and the Emergence of Mind. **Dialectica**, 32, p. 339-352, 1978.
- QUAMMEN, D. **The Tangled Tree**: A Radical New History of Life. New York: Simon and Schuster, 2018.
- RICHARDS, R. J. **The Romantic Conception of Life**: Science and Philosophy in the Age of Goethe. Chicago: University of Chicago Press, 2003.
- RICHARDS, R. J. **Was Hitler a Darwinian?** Disputed Questions in the History of Evolutionary Theory. Chicago: University of Chicago Press, 2013.
- RUSE, M. **Karl Popper's philosophy of biology**. *Philosophy of Science*, 44, p. 638-661, 1997.
- RUSE, M. **But is it Science?** The Philosophical Question in the Creation/Evolution Controversy. Buffalo, N.Y.: Prometheus, 1988.
- RUSE, M. **Can a Darwinian be a Christian?** The Relationship between Science and Religion. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- RUSE, M. **The Evolution-Creation Struggle**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2005.
- RUSE, M. **Philosophy After Darwin**: Classical and Contemporary Readings. Princeton: Princeton University Press, 2009.

- RUSE, M. **Science and Spirituality: Making Room for Faith in the Age of Science**. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- RUSE, M. **Darwinism as Religion**. What Literature Tells Us About Evolution. Oxford: Oxford University Press, 2017.
- RUSE, M. **The Problem of War**. Darwinism, Christianity, and Their Battle to Understand Human Conflict. Oxford: Oxford University Press, 2018a.
- RUSE, M. **On Purpose**. Princeton: Princeton University Press, 2018b.
- RUSE, M. **What Philosophers Should Know About the Darwinian Revolution**. Cambridge: Cambridge University Press, 2018c.
- RUSE, M. **A Meaning to Life**. Oxford: Oxford University Press. No Prelo.
- RUSE, M.; TRAVIS, J. **Evolution: The First Four Billion Years**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2009.
- SOBER, E. **Philosophy of Biology**. Boulder, Col.: Westview, 2000.
- TURNER, F. M. **John Henry Newman: The Challenge to Evangelical Religion**. New Haven: Yale University Press, 2022.
- VON BERNHARDI, F. **Germany and the Next War**. London: Edward Arnold, 1912.
- WEIKART, R. **From Darwin to Hitler: Evolutionary Ethics, Eugenics, and Racism in Germany**. New York: Palgrave Macmillan, 2004.
- WENGERT, T. J. **Reading the Bible with Martin Luther: An Introductory Guide**. Grand Rapids: Baker, 2013.
- WHITCOMB, J. C.; MORRIS, H. M. **The Genesis Flood: The Biblical Record and its Scientific Implications**. Philadelphia: Presbyterian and Reformed Publishing Company, 1961.
- WRIGHT, S. Evolution in Mendelian populations. **Genetics**, 16, p. 97-159, 1931.
- WRIGHT, S. The roles of mutation, inbreeding, crossbreeding and selection in evolution. *In*: JONES, D. F. (ed.), **Proceedings of the Sixth International Congress of Genetics**. Menasha, WI: Brooklyn Botanic Garden, p. 356-66, 1932.

## Outros Recursos da Internet

**Centro Nacional Para a Educação Científica**. Disponível em: <http://www.natcensciad.org/>. Acesso em: 28 jan. 2022.

**Sociedade Geológica da América.** Disponível em: <http://www.geosociety.org/contactus/>. Acesso em: 28 jan. 2022.

**Página de Ciência e Criacionismo na Academia Nacional de Ciências.** Disponível em: <http://www.nap.edu/html/creationism/>. Acesso em: 28 jan. 2022.

**Afiliação Científica Americana.** Disponível em: <http://www.asa3.org/>. Acesso em: 28 jan. 2022.

### **Verbetes Relacionados**

cosmologia: e teologia | Darwinismo | aptidão | seleção natural | religião: e ciência  
| teleologia: noções teleológicas na biologia

## Sobre o Organizador

**Sérgio Farias de Souza Filho:** doutor em Filosofia pelo *King's College London*, mestre em Filosofia pelo Programa de Pós-Graduação Lógica e Metafísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro e graduado em Filosofia pela Universidade Federal de Pernambuco. Pesquisador de pós-doutorado no Programa de Pós-Graduação Lógica e Metafísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, com Bolsa de Pós-Doutorado Júnior do CNPq. Foi pesquisador de pós-doutorado no Departamento de Filosofia da Universidade de São Paulo. Atua nas áreas de Filosofia da Mente, Filosofia da Linguagem, Metafísica, Filosofia das Ciências Cognitivas e Filosofia da Biologia. Tópicos de pesquisa: intencionalidade, naturalismo intencional, teorias teleológicas da representação mental, função biológica, seguir regras e normatividade semântica.

## Sobre os Tradutores e Revisores

**Felipe Nogueira de Carvalho:** mestre e doutor em Filosofia pelo Instituto Jean Nicod, de Paris, e graduado em Filosofia pela Universidade Federal de Minas Gerais. Pesquisador de pós-doutorado no Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Minas Gerais pelo programa CAPES-PrInt. Sua pesquisa está na interseção entre emoção e percepção, e se interessa, ao mesmo tempo, pelos mecanismos corpóreos e cognitivos responsáveis pela percepção afetiva, bem como por questões mais sociais e políticas como a fenomenologia e a afetividade do racismo e os estudos da branquitude crítica.

**Gustavo Bravo Carvalho:** doutorando em Filosofia pelo Programa de Pós-Graduação Lógica e Metafísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, mestre em Filosofia no mesmo programa e licenciado em Filosofia pela Faculdade de São Bento do Rio de Janeiro. Docente efetivo do Departamento de Filosofia do Colégio Pedro II. Atua na área de metafísica de propriedades e metafísica da modalidade.

**Irio Vieira Coutinho Abreu Gomes:** doutor e mestre em Filosofia pela Universidade Federal de Pernambuco, graduado em Licenciatura em Filosofia pela Universidade Católica de Brasília, Física pela Universidade Federal de Pernambuco e Teologia pelo Instituto Claretiano. Professor Efetivo da Universidade Estadual da Paraíba. Membro do Grupo de Pesquisa em Filosofia da Religião na Universidade Estadual da Paraíba e do núcleo de sustentação do GT de Filosofia da Religião da ANPOF. Desenvolve pesquisa em filosofia da religião a partir da leitura de Habermas e da tradição anglófona em seus aspectos epistemológicos e político-sociais.

**Nara Miranda de Figueiredo:** doutora e mestra em Filosofia pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo e graduada em Filosofia pela Universidade Estadual de Campinas. Professora visitante da Universidade Federal do ABC. Atua nas áreas de Filosofia da Neurociência, Filosofia da Mente, Filosofia da Linguagem, Epistemologia, Metafísica e Filosofia da Ciência. Tópicos de pesquisa: enativismo, linguagem, versões radicais da cognição corporificada/enativa, cognição 4E, percepção visual, representação e conteúdo, referência, significação, uso, linguagem privada, seguir regras e normatividade.

**Paulo Sérgio de Figueiredo:** doutor em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas, mestre em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas e graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas. Professor Aposentado da Universidade Federal do Maranhão. Pesquisa nas áreas de Botânica, Fisiologia Vegetal e Ecofisiologia Vegetal.

**Roberto Horácio de Sá Pereira:** doutor em Filosofia pela *Freie Universität Berlin*, mestre em Filosofia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e graduado em Ciências Sociais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi pesquisador de pós-doutorado na Universidade de Viena. Professor Titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atua nas áreas de filosofia da mente e epistemologia, desenvolvendo pesquisas em filosofia da crença, filosofia da percepção, filosofia da consciência e filosofia kantiana.

**Tárik de Athayde Prata:** doutor em Filosofia pela *Ruprecht-Karl Universität Heidelberg*, mestre em Filosofia pela Universidade Federal do Ceará e graduado em Psicologia pela Universidade Federal do Ceará. Professor Associado do Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Pernambuco. Desenvolve pesquisas sobre Filosofia da Mente e teorias da consciência, em especial sobre o naturalismo biológico de John Searle e as teorias de ordem superior da consciência.

**Victor Machado Barcellos:** mestrando em Filosofia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, com bolsa CAPES, e graduado em Filosofia pela Universidade Federal Fluminense. Realiza pesquisas nas áreas de filosofia da consciência animal, filosofia da biologia e filosofia das ciências cognitivas da consciência.

**Victor Sholl:** doutorando em Filosofia pela Syracuse University, mestre em Filosofia pela Universidade de São Paulo e graduado em Filosofia pela Universidade de São Paulo. Seus tópicos de experiência e principal interesse são aqueles na intersecção entre Metafísica e Filosofia da Mente, bem como em temas em metaética e teoria do valor.





DISSERTATIO  
FILOSOFIA