

Ano 3, Volume 3, Número 2

ISSN 2357-8297



REVISTA HELIIUS



UNIVERSIDADE ESTADUAL
VALE DO ACARAÚ

Julho/Dezembro de 2020

Revista do Curso de Filosofia do Centro de Filosofia, Letras e Educação



Dossiê Filosofia & Biologia
Fascículo 1

Créditos institucionais	Curso de Graduação em Filosofia do Centro de Filosofia, Letras e Educação (CENFLE) da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)
Editores-chefe	Dr. Fabrício Klain Cristofolletti, UVA Correo eletrônico: fabricio_klain@uvanet.br Dr. Sérgio Ricardo Schultz, UVA Correo eletrônico: sergio_schultz@uvanet.br
Conselho Editorial	Dr. Antonio Glaudenir Brasil Maia, UVA Dr. Fabrício Klain Cristofolletti, UVA Dr. Marcos Fábio Alexandre Nicolau, UVA Dr. Sérgio Ricardo Schultz, UVA
Comitê Científico	Dr. Abah Andrade, Universidade Federal da Paraíba, UFPB Dr. Adriano Correia, Universidade Federal de Goiás, UFG Dr. Agemir Bavaresco, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS Dr. Agnaldo Cuoco Portugal, Universidade de Brasília, UnB Dra. Ana Clara O. Polakof, Universidad de la República, UdelaR, Uruguai Dr. Antonio Glaudenir Brasil Maia, UVA Dr. Castor Bartolomé Ruiz, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, UNISINOS Dr. Daniel Pansarelli, Universidade Federal do ABC, UFABC Dr. Delamar José Volpato Dutra, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC Dra. Dilnéia Rocha Tavares do Couto, Universidade do Estado do Amapá, UEAP Dr. Eduardo F. Chagas, Universidade Federal do Ceará, UFC Dr. Evanildo Costeski, Universidade Federal do Ceará, UFC Dr. Everaldo Cescon, Universidade de Caxias do Sul, UCS Dr. Francisco Evaristo Marcos, Faculdade Católica de Fortaleza, FCF Dr. Francisco Romulo Alves Diniz, UVA Dra. Georgia Cristina Amitrano, Universidade Federal de Uberlândia, UFU Dr. Germán Vargas Guillen, Universidad Pedagógica Nacional, Colômbia Dr. Gregorio Piaia, Università di Padova, UNIPD, Itália Dr. Hans Christian Klotz, Universidade Federal de Goiás, UFG Dra. Ideusa Celestino Lopes, Universidade Estadual do Vale do Acaraú, UVA Dr. Jorge Vanderlei C. da Conceição, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP Dr. José Expedito Passos Lima, Universidade Estadual do Ceará, UECE Dr. Jovino Pizzi, Universidade Federal de Pelotas, UFPEL Dr. Juan Adolfo Bonaccini, Universidade Federal de Pernambuco, UFPE (<i>in memoriam</i>) Dr. Kleber Carneiro Amora, Universidade Federal do Ceará, UFC Dra. Lídia Maria Rodrigo, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP Dr. Luís Alexandre Dias do Carmo, UVA Dr. Manfredo Araújo de Oliveira, Universidade Federal do Ceará, UFC Dr. Marcos Fábio Alexandre Nicolau, UVA Dra. Marly Carvalho Soares, Universidade Estadual do Ceará, UECE Dr. Michael Löwy, Centre National des Recherches Scientifiques, CNRS, França Dr. Santiago Zabala, Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats, ICREA / Universitat Pompeu Fabra, UPF, Espanha Dra. Taynam Santos Luz Bueno, Universidade Federal de Alagoas, UFAL
Editores convidados / Organizadores de dossiê	Dr. Maxwell Morais de Lima Filho, UFAL Dr. Argus Romero Abreu de Morais, UFSJ
Auxiliares de diagramação	Larissa Alves de Melo Rosiane Paiva Martins
Designer da capa	Victor Santos
Fotografia da capa	Tissiana Silva



REVISTA HELIUS

ISSN 2357-8297

<i>Rev. Helius</i>	Sobral	v. 3	n. 2	fasc. 1	pp. 1-655	jul./dez. 2020
--------------------	--------	------	------	---------	-----------	----------------



2020 – Este número da *Rev. Heliuss* está licenciado sob a Licença Pública *Creative Commons* Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional, cujo código legal pode ser acessado no sítio eletrônico: <https://creativecommons.org/licenses>.

Filiação da publicação	Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)
Bases de dados (indexadores)	ANPOF , Google Scholar , Latindex , Sumários.org .
Tipo de depósito	Diadorim (Azul)
Periodicidade	Semestral

Catálogo na publicação (CIP) - Sistema de Bibliotecas UVA

Revista Heliuss (online) / Curso de Graduação em Filosofia, Centro de Filosofia, Letras e Educação, UVA.- V.1, n.1 (jul./dez.2013)- . - Sobral: Curso de Graduação em Filosofia, Centro de Filosofia, Letras e Educação, UVA.

Semestral

ISSN 2357-8297 (online)

1. Filosofia- Periódicos. 2. Filosofia- Periódicos- UVA. I. Título.

CDD 100

Bibliotecária Responsável: Leolgh Lima da Silva- CRB 3/967

ISSN 2357-8297

<i>Rev. Heliuss</i>	Sobral	v. 3	n. 2	fasc. 1	pp. 1-655	jul./dez. 2020
---------------------	--------	------	------	---------	-----------	----------------

SUMÁRIO

Dossiê Filosofia & Biologia (Fascículo 1)

Editorial

Maxwell Morais de Lima Filho (Org.), Argus Romero Abreu de Morais (Org.), Fabrício Klain Cristofolletti (Ed.), Sérgio Ricardo Schultz (Ed.)	5-9
--	-----

Artigos

Filosofia e Biologia: incursões (primeira parte) Paulo C. Abrantes	10-71
Uma breve revisão sobre os avanços constitucionais na Biologia Evolutiva: parte I Rogério Parentoni Martins	72-112
Por que a Matemática interessa à Biologia? Jobson de Queiroz Oliveira	113-137
Universalidade <i>versus</i> contingência: o desafio do diálogo interdisciplinar face às diferentes culturas epistemológicas da Física e da Biologia Hilda Helena Sovierzoski, Maria das Graças Leopardi Gonçalves, Jenner Barretto Bastos Filho	138-170
Os táxons biológicos têm essências? Jerzy A. Brzozowski	171-199
A história natural das células nos sugere uma origem única? Sávio Torres de Farias, Francisco Prosdocimi	200-218
O que é Simbiogénese? A vertente marginalizada da abordagem evolutiva Francisco Carrapiço	219-246

O que é Neurobiologia de Plantas? Uma abordagem para além da Biologia Vegetal Ricardo Ferraz de Oliveira, Francynês da Conceição O. Macedo, Fábia Barbosa da Silva, Gabriel Silva Daneluzzi, Aldeir Ronaldo Silva, Diogo Capelin	247-290
O que são Sociobiologia Humana e Psicologia Evolucionista? Alisson Magalhães Soares	291-325
A percepção da audição em Demócrito Marcos Roberto Damásio	326-347
Cosmologia e Biologia no <i>Timeu</i> de Platão José André Ribeiro	348-371
Natureza e funções da alma segundo João Buridan Roberta Miquelanti	372-391
“O fogo que está no coração da máquina” ou a fisiologia do corpo em René Descartes João Carlos Neves de Souza e Nunes Dias	392-423
Leibniz e a Biologia: notas introdutórias William de Siqueira Piauí, Marcos Deyvinson Damacena	424-465
Duas expressões da Morfologia no século XVII: a assinatura das coisas naturais e a Palingênese Maurício de Carvalho Ramos	466-486
Hume e a Biologia: algumas notas Andreh Sabino Ribeiro	487-507
El estatuto de las “razas humanas” en contextos monogenistas, poligenistas y evolucionistas (siglos XVIII y XIX) Gustavo Caponi	508-562
O papel dos fósseis na teoria da progressão dos animais de Lamarck Lilian Al-Chueyr Pereira Martins	563-598

Resenhas

Resenha do livro *Aristóteles e o estudo dos seres vivos* (São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015), de Roberto de Andrade Martins
Carlos Roberto Souza de Aquino 599-603

Traduções

LAMARCK, J.-B. *Filosofia zoológica*, vol. I, pt. 1, cap. 1
(Sobre as partes da arte nas produções da natureza)
Kall Lyws Barroso Sales 604-620

LAMARCK, J.-B. *Filosofia zoológica*, vol. I, pt. 1, cap. 2
(Importância da consideração das relações)
Rodrigo Barros Gewehr 621-632

LAMARCK, J.-B. *Filosofia zoológica*, vol. I, pt. 1, cap. 3
(Da espécie entre os seres vivos, e da ideia que nós devemos dar
a essa palavra)
Amanda Sousa Silvino 633-655

EDITORIAL

Em sua substância
simples e variada,
o Acaraú é o rio
de água viva e parada.
José Alcides Pinto

Há cerca de um ano, o vírus da Covid-19 (SARS-CoV-2) propaga-se ao redor do globo terrestre, tendo ocasionado, até o momento em que escrevemos o presente texto, a significativa marca de mais de 100 milhões de infecções e de quase 2 milhões e 500 mil mortes. Apenas no Brasil, a pandemia ceifou aproximadamente 240 mil vidas. Infelizmente, o número de vítimas ainda tende a crescer significativamente.

Aproveitamos esta breve apresentação para nos sensibilizarmos com aquele(a)s que de alguma maneira foram acometido(a)s pela pandemia; em especial, com as famílias de vítimas fatais da doença. Solidarizamos-nos também com aquele(a)s que estão atuando no combate ao vírus, minimizando os impactos ocasionados por essa enfermidade em pleno século XXI. Apesar das dificuldades enfrentadas, as respostas rápidas e consistentes por parte das diversas instituições de pesquisa no país e no mundo reforçam a certeza de que o caminho para o desenvolvimento humano das nossas sociedades fundamenta-se, também, no avanço do conhecimento acadêmico.

O nosso número especial tem a pretensão de trazer as mais variadas discussões acerca da natureza e da cultura, incluindo a interface entre ambas, responsável pela emergência da singularidade humana como espécie. Desse modo, o(a) leitor(a) poderá encontrar em seus fascículos textos associados, sobretudo, a duas grandes áreas do saber acadêmico, quais sejam: Filosofia e Biologia.

Longe de almejarmos exaurir tais discussões – o que seria impossível –, apresentamos no Dossiê ora publicado um conjunto de reflexões que tratam da Grécia Antiga aos dias atuais, contemplando uma perspectiva diacrônica que atravessa diferentes períodos históricos dos saberes filosófico e biológico e suas relações entre si e com outras áreas de investigação. Trazemos ao público, portanto, contribuições acerca de pensadores e problemas teóricos debatidos na Antiguidade, na Idade Média, na Modernidade e na Contemporaneidade.

Dentre os critérios elencados para a sua elaboração, havia o desafio de contemplar não apenas o público universitário discente e docente, mas também de estender-se às demandas de estudantes e professores do Ensino Médio brasileiro. Nesse intuito, optamos por oferecer textos em português (majoritariamente) e em espanhol, assim como traduções de autores clássicos – Lamarck, Erasmus Darwin, Charles Darwin e Thomas Huxley.

Cumpre-nos destacar que, de início, avaliamos a possibilidade de restringir o projeto editorial ao campo da Filosofia da Biologia. No entanto, a surpresa positiva advinda da expressiva aceitação dos convites por parte do(a)s pesquisadore(a)s convidado(a)s nos convenceu a alargar o espectro das reflexões teóri-

cas, concretizado na transformação da temática Filosofia *da* Biologia em Filosofia & Biologia.

Esse redimensionamento permitiu que tivéssemos o privilégio de receber contribuições de pesquisadore(a)s do tema em questão advindo(a)s dos mais distintos campos teóricos, tais como Filosofia, Matemática, Física, Biologia, Neurociência, Psicologia, Psicanálise, Sociologia, História da Ciência, Filosofia da Ciência e Divulgação Científica.

Destarte, o(a) leitor(a) poderá encontrar no Dossiê tanto textos específicos de cada campo – Filosofia & Biologia – como textos pautados na interface entre ambos, em uma temporalidade que pretende, na medida do possível, seguir a própria história do pensamento filosófico e biológico no Ocidente, de modo que esperamos ter aproximado três aspectos fundamentais à produção do conhecimento teórico: a qualidade, a quantidade e a interdisciplinaridade. Deixamos ao(à) leitor(a) a tarefa de julgar se fomos exitosos em nossos propósitos.

A realização deste projeto só se tornou possível pela confiança depositada por dezenas de colaboradoras e colaboradores na *Revista Helius*. Ao todo, foram mais de 70 pesquisadoras e pesquisadores de Norte a Sul do Brasil, englobando também Instituições de Ensino Superior do México e de Portugal. Os 62 textos do *Dossiê Filosofia & Biologia* estão divididos em 53 artigos, 3 resenhas e 6 traduções.

Somadas às adversidades acarretadas pelo contexto sanitário e social no qual nos encontramos, a dimensão deste projeto editorial ensejou empenhos adicionais, haja vista os novos desafios trazidos à dinâmica da vida acadêmica,

os esforços para garantir que tantos pesquisadore(a)s de notória qualidade aceitassem realizar essa parceria em apenas um número especial e a energia dispensada para desempenhar um trabalho cuidadoso de revisão, edição, editoração e organização da expressiva quantidade de textos recebidos, distribuídos em três fascículos.

Como recompensa, o prazer de acompanhar o que há de mais atual em pesquisas sobre tantos temas fundamentais às áreas de saber do Dossiê, bem como de disponibilizar ao público em um único lançamento os frutos dos nossos esforços colaborativos. Dadas a extensão e qualidade singulares da obra e a fim de garantir organicidade à compilação dos escritos, decidimos por manter uma paginação única para todos os fascículos, assemelhando-se, em certa medida, aos projetos editoriais de enciclopédias temáticas tão comuns em academias do exterior.

Antes de finalizar, gostaríamos de registrar os nossos agradecimentos aos autore(a)s e às instituições envolvidas pela colaboração, sem os quais o *Dossiê Filosofia & Biologia* não passaria de um projeto sem realização; ao Grupo de Estudos sobre Evolução Biológica (Geseb), pelas discussões, pela promoção de atividades e pela Divulgação Científica ao longo dos últimos seis anos, as quais nos inspiram a realizar publicações como esta; às dezenas de pareceristas especializados, fundamentais ao refinamento dos textos; à Cristiane Xerez Barroso, pela tradução de artigos originais; à Tissiana Silva, pelas fotografias que ilustram os três fascículos; e ao Victor Santos, pela finalização artística das capas. Esperamos ter o privilégio de desenvolver novas parcerias no futuro.

Por fim, gostaríamos de dedicar o *Dossiê Filosofia & Biologia* à memória de João Pereira da Costa, de Alexsandro Lamarck Duarte Oliveira e de Anna Carolina Krebs Pereira Regner.

Fevereiro de 2021

Maxwell Morais de Lima Filho (UFAL)
Argus Romero Abreu de Morais (PNPD-UFSJ)
Organizadores do Dossiê
Editores Convidados – *Rev. Helius*

Fabício Klain Cristofolletti (UVA)
Sérgio Ricardo Schultz (UVA)
Editores-chefe da *Rev. Helius*



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



FILOSOFIA E BIOLOGIA: INCURSÕES (PRIMEIRA PARTE)

Paulo C. Abrantes

Doutor em Filosofia pela Universidade de Paris I

Professor titular aposentado da UnB

pccabr@gmail.com

Resumo

Esta é a primeira parte de um ensaio que tem como objeto a especificidade e o caráter multifacetado da investigação filosófica contemporânea sobre a biologia. Além do seu caráter metacientífico, este ensaio desenvolve reflexões metafisológicas sobre os tipos de tarefas a que se dedicam os filósofos no domínio da filosofia contemporânea da biologia, de modo a evidenciar o seu papel e a natureza distintiva do seu questionamento nas suas permutas com a investigação científica. Além de discutirmos vários tópicos abordados pelos filósofos da biologia contemporâneos, dirigimos também o foco para o papel da cultura no comportamento animal bem como para as relações da biologia com a psicologia e a antropologia, no que se refere à evolução humana.

Palavras-chave: Filosofia da Biologia. Função Biológica. Classificação. Pensamento Populacional. Adaptacionismo. Níveis de Seleção Natural. Evolução e Desenvolvimento. Cultura e Comportamento Animal. Evolução Humana.

Abstract

This is the first part of an essay that targets the specificity and multifaceted character of the contemporary philosophical investigation about the biological sciences. Besides its metascientific character, this essay fosters metaphysical reflections on the kinds of tasks philosophers are concerned with in contemporary philosophy of biology, to make salient the distinctive role and nature of their musings in their exchange with scientific investigation. Besides discussing various topics that are addressed by contemporary philosophers of biology, we focus on the role played by culture in animal behavior, as well as on the relations between biology, psychology and anthropology, as far as human evolution is concerned.

Keywords: Philosophy of Biology. Biological Function. Classification. Population Thinking. Adaptationism. Levels of Natural Selection. Evolution and Development. Culture and Animal Behavior. Human Evolution.

A modalidade dominante, na atualidade, do relacionamento entre a filosofia e a biologia apresenta-se como uma *filosofia da biologia*. Um modo de encerrar a filosofia da biologia é vê-la como uma subárea da filosofia da ciência e si-

tuá-la, portanto, no campo da epistemologia. Isso exigirá que façamos, inicialmente, uma breve caracterização do projeto de uma filosofia *geral* da ciência, apontando para alguns dos problemas que ocupam os filósofos que a ela se dedicam.

Em seguida, mostraremos que a filosofia da biologia adquiriu, gradualmente, autonomia, ao tomar como objeto, de modo especial, o conhecimento produzido pelas ciências biológicas. A título de ilustração, abordaremos as respostas dadas a alguns dos problemas que são investigados pelos que se auto-denominam ‘filósofos da biologia’. Veremos então que esses problemas não se circunscrevem, como inicialmente suposto, à área da epistemologia, se a demarcarmos de modo estrito¹.

Abordaremos, ao final desta primeira parte do ensaio, o tópico da evolução humana, que tem recebido atenção dos filósofos da biologia, sobretudo a partir dos questionamentos que fizeram ao programa de uma sociobiologia e aos programas que a sucederam, como a psicologia evolucionista. Na segunda parte do ensaio, faremos um apanhado geral, e desenvolveremos novas reflexões metafilosóficas com o intuito de sondar o escopo, na contemporaneidade, do trabalho filosófico acerca do mundo dos seres vivos e seu protagonismo frente ao conhecimento produzido pelas ciências relevantes.

1 Este ensaio incorpora trechos da Introdução que escrevemos em Abrantes (2018b). Destacamos aqui, como lá, as pesquisas desenvolvidas por filósofos e biólogos latinoamericanos.

1 Filosofia geral da ciência

Várias correntes da filosofia contemporânea da ciência comprometem-se com a ideia de que há algo comum às diversas áreas, seja nas propriedades dos seus produtos, ou nos métodos empregados na sua produção. Isso traduz uma preocupação com a unidade e com a generalidade, que é marcante desde os primórdios da filosofia. O filósofo busca uma essência comum a coisas que são, à primeira vista, diversas. O projeto de uma filosofia *geral* da ciência reflete igualmente essa preocupação, embora o objeto não seja, no caso, o mundo físico (entendido de modo amplo) mas o conhecimento a respeito desse mundo².

Essa maneira de conceber a tarefa da filosofia da ciência é exemplificada pelo empirismo lógico, que foi a escola hegemônica nessa área, ao menos no mundo anglo-saxônico, durante a primeira metade do século XX.

O filósofo da ciência pode perguntar-se a respeito do que seria comum a todas as ciências – que se diversificaram cada vez mais ao longo dessa história, relativamente curta, de alguns poucos séculos –, ou então focar em questões endereçadas a uma ciência particular, como a biologia. Podemos distinguir, por-

2 A ciência herdou da filosofia essa busca de uma unidade fundamental: a hipótese atômica é modelar nesse sentido, e os projetos de unificação na física contemporânea podem ser vistos como estando em continuidade com esse objetivo. Entretanto, o cientista é, de modo geral, mais atento ao que é particular e diverso. Isso se reflete nas investigações a respeito da própria ciência: as chamadas 'ciências da ciência' – como a história da ciência e a sociologia da ciência, para citar somente algumas – são voltadas para a descrição (e, eventualmente, para a explicação) do que é particular a diferentes períodos históricos ou a diferentes comunidades científicas. O viés filosófico é distinto, marcado não somente pela busca de generalidade, em um nível mais abstrato de descrição, mas igualmente pelo seu caráter normativo. A respeito de uma articulação possível entre os projetos explicativo e judicativo, ver a seção sobre ética evolucionista neste ensaio.

tanto, uma filosofia *geral* da ciência das filosofias *especiais* das ciências: a filosofia da biologia, a filosofia da física, a filosofia da psicologia etc³.

É sugestivo que um dos primeiros auto-proclamados ‘filósofos da biologia’, D. Hull (1975, p. 13), tenha se perguntado, em seu livro introdutório dos anos 1970: “[...] existe uma única filosofia da ciência aplicável a todas as áreas da ciência natural ou há várias filosofias da ciência, cada uma delas adequada ao seu próprio domínio?”. Com base na distinção entre os chamados ‘contexto de descoberta’ e ‘contexto de justificação’, bem aceita à época sobretudo na tradição do empirismo lógico, Hull respondeu que a filosofia da ciência tem por objeto os procedimentos adotados neste último contexto, e que seriam comuns a todas as ciências, constituindo-se em uma genuína lógica da justificação⁴.

Os filósofos da ciência preocupados em encontrar uma essência do que seja científico, em buscar uma unidade na diversidade de discursos e práticas científicas, fizeram-se perguntas como: as modalidades de representação do conhecimento (como leis, teorias, modelos etc.) têm as mesmas características, em cada uma das ciências, das que se apresentam em física? As explicações propos-

3 Há quem prefira uma outra terminologia, distinguindo uma filosofia da ciência de caráter “fundacional” e outra de caráter “aplicado”. A primeira abordaria “questões gerais acerca do conhecimento científico, dos conceitos e categorias científicas, e da linguagem científica”. A última se voltaria para “tópicos a respeito das descobertas, conceitos e métodos de ciências particulares”. Boyd, Gaspar & Trout (1991, p. 3) sugerem, ademais, que a primazia das preocupações fundacionais “reflete uma predileção filosófica pela abstração e generalidade”, defendendo que foram os empiristas lógicos que, de fato, criaram no século XX a disciplina e deram a ela esse caráter.

4 As posições de Hull defendidas nesse livro foram ultrapassadas pelos desenvolvimentos por que passou a filosofia da ciência desde então. Ele próprio tornou-se um crítico contundente do empirismo lógico, e isso foi crucial para que a filosofia da biologia se constituísse como uma subárea autônoma da filosofia da ciência.

tas em ciências diferentes, como a física e a biologia, são do mesmo tipo e têm a mesma estrutura formal? Os cientistas que trabalham em diferentes áreas do conhecimento utilizam os mesmos métodos, e se pautam pelos mesmos valores cognitivos quando aceitam ou rejeitam hipóteses e teorias? As linguagens empregadas nas diversas ciências poderiam ser traduzidas em termos de uma linguagem única, por exemplo, a linguagem da física (usualmente denominada 'linguagem fisicalista')?

Muitos filósofos da ciência, mesmo nos países anglo-saxônicos, passaram a responder negativamente a essas perguntas, sobretudo, nas últimas décadas. Por exemplo, com respeito à primeira, questionaram se leis, e mesmo teorias, seriam tão prevalentes em outras ciências quanto o são em física, e se teriam as mesmas características (sintáticas, semânticas etc.), ou desempenhariam as mesmas funções. Cientistas de áreas que não a física fizeram coro com os que contestavam que se pudesse formular leis genuínas nessas áreas. O biólogo Mayr é conhecido por defender uma posição desse tipo em seu livro de 1982.

Vários filósofos assumem uma postura pragmática, de respeito à diversidade de modos de representar o conhecimento que, em várias ciências, desempenham as funções explicativa, preditiva etc. que, tradicionalmente, foram associadas às leis e às teorias.

O esclarecimento de conceitos é, tradicionalmente, considerado uma das principais tarefas filosóficas. No caso da filosofia *geral* da ciência, esse esclarecimento usualmente volta-se para conceitos *metacientíficos* relativos aos tipos de representação do conhecimento científico de modo geral, ou àqueles que se re-

ferem aos procedimentos empregados para gerar essas representações e submetê-las à prova. Exemplos desses conceitos são os de 'teoria', 'modelo', 'lei', 'explicação', 'confirmação' etc.

O objetivo dessa atividade filosófica é tornar tais conceitos mais precisos, eventualmente, pela reconstrução de elementos do discurso científico em termos de alguma outra linguagem, privilegiada por razões filosóficas.

Uma concepção, portanto, do trabalho do filósofo da ciência, é de que ele se dedica a esclarecer conceitos metacientíficos, ou seja, a resolver problemas conceituais em um metanível (relativamente ao nível do discurso científico).

O conceito de 'explicação científica' ilustra esse tipo tarefa. Como nas ciências físicas, ao menos, leis e teorias desempenham um papel explicativo, entre outros, o esclarecimento do conceito de 'explicação' envolve ademais o esclarecimento dos conceitos de 'lei' e de 'teoria'.

Os empiristas lógicos tentaram desvincular a análise da explicação científica de qualquer discussão metafísica (sobre, por exemplo, a existência de alguma ordem na natureza, que pudesse traduzir-se em termos de leis da natureza, espécies naturais, causas etc.). Para tanto, empregaram uma abordagem lógico-linguística para esclarecer o significado de 'explicar' nas diversas práticas cognitivas, reconstruir os seus usos e investigar se têm algo em comum.

Lorenzano (2018) e Martínez (2018) discutem a concepção nomológico-dedutiva de explicação, proposta por Hempel e outros filósofos que se inserem na tradição do empirismo lógico, em uma tentativa de tratar, de modo unificado, as explicações propostas nas diversas ciências. Como os enunciados nomo-

lógicos constituem um dos elementos das explicações – reconstruídas como argumentos de acordo com a referida concepção –, o esclarecimento do conceito de lei e a explicitação dos critérios para que um enunciado se habilite a ser uma lei, são problemas centrais.

Percebe-se esse mesmo viés anti-metafísico e linguístico no modo como os empiristas lógicos tentam esclarecer a noção de ‘teoria’. Eles propuseram-se a reconstruir logicamente as teorias propostas pelos cientistas, particularmente na área da física, onde desempenham os papéis explicativo e preditivo de modo inequívoco, o que não é o caso em outras ciências, como a biologia por exemplo. Para tanto, os empiristas lógicos partiram do pressuposto de que uma teoria é um objeto linguístico e distinguiram diferentes tipos de linguagem (teórica e observacional) numa teoria, bem como o modo como enunciados nessas linguagens relacionam-se, logicamente, com os enunciados que traduzem resultados da observação e da experimentação⁵.

Do mesmo modo como se discute se existem as mesmas modalidades de representação do conhecimento em todas as ciências (destacando-se as leis e teorias), é igualmente controverso se um único modelo formal pode capturar o que haveria de comum às explicações propostas nesses vários âmbitos. Explicações funcionais e históricas têm, por exemplo, um lugar central em biologia, mas não em outras áreas das ciências físicas. É preciso discutir como tais tipos

5 Para uma introdução a respeito de como os empiristas lógicos levaram a cabo esse projeto, no que se convencionou chamar de concepção ‘sintática’ das teorias científicas, e propostas alternativas a esta, ver Abrantes (2016, p. 78-87). Lorenzano (2018) remete a décadas de investigação sobre a estrutura das teorias científicas e sobre as relações entre diferentes tipos e níveis de linguagem.

de explicação se distinguem dos que usualmente encontramos em ciências como a física, por exemplo, ou se, ao contrário, aqueles podem ser reduzidos a estes.

As diferenças podem ser significativas nas tradições de diferentes países, ou comunidades, na maneira de encararem o trabalho filosófico sobre as ciências. Por exemplo, a chamada 'epistemologia histórica' francesa sempre representou uma orientação mais atenta à diversidade das ciências. Essa orientação não estabeleceu, tampouco, uma separação rígida entre o trabalho filosófico e o trabalho historiográfico, como foi o caso com o empirismo lógico⁶.

2 A filosofia da biologia como filosofia especial

Algumas referências históricas nos parecem relevantes para situar a filosofia da biologia no âmbito da filosofia da ciência. Enquanto área especializada da filosofia e com um foco mais restrito do que a teoria (geral) do conhecimento, a filosofia da ciência estava se constituindo na primeira metade do séc. XIX. Efetivamente, datam dessa época os trabalhos seminais de J. Herschel, W. Whewell e J. S. Mill⁷. A filosofia da ciência atingiu o ápice da sua produtividade e reco-

6 Ver Gayon (2009). Não caberia abordar aqui as nuances da discussão a respeito da interdependência entre história e filosofia da ciência. Ver, a esse respeito, Abrantes (2002, 2006b).

7 Ver Abrantes (2008). Pode-se recuar um pouco mais no tempo e defender que o primeiro texto de filosofia da ciência, propriamente dito, tenha sido o "Discurso Preliminar" à *Encyclopédie*, escrito por d'Alembert e datando de 1751. Não temos, evidentemente, que nos comprometer com uma data ou com uma única obra *fundadora*. O propósito aqui é balizar os primórdios de um tipo mais circunscrito de investigação filosófica a respeito do conhecimento *científico*, neste caso no domínio das ciências da vida.

nhocimento no séc. XX, quando se institucionalizou efetivamente. Desde os seus primórdios, e em particular no desenvolvimento do programa do empirismo lógico, pode-se dizer que a filosofia da ciência foi marcada pelo modelo da física, que sugeria os problemas filosóficos supostamente fundamentais e que seriam comuns a todas as ciências.

A filosofia da biologia tornou-se (relativamente) autônoma nas últimas décadas do século XX, sobretudo, nos países anglo-saxônicos⁸. Podemos assinalar os anos 1970 como um marco⁹. Nessa década alguns filósofos da ciência passaram a dedicar-se, especificamente, a uma reflexão sobre a biologia (embora ainda admitissem como referência a tradição formalista e reconstrutivista do empirismo lógico, por mais abalada que estivesse pelas críticas que lhe foram feitas, notadamente intensificadas nos anos 1950 e 1960).

Os primeiros livros introdutórios de filosofia da biologia surgiram, justamente, nessa época. Isso é um bom indicador de que uma área está delimi-

8 A expressão 'filosofia da biologia' teria sido usada pela primeira vez por Whewell em uma seção do seu livro *The Philosophy of the Inductive Sciences* de 1840 (GAYON, 2009). Ele faz aí referência à tese de Cuvier de que "a forma de um corpo vivo é mais essencial a ele do que a sua matéria" (CUVIER *apud* NICHOLSON, 2018, p. 149). É significativo, para os propósitos do presente ensaio, verificar que teses metafísicas como esta sejam objeto da filosofia da biologia desde as suas mais remotas origens, indicando que epistemologia e metafísica não podem ser dissociadas, inclusive nas filosofias *especiais* da ciência.

9 É significativo que D. Hull, em um artigo publicado em 1969, tenha sido muito crítico do que até então se fizera sob a rubrica de 'filosofia da biologia' (restringindo-se, em sua avaliação, a publicações em inglês). Ele assinala que as poucas exceções de trabalhos escritos por filósofos que, reconhece, poderiam ter contribuído para os problemas que os biólogos então enfrentavam, permaneceram desconhecidos por uma falha na comunicação: esses filósofos usavam uma linguagem formal, então bastante comum em filosofia da ciência, mas que era estranha aos biólogos. Nicholson & Gawne (2015) contestam essa avaliação de Hull e propõem uma revisão da história da filosofia da biologia no séc. XX que foi acatada pela comunidade. Infelizmente, esse artigo chegou ao nosso conhecimento quando já concluíamos este ensaio, e não pudemos incorporar elementos dessa revisão.

tando-se. Destaco o já citado livro de D. Hull, *The philosophy of biological science*, datado de 1974, porque este foi, ao nosso conhecimento, o primeiro texto introdutório nessa área, e com uma abrangência mínima, traduzido para o português. M. Ruse publicara a sua própria introdução em 1973.

Data dessa época a coletânea de Ayala e Dobzhansky (1974), que reuniu os trabalhos de filósofos, biólogos e psicólogos, entre outros especialistas, apresentados em um congresso dedicado ao tema do reducionismo.

A redução é um problema filosófico sobre o qual debruçaram-se várias gerações de filósofos que se dedicaram a uma filosofia *geral* da ciência. Eles distinguiram diferentes tipos de redução e propuseram modelos para formalizar as reduções que, supostamente, foram realizadas ao longo da história da ciência¹⁰.

No empirismo lógico importava, sobremaneira, dar um tratamento formal à redução entre teorias, em termos que se prestassem à análise filosófica como concebida por essa tradição, e aos objetivos fundacionalistas que a caracterizavam.

O tópico da redução, dependendo de como é tratado, pode ter implicações metafísicas e metodológicas. O reducionismo é uma posição metafísica que defende a redução de descrições em um nível (propostas por uma ciência) a descrições em outro nível (propostas por aquela mesma ciência ou por alguma outra), por considerar que este último nível é ontologicamente mais básico ou fundamental, e para o qual devam voltar-se, primariamente, as nossas práticas explicativas.

¹⁰ Um exemplo sempre citado de redução, que teria sido efetivada no séc. XIX, é a da termodinâmica à teoria cinética dos gases, mas o seu êxito é duvidoso.

Pode-se propor uma metafísica que se contraponha ao reducionismo, como a que afirma existirem vários níveis de realidade, com processos causais que são próprios a cada um desses níveis. Essa metafísica tem implicações metodológicas: não faria sentido reduzir as teorias em um nível (por exemplo, em psicologia) a teorias em um outro nível (por exemplo, em biologia ou em física)¹¹.

Há trabalhos sobre redução, como o dos empiristas lógicos, que não se comprometem com uma metafísica e que abraçam uma postura pragmática ou metodológica¹².

Em filosofia da biologia há uma preocupação em abordar o tópico da redução levando-se em conta um conhecimento atualizado em biologia, e não de modo genérico e com motivações estranhas à própria prática científica, como as dos empiristas lógicos, por exemplo. Começou-se por distinguir tipos diferentes de redução (ontológica, de teorias etc.), como já faz Ayala na Introdução que preparou à supra-citada obra. O estudo de caso escolhido foi o da redução da genética mendeliana à genética molecular, que se tornou clássico na área, e a nova geração de filósofos da biologia aplicou a ele as ferramentas herdadas da filosofia geral da ciência (ODENBAUGH & GRIFFITHS, 2020; LORENZANO, 2018).

11 Em Abrantes (2004c), discutimos algumas alternativas ao reducionismo.

12 Na filosofia *geral* da ciência as diversas apostas reducionistas têm em comum um compromisso com a tese de que há algo que unifica as várias ciências. Martínez (2018) defende que se abandone o objetivo da unificação em todos os planos: metodológico, epistêmico e metafísico. Em lugar disso, propõe que se encare o reducionismo como, na verdade, um conjunto de estratégias que, em muitas áreas, tiveram um sucesso inequívoco. Trata-se de uma atitude pragmática.

Nos anos 1980, começou a ser publicado o primeiro periódico especializado em filosofia da biologia, *Biology & Philosophy*, e foi criada uma Sociedade com um caráter interdisciplinar, a *International Society for the History, Philosophy and Social Studies of Biology* (ISHPSSB), que reuniu a primeira geração de filósofos da biologia (HULL, 2008). Esses são considerados, usualmente, marcos da maturidade e institucionalização de uma disciplina. A quinta reunião da ISHPSSB, de 1999, realizada em Oaxaca, México, foi uma clara demonstração de que estava se formando, na América Latina, um grupo de filósofos da biologia. O periódico *Ludus Vitalis* (o jogo da vida), fundado em 1994 também no México, abriu espaço para uma discussão de diferentes aspectos da história e filosofia das ciências da vida.

Em 2006, foi criado o *Grupo Bogotá de Pensamento Evolucionista* que se reuniu pela primeira vez na Universidade Nacional da Colômbia. Esse grupo participou ativamente da criação da *Associação Ibero-Americana de Filosofia da Biologia* (AIFBI), fundada em 2012.

A coletânea de Sober, *Conceptual Issues in Evolutionary Biology*, publicada em 1984 e que já tem várias edições, reflete uma tendência, que se verificou na emergente filosofia da biologia, de voltar-se primordialmente para a biologia evolutiva. Os problemas filosóficos suscitados pela teoria darwinista da evolução consumiram boa parte dos esforços da comunidade que estava se formando. Mais recentemente, outras áreas da biologia passaram a mobilizar a investigação dos filósofos, diminuindo o desequilíbrio que se havia instalado. Um ex-

emplo dessa inflexão é a tentativa de promover uma síntese entre a biologia evolutiva e a biologia do desenvolvimento.

A importância que a biologia adquiriu nas últimas décadas do século XX reforçou a percepção de que é problemático o projeto de uma filosofia *geral* da ciência que tome como modelo uma ciência particular – seja ela a física ou qualquer outra –, e que se comprometa com a proposta de uma ciência unificada¹³. A especificidade dos problemas filosóficos sugeridos por cada uma das ciências forçou a filosofia da ciência a ser plural e menos pretensiosa em sua ambição universalista e normativa¹⁴.

Uma filosofia *especial* da biologia volta-se primordialmente para os conceitos utilizados no âmbito dessa ciência particular¹⁵. A resolução de *problemas conceituais* é, de fato, crucial em certos momentos da atividade científica, e os filósofos têm dado contribuições significativas nesse tocante.

Destacaremos, a seguir, alguns desses problemas que se colocam em biologia. Não há pretensão de discutí-los aprofundadamente, mas simplesmente

13 Esta reconstrução da história da filosofia da ciência retrata, na verdade, a situação nos países anglo-saxônicos e, em larga medida, não vale para países como a França, por exemplo. Pelo menos desde A. Comte, no séc. XIX, existe neste país uma tradição que valoriza os problemas filosóficos particulares postos em evidência em cada uma das ciências (ver a nota 14).

14 Gayon (2009) refere-se a uma “virada regionalista”, por analogia com a “virada historicista” que ocorreu em filosofia da ciência a partir de meados do séc. XX, coincidindo com a quebra da hegemonia de que gozara o empirismo lógico. Ele avalia que a filosofia da biologia nos países anglo-saxônicos acompanhou, tipicamente, essa virada regionalista, mas não teria sido tocada pelo historicismo, mantendo-se fundamentalmente sistemática (ou, como prefere Gayon, “analítica”) em sua orientação. Isso não quer dizer que os filósofos da biologia não possam, além disso, dedicar-se à história da biologia. Mas entendem que a história e a filosofia são empreendimentos muito diferentes. Isso foi contestado, por exemplo, pela tradição francesa da *épistémologie historique* (ver ABRANTES, 2002).

15 Ver Sterelny & Griffiths (1999, p. xi).

de exemplificar o caráter de uma investigação filosófica dessa natureza que, em princípio, inscreve-se numa modalidade epistemológica. Veremos, contudo, que o enfrentamento de problemas conceituais suscita, frequentemente, questões de ordem metafísica, bem como questões metodológicas.

3 Função biológica

Um exemplo de problema conceitual, intensamente discutido por filósofos da biologia nas últimas décadas, concerne ao conceito de *função*. Esta discussão relaciona-se, diretamente, com um tópico caro aos filósofos desde a Antiguidade, que é o da teleologia em relação com processos naturais. Um tema central é, justamente, o da relação entre os conceitos de *função* e de *telos* (fim), com sérias implicações metafísicas.

Há uma resistência muito grande por parte, sobretudo, de biólogos, mas que se verifica igualmente entre filósofos, em aceitar que fins (ainda) possam estar associados a conceitos científicos, como o de função biológica, dada a longa influência da teologia natural no modo como se pensou, pelo menos até Darwin, o mundo dos seres vivos. A exemplo de Galileu, que mostrara como eliminar a referência a fins nas explicações dos fenômenos físicos, é comum se achar que a grande contribuição de Darwin foi a de levar esse projeto adiante e desbancar a teleologia no domínio das ciências da vida. Há, entretanto, quem

defenda que ele não o fez e nem poderia ter feito (LENNOX, 2013). Voltaremos a este tópico na segunda parte do ensaio.

Chediak (2018) levanta essas e outras questões a respeito do conceito de função e que suscitam análises filosóficas: como funções distinguem-se de acidentes? Haveria um modo unívoco de se definir o conceito de função de modo a que possa aplicar-se tanto ao caso de artefatos (por exemplo, a *função* do relógio) quanto a traços e partes de sistemas vivos (por exemplo, a *função* do sistema imunológico)? A explicação funcional constituiria um tipo especial de explicação, distinto dos tipos usuais de explicação em ciências como a física (questão que já havíamos aventado acima), ou podem ser reduzidas uma à outra?

Outro tópico discutido por Chediak diz respeito ao caráter normativo do conceito de função, que parece ser requerido para se poder distinguir função normal de disfunção. Ela argumenta que é preciso reter diferentes concepções de função, como as propostas por Wright e por Cummins, para que se atendam aos usos que se faz desse conceito em biologia e em outras áreas. O pluralismo demonstra ser a posição mais adequada no enfrentamento desse problema.

A apresentação que Chediak (2018) faz da concepção etiológica de função, proposta por Wright, ilustra de modo exemplar o método filosófico de análise conceitual. Embora a fertilidade desse método seja contestada por muitos filósofos, em especial os de orientação naturalista, ele é, sem dúvida, um recurso que caracteriza uma certa concepção da natureza do trabalho filosófico. Contudo, há abordagens, como a privilegiada por Millikan, que mostram a insuficiência de um método analítico, e que inserem a noção de função em uma teoria

ampla na qual esta noção se relaciona com outras, permitindo, desse modo, enfrentar tanto problemas empíricos quanto conceituais.

4 Taxonomia e espécie biológica

Há diferentes concepções a respeito do caráter das classificações e cabe uma investigação dos seus pressupostos. Aqui, temos mais um exemplo de uma tarefa que é tipicamente filosófica, embora não exclusivamente, para a qual apontaremos em várias oportunidades neste ensaio.

Mencionamos, por outro lado, que a temática metafísica voltou ao centro da reflexão filosófica com a perda de ímpeto da perspectiva neopositivista abraçada pelos empiristas lógicos. Dependendo da posição que se tome a respeito do status das classificações biológicas, a discussão dá margem a embates metafísicos (PABÓN-MORA & GONZÁLEZ, 2018). Elas são tentativas genuínas de representar uma ordem objetiva ou têm um caráter meramente convencional? Na última hipótese, a aceitabilidade das classificações se assentaria somente em considerações pragmáticas. No cerne desse confronto, que tem uma longa história, encontra-se a oposição entre realismo científico e posições não-realistas¹⁶.

16 O nominalismo é um exemplo de não-realismo, pois defende que só existem indivíduos. Agrupamentos de indivíduos (como propostas pelas classificações biológicas, por exemplo) seriam criações nossas – meros conceitos na mente ou formas do discurso – e teriam um valor meramente utilitário, pragmático, não tendo como referência qualquer entidade no mundo extra-mental ou extra-linguístico.

Essas perspectivas filosóficas são de grande relevância, como veremos, no tocante ao problema das unidades e níveis de seleção.

Pabón-Mora e González (2018) argumentam que a adequação das classificações propostas para as entidades e processos que integram os sistemas biológicos, em seus vários níveis de organização, remete a discussões, muito abstratas, a respeito dos processos causais. Eles distinguem uma concepção linear e uma concepção reticulada de causalidade e mostram que as principais escolas em sistemática – a fenética, a cladística (ou filogenética) e a evolutiva –, operam, por sua vez, com metodologias distintas. Segundo a fenética, por exemplo, as classificações devem tomar por base somente as relações de similaridade entre os organismos, envolvendo o maior número possível de características. Tal concepção representa uma ruptura importante em relação à taxonomia evolutiva, ao abdicar da ideia de que certas características seriam mais relevantes do que outras para a conformação de um grupo taxonômico. Em que medida essas metodologias traduzem diferentes imagens sobre a natureza das classificações e sobre as entidades a que se referem os táxons (HULL, 1995)? Pabón-Mora e González sublinham, além disso, os compromissos epistemológicos dessas várias correntes: o empirismo, por exemplo, é bastante evidente no modo como a fenética é defendida.

Além disso, essas diferenças entre escolas têm impacto sobre a discussão a respeito do que seja uma espécie biológica (GONZÁLEZ, 2018; PABÓN-MORA & GONZÁLEZ, 2018). Esse problema é metafísico por excelência: são as espécies classes, como tradicionalmente foram consideradas, ou são, na verda-

de, indivíduos? A noção de classe ou tipo natural (*natural kind*) é tematizada em um quadro com fortes tons realistas. Pode-se evitar essa discussão metafísica e defender que espécies não são reais, mas conceitos forjados pela mente com a finalidade de organizar o material empírico. González (2018) investiga essas várias respostas ao problema e pergunta-se, dada a proliferação de conceitos de espécie que se verificou no séc. XX, se ainda cabe buscar um conceito único. Aqui, tanto o monismo quanto o pluralismo têm seus defensores. Entretanto, mesmo entre os pluralistas há os que criticam o número exagerado de conceitos de espécie biológica propostos atualmente.

5 Pensamento tipológico e pensamento populacional

González (2018) cita Sober como um dos proponentes, ao lado de Mayr, da dicotomia entre pensamento tipológico e pensamento populacional, enfatizando como a teoria darwinista da evolução promoveu uma nova metafísica, deslocando o foco das propriedades, supostamente essenciais, compartilhadas pelos organismos individuais, para as suas diferenças e o modo como estão representadas no plano populacional.

A noção de tipo esteve, efetivamente, associada à de essência em uma longa tradição que remonta a Platão. Sabemos que Darwin rejeitou o essencialismo, com implicações momentosas para o nosso entendimento das espécies biológicas e de sua evolução.

Martínez-Bohórquez e Andrade (2018, p. 567) explicitam os compromissos metafísicos dessas duas maneiras de encarar o mundo dos seres vivos e os processos que nele ocorrem:

[...] para o pensador populacional darwinista, os tipos não são reais, somente os indivíduos dissímeis e as populações que eles compõem (não há dois indivíduos idênticos no mundo). Pelo contrário, para o tipologista os tipos são reais, a variação não.

Esses autores propõem-se, contudo, a superar essa dicotomia de modo a adequar a discussão aos desenvolvimentos recentes em biologia, em particular ao programa da chamada ‘evo-devo’, a que nos referiremos mais adiante. Eles defendem que o darwinismo mantém, na verdade, um compromisso com a noção de tipo, embora de caráter não essencialista. O tipo referir-se-ia, nesse novo quadro conceitual, a uma forma ou plano básico compartilhado por organismos de várias espécies e herdado de um ancestral comum. O tipo resulta, portanto, de contingências históricas complexas, além da atuação de uma pluralidade de fatores causais:

[...] acreditamos que para entender de um modo mais adequado a origem, desenvolvimento e evolução da forma orgânica é necessário fazer uma aproximação que envolva fatores seletivos, estruturais e históricos, uma vez que uma conjunção destes fatores foi a causa de cada uma das formas biológicas que surgiram em nosso planeta (MARTÍNEZ-BOHÓRQUEZ & ANDRADE, 2018, p. 581).

Eles apontam tentativas recentes, no âmbito do darwinismo, de salvar a existência de classes naturais com base na noção de “essências históricas” (MARTÍNEZ-BOHÓRQUEZ & ANDRADE, 2018, p. 571).

6 Adaptacionismo

Uma das mais acirradas polêmicas em filosofia da biologia desenvolve-se em torno dessa posição. Apesar do seu caráter eminentemente filosófico, como sublinharemos a seguir, seu estopim foi um artigo de dois biólogos, Gould e Lewontin, datado de 1979, e que se tornou um clássico.

O confronto de posições a favor e contra o adaptacionismo exigiu, efetivamente, que se esclarecesse o conceito de adaptação, entre outros, e que se justificasse as práticas explicativas ditas ‘adaptacionistas’. Diante das críticas feitas a tais práticas, houve quem defendesse o abandono, pura e simplesmente, daquele conceito; ou, de forma menos radical, a sua redefinição. Outros propuseram novos conceitos, como os de *exaptação* e de *aptação*, para delimitar o que julgavam estar em questão.

Distinguiu-se, no desenrolar desse debate, não somente diferentes tipos de *adaptacionismo* mas, também, nuances na posição rival, conhecida como *construtivismo*. Sepúlveda *et al.* (2018) discutem três variedades de adaptacionismo, empregando um referencial proposto por Godfrey-Smith: o empírico, o explanatório e o metodológico. Cada uma dessas variedades enfrenta problemas peculiares¹⁷.

17 Uma tentativa análoga de distinguir variedades de *construtivismo* – uma posição que se apresentou como alternativa ao adaptacionismo – encontra-se em Godfrey-Smith (1998). Lewontin (2002) distingue, do mesmo modo, diferentes sentidos do termo ‘construção’.

Por exemplo, no caso do *adaptacionismo explanatório*, pode-se questionar o privilégio concedido à “complexidade do *design*”¹⁸ como sendo “o problema central da biologia evolutiva” (SEPÚLVEDA *et al.*, 2018, p. 226). Uma justificativa, para ser considerada *científica*, não tem que ser estritamente empírica. Critérios lógicos e metafísicos estão envolvidos no caso em tela. Esses autores identificam, por exemplo, o compromisso de alguns dos defensores do adaptacionismo explanatório com uma visão de mundo secular. É importante que tais compromissos sejam postos em evidência: afinal, a atividade científica desenvolve-se em um ambiente no qual se incluem concepções filosóficas de vários tipos (por exemplo, imagens de natureza e de ciência), tópico ao qual retornaremos¹⁹.

O *adaptacionismo empírico* é mais austero em seus critérios: trata-se de tentar decidir, em bases exclusivamente empíricas, a aceitabilidade das diferentes apostas explicativas (baseadas em seleção natural e em outros fatores: estruturais, históricos, ocorrência de deriva genética etc.). Sepúlveda *et al.* (2018) mostram que isso não é fácil de realizar e, frequentemente, não pode ser feito, o que leva a se buscar outros critérios (ou valores cognitivos), como os de plausibilidade, valor heurístico etc.

O *adaptacionismo metodológico* pretende justificar-se em bases indutivas: o sucesso histórico da abordagem adaptacionista seria a sua credencial. Contudo,

18 Optamos por manter o termo em inglês *design* por não encontrarmos um termo de consenso que se mostrasse equivalente em português. Algumas traduções que podem ser aventadas são: *projeto* e *desenho*. O leitor pode, se preferir, tomar como referência alguma dessas traduções atentando, contudo, para o contexto dos problemas discutidos e os significados técnicos relevantes.

19 Como os pressupostos ontológicos e epistemológicos dos cientistas são, via de regra, tácitos e pouco elaborados, adotamos as expressões ‘imagem de ciência’ e ‘imagem de natureza’ para nos referirmos a eles.

argumentos indutivos (sobretudo os de caráter histórico, metaindutivos portanto!) não são provas definitivas, e seus resultados podem sempre ser contestados à medida que surgem novas evidências.

Usualmente, o adaptacionismo é considerado uma posição funcionalista e foi, por isso, atacado por Gould e Lewontin, que apontaram os riscos de se privilegiar uma estratégia explicativa à exclusão de outras, *prima facie* plausíveis, com um caráter estruturalista. Funcionalismo e estruturalismo podem ser encarados, portanto, como balisamentos filosóficos fundamentais que distinguem programas de pesquisa científica e condicionam os métodos e valores (ou fins) adotados em cada um deles (LAKATOS, 1978; ABRANTES, 2020, cap. 8).

Sepúlveda *et al.* (2018) defendem que se deva evitar tais dicotomias, que dominam o debate. A proposta é que se assuma uma atitude pragmática (os autores não usam o termo, contudo) tendo como referência central os ganhos decorrentes de um pluralismo com respeito aos tipos de explicação. Essa atitude pluralista impõe a tarefa de discutir os “desafios empíricos, teóricos e metodológicos” enfrentados por diversas estratégias explicativas, incluindo o adaptacionismo, que está no fulcro da controvérsia (SEPÚLVEDA *et al.*, 2018, p. 228).

O funcionalismo e o estruturalismo são tematizados por Martínez-Bohórquez e Andrade (2018) em um contexto um pouco diferente, mas relacionado com o que vimos discutindo, que é o da dicotomia entre o pensamento populacional e o pensamento tipológico. Eles defendem a superação dessas dicotomias.

Além de requerer análises de conceitos presentes no discurso do biólogo evolutivo, como o de adaptação, o desenvolvimento dessa polêmica levantou questões metodológicas, típicas em filosofia da ciência, concernentes à testabilidade das explicações de corte adaptacionista. Um dos alvos das críticas foi as estorieta (*just-so stories*) adaptacionistas, propostas para explicar toda sorte de características dos organismos, relativas à forma e à função. A tese adaptacionista a respeito do poder explicativo da seleção natural (à exclusão de outros processos) não seria testável; e as estorieta geradas com base nessa tese tampouco poderiam ser submetidas à prova empírica (SOBER, 2000, p. 124).

Wilson e Sober (1994) apontam em outra direção, destacando que as explicações adaptacionistas – ao dispensarem um conhecimento acerca dos detalhes dos mecanismos subjacentes (genéticos, fisiológicos, bioquímicos etc.) –, permitem uma visão unificada de processos que são muito diferentes nesses vários níveis. Esta é uma virtude sobretudo metodológica:

O programa adaptacionista é valioso, mesmo se as suas predições se mostrarem falseadas. Se nós conhecemos as características que os organismos teriam se a seleção natural fosse a única influência nas trajetórias evolutivas, então desvios constatados relativamente a essas características constituem evidência de que fatores outros que a seleção natural tiveram um papel significativo (WILSON & SOBER, 1994, p. 588).

Sabemos que a falseabilidade foi proposta por vários filósofos como o critério básico de cientificidade. Sepúlveda *et al.* (2018) argumentam que não basta propor narrativas plausíveis sobre a evolução dos organismos (que se ajustem, em princípio, aos requisitos de um processo como o de seleção natural). Requer-

se, ademais, um crivo que aponte a narrativa que tenha mais sustentação empírica. A adequação empírica seria, portanto, o valor cognitivo fundamental, embora, como assinalamos acima, frequentemente este valor não seja aplicável pela insuficiência de observações e resultados experimentais. Os posicionamentos filosóficos (axiológicos e outros) ganham então relevo, e podem vir a ser decisivos para orientar a própria atividade científica.

7 Níveis e unidades de seleção

Este é um problema que continua mobilizando tanto filósofos quanto biólogos, e recebe um tratamento detalhado em Santilli (2018). Ela ressalta a dimensão conceitual, e não somente empírica desse problema: “A identificação de unidades de seleção requer tanto análise conceitual – para se convencionar o que se entende por grupo – como trabalho empírico, de examinar caso a caso” (SANTILLI, 2018).

Um aspecto central do debate que se instalou em torno desse tópico consiste na atribuição de realidade (ou não) a uma unidade de seleção, isto é, aos processos causais em que, supostamente, esta unidade estaria envolvida. Santilli ressalta como isso evoca a persistente disputa entre os posicionamentos realista e não-realista (tenham este último um caráter convencionalista ou instrumentalista), que já havíamos destacado acima. Uma evidência clara disso é o que

afirma o filósofo E. Sober (1993) a respeito do que seria a temática central de um dos seus livros que aborda esse debate:

[...] é sobre miragens. É sobre um conjunto de problemas conceituais que impediram que se atingisse a clareza na teoria evolutiva (...) Distinguir realidade da ilusão é um empreendimento caracteristicamente filosófico. Também acontece de ser parte da atividade corrente da própria ciência²⁰.

Santilli destaca a importância filosófica do clássico de G. Williams, *Adaptation and natural selection*, publicado em 1966, onde ele apresenta uma série de argumentos contra a tese de que há seleção no nível de grupo e, conseqüentemente, adaptações relativas a grupos. Williams envolve-se, de fato, com o que chama de “dificuldades semânticas” (*apud* SOBER, 1995, p. 126), e propõe-se a resolvê-las com uma análise dos conceitos de *adaptação* e de *seleção*, e de sua aplicabilidade a diferentes níveis.

Santilli (2018, p. 592) aponta para o caráter “oneroso, ou teoricamente custoso” do conceito de adaptação, segundo Williams. Efetivamente, na tentativa de evitar “distrações desnecessárias” e desenvolver uma “ciência rigorosa para analisar a adaptação”, Williams propõe uma regra básica ou doutrina, associada a um princípio de parcimônia:

Ao tentar explicar a adaptação, deve-se assumir a adequação da forma mais simples de seleção natural, a de alelos alternativos em populações Mendelianas, a menos que a evidência claramente mostre que essa teoria não é suficiente [...]” (WILLIAMS *apud* SOBER, 1995, p. 121).

20 Sober (1993, p. 1-2). Todas as traduções são livres, salvo indicação em contrário.

A aptidão de um grupo seria, então, uma “miragem” (termo usado por Sober), um mero “reflexo” das aptidões dos indivíduos situados em níveis inferiores de organização, essas sim reais. Embora esse filósofo, em última análise, não acompanhe Williams nessa conclusão, ele aponta a importância deste último ter reconhecido um problema *filosófico* em biologia evolutiva:

[...] um problema fundacional, e não um problema estreito e técnico. É necessário esclarecer os conceitos de aptidão, seleção e adaptação para se poder pensar de forma apropriada sobre as unidades de seleção (SOBER, 1995, p. 5).

Williams teria, contudo, sucumbido a uma outra miragem – continua Sober (1995, p. 5) –, a da seleção gênica que, ao apelar para o princípio de parcimônia, levou-o a localizar a unidade de seleção no nível mais baixo. Williams defende, de fato, o chamado ‘ponto de vista do gene’ (ou ‘gênico’), que é examinado detidamente por Santilli (2018).

Dawkins irá popularizar e radicalizar essa perspectiva em *O gene egoísta* (1976). Que vantagens (científicas e/ou filosóficas) o ponto de vista do gene possui com respeito a outros pontos de vista, que apontam para a existência de diversas unidades e níveis de seleção? Usualmente, entende-se a posição de Williams e de Dawkins, concernente ao nível apropriado de seleção, como uma posição reducionista. Haveria que se investigar, no entanto, o tipo de redução envolvida e o que se pretende com essa estratégia²¹.

21 Martínez (2018), como já mencionamos, faz considerações úteis a respeito do problema da redução.

A despeito de suas discordâncias, Sober avalia que Williams deu uma importante contribuição filosófica:

Porque as questões são fundacionais, há escopo considerável para questões que são de natureza filosófica. É impossível se pensar acerca da controvérsia em torno das unidades de seleção, a menos que se pense a respeito da causalidade, acaso, explicação e redução (SOBER, 1993, p. 5).

Nesta passagem, Sober aponta problemas filosóficos ainda mais gerais, que transcendem as fronteiras da biologia, e mesmo da filosofia da ciência, adentrando no território da metafísica.

Indo nessa direção, Santilli (2018) enfatiza como estão sendo invocados diferentes critérios de individuação para se distinguir os níveis de seleção. Pabón-Mora e González tangenciam, a seu turno, o problema metafísico da individuação no contexto da evolução dos genes:

A unidade na evolução orgânica (a espécie) mantém-se um indivíduo, mas cada um dos milhares ou milhões de genes de um organismo também possuem sua própria individualidade e seu próprio destino evolutivo e, conseqüentemente, a seleção natural – ou qualquer outro fator com capacidade de modificar o destino evolutivo –, tem duas escalas de ação possíveis, mas independentes: a orgânica e a gênica. Portanto, inferir a evolução das linhagens de genes é uma tarefa muito mais complicada do que a dos próprios organismos dos quais fazem parte (PABÓN-MORA & GONZÁLEZ, 2018, p. 548).

Santilli (2018, p. 598) sublinha, adicionalmente, a importância de se explicitar, com respeito ao problema das unidades de seleção, quais as “posições filosóficas” assumidas pelos vários protagonistas, que ela situa entre os extremos do monismo e do pluralismo. Vimos que posições análogas surgem quando fi-

lósofos se debruçam sobre a natureza das espécies biológicas, como indica González (2018)²².

8 Seleção natural

O processo de seleção natural foi descrito por Darwin em termos abstratos, já que ele não conhecia o mecanismo gerador das variações nas características dos seres vivos; tampouco tinha uma teoria correta a respeito de como se dá a herança dessas características. Embora isso possa ser visto como uma limitação da teoria darwinista, na verdade foi um dos seus trunfos, explicando que tenha podido resistir às vicissitudes da pesquisa, e às críticas a que foi submetida, por mais de 150 anos.

O caráter abstrato da seleção natural permitiu, por outro lado, que ela fosse aplicada a novos domínios de fenômenos e facilitou sua integração com outras teorias, como foi o caso da genética a partir do séc. XX. Santilli (2018) destaca esse ponto na controvérsia em torno das unidades e níveis de seleção, e discute algumas propostas recentes de reformulação do processo de seleção natural, como a de Lewontin. Ele sintetiza esse mecanismo, fundamentalmente, em termos dos princípios de variação fenotípica e de aptidão diferencial herdá-

22 O leitor notou, certamente, que o pluralismo mostra-se com a postura mais adequada no enfrentamento de vários dos problemas levantados neste ensaio. Para uma análise das virtudes do pluralismo na promoção da “coerência” e da “robustez” dos sistemas de conhecimento, tanto em ciência quanto em filosofia, ver Bezerra (2018).

vel. Dada a importância filosófica desse tópico, e não somente científica, mencionaremos a seguir outras tentativas nessa direção.

Hull propôs que se redescrevesse o processo seletivo em termos dos conceitos de ‘replicador’, ‘interagente’ e ‘linhagem’. Eles são definidos com base nos papéis (ou funções) causais que certas entidades – a serem identificadas em cada sistema particular –, desempenham no processo. Trata-se, portanto, de uma alternativa funcionalista a abordagens como a de Lewontin. Na evolução biológica, como usualmente descrita, o gene, o organismo e a espécie podem ser vistos como instanciando aqueles papéis, definidos de modo abstrato²³. Hull argumentou, inclusive, que se houver regularidades universais em biologia, elas devem ser encontradas nesse nível abstrato, e não no nível das descrições usualmente empregadas pelos biólogos (HULL, 2001, p. 21; cf. ABRANTES & EL-HANI, 2009).

A proposta de um “darwinismo universal”, formulada originalmente por Dawkins em 1983, pressupunha uma descrição do processo de seleção natural que pudesse aplicar-se a qualquer forma possível de vida. Segundo uma tal descrição abstrata, pode haver uma variedade de implementações materiais do processo seletivo. Por exemplo, outras moléculas poderiam desempenhar o papel de replicador que, nas formas conhecidas de vida, é exercido pelo DNA.

23 Há diferenças entre Dawkins e Hull no modo de conceberem o papel dos organismos. Dawkins propôs o termo “veículo”, em lugar de “interagente”, para designar aquilo que desempenha as funções do organismo na biologia evolutiva. Santilli (2018) discute essas diferenças entre as duas formulações e ressalta que enquanto os veículos de Dawkins são passivos, os interagentes de Hull (ao que nós agregaríamos os “operadores” de Waddington) são ativos, no sentido de que os efeitos das suas interações com o ambiente não podem ser desprezadas no processo evolutivo.

Dennett (1995) e outros autores²⁴ vão além, não restringindo aos seres vivos as intanciações possíveis do processo seletivo. Ele sustenta que a seleção natural é um algoritmo e, portanto, neutro com relação ao substrato material que o implementa. O substrato biológico (chamemo-lo assim) é um deles, mas esse algoritmo poderia ser implementado, igualmente, em substratos não-biológicos, de modo a explicar a complexidade adaptativa, que usualmente toma a forma de projetos (*design*), como os que estão incorporados nos seres vivos. Podemos entrever, desse modo, a complexidade adaptativa em sistemas fora do domínio biológico, e explicar sua evolução em termos seccionistas.

O interesse em se reformular de modo abstrato o processo de seleção natural continua presente nos trabalhos de filósofos da biologia. Godfrey-Smith (2009) discute tanto as formulações da seleção natural que considera “clássicas” (como a de Lewontin), quanto aquela em termos de replicadores. Ele critica esta última formulação argumentando que não é preciso haver entidades que se repliquem com alta fidelidade para que ocorra um processo evolutivo. Com base nisso, ele argumenta que a abordagem em termos de replicadores é, de fato, um caso especial da abordagem clássica: aquela no qual temos herança com alta fidelidade e reprodução assexuada. Não caberia apresentar aqui os detalhes da descrição que propõe Godfrey-Smith (2009, p. 3, 24)²⁵, em termos da noção de *população darwiniana*, mas, simplesmente, assinalar a sua motivação, que não é prática – como a de estender o domínio de aplicação da seleção natural de

24 Destacaríamos Campbell (1973), Czikó (1995) e Plotkin (1997), para citar somente alguns.

25 Aplicamos a noção de *população darwiniana* ao caso da evolução humana em Abrantes (2013a), de modo a abordar a seguinte questão metafísica: grupos culturais podem ser considerados indivíduos?

modo a modelar processos em outros domínios, não-biológicos –, mas “fundacional”: impor uma ordenação na miríade de processos evolutivos envolvendo tais populações.

Essa mesma motivação está presente no livro de Jablonka e Lamb (2006). Elas defendem que se abandone completamente as noções de replicador e de veículo/interagente, e que se dirija o foco para a existência de sistemas não-genéticos de herança.

Os trabalhos de Jablonka, Lamb e Godfrey-Smith interessam-nos de forma particular, pois abrem caminho, de diferentes modos, para que se acomodem os efeitos da cultura na evolução de várias espécies, tópico que discutiremos mais à frente.

9 Uma digressão histórica

Permitimo-nos fazer, neste ponto, uma pequena digressão a respeito de como a hipótese da seleção natural foi recebida pelos contemporâneos de Darwin, e de como essa recepção foi influenciada pelas imagens de ciência vigentes na comunidade científica da época, por um lado, e também pelas metodologias então propostas pelos filósofos da ciência, por outro. Essa digressão nos permitirá retomar a dimensão epistemológica nas relações entre filosofia e biologia, que discutimos no início deste ensaio.

A área que hoje denominamos ‘física’ era chamada, no séc. XVIII, ‘filosofia natural’ e tinha por objeto tanto o estudo dos seres animados como dos inanimados. Ela abarcava, portanto, a zoologia, a botânica e a fisiologia (esta última desenvolvida, especialmente, nos meios médicos). A filosofia natural tinha por objetivo descobrir as causas dos fenômenos, adotando uma perspectiva teórica, explicativa, e não estritamente observacional. Contudo, a implausibilidade das explicações mecânicas propostas pelos cartesianos para os fenômenos ligados à vida levou a um ceticismo, no início do séc. XVIII, com respeito às explicações causais propostas para tais fenômenos.

A ‘história natural’ incorporava uma imagem alternativa de ciência associada, sobretudo na Inglaterra, à teologia natural. Os naturalistas que se dedicavam a essa área viam o seu objetivo como sendo, exclusivamente, de descrever os fenômenos, e não de explicá-los. O interesse pela observação, pura e simples, foi um estímulo para a investigação no domínio dos seres vivos, mas também da química e da geologia (as ditas ‘ciências baconianas’). Os naturalistas do séc. XVIII abandonaram, gradualmente, esse pessimismo epistemológico, essa cautela em lançar mão de hipóteses, e abraçaram uma imagem materialista de natureza em contraposição ao mecanicismo cartesiano²⁶.

Essas imagens de ciência variaram enormemente ao longo do tempo, não só pelo desenvolvimento interno do conhecimento, mas também pela influência

26 Pode-se argumentar que a imagem materialista possibilitou um otimismo epistemológico que foi fundamental para que uma genuína ciência biológica pudesse constituir-se. Este caso mostra como imagens de natureza e imagens de ciência condicionam-se mutuamente (ABRANTES, 2016, p. 171-5).

das correntes filosóficas predominantes, bem como do ambiente cultural mais amplo, que era muito diverso segundo o país considerado.

O que chamamos de ‘pessimismo epistemológico’ sobreviveu, na Inglaterra do séc. XIX, no estudo do seres vivos, de modo especial, traduzindo-se por um indutivismo estrito e por uma suspeição com respeito ao emprego de hipóteses na explicação dos fenômenos, sobretudo quando estas faziam referência a entidades e processos não observáveis.

Darwin foi muito sensível à imagem indutivista de ciência dos seus pares e preocupou-se com o pouco respaldo empírico direto para a sua ‘hipótese’ da seleção natural. De modo pouco usual, ele acompanhou o debate a respeito do método científico que então ocorria entre os filósofos da ciência²⁷ da sua época, envolvendo sobretudo W. Whewell, um racionalista de cepa kantiana, e J. S. Mill, um empirista. J. Herschell foi, também, uma referência importante, inclusive para Darwin (ABRANTES, 2016, cap. 6).

A filosofia da ciência de Whewell nos interessa particularmente neste ensaio, não só por ele ter sido influenciado por Kant, de quem falaremos na segunda parte deste ensaio, mas também pelo fato de ter sugerido a Darwin a idéia de ‘consiliência de induções’, como forma de dar respaldo à teoria da evolução por seleção natural.

Para fazermos uma indução, segundo Whewell, os fatos têm que ser ‘coligados’, isto é, unificados por um conceito que é produzido pela mente e im-

²⁷ A filosofia da ciência, enquanto uma especialização da teoria do conhecimento voltada para os produtos da atividade científica, que colocam problemas filosóficos específicos, surgiu na passagem dos sécs. XVIII e XIX.

posto ('sobreinduzido') aos fatos. Exemplos de tais conceitos incluem o de força, introduzido por Newton. Este conceito não pode, segundo Whewell, ser derivado dos próprios fatos (ou das observações, enquanto meros registros dos sentidos); o conceito de força é criado previamente pela mente, coligando os fatos. Conceitos (que ele chamava de 'ideias gerais') são necessários para que se possa fazer uma passagem, genuinamente indutiva, do que é particular, e veiculado pelos sentidos, para o que é geral – por exemplo, uma lei.

Para Whewell, justificar uma proposição geral requer, também, o que chama de uma consiliência de induções, que não se confunde com a coligação de fatos, embora pressuponha esta última. A consiliência consiste na unificação, sob uma mesma teoria geral, de um conjunto de leis, preferencialmente relativas a fenômenos de diferentes setores da realidade. Por exemplo, a teoria de Newton unificou as leis de Galileu, que ele supunha valer para os movimentos na superfície da Terra, e as leis de Kepler, relativas aos movimentos planetários.

Darwin argumentou que a hipótese da seleção natural deveria ser aceita nas mesmas bases da hipótese do éter em física (que se admitia ser o meio de transporte das ondas eletromagnéticas) por promover a consiliência de

[...] amplas classes independentes de fatos, tais como: a sucessão geológica dos seres orgânicos; sua distribuição no passado e no presente; suas afinidades e homologias mútuas. Se o princípio da seleção natural explica, efetivamente, tais e outros amplos corpos de fatos, ela deve ser acolhida (*apud* RUSE, 2000, p. 17)²⁸.

28 Trecho do livro de Darwin, *The Variation of Animals and Plants under Domestication*, publicado em 1868.

O grande filósofo e historiador da ciência que propôs a idéia de consiliência havia falecido poucos anos antes de Darwin publicar esta passagem. Ironicamente, Whewell não acreditava que a seleção natural pudesse ser a causa verdadeira (*vera causa*) da origem das espécies, pois a interpretava como uma causa estritamente mecânica, não dando espaço para qualquer explicação teleológica desse processo²⁹.

10 Integrando evolução e desenvolvimento

Mencionamos, anteriormente, que a maioria dos filósofos da biologia atuais se debruçou, em um primeiro momento, sobre a teoria da evolução que resultou da síntese com a genética, e sobre os problemas conceituais colocados por ela. Demos vários exemplos desse tipo de investigação filosófica. Mais recentemente houve, contudo, uma ampliação do seu escopo de modo a abranger outras áreas da biologia e sua interrelação.

No séc. XIX, a embriologia e a morfologia buscaram integrar-se à nova abordagem evolutiva proposta por Darwin, mas no início do séc. XX essa tendência inverteu-se e a chamada ‘nova síntese’ excluiu aqueles processos, centrando-se na genética de populações. A partir dos anos 1970, isso começou a ser

²⁹ Whewell foi, como dissemos, muito influenciado por Kant mas discordava deste, entre outras coisas, com respeito à causalidade. Para Whewell, um realista, existem *verae causae*, ou seja, a causalidade dá-se no mundo, não sendo somente uma categoria do pensamento, como em Kant. Por isso, fazia uma distinção metodológica importante entre induzir as causas e induzir as leis dos fenômenos.

questionado e surgiram diversos programas que passaram a reivindicar o que, mais tarde, veio a consolidar-se como uma nova frente de pesquisa: a ‘biologia evolutiva do desenvolvimento’. Também conhecida como ‘evo-devo’, esse programa volta-se para a reintegração dos processos microevolutivos, macroevolutivos e de desenvolvimento (ontogenéticos) que, a despeito das suas diferenças, sobretudo no tocante à temporalidade, haviam sido artificialmente separados (RENDON & FOLGUERA, 2014; cf. BLOISE & FOLGUERA, 2018). Caponi (2018) avalia ser a evo-devo o prenúncio de uma “nova síntese”, de uma “segunda teoria da evolução”.

Os partidários da chamada ‘teoria dos sistemas de desenvolvimento’ (*developmental systems theory*), como Oyama, Griffiths e Gray (2001) vão além do que propõe a evo-devo e defendem que a evolução biológica seja pensada em bases totalmente novas.

Essa proposta nos interessa particularmente neste ensaio porque a ‘teoria dos sistemas de desenvolvimento’ (que abreviaremos, doravante, por TSD) é mais especulativa do que a evo-devo, o que lhe dá um caráter eminentemente filosófico. As teses seguintes resumem essa teoria:

1. os sistemas orgânicos herdam toda a matriz de desenvolvimento (incluindo nichos construídos) e não só o genoma;
2. os genes não têm qualquer papel privilegiado e interagem com muitos outros fatores (recursos) no desenvolvimento dos sistemas, inclusive com o ambiente;

3. não somente os genes, mas também os demais fatores da matriz de desenvolvimento são considerados portadores de informação;

4. todo o processo de desenvolvimento dos sistemas reconstrói-se a cada geração.

Portanto, a evolução é vista pela TSD como a replicação diferencial de *ciclos de vida* tomados como um todo, sem privilegiar qualquer recurso da matriz de desenvolvimento. Isso leva a que se rejeite, de modo radical, o ponto de vista do gene.

A evolução continua podendo ser traduzida pela fórmula ‘variação + replicação diferencial’, mas há uma grande mudança de perspectiva, ao não se isolar o organismo do ambiente (físico, biológico, social e, eventualmente, cultural). O ambiente constitui um ‘nicho ontogenético’, ou ‘nicho de desenvolvimento’, sendo parte integrante do sistema de desenvolvimento como um todo:

[...] podemos pensar o ciclo de vida como consistindo em uma expressão regulada de um genoma modificado epigeneticamente pela sua interação com um nicho de desenvolvimento” (GRIFFITHS & STOTZ, 2018, p. 236)³⁰.

Martínez (2018) sublinha o caráter não-reducionista da TSD, ao rejeitar que haja algum recurso controlando todo o processo. Em vez disso, um grande número de recursos participam tanto do desenvolvimento dos organismos como da evolução em uma linhagem.

30 Griffiths & Stotz (2018) ressaltam que o ‘nicho de desenvolvimento’ deve ser distinguido conceitualmente do ‘nicho construído’ a que se referem os construtivistas em sua crítica ao adaptacionismo. Esses dois nichos podem, entretanto, compartilhar elementos.

A evo-devo e a TSD convergem em vários pontos, mas há diferenças importantes que levam a questionar se podem ser vistas como versões teóricas de um mesmo programa, mais geral. Alguns autores salientam que o foco da primeira está no desenvolvimento morfológico, enquanto que a TSD estaria voltada, primordialmente, para o desenvolvimento psicológico e comportamental.

Há uma discussão a respeito da cientificidade da TSD – o que, normalmente, não está em questão no caso da evo-devo. O *holismo* que ela propõe ao rejeitar, como vimos, qualquer prioridade causal aos múltiplos recursos envolvidos em uma cadeia de desenvolvimento, tornaria a TSD intratável aos métodos científicos, como sugere Godfrey-Smith (2001)?

Talvez, a TSD deva ser considerada uma filosofia da natureza não cabendo, no caso, exigir que seja submetida diretamente à prova empírica. Alguns sugerem que o selecionismo gênico (ou seja, o ponto de vista do gene) e a perspectiva assumida pela TSD seriam, ambas, adequadas empiricamente: sua diferença seria somente heurística.

O fato de haver subdeterminação empírica, ou seja, um confronto que não se resolve, pelo menos de imediato, pela simples referência às evidências empíricas, é um bom indicador de que compromissos filosóficos fundamentais, via de regra tácitos, estão em jogo. Explicitar tais compromissos é, então, decisivo para definir as apostas a serem feitas na investigação. Essa explicitação constitui uma das modalidades do trabalho que se realiza em filosofia da biologia, e pode repercutir sobre o trabalho científico.

Convém distinguir, no parágrafo anterior, uma tese *metacientífica* e uma tese *metafilosófica*: (i) os programas da evo-devo e da TSD assumem pressupostos filosóficos, daí a sua relativa imunidade ao confronto empírico; (ii) explicitar esses pressupostos, confrontá-los e, eventualmente, criticá-los constituem facetas do empreendimento filosófico. Ambos *tipos* de tese, metacientíficos e metafilosóficos, transparecem em diferentes momentos das discussões que fazemos no presente ensaio.

Cabe aqui um parênteses. Para reduzir um pouco a ambiguidade da expressão ‘filosofia da biologia’ convém recorrer a uma distinção que propusemos em outros trabalhos: entre uma ‘filosofia *da* ciência’ e uma ‘filosofia *na* ciência’. A filosofia *da* ciência trabalha em um nível metacientífico, enquanto que a filosofia *na* ciência é parte integrante do discurso ou da atividade científica. Uma filosofia *na* ciência consiste em um conjunto de imagens de natureza e de imagens de ciência que variam tanto diacronicamente (ao longo da história da ciência), quanto sincronicamente, entre os integrantes da comunidade científica em um dado momento histórico (ABRANTES, 2016). Como essas imagens são frequentemente tácitas, precisam ser trazidas à luz pelo historiador da ciência ou pelo filósofo da ciência. O que distingue, nesse tocante, o trabalho do filósofo é que, normalmente, ele o faz com respeito a programas de pesquisa científicos contemporâneos, visando a análise das imagens que pressupõem, seu confronto e, eventualmente, sua crítica. Isso é importante, por exemplo, no contexto de elucidar controvérsias científicas na atualidade, e contribuir para superá-las (ABRANTES, 2020).

As imagens de natureza, que nos interessam particularmente neste ensaio, têm um caráter filosófico por estarem menos expostas às evidências empíricas do que as hipóteses e teorias propostas pelos cientistas³¹.

Com base nessa distinção, podemos afirmar que uma das tarefas da filosofia *da* biologia é explicitar filosofias *na* biologia (por exemplo, os pressupostos do programa do selecionismo gênico ou, alternativamente, do programa da evo-devo) para analisá-las, compará-las e, eventualmente, criticá-las.

11 Cultura e comportamento animal

O problema da origem da cultura e sua eventual contribuição para o aumento da adaptabilidade de várias espécies animais (em especial entre os grandes símios e, particularmente, na linhagem dos hominíneos) está no centro de uma temática mais ampla: a evolução do comportamento e dos mecanismos psicológicos que lhe dão suporte causal.

Com respeito a este tópico, e aos próximos que abordaremos, manifesta-se, a nosso ver, uma outra modalidade no relacionamento da filosofia com respeito ao discurso biológico, que buscaremos caracterizar.

A teoria dos sistemas de desenvolvimento, que expusemos de forma breve na última seção, põe em relevo a cultura como recurso da matriz de desenvolvimento de diversas espécies (KROHS, 2006). As propostas da TSD repercu-

³¹ As imagens de ciência refletem o modo como os próprios cientistas encaram a cientificidade da sua atividade e de seus produtos. Imagens de ciência podem ser criticadas pelos filósofos com base em teorias do método (ou metodologias) que eles propõem (ABRANTES, 2016).

tem, desse modo, nas discussões a respeito da evolução do comportamento animal.

Vários articuladores da TSD defendem, efetivamente, que se inclua a cultura como um dos recursos na cadeia de desenvolvimento, pelo papel decisivo que desempenha na evolução da espécie humana³². Sendo este o caso, então “humanos tiveram cultura antes mesmo de serem humanos”, ponderam Griffiths e Gray (1998). Com isso querem dizer que a nossa psicologia teria sido moldada culturalmente: “Muitas características espécie-típicas da psicologia humana podem depender, de modo crítico, de características da cultura humana replicadas de modo estável” (GRIFFITHS & GRAY, 1998, p. 140-1).

Uma das implicações da TSD é, justamente, a rejeição da dicotomia natureza/cultura (ABRANTES, 2014a; 2020). A controvérsia em torno da especificidade do comportamento humano e sua evolução, deve ser situada, no entanto, dentro da temática mais ampla do papel que a cultura, em algum sentido do termo, desempenharia no comportamento de outras espécies animais.

Martínez-Contreras (2018) defende a necessidade de um “modelo primatológico de cultura” em substituição aos modelos tradicionais, que estariam contaminados pelo antropocentrismo. Ele propõe que se adote um “conceito naturalizado de cultura” (MARTÍNEZ-CONTRERAS, 2018, p. 633) que reflita um real compromisso com a continuidade entre os mundos animal e humano. Desse modo, não só se evitaria o antropocentrismo que marcou o estudo da cultura

32 Autores como Laland (2004) pregam que se estenda ainda mais o “fenótipo estendido” de Dawkins de modo a incluir nichos construídos. Essa proposta não se insere, a nosso ver, na matriz filosófica da TSD pois continua privilegiando o ponto de vista do gene.

no mundo animal, mas, ao inverso, possibilitaria que humanos fossem vistos somente como mais uma espécie possuindo cultura. As diferenças entre os comportamentos dos grandes símios e da espécie humana, no que tange à cultura, seriam somente de grau e não de tipo. Esse filósofo defende, portanto, que haveria propriedades comuns dos fenômenos culturais entre essas espécies de primatas, ao lado das particularidades próprias a cada espécie.

Para que se abrace uma postura naturalista é preciso explicitar, segundo Martínez-Contreras (2018, p. 615), os “compromissos metafísicos” que teriam impedido que se reconhecesse essa continuidade. Nesse contexto, ele faz considerações breves (já que não constitui o foco do seu trabalho), mas relevantes para os propósitos deste ensaio, a respeito de como vê as relações entre filosofia e ciência.

Martínez-Contreras (2018, p. 615) define os problemas metafísicos, a que habitualmente se dedicam os filósofos, como “asseverações argumentativas que não podem ser contrastadas para ter verificação ou falsação, mas que são propostas com a finalidade de que eventualmente possam ser”.

Várias indagações surgem de imediato: a atividade científica pode desenvolver-se sem compromissos metafísicos de qualquer ordem? Tais compromissos sempre funcionam como um entrave ao desenvolvimento científico, como pensam os positivistas de todos os quilates?

Martínez-Contreras (2018, p. 615-6) não compartilha de posições extremas que defendem uma depuração do discurso científico, de modo a eliminar todo vestígio metafísico, como deixa claro em passagens como as seguintes:

“Ao discutir a cultura, os naturalistas – o conjunto de cientistas que estudam a natureza –, agem como filósofos, adotando compromissos metafísicos”³³. E acrescenta, mais adiante: “[...] consideramos que o conceito de cultura, tão importante na discussão do que significa ‘ser humano’, está comprometido com posições metafísicas”, no sentido apontado.

Ele mostra, por exemplo, que um tratamento das relações entre pensamento, linguagem e cultura nos envolve com problemas metafísicos complicados. Para desenvolver o seu projeto de naturalização da cultura, propõe que se desvincule a atribuição de cultura da atribuição de linguagem aos animais, o que esteve por demais confuso, a seu ver, na tradição filosófica e científica. A distinção que considera pertinente para a atribuição de cultura é entre comportamentos inatos e comportamentos aprendidos socialmente por imitação (aprendizagem observacional).

Martínez-Contreras (2018, p. 614) pergunta-se, de todo modo, se “o conceito de cultura deixou de estar no âmbito da metafísica para passar ao da ciência”. A caracterização mesma que ele faz da metafísica indica que a delimitação entre esses âmbitos não é completamente nítida. Tanto os compromissos com a continuidade quanto com a descontinuidade – na descrição dos comportamentos exibidos pelas espécies animais, e na imputação de capacidades psicológicas com a pretensão de explicá-los –, podem ser encarados, em última instância, como metafísicos. Esse autor destaca, de toda forma, a contribuição dos prima-

33 Convém ressaltar que, nesta passagem, Martínez-Contreras não está usando o termo ‘naturalista’ para se referir a uma posição em metafilosofia, como fazemos ao longo deste ensaio, o que pode gerar confusão.

tólogos japoneses para mudar os modelos de cultura tradicionalmente empregados, e demover a discussão da estratosfera especulativa através do aporte das evidências empíricas pertinentes.

Martínez-Contreras restringe a sua investigação do problema da atribuição de cultura a duas espécies de primatas, dos gêneros *Macaca* e *Pan*. Gostaríamos de destacar aqui o famoso caso dos macacos japoneses lavadores de batatas que esteve, e ainda permanece, no centro da discussão a respeito das possibilidades de aprendizagem social nessa espécie. Não há dúvida de que temos aqui um fenômeno cultural, seja com base na definição de cultura proposta por Martínez-Contreras, seja na definição que é apresentada por Abrantes e Almeida (2018). A controvérsia reside na determinação da modalidade de aprendizagem social envolvida na difusão e na manutenção desse comportamento na referida população.

A velocidade com que um comportamento se difunde é um parâmetro empírico importante para distinguir entre modalidades de aprendizagem social. Outro parâmetro frequentemente mencionado é o percentual de indivíduos que, em determinado período de tempo, tornam-se capazes de adquirir o novo comportamento.

É igualmente importante a distinção entre participar de uma tradição cultural e acumular cultura. Há modalidades de aprendizagem *social* que possibilitam manter um comportamento através das gerações (no caso dos macacos japoneses, o comportamento de lavar batatas, e que ocorre somente em uma população dessa espécie), mas que, entretanto, *não* possibilitam acumulação de

cultura, ou seja, a incorporação no seio da população, e através das gerações, de inovações comportamentais resultantes, originalmente, de aprendizagem *individual*.

Por outro lado, discute-se na literatura as capacidades cognitivas que são requeridas não simplesmente para se ter cultura mas, além disso, para acumulá-la. Martínez-Contreras (2018) critica a tese, proposta originalmente por M. Tomasello, de que o “efeito catraca” (*ratchet effect*) seria a condição cognitiva para que se dê a acumulação cultural, e que estaria restrita aos humanos. Para Martínez-Contreras isso é, simplesmente, mais uma manifestação de antropocentrismo (cf. ABRANTES, 2018a).

Tais investigações podem reforçar a tese que, como vimos, é favorecida por Martínez-Contreras, de que as diferenças nas capacidades cognitivas das espécies de primatas em tela sejam somente de grau.

Martínez-Contreras apresenta evidências de que há, em sociedades de chimpanzés, uma grande diversidade de padrões comportamentais tendo uma base claramente cultural, algo só comparável à que se observa nas sociedades humanas. O acúmulo e a sistematização das evidências empíricas fez com que, afirma Martínez-Contreras (2018, p. 634), “o termo cultura deixasse de ser um termo exclusivamente metafísico, semelhante ao de mente ou de intencionalidade”. De toda forma, não mais caberia a distinção entre ‘protocultura’ (termo antes empregado para descrever comportamentos em primatas não-humanos) e ‘cultura’, que estava exclusivamente reservado para descrever a diversidade comportamental nas sociedades humanas.

Efetivamente, encontramos cultura em várias espécies, desde que o termo 'cultura' seja definido de modo adequado, mas a acumulação cultural, ao que tudo indica, só ocorre de modo significativo em nossa espécie (ABRANTES, 2014a, p. 15-6). Embora esta seja uma posição questionada por Martínez-Contreras, continua sendo defendida na literatura e respaldada por pesquisas recentes sobre comportamento animal (HODGSON & KNUDSEN, 2010, p. 159; LALLAND, 2017, p. 4-11, p. 97-8, p. 154; ABRANTES, 2018a).

Os articuladores da teoria da dupla herança (TDH), que discutiremos abaixo, defendem que a cultura tornou-se um sistema de herança (o que possibilita a sua acumulação) a partir de um certo ponto da evolução no gênero *Homo*, quando passou a atuar em paralelo com o sistema genético de herança, que está na base de toda forma de vida.

Qualquer que seja a posição defendida é inelutável que se ofereça uma explicação de como tais condições cognitivas evoluíram, ou seja, de quais foram as pressões seletivas que favoreceram, em uma dada espécie e em certas condições, a sua evolução e, eventualmente, explicar por que isso não ocorreu em outras linhagens (ABRANTES, 2013b; 2014a).

As controvérsias a respeito do papel da cultura no comportamento animal, e da especificidade humana nesse tocante, ilustram como problemas conceituais e empíricos, de diferentes tipos, estão interligados.

12 Evolução humana

As teorias a respeito da evolução humana receberam, e continuam recebendo, atenção dos filósofos da biologia. Como a cultura possui um papel indiscutível em modular o comportamento humano, esse tópico relaciona-se estreitamente com o desenvolvido na seção anterior.

Coletâneas como a de Sober (1994), que constitui uma obra de referência na área da filosofia da biologia, dedicam amplo espaço a temáticas psicológicas e antropológicas. A filosofia sempre esteve envolvida, desde os seus primórdios, com essas temáticas. No entanto, agora tópicos filosóficos tradicionais – como o da existência ou não de uma natureza humana, a noção de indivíduo e sua inserção nos grupos sociais, o próprio caráter da sociabilidade humana, entre outros –, passaram a ser abordados com instrumentos conceituais emprestados à biologia, à primatologia e a outras ciências, adotando métodos novos que pretendem dar cientificidade às teses defendidas (algo que transparece na apresentação que fizemos das teses de Martínez-Contreras expostas anteriormente).

Inicialmente, os filósofos fizeram críticas a um programa, que se apresentou como científico, a respeito das bases biológicas do comportamento humano: a sociobiologia³⁴. Mais tarde, a psicologia evolucionista – que é passível de ser considerada um programa sucedâneo da sociobiologia, apesar das diferenças entre eles –, motivou as críticas dos filósofos.

34 A celeuma gerada pelas primeiras tentativas de aplicar a biologia ao comportamento humano, sobretudo por E. O. Wilson, atraiu, desde o primeiro momento, a atenção de filósofos como Kitcher (1985) e, pelo seu enorme impacto, dentro e fora da comunidade científica, suscitou até investigações sociológicas. Ver, por exemplo, Segerstråle (2000).

A crítica filosófica adquire um tom construtivo quando explicita os pressupostos das várias teorias em disputa e oferece soluções para problemas conceituais. Isso pressupõe que o filósofo domine novas linguagens e adquira conhecimento nas áreas científicas que são objeto da sua análise. O filósofo não pode, contudo, cair no cientificismo, e perder de vista a agenda que lhe é própria, bem como sua autonomia, embora isso não seja fácil.

Na atualidade, há, fundamentalmente, cinco abordagens que aplicam modelos e métodos emprestados à biologia ao estudo do comportamento humano e sua evolução: a sociobiologia humana, a ecologia comportamental humana, a psicologia evolucionista, a memética e a teoria da dupla herança (que é uma vertente da abordagem de coevolução gene-cultura; LALAND & BROWN, 2002).

As perspectivas que essas várias abordagens assumem são, por vezes, divergentes, a despeito de compartilharem um objeto comum e abraçarem o arcabouço teórico darwinista. Mesmo nesse plano, há diferenças, contudo, no que cada uma delas considera central para que uma teoria da evolução humana possa ser classificada como 'darwinista'. Há, portanto, campo para um trabalho filosófico que explicita os pressupostos desses diversos programas, e compare-os nessas bases.

É particularmente importante destacar o que se assume com respeito: (i) a uma particular concepção da mente e da sua arquitetura; (ii) ao papel da cultura e; (iii) aos níveis nos quais se supõe ocorrer a seleção natural. Trataremos a

seguir, brevemente, dos pressupostos assumidos por cada uma das abordagens para a evolução humana, acima destacadas, com respeito a esses três tópicos.

A *ecologia comportamental* entende os comportamentos como soluções para problemas adaptativos postos ao indivíduo pelo ambiente, e limita-se a esse plano observacional, sem especular a respeito das causas psicológicas desses comportamentos.

Cenários para a evolução humana pressupõem, contudo, imagens de mente (ABRANTES, 2018a, p. 37-8). A *psicologia evolucionista* compromete-se com uma concepção, ao mesmo tempo, inatista, computacional e modular para a mente humana (WAIZBORT & PORTO, 2018).

A *teoria da dupla herança* (TDH) é assim denominada porque admite existir, ao lado de uma herança genética, uma nova modalidade de herança, a cultural, que distingue a evolução humana da que ocorreu em outras espécies (ABRANTES & ALMEIDA, 2018; TIDON, 2018).

Apesar de diferenças significativas, uma análise detida revela que a TDH e a psicologia evolucionista compartilham vários pressupostos a respeito da arquitetura da mente humana. Contudo, Richerson e Boyd, os autores de referência para a TDH (que sintetizam em seu livro de 2005), não se comprometem tanto com o caráter massivamente modular da mente humana, como o faz a psicologia evolucionista. Embora seja possível elaborar argumentos e apontar evidências empíricas a favor de uma particular arquitetura, ainda estamos diante de um caso típico de subdeterminação das teorias pela evidência disponível. Essa situação abre espaço para que autores simpáticos a uma perspectiva cons-

trutivista questionem a concepção modular de mente, e suas supostas implicações para a compreensão do comportamento humano e sua evolução³⁵.

Um tópico que nos é particularmente caro é o da cultura como fator na plasticidade comportamental dos grandes símios e, sobretudo, das espécies homínidas, bem como na sua evolução. As várias abordagens da evolução humana, hoje em debate, dão pesos diferentes à importância da cultura nesse processo. A cultura é um conceito distintivamente antropológico, e temos aqui um exemplo de um campo temático compartilhado por várias áreas do conhecimento, com seus respectivos enfoques teóricos e métodos, e que requer a confluência de diferentes competências.

É crucial definir o conceito de cultura, já que foram propostos dezenas deles (ABRANTES, 2014a, p. 15-6). As muitas definições de cultura apontam, na verdade, para uma pluralidade de teorias, nas quais esse conceito desempenha diferentes papéis.

Convém distinguir duas concepções de cultura: a evocada e a epidemiológica. A primeira está associada à psicologia evolucionista, como destacam Waizbort e Porto (2018), e, grosso modo, pressupõe que temos muita informação inata, incorporada nos vários módulos dedicados que os psicólogos evolucionistas supõem integrar a mente humana. Essa informação é disparada (evocada) em certas circunstâncias ambientais. A divergência de comportamentos re-

35 Abrantes (2018a, p. 29-34; 2006a) detém-se em algumas dessas críticas de caráter construtivista, que enfatizam processos de construção (no caso, cultural) de nichos. Ver as notas 17 e 30.

sultaria, primariamente, das diferenças nos ambientes em que vivem os indivíduos, fator que se combina à informação inata relevante.

Embora reconheçam as contribuições das teses da psicologia evolucionista a respeito da cultura evocada, Richerson e Boyd consideram-nas insuficientes para explicar a diversidade de comportamentos humanos e defendem, em seu lugar, uma concepção epidemiológica de cultura, proposta originalmente por Sperber (1996).

As várias teorias a respeito da evolução humana podem ser distinguidas, nesse tocante, no que diz respeito a como distribuem a informação (cultural, no caso) entre os pólos da mente, de um lado, e do ambiente, de outro. Para a ecologia comportamental, toda a informação relevante está no ambiente, incluindo as interações observadas entre os indivíduos. A psicologia evolucionista, como destacamos, tende a enfatizar a informação incorporada nas mentes individuais.

Abrantes e Almeida (2018) destacam que a TDH trabalha, por sua vez, com os três polos: o indivíduo, o ambiente e a cultura, argumentando que o polo da informação cultural não deve ser eliminado e/ou absorvido pelos demais, sob pena de não ser possível tratar a sua dinâmica de modo (relativamente) autônomo. Contrariamente à *memética*, contudo, essa autonomia não é total na medida em que os vieses psicológicos inatos dos indivíduos condicionam não só o comportamento, mas a própria dinâmica cultural, que se reflete em um plano populacional (aqui, o papel do pensamento populacional é bastante claro).

No que diz respeito aos pressupostos relativos aos níveis em que se dá a seleção – um tópico sobre o qual, como vimos, os filósofos da biologia debruçam-se de modo particular –, gostaríamos de sublinhar que a TDH supõe que a seleção no nível do grupo é uma força que não deve ser desprezada se quisermos compreender a especificidade da evolução humana. Essa teoria pressupõe uma série de mecanismos que mantêm as diferenças culturais entre os grupos humanos, mesmo no caso de haver um alto fluxo de migração entre esses grupos (ABRANTES & ALMEIDA, 2018).

Teorias como a psicologia evolucionista não consideram que a seleção no nível do grupo seja uma força com intensidade suficiente para ter efeitos evolutivos significativos. Waizbort e Porto (2018, p. 330) são explícitos quanto a isso: “como em outros campos da biologia evolutiva, a [psicologia evolucionista] assume que o nível fundamental, mas não único, em que a seleção opera é o nível dos genes”. Eles rebatem as críticas feitas a esta teoria com base na relevância que fatores epigenéticos, como o ambiente e a cultura, teriam na explicação do comportamento humano.

Por trás dessa discussão reencontramos, justamente, diferentes concepções de cultura e do seu papel, não somente como causa próxima mas também como causa última do comportamento humano³⁶. A TDH defende que a cultura é uma causa última de várias características da psicologia social humana. Essa proposta conduz a uma problematização das dicotomias inato/adquirido, natu-

³⁶ A distinção entre causas próximas e causas remotas (ou últimas) foi tematizada por Mayr (1982). Cf. Caponi (2018).

reza/cultura, que se mostraram por demais simplistas (ABRANTES, 2014a; 2020).

A despeito das diferenças (nos planos conceitual, metodológico e outros) entre os vários programas atualmente voltados para reconstruir a evolução humana em termos darwinistas, essa empreitada ambiciosa requer uma atitude pluralista, sem dogmatismo e preconceitos, que promova um somatório de esforços e que aproxime diferentes áreas do conhecimento, em especial a biologia e as ciências sociais. Avaliamos que a filosofia tem desempenhado um papel relevante em promover essa aproximação e o necessário intercâmbio (ABRANTES, 2020), tema a que voltaremos na segunda parte do ensaio.

Referências³⁷

ABRANTES, P. Problemas metodológicos em historiografia da ciência. In: WALDOMIRO, J. (ed.). *Epistemologia e ensino de ciências*. Salvador: Arcadia, 2002. p. 51-91.

ABRANTES, P. Metafísica e ciência: o caso da filosofia da mente. In: CHEDIK, Karla & VIDEIRA, Antônio Augusto Passos (orgs.). *Temas de Filosofia da Natureza*. Rio de Janeiro, UERJ, 2004c, p. 210-39.

ABRANTES, P. A psicologia de senso comum em cenários para a evolução da mente humana. *Manuscrito*, v. 29, n. 1, p. 185-257, jan./jun. 2006a.

37 As publicações de Paulo Abrantes podem também ser acessadas a partir da sua página pessoal: <https://pauloabrantesfilosofia.com.br/>

ABRANTES, P. Imagens de natureza, de ciência, e educação: o caso da Revolução Francesa. In: STEIN, S.; KUIAVA, E. (orgs.). *Linguagem, ciência e valores: sobre as representações humanas do mundo*. Caxias do Sul: EDUCS, 2006b. p. 11-58.

ABRANTES, P. Aspectos metodológicos da recepção da teoria de Darwin. *Ciência & Ambiente*, n. 36, p. 37-56, jan./jun. 2008.

ABRANTES, P. Human evolution and transitions in individuality. *Contrastes, Revista Internacional de Filosofía*. Suplemento: Filosofía actual de la biología. Antonio Dieguez y Vicente Claramonte (eds.). Suplemento, v. xviii, 2013a, p. 203-20. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/16142>

ABRANTES, P. Evolução humana: estudos filosóficos. *Rev. Filos. Aurora*, v. 25, n. 36, p. 75-105, 2013b. Disponível em: <http://www2.pucpr.br/reol/index.php/rrf?dd1=7766&dd99=view>

ABRANTES, P. Natureza e Cultura. In: ABRANTES (org.). *Ciência & Ambiente*, n. 48, jan./jun. 2014a, p. 7-21.

ABRANTES, P. *Imagens de natureza, imagens de ciência*. RJ: EdUERJ, 2016.

ABRANTES, P. Uma mente embebida na cultura. *Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea* (Brasília-UnB), v. 6, n. 1, p. 7-46, 2018a. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/fmc/article/view/18649>

ABRANTES, P (org.). *Filosofia da Biologia/Filosofia de la Biología*. 2ª edição. Seropédica (RJ): Editora do PPGFIL-UFRRJ, 2018b. Edição eletrônica, revista e ampliada, de livre acesso: Disponível em: <http://nulfic.org/publicacoes/filosofia-da-biologia-filosofia-de-la-biologia/>

ABRANTES, P. Introdução: o que é Filosofia da Biologia? In: ABRANTES, P. (org.). *Filosofia da Biologia/Filosofia de la Biología*. 2ª edição. Seropédica (RJ): Editora do PPGFIL-UFRRJ, 2018b, p. 2-36. Edição eletrônica, revista e ampliada, de li-

vre acesso. Disponível em: <http://nulfic.org/publicacoes/filosofia-da-biologia-filosofia-de-la-biologia/>

ABRANTES, P. *Método e Ciência: uma abordagem filosófica*. Segunda edição. BH: Fino Traço, 2020. Edição eletrônica, revista, de livre acesso. Disponível em: <http://www.finotracoeditora.com.br/colecoes/56/e-book/>

ABRANTES, P. Human evolution: a role for culture? In: ALWOOD, J.; POMBO, O.; RENNA, C. & SCARAFI, G. (eds.). *Controversies and Interdisciplinarity*. Amsterdam: John Benjamins, 2020, p. 133-54.

ABRANTES, P. & ALMEIDA, F. Evolução humana: a teoria da dupla herança. In: ABRANTES, P. (org.). *Filosofia da Biologia/Filosofia de la Biología*. 2ª edição. Seropédica (RJ): Editora do PPGFIL-UFRRJ, 2018b, p. 352-99. Edição eletrônica, revista e ampliada, de livre acesso. Disponível em: <http://nulfic.org/publicacoes/filosofia-da-biologia-filosofia-de-la-biologia/>

ABRANTES, P. & EL-HANI, C. N. Gould, Hull, and the individuation of scientific theories. *Foundations of Science*, v. 14, n. 4, p. 295-313, nov. 2009.

AYALA, F. J. & DOBZHANSKY, T. *Studies in the philosophy of biology: reduction and related problems*. Berkeley: University of California, 1974. A edição em espanhol data de 1983.

BEZERRA, V. Por que o pluralismo interessa à epistemologia? *Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea* (Brasília-UnB), v. 6, n. 1, p. 187-207, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/fmc/article/view/20237>

FOLGUERA, G. & BLOISE, L. Una Biología, Muchas Biologías: estamos frente a un proceso de fragmentación en la Biología? *Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea* (Brasília-UnB), v. 6, n. 1, p. 221-39, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/fmc/article/view/20408>

BOYD, R.; GASPER, P. & TROUT, J. (Eds.). *The philosophy of science*. Cambridge: MIT Press, 1991.

CAMPBELL, D. T. Evolutionary epistemology. In: SCHILPP, P. A. (Ed.). *The philosophy of Karl Popper*. LaSalle: Open Court, 1977. p. 413-63. v. 1.

CAPONI, G. Aproximação epistemológica à biologia evolutiva do desenvolvimento. In: ABRANTES, P. (org.). *Filosofia da Biologia/Filosofia de la Biología*. 2ª edição. Seropédica (RJ): Editora do PPGFIL-UFRRJ, 2018b, p. 284-302. Edição eletrônica, revista e ampliada, de livre acesso. Disponível em: <http://nulfic.org/publicacoes/filosofia-da-biologia-filosofia-de-la-biologia/>

CHEDIAK, K. Função e explicações funcionais em biologia. In: ABRANTES, P. (org.). *Filosofia da Biologia/Filosofia de la Biología*. 2ª edição. Seropédica (RJ): Editora do PPGFIL-UFRRJ, 2018b, p. 103-21. Edição eletrônica, revista e ampliada, de livre acesso. Disponível em: <http://nulfic.org/publicacoes/filosofia-da-biologia-filosofia-de-la-biologia/>

CZIKO, G. *Without miracles: universal selection theory and the second Darwinian revolution*. Cambridge: MIT Press, 1995.

DAWKINS, R. *The selfish gene*. Oxford: Oxford University Press, 1989. Publicado originalmente em 1976.

DAWKINS, R. Universal darwinism. In: HULL, D. L. & RUSE, M. (Eds.). *The philosophy of biology*. Oxford: Oxford University Press, 1998. p. 15-37.

DENNETT, D. C. *Darwin's dangerous idea: evolution and the meanings of life*. New York: Simon & Schuster, 1995.

GAYON, J. Philosophy of biology: an historical-critical characterization. In: GAYON, J. & BRENNER, A. *French studies in the philosophy of science: contemporary research in France*. New York: Springer, 2009. p. 201-12.

GODFREY-SMITH, P. *Complexity and the function of mind in nature*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

GODFREY-SMITH, P. On the status and explanatory structure of developmental systems theory. In: OYAMA, S.; GRIFFITHS, P. E.; GRAY, R. D. (eds.). *Cycles of contingency: developmental systems and evolution*. Cambridge: MIT Press, 2001. p. 283-97.

GODFREY-SMITH, P. *Darwinian populations and natural selection*. Oxford: Oxford University Press, 2009.

GONZÁLEZ, F. El problema de *la especie* a 150 años de *El origen*. In: ABRANTES, P. (org.). *Filosofia da Biologia/Filosofia de la Biología*. 2ª edição. Seropédica (RJ): Editora do PPGFIL-UFRRJ, 2018b, p. 122-62. Edição eletrônica, revista e ampliada, de livre acesso. Disponível em: <http://nulfic.org/publicacoes/filosofia-da-biologia-filosofia-de-la-biologia/>

GOULD, S. J. & LEWONTIN, R. C. The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: A critique of the adaptationist programme. *Proceedings of The Royal Society of London* v. 205, p. 581-98. 1979 (reimpresso em SOBER, E. (Ed.) *Conceptual Issues in Evolutionary Biology*, 2a ed. Cambridge-MA: MIT Press. 1994).

GRIFFITHS, P. & GRAY, R. Developmental systems and evolutionary explanation. In: HULL, D. L. & RUSE, M. (Eds.). *The philosophy of biology*. Oxford: Oxford University Press, 1998. p. 117-45.

GRIFFITHS, P. & STOTZ, K. Developmental System Theory as a Process Theory. In: NICHOLSON, D. & DUPRÉ, J. (Eds.). *Everything flows: towards a processual philosophy of biology*. Oxford: Oxford University Press, 2018, p. 225-45.

HODGSON, G. & KNUDSEN, T. *Darwin's conjecture*. Chicago: The University of Chicago Press, 2010.

HULL, D. L. What philosophy of biology is not. *Synthese*, v. 20, n. 2, p. 157-84, Aug. 1969.

HULL, D. L. *Filosofia da ciência biológica*. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

HULL, D. L. Contemporary systematic philosophies. *In: SOBER, E. (Ed.). Conceptual issues in evolutionary biology*. 2a ed. Cambridge: MIT Press, 1994. [Publicado originalmente em 1970].

HULL, D. L. *Science and selection: essays on biological evolution and the philosophy of science*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

HULL, D. L. The history of the philosophy of biology. *In: RUSE, M. (Ed.). The Oxford handbook of philosophy of biology*. Oxford: Oxford University Press, 2008. p. 11-33.

JABLONKA, E. & LAMB, M. J. *Evolution in four dimensions: genetic, epigenetic, behavioral, and symbolic variation in the history of life*. Cambridge: MIT Press, 2006.

KITCHER, P. *Vaulting ambition: sociobiology and the quest for human nature*. Cambridge: MIT Press, 1985.

KROHS, U. Philosophies of particular biological research programs. *Biological Theory*, v.1, n. 2, p. 182-7, 2006.

LAKATOS, I. Falsification and the methodology of scientific research programmes. *In: LAKATOS, I. The methodology of scientific research programmes*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. p. 8-101. (Philosophical Papers, v.1).

LALAND, K. Extending the Extended Phenotype. *Biology and Philosophy*, v. 19, p. 313-25, 2004.

LALAND, K. & BROWN, G. R. *Sense and nonsense: evolutionary perspectives on human behaviour*. Oxford: Oxford University Press, 2002.

LALAND, K. *Darwin's unfinished symphony*. Princeton: Princeton University Press, 2017.

LENNOX, J. Darwin and teleology. *In: RUSE, M. (ed.). The Cambridge Encyclopedia of Darwin and Evolutionary Thought.* Cambridge (MA): Cambridge University Press, 2013, p. 152-7.

LEWONTIN, R. C. *A tripla hélice: gene, organismo e ambiente.* São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

LORENZANO, P. Leyes y teorías en biología. *In: ABRANTES, P. (org.). Filosofia da Biologia/Filosofia de la Biología.* 2ª edição. Seropédica (RJ): Editora do PPGFIL-UFRRJ, 2018b, p. 60-102. Edição eletrônica, revista e ampliada, de livre acesso. Disponível em: <http://nulfic.org/publicacoes/filosofia-da-biologia-filosofia-de-la-biologia/>

MARTÍNEZ, S. Reduccionismo en biología: una tomografía de la relación biología-sociedad. *In: ABRANTES, P. (org.). Filosofia da Biologia/Filosofia de la Biología.* 2ª edição. Seropédica (RJ): Editora do PPGFIL-UFRRJ, 2018b, p. 37-59. Edição eletrônica, revista e ampliada, de livre acesso. Disponível em: <http://nulfic.org/publicacoes/filosofia-da-biologia-filosofia-de-la-biologia/>

MARTÍNEZ-BOHÓRQUEZ, M. & ANDRADE, E. A contingência dos padrões de organização biológica: superando a dicotomia entre pensamento tipológico e populacional. *In: ABRANTES, P. (org.). Filosofia da Biologia/Filosofia de la Biología.* 2ª edição. Seropédica (RJ): Editora do PPGFIL-UFRRJ, 2018, p. 564-86. Edição eletrônica, revista e ampliada, de livre acesso. Disponível em: <http://nulfic.org/publicacoes/filosofia-da-biologia-filosofia-de-la-biologia/>

MARTÍNEZ-CONTRERAS, J. El modelo primatológico de *cultura*. *In: ABRANTES, P. (org.). Filosofia da Biologia/Filosofia de la Biología.* 2ª edição. Seropédica (RJ): Editora do PPGFIL-UFRRJ, 2018, p. 303-24. Edição eletrônica, revista e ampliada, de livre acesso. Disponível em: <http://nulfic.org/publicacoes/filosofia-da-biologia-filosofia-de-la-biologia/>

MAYR, E. *The growth of biological thought: diversity, evolution, and inheritance.* Cambridge: Belknap Press, 1982.

NICHOLSON, D. & GAWNE, R. Neither Logical Empiricism nor Vitalism, but Organicism: What the Philosophy of Biology Was. *History and Philosophy of the Life Sciences* v. 37, p. 345–81, 2015.

NICHOLSON, D. Reconceptualizing the organism. In: NICHOLSON, D. & DUPRÉ, J (eds.). *Everything flows: towards a processual philosophy of biology*. Oxford: Oxford University Press, 2018, p. 139-66.

ODENBAUGH, J. & GRIFFITHS, P. Philosophy of Biology. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2020 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2020/entries/biology-philosophy/>>. Acessado em 21/07/2020.

OYAMA, S.; GRIFFITHS, P. E. & GRAY, R. D. (Eds.). *Cycles of contingency: developmental systems and evolution*. Cambridge: MIT Press, 2001.

PLOTKIN, H. C. *Darwin machines and the nature of knowledge*. Cambridge: Harvard University Press, 1997.

RENDÓN, C. & FOLGUERA, G. Evo-devo como disciplina integradora: la temporalidad de los procesos biológicos como estrategia de análisis. *Theoría*, 29, n. 81, p. 395-415, 2014.

RICHERSON, P. & BOYD, R. *Not by genes alone: how culture transformed human evolution*. Chicago: The University of Chicago Press, 2005.

RUSE, M. *The philosophy of biology*. London: Hutchinson, 1973.

RUSE, M. Darwin and the Philosophers. In: CREATH, R.; MAIENSCHEIN, J. *Biology and Epistemology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, p. 3-26.

SANTILLI, E. Niveles y unidades de selección: el pluralismo y sus desafíos filosóficos. In: ABRANTES, P. (org.). *Filosofia da Biologia/Filosofía de la Biología*. 2ª edição. Seropédica (RJ): Editora do PPGFIL-UFRRJ, 2018b, p. 257-83. Edição ele-

trônica, revista e ampliada, de livre acesso. Disponível em: <http://nulfic.org/publicacoes/filosofia-da-biologia-filosofia-de-la-biologia/>

SEGERSTRÅLE, U. *Defenders of truth: the battle for science in the sociobiology debate and beyond*. Oxford: Oxford University Press, 2000.

SEPÚLVEDA, C.; MEYER, D. & EL-HANI, C. Adaptacionismo. In: ABRANTES, P. (org.). *Filosofia da Biologia/Filosofía de la Biología*. 2ª edição. Seropédica (RJ): Editora do PPGFIL-UFRRJ, 2018b, p. 216-56. Edição eletrônica, revista e ampliada, de livre acesso. Disponível em: <http://nulfic.org/publicacoes/filosofia-da-biologia-filosofia-de-la-biologia/>

SOBER, E. *The nature of selection: evolutionary theory in philosophical focus*. Chicago: The University of Chicago Press, 1993. Publicado originalmente em 1984.

SOBER, E. (Ed.). *Conceptual issues in evolutionary biology*. 2a ed. Cambridge: MIT Press, 1994. Publicado originalmente em 1984.

SOBER, E. *Philosophy of biology*. 2a ed. Boulder: Westview Press, 2000. Publicado originalmente em 1993.

SPERBER, D. *Explaining culture: a naturalistic approach*. Oxford: Blackwell, 1996.

STERELNY, K. & GRIFFITHS, P. E. *Sex and death: an introduction to philosophy of biology*. Chicago: The Chicago University Press, 1999.

TIDON, R. Sistemas de herança: as múltiplas dimensões da evolução. *Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea* (Brasília-UnB), v. 6, n. 1, p. 209-20, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/fmc/article/view/20238>

WAIZBORT, R. & PORTO, F. Genes, seleção natural e comportamento humano: a mente adaptada da Psicologia Evolucionista. In: ABRANTES, P. (org.). *Filosofia da Biologia/Filosofía de la Biología*. 2ª edição. Seropédica (RJ): Editora do PPG-

FIL-UFRRJ, 2018b, p. 325-51. Edição eletrônica, revista e ampliada, de livre acesso. Disponível em: <http://nulfic.org/publicacoes/filosofia-da-biologia-filosofia-de-la-biologia/>

WILSON, D. S. & SOBER, E. Reintroducing group selection to the human behavioral sciences. *Behavioral and Brain Sciences*, v. 17, n. 4, p. 585-654, Dec. 1994.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



UMA BREVE REVISÃO SOBRE OS AVANÇOS CONSTITUCIONAIS NA BIOLOGIA EVOLUTIVA: PARTE I¹

Rogério Parentoni Martins

Doutor em Ecologia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Pesquisador-Visitante I do CNPq no Departamento de Biologia e do Programa de
Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da UFC
rpmartins917@gmail.com

Resumo

Construtos (estruturas que formam a estrutura de uma teoria, *e.g.*, conceitos, definições, fatos, modelos, hipóteses) em qualquer ciência evoluem à medida que evidências teóricas e empíricas se sucedem no tempo. Nessa breve revisão, eu abordo a evolução da estrutura construtural ou constitutiva atual da biologia evolutiva, focalizando os avanços conceituais mais importantes sobre os quais se acumularam evidências teóricas e empíricas que ampliaram o entendimento da estrutura científica da biologia evolutiva. Esses avanços se deram por meio da evolução de construtos cunhados no passado, mas que adquiriram papel de relevância para a estrutura da biologia evolutiva atual, por exemplo, epigenética, canalização e assimilação. Outros cunhados mais recentemente, como teoria de redes e genômica, ainda necessitam integrar de forma efetiva a estrutura da biologia evolutiva. O objetivo da parte I desse trabalho é o de apresentar sumariamente os principais eventos e autores responsáveis pela introdução da ideia de evolução na biologia; evidenciar as diferenças entre os modelos kuhniiano de revolução científica e lakatosiano de progresso cien-

Abstract

Constructs (structures that form the framework of a theory, *e.g.*, concepts, definitions, facts, models, hypotheses) in any science evolve as theoretical and empirical evidence succeed over time. In this brief overview, I address the evolution of the current construtural structure of evolutionary biology by focusing on the most important conceptual advances on which theoretical and empirical evidence has accumulated that broadened the understanding of the scientific structure of evolutionary biology. These advances took place through the evolution of constructs coined in the past, but which acquired a role of relevance to the structure of current evolutionary biology, for example epigenetics, canalization and assimilation. Other more recently coined, for example, network theory and genomics, still need to effectively integrate the framework of evolutionary biology. The purpose of part I of this work is to briefly present the main events and authors responsible for introducing the idea of evolution in biology; to evidence the differences between the Kuhnian models of scientific revolution and the Lakatosian model of cumulative scientific

1 Artigo traduzido do manuscrito em inglês por Cristiane Xerez Barroso (Bolsista de Pós-Doutorado do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará - PNPd-CAPES) e revisado pelo autor.

tífico cumulativo, concluindo que em biologia evolutiva o progresso conceitual segue o modelo lakatosiano, muito embora o modelo kuhniano tenha tido maior aceitação entre os historiadores de ciência e filósofos da biologia. Finalmente, discuto os avanços conceituais em biologia evolutiva, comparando as quatro sínteses elaboradas a partir de 1930 até os dias atuais.

Palavras-chave: Programa de Pesquisa. Biologia Evolutiva. Estrutura Constitutiva. Síntese Moderna. Síntese Evolutiva Ampliada. Síntese Integrada.

progress, concluding that in evolutionary biology the conceptual progress follows the Lakatosian model, even though the Kuhnian model has had greater acceptance among science historians and biology philosophers. Finally, I discuss conceptual advances in evolutionary biology, comparing the four syntheses developed from 1930 to the present day.

Keywords: Research program. Evolutionary biology. Constructural structure. Modern Synthesis. Extended Evolutionary Synthesis. Integrated Synthesis.

“[...] Conceitos tendem a evoluir com o tempo e, portanto, confusão e controvérsias inúteis podem ser evitadas olhando para suas linhagens”
(JACKSON, 2009)

1 Introdução

A origem ocidental da ideia de evolução é atribuída a Anaximandro, o primeiro a conceber uma teoria de evolução semelhante à de Darwin (TREVISANATO, 2016). Anaximandro influenciou Aristóteles, este considerado o maior filósofo e naturalista de todos os tempos (ROMANES, 1891; OSBORNE, 1913). Por sua vez, Aristóteles criou uma “taxonomia” baseada na perfeição, organizando os animais em inferiores e superiores e produziu também, dessa maneira, uma teoria evolutiva (DUNN, 2006). No entanto, embora tenha sido reconhecido por Aristóteles, o princípio de seleção natural foi pouco compreendido por ele (DARWIN, 1990). Apesar disso, a influência científica de Aristóteles na

biologia foi mantida até a ocorrência da chamada “revolução Darwiniana” (MAYR & PROVINE, 1998 e referências citadas no livro).

Embora na concepção de alguns biólogos evolutivos a teoria darwiniana representasse mudança de paradigma na biologia evolutiva no sentido kuhnia-
no (*e.g.*, MAYR, 1972; GHISELIN, 1998; PIGLIUCCI 2007; 2009; AVISE, 2014), a
partir de filósofos gregos antigos e biólogos evolutivos (*e.g.*, Anaximandro,
Aristóteles, de Vries, Bateson, Morgan, Lamarck e Darwin), o desenvolvimento
de teorias da evolução e a criação de novos construtos relacionados a elas ocor-
reram de uma forma gradual, contínua e sob muita controvérsia (ver OSBOR-
NE, 1913 para uma análise detalhada sobre os principais idealizadores da ideia
de evolução durante o período pré-Darwiniano; MAYR & PROVINE, 1998 e re-
ferências citadas no livro, para análises detalhadas do impacto do darwinismo
até a síntese moderna (SM) e as controvérsias sobre aceitação da seleção natural
como mecanismo promotor da evolução).

Somente após Darwin e Mendel, iniciou-se o desenvolvimento de um ar-
cabouço teórico e um programa de pesquisas, que foi adquirindo consistência
empírica, baseado na expansão do significado de construtos, elaboração de no-
vos construtos, formulação de modelos matemáticos, aplicação de estatística,
experimentos e produção de um grande número de evidências empíricas a fa-
vor do gradualismo darwiniano até a consolidação da chamada síntese evoluti-
va (ver MAYR & PROVINE, 1998 e referências citadas no livro). No entanto, o
arcabouço da síntese evolutiva ou síntese moderna (SM), baseado em uma abor-
dagem genecêntrica, começou recentemente a ser criticado por supostamente

não incluir ou considerar seriamente os construtos julgados necessários para expandir seu arcabouço (*e.g.*, PIGLIUCCI 2007; 2009; NOBLE, 2015), como será discutido mais a frente.

Vários filósofos da biologia discutiram sobre a estrutura teórica da teoria evolutiva (*e.g.*, TUOMI, 1981; LLOYD, 1988 e referências citadas no livro; PIGLIUCCI & KAPLAN, 2006). No entanto, a maioria deles discute o status científico da biologia evolutiva, se há ou não leis na biologia, além de justificação e confirmação da teoria. Lloyd (1988), por exemplo, compara vários modelos epistemológicos sobre a estrutura teórica da evolução, advogando a favor do uso do modelo de “visão semântica da estrutura da teoria” para compreender a estrutura da teoria evolutiva. Porém, do ponto de vista da compreensão sobre a operação da teoria na prática da pesquisa científica, o conteúdo do livro é inacessível à maioria dos biólogos interessados em evolução, mesmo para aqueles que possuem conhecimento elementar de filosofia da ciência. Além disso, parece que a discussão de certos filósofos e evolucionistas sobre a evolução constitutiva, significado e restrições da aplicação dos vários construtos, que suportam a estrutura teórica da biologia evolutiva, está em segundo plano, exceto para alguns considerados construtos-chave, *e.g.*, seleção e adaptação (HULL, 1980; MAYR, 1982; PIGLIUCCI & KAPLAN, 2006) e aptidão (SOBER, 1994; ARIEW & LEWONTIM, 2004; ABRAMS, 2009; ORR, 2009; RAMSEY & PENCE, 2013).

Minha abordagem neste trabalho examina brevemente os avanços da evolução constitucional da biologia evolutiva de modo acessível a biólogos em geral, especialmente evolucionistas, interessados em entender a mencionada

importância dos construtos para interpretação inambígua das evidências empíricas. Antes, porém, abordarei brevemente dois modelos epistemológicos bem conhecidos pelos filósofos da ciência, talvez nem tão conhecidos por biólogos evolutivos, mas opostos em seu objetivo comum de descrever o modo como a biologia evolutiva progride teórica e empiricamente.

2 Revolução conceitual kuhniana ou desenvolvimento constitutivo programático lakatosiano da biologia evolutiva?

Construtos são os alicerces sobre os quais hipóteses e teorias científicas são edificadas para construir uma estrutura preditiva que mantenha o *modus operandi* de um “paradigma” ou “programa de pesquisa”. O *modus operandi* de um paradigma é a “ciência normal” (KUNH, 1962). “Ciência normal” é o conjunto de hipóteses, teorias, evidências empíricas e métodos científicos produzidos sob os auspícios do paradigma atual; entretanto, assim que esse paradigma for rompido, outro o substituirá. A ruptura não ocorre simplesmente devido à existência de “anomalias” (evidências que aparentemente não se enquadram no paradigma). Após longos períodos com inúmeras tentativas fracassadas de resolver tais “anomalias”, surge uma sensação de crise, indicando que talvez o “paradigma” esteja errado. Entretanto, um “paradigma” não será removido se não houver um “paradigma” melhor para substituí-lo. Assim, a substituição de um “paradigma” (revolução científica) não é trivial e pode levar muito tempo de operação da “ciência normal” até que o novo “paradigma” seja amplamente

aceito pela comunidade científica, seguido por outro período de operação da “ciência normal” orientada pelo novo “paradigma”. Um exemplo de tal revolução científica na astronomia foi a substituição do sistema cosmológico ou de Ptolomeu pelo sistema cosmológico de Copérnico (KUNH, 1962).

O outro modelo epistemológico bem conhecido sobre a estrutura e funcionamento da pesquisa científica é o “programa de pesquisa” com sua “metodologia do programa de pesquisa científica” (LAKATOS, 1983). Dentro da estrutura do “programa de pesquisa” de Lakatos, várias teorias testáveis são produzidas, cada uma das quais contém um “núcleo duro”, irrefutável, que compreende proposições convencionalmente aceitas pelos membros da comunidade científica. Em torno desse núcleo, “giram” hipóteses auxiliares que funcionam como um “cinturão” de proteção para o “núcleo” irrefutável. Quando uma teoria é refutada, apenas as proposições de seu “núcleo duro” permanecem válidas. Críticas feitas por cientistas que participam de um programa de pesquisa são direcionadas às hipóteses auxiliares, que podem ser modificadas ou substituídas. No entanto, essas modificações são guiadas por princípios heurísticos contidos nas proposições do “núcleo duro”. O progresso teórico de um programa de pesquisa ocorrerá se a nova teoria puder resolver quaisquer anomalias que a teoria que ela substituiu não conseguiu (MUSGRAVE & PIDGEN, 2016). A próxima etapa é a de testar de forma independente as previsões extraídas das novas hipóteses (testar as previsões da teoria, para Lakatos). Porém, uma teoria é um arcabouço de constituição linguística verbal e/ou matemática, com sintaxe e semântica específicas para um determinado domínio do conhecimento. Dessa for-

ma, ela não pode ser testada a menos que seja por meio de metodologias linguísticas para avaliar sua consistência e coerência. O que pode ser testado empiricamente são as previsões tiradas de hipóteses (afirmações de conteúdo empírico) consistentes com o quadro teórico. Por fim, o progresso empírico de um programa de pesquisa ocorre por meio da confirmação de pelo menos uma das previsões. Este é o *modus operandi* do programa de pesquisa lakatosiano. No estudo de caso da “revolução” copernicana, defendida por Kuhn, Lakatos & Zahar (1976) discutem como a “metodologia do programa de pesquisa científica” pode explicar a substituição do sistema cosmológico ptolomaico geocêntrico pelo sistema cosmológico heliocêntrico de Copérnico (detalhes em MUSGRAVE & PIDGEN, 2016). Segundo Lakatos, ao contrário de uma revolução científica kuhniana, que se baseia em argumentos histórico-psicológicos, a substituição do programa de pesquisa de Ptolomeu pelo programa de pesquisa de Copérnico ocorreu devido a um processo racional. No entanto, o modelo epistemológico “revolução científica”, e sua proposta de mudança de paradigma, foi o mais aceito em várias áreas do conhecimento científico, inclusive por pesquisadores da biologia evolutiva (e.g., MAYR, 1972; GHISELIN, 1998; PIGLIUCCI, 2007; 2009; KOONIN & WOLF, 2012; AVISE, 2014).

Finalmente, pretendo mostrar que o progresso da evolução constitutiva em biologia evolutiva ocorreu e ocorre de acordo com o modelo lakatosiano. Eu mostrarei como a revisão e o estabelecimento de novos construtos acontecem sucessivamente à medida que o “programa de pesquisas” se amplia por meio do acréscimo de novas evidências empíricas experimentais e teóricas. Eu come-

çarei apresentando a estrutura constitutiva básica do darwinismo comparando-a com as estruturas constitutivas das quatro sínteses até então propostas para a biologia evolutiva. Em seguida mostrarei a relação de continuidade e expansão dos significados dos principais construtos que as integram no arcabouço atual da biologia evolutiva. No entanto, a estrutura atual da biologia evolutiva é complexa, contém vários tipos de interações entre construtos correlatos, que dentro do escopo desse estudo seria quase impossível abordá-la em todos os detalhes. Por isso, minha opção foi considerar principalmente os construtos mais importantes tratados pelo darwinismo, síntese moderna (SM), síntese evolucionária ampliada (SEA) e síntese integrada (SI) (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos construtos que fazem parte da estrutura científica da biologia evolutiva. Em negrito, estão os construtos discutidos na SEA e na SI que supostamente não estão adequadamente integrados ao darwinismo e a SM e porque deveriam fazer parte da SEA e da SI. Veja o texto para uma discussão crítica sobre a participação dos construtos em cada uma das abordagens do programa de pesquisa em biologia evolutiva.

Construtos evolutivos	Darwinismo	Síntese Moderna (SM)	Síntese Ampliada (SEA)	Síntese Integrada (SI)
Mutação		X	X	X
Varição	X	X	X	X
Variabilidade	X	X	X	X
Seleção	X	X	X	X
Paleontologia	X	X	X	
Deriva genética		X	X	X
Contingência	X	X	X	X
Microevolução	X	X	X	X
Macroevolução	X	X	X	
Genética Quantitativa		X	X	
Especiação	X	X	X	

Variação geográfica	X	X	X	
Evo-Devo		X	X	X
Evolução genômica		X	X	X
Teoria de redes		X	X	
Epigenética		X	X	X
Teoria da complexidade		X	X	
Plasticidade e acomodação		X	X	X
Teoria da seleção multi-nível		X	X	X
Construção de nicho	X	X	X	X
Evolucionabilidade & Modularidade		X	X	X
Ecologia	X	X	X	X
Princípio da Relatividade Biológica		X		X
Teoria do Replicador		X	X	X

3 O programa de pesquisa darwiniano e as quatro sínteses constitutivas da biologia evolutiva

Além do programa de pesquisas darwiniano foram propostas mais quatro sínteses: a síntese moderna, que devido a diferentes ênfases durante seu período de consolidação, pode ser dividida em duas sínteses distintas (1930-1937; 1937-1950); a SEA e a SI.

O programa de pesquisa darwiniano compreende oito proposições principais, retiradas de "A origem das espécies" (KUTCHERA & NIKLAS, 2004):

1. Os atos sobrenaturais do Criador são incompatíveis com os fatos empíricos da natureza;
2. Toda a vida evoluiu de um ou alguns tipos simples de organismos;
3. As espécies evoluem a partir de variedades pré-existentes por meio da seleção natural;
4. O nascimento de uma espécie é gradual e de longa duração;
5. Táxons superiores (gêneros, famílias etc.) evoluem pelos mesmos mecanismos responsáveis pela origem das espécies;
6. Quanto maiores as semelhanças entre os táxons, mais intimamente eles estão evolutivamente relacionados e menor o tempo de divergência a partir de seu último ancestral comum;
7. A extinção é principalmente o resultado da competição interespecífica;
8. O registro geológico está incompleto: a ausência de formas de transição entre espécies e táxons superiores se deve a lacunas em nosso conhecimento atual.

A primeira proposição darwiniana está fora do domínio científico e, portanto, não pode ser considerada hipótese de conteúdo empírico da qual é possível extrair previsões empiricamente testáveis.

Até o momento, não houve previsões de hipóteses alternativas que tenham sido testadas cientificamente sobre a evolução da diversidade que não sejam de origem monofilética (no entanto, ver RAUP & VALENTINE, 1983); portanto, a proposição darwiniana parece permanecer irrefutável.

A seleção natural também permanece o principal processo que resulta em mudança evolutiva, embora outros eventos (por exemplo, deriva genética e

contingência) também possam causar mudança evolutiva. No entanto, o escopo empírico da seleção como um processo causal é mais importante do que os outros processos (*e.g.*, ENDLER, 1988).

A microevolução em nível individual, além de ser considerada o principal resultado da modificação fenotípica, ainda é considerada a principal causa de especiação (ORR & SMITH, 1998); mas a cladogênese por meio da seleção de espécies também é possível ao longo do tempo geológico (GOULD & ELDREDGE, 1977; no entanto, ver PENNELL *et al.*, 2014 e LIEBERMAN & ELDREDGE, 2014 para uma resposta a PENNELL *et al.*, 2014).

Darwin propôs uma ligação entre micro e macroevolução ao combinar seu “princípio de divergência” com a extinção, ligação que faz sentido de acordo com resultados de pesquisas atuais (REZNICK & RICKLEFS, 2009). Por meio da convergência evolutiva, equivalentes ecológicos (espécies fenotipicamente semelhantes, que não são relacionadas filogeneticamente, mas que evoluíram em ambientes ecologicamente semelhantes) apresentam alto grau de similaridade fenotípica, como certos mamíferos encontrados em florestas tropicais equatoriais africanas (Congo) e brasileira (Amazônia) (MEGGERS *et al.*, 1973).

Embora a competição interespecífica seja um mecanismo que pode resultar em extinção e divergência de populações de espécies (*e.g.*, BENGTSSON, 1989), predação (*e.g.*, DOHERTY *et al.*, 2016) e parasitismo (*e.g.*, KOOP *et al.*, 2016) também podem resultar no mesmo efeito, retendo assim o argumento darwiniano sobre o papel das interações, especialmente a competição, na promoção da divergência e extinção (REZNICK & RICKLEFS, 2009). No entanto, a

ação dessas interações é muito mais frequente em níveis locais. Extinções em escalas geográficas ocorrem por meio de desastres ambientais e/ou amplas mudanças climáticas (e.g., ERWIN, 2001).

A primeira parte da oitava proposição darwiniana ainda se mantém, mas não é verdade que a ausência de formas transicionais se deve a uma falta de conhecimento; mas podem ser devido à cladogênese e, em alguns casos, à falta de condições ambientais apropriadas para que ocorra a fossilização.

Finalmente, por meio de uma abordagem abrangente e detalhada, Kutchera & Niklas (2004) mostraram que, mesmo com o considerável progresso constitutivo e empírico da evolução devido à síntese moderna (SM), os princípios fundamentais apresentados por Darwin em “A Origem das Espécies” permanecem válidos. Esse é um bom exemplo da ‘resistência’ teórica do programa de pesquisa darwiniano. Como Ruse (2011) apropriadamente reconhece e conclui: “O darwinismo já ultrapassou o prazo de validade? Ainda não!”

Apesar da proposição de Mayr (1982), sobre o status de teoria para seleção natural, a seleção natural não deve ser considerada uma teoria porque é mais bem identificada como um processo (um conjunto de eventos que produzem um resultado). A seleção natural é, portanto, a ocorrência de eventos externos interconectados que atuam sobre fenótipos afetando diferencialmente suas probabilidades de sobrevivência e/ou reprodução, em contextos populacionais e intergeracionais. Descendência com modificação, microevolução, macroevolução e especiação são os resultados (ou produtos) do processo de seleção natural, e também não devem ser consideradas teorias. As cinco teorias de Mayr tam-

bém não são conceitos. Além disso, apesar da afirmação de Kutchera & Niklas (2004), a seleção natural não é um conceito, sendo mais bem descrita como um processo que resulta em mudanças evolutivas que serão discutidas a seguir.

Com as duas primeiras sínteses (1930-1950), que constituíram a SM, o “cinturão protetor” do programa de pesquisa darwiniano passou por importantes acréscimos. O primeiro, de 1930 a 1937, foi influenciado principalmente pelos estudos de Fisher, Haldane e Wright, que integraram as genéticas quantitativa e teórica e a seleção natural. O segundo, de 1937 a 1950, foi influenciado por Dobzhansky, Goldsmith, Huxley, Simpson, Schmalhausen e Stebbins, que abordaram controvérsias envolvendo especiação, variação geográfica e expansão de modelos de genética quantitativa (MAYR & PROVINE, 1998; ARNOLD, 2014).

Pigliucci (2007; 2009) descreveu brevemente a história conceitual do darwinismo, a SM e sua SEA. Este autor afirmava que uma mudança de paradigma na biologia evolutiva nunca ocorreu, exceto quando a teologia natural foi substituída pelas ciências empíricas em meados do século XIX. No entanto, ao contrário da afirmação de Pigliucci, uma mudança de paradigma nunca ocorreu na biologia porque o progresso científico na biologia evolutiva é mais bem caracterizado como um “programa de pesquisa” Lakatosiano do que como um “paradigma” kuhniano. Dessa forma, ao contrário da afirmação de Mayr (1993), endossada por Pigliucci (2007), a SM não é e não deve ser caracterizada como um “paradigma”, uma vez que se encaixa melhor no modelo de “programa de pesquisa” (LAKATOS, 1983).

Em seu livro sobre a história da genética e da biologia evolutiva entre 1859 e 2010, Avise (2014) relata o que considera as 70 mudanças de “paradigma” com base no modelo de revolução científica de Kuhn (1962). Sua análise de mudança de paradigma inclui um índice de impacto que cada mudança de paradigma teve na genética evolutiva, com pontuações de 1 a 10 indicando o estágio de mudança em que um paradigma está (onde 1 indica um impacto limitado à genética evolutiva, envolvendo apenas o código genético e 10 indica um impacto fundamental na genética evolutiva, envolvendo uma mudança total de paradigma, apenas material genético).

A pontuação 1, atribuída ao código genético, se deve ao fato de apenas duas evidências apresentarem alterações no código genético universal (o DNA mitocondrial em mamíferos apresentando várias diferenças moleculares e a descoberta de adições no genoma mitocondrial de vários táxons). A pontuação 10, atribuída ao material genético, se deve ao fato de que o DNA, em vez das proteínas, ter sido completamente reconhecido como portador da informação hereditária. Essa descoberta teve um impacto profundo na genética evolutiva.

Embora reconheça que nem todos os paradigmas que relata se ajustam perfeitamente ao modelo kuhniano de revolução científica, Avise afirma que todos eles representaram um impacto distinto no progresso da genética evolutiva. No entanto, os dois exemplos acima podem ser interpretados não como uma mudança de paradigma, mas como uma mudança, em parte, da estrutura do programa de pesquisa evolutiva; ambos fazem parte do “cinturão” de proteção das premissas fundamentais básicas da SM. Assim, o que Avise (2014) descreve

muito bem são principalmente mudanças no “cinturão de proteção” do “núcleo irrefutável” das teorias da biologia evolutiva, em vez de mudanças de paradigma. Finalmente, considerando que a análise de todas as 70 mudanças de paradigma propostas no livro de Avise está além do escopo do presente estudo, apenas duas foram selecionadas arbitrariamente para análise: especiação adaptativa e deriva continental.

De fato, foi importante ampliar o conhecimento sobre a especiação adaptativa para além da especiação alopátrica clássica, reconhecendo que o processo também pode ocorrer em simpatria, por meio de mecanismos ecológicos e comportamentais, como várias evidências têm mostrado desde 2005. No entanto, dado o curto tempo que a especiação simpátrica vem sendo considerada um mecanismo válido de especiação, resta determinar o quão comum é essa modalidade de especiação e qual é sua base genética (WOLINSKY, 2010). Atribuindo uma pontuação de 2 a esse modo de especiação, Avise reconhece que a mudança de paradigma ainda está em sua fase inicial. No entanto, a transição dessa fase inicial para as futuras fases empíricas, experimentais, teóricas e conceituais adicionais se ajustaria melhor ao modelo epistemológico lakatosiano do que ao kuhniano.

A teoria da deriva continental lida com a evolução geofísica da crosta terrestre com base no movimento das placas tectônicas que separam os continentes (MARTIN, 1961). Foi incorporada à biologia evolutiva *ad hoc* como um “modo de translação” (PICKETT *et al.*, 2007), uma vez que se percebeu sua importância tanto na explicação da evolução da diferenciação dos organismos por isolamen-

to geográfico quanto na convergência evolutiva entre táxons não relacionados (equivalentes ecológicos), como discutido acima. Entretanto, Avise considera corretamente que a teoria tem um baixo impacto na genética evolutiva (pontuação 2), exceto por ajudar a compreender a ampla distribuição geográfica de grupos de organismos. No entanto, essa teoria também possui uma importância específica para a ecologia evolutiva e o fenômeno da convergência evolutiva. Curiosamente, além das identidades geológicas semelhantes entre os continentes, a convergência evolutiva foi uma das evidências de que a massa continental monolítica original teorizada, chamada Pangeia, foi clivada e separada por meio de movimentos da crosta terrestre. Na verdade, este é um caso que não se ajusta totalmente ao conceito de mudança de paradigma, como Avise alertou. Nesse caso, a deriva dos continentes (em sua versão de tectônica de placas) como uma teoria auxiliar (ou “modo de translação”, PICKETT *et al.*, 2007) da evolução orgânica em grande escala poderia ser considerada uma mudança de paradigma na área das ciências geofísicas (MARX & BORNMANN, 2013).

Até agora, as estruturas científicas do darwinismo e da MS foram apresentadas. A terceira e quarta sínteses – SEA (PIGLIUCCI 2007; 2009) e SI (NOBLE, 2015) – embora possuam mérito no que diz respeito a inclusão de alguns construtos na estrutura conceitual da MS, que têm sido empiricamente comprovados com maiores detalhes na atualidade, são propostas ainda incipientes. Como tal, carecem de consistência, como demonstram as duas sínteses anteriores, indispensável para serem aceitas pela maioria dos membros da comunidade da biologia evolutiva como ampliações necessárias da SM.

Pigliucci discute os construtos da biologia evolutiva que, para ele, não foram considerados seriamente na SM. Evo-devo, genômica, teoria de redes, herança epigenética, teoria da complexidade, contingência, construção de nicho, evolucionabilidade e modularidade e ecologia estão entre as abordagens que atualmente têm se desenvolvido teórica e empiricamente, devendo, portanto, ser consideradas na SEA como uma ampliação da SM (detalhes em PIGLIUCCI 2007; 2009, Figura 1, Tabela 1; consulte também JABLONKA, 2017 para uma forte defesa da herança epigenética e sua inclusão na SM).

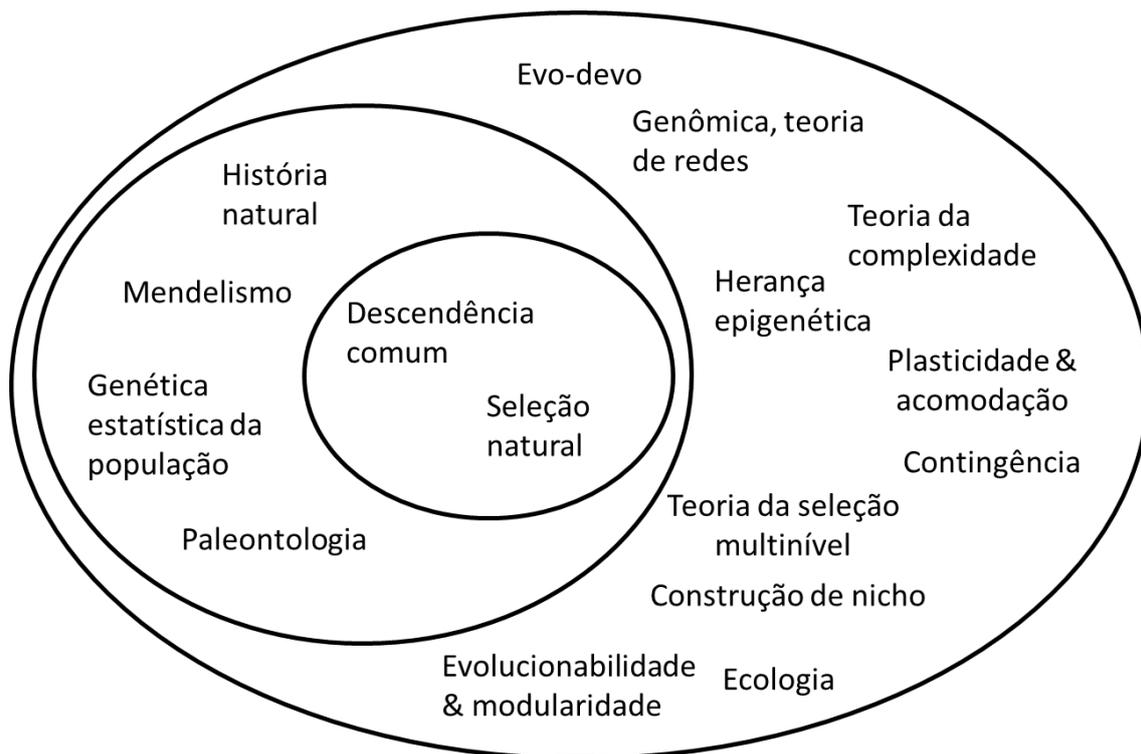


Figura 1: Representação conceitual da expansão contínua da teoria evolutiva em termos de ideias, fenômenos estudados e campos de investigação. A menor elipse representa o darwinismo original, a elipse intermediária representa a SM e a maior elipse representa a SEA (de PIGLIUCCI, 2009).

Há uma visão mais radical na quarta síntese (SI) que propõe a substituição do que se denomina “paradigma genecêntrico” (NOBLE, 2015). Noble considera que a herança epigenética, o princípio da realidade biológica, a seleção multinível e a evolução genômica supostamente não se enquadram no arcabouço construtivo da SM. Com base nisso, uma alternativa seria substituir o arcabouço construtivo da SM por sua “Síntese Integrada” (SI) (NOBLE, 2015, Figura 2, Tabela 1). No entanto, a SI compartilha com a SEA propostas de inclusão dos construtos da teoria evo-devo, plasticidade e acomodação, herança epigenética, seleção multinível, evolução genômica, construção de nicho e evolucionabilidade. As únicas duas construções diferentes incluídas na SI são o princípio da relatividade biológica e a teoria do replicador. Portanto, a SI de Noble não é suficientemente diferente da SEA para reivindicar uma síntese integrada separada, nem para supostamente substituir a SM. Finalmente, como será discutido a seguir, as reivindicações tanto da SEA (ampliação) quanto da SI (substituição) não parecem convincentes. A pesquisa feita no âmbito do programa de pesquisa da SM aborda todos os construtos que estão supostamente ausentes em seu arcabouço.

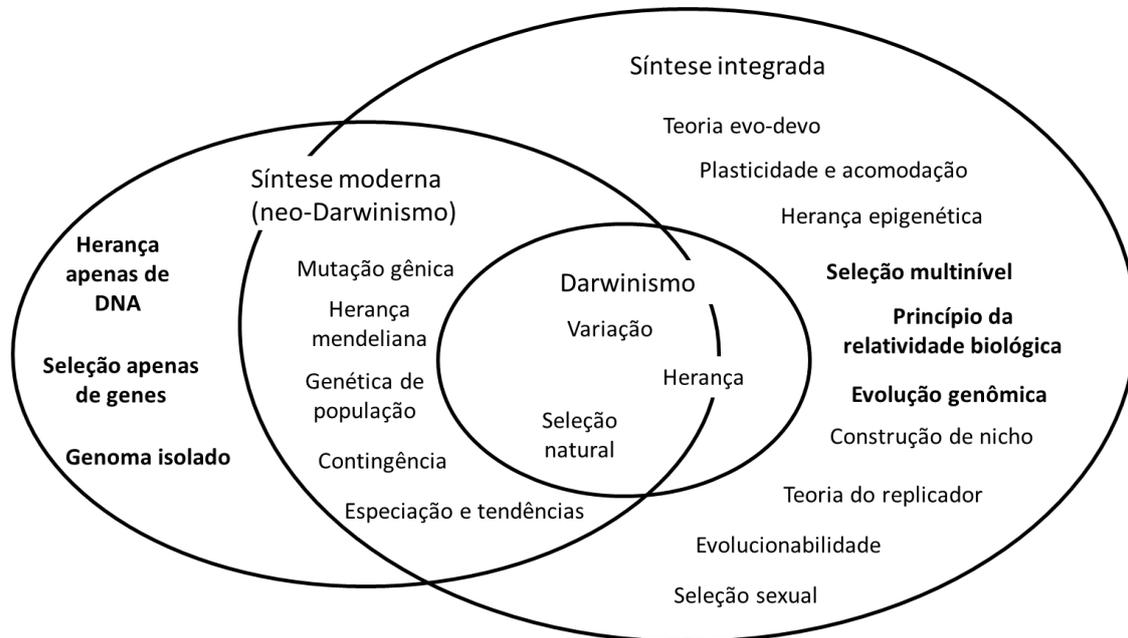


Figura 2: Diagrama ilustrando as definições de darwinismo, a síntese moderna (neodarwinismo): e a síntese integrada (de NOBLE, 2015). O diagrama é derivado da apresentação de Pigliucci & Müller (2010) de uma síntese ampliada. Todos os elementos também estão presentes em seu diagrama. As diferenças são: (1) os elementos que são incompatíveis com a Síntese Moderna são mostrados em negrito à direita; (2) as razões da incompatibilidade são apresentadas nos três elementos em negrito correspondentes à esquerda. Essas três suposições da síntese moderna estão além do alcance do que é necessário para estender ou substituir a síntese moderna; (3) como consequência, a síntese moderna é mostrada como uma oval que se estende para fora do intervalo da síntese ampliada, que, portanto, se torna uma substituição em vez de uma ampliação. Figura de Noble (2015).

Como um marco importante na discussão sobre a estrutura constitutiva da SM, vale a pena discutir o debate estimulado pela revista *Nature* entre os defensores da SE e os defensores da SM (LALAND *et al.*, 2014; WRAY *et al.*, 2014, ver também PIEVANI, 2016).

O principal argumento de Laland *et al.* (2014) é que os organismos são construídos durante o desenvolvimento e que esse desenvolvimento não é apenas programado por genes. Fortes evidências empíricas vêm de disciplinas e ci-

ências relacionadas à biologia do desenvolvimento, genômica, epigenética, ecologia e ciências sociais. O que os autores consideram ser uma falha da SM é a falta de reconhecimento de como o desenvolvimento físico influencia a origem da variação; como o ambiente influencia diretamente os personagens (plasticidade fenotípica); como os organismos modificam o ambiente e influenciam sua própria evolução e a de outros organismos (construção de nicho); e a ocorrência da transmissão citoplasmática intergeracional de características fenotípicas (herança extra-genética ou epigenética; consulte a revisão de Pisco *et al.* (2016) para uma abordagem histórica e para a unificação conceitual das epigenéticas de Waddington e molecular). Enquanto os darwinistas da SM consideram tudo isso como resultados evolutivos, os “estensionistas” consideram tudo isso também como a causa da evolução.

Os principais argumentos dos neodarwinistas da SM são que gerações de biólogos evolutivos têm contribuído para a ampliação da SM, portanto, a ampliação proposta pelos ‘estensionistas’ não é necessária. Em outras palavras: “toda ciência é uma ampliação de alguma forma do que existia anteriormente, ou você não está fazendo progresso. Mas eu vejo tudo isso como adição de nuances e detalhes, ao invés de derrubá-la de qualquer forma fundamental” (SAMUEL SCHEINER, comunicação pessoal), nomeadamente a identificação do DNA como matéria-prima para a variação das características fenotípicas e para a transmissão hereditária das características e, principalmente, a discussão sobre o gene como unidade de seleção e seleção de parentesco, ou seja, a ocorrência de seleção de características que afetam parentes.

As três principais razões apontadas por Wray *et al.* (2014) que demonstram a não necessidade de ampliação da SM são: (1) os biólogos evolutivos vêm estudando a construção de nichos há um século, ou seja, o *feedback* entre organismos e ambiente; (2) a plasticidade fenotípica também foi estudada por biólogos evolutivos que documentaram muitos casos de variação fenotípica causada pelo ambiente; e (3) estudos sobre biologia do desenvolvimento.

Arnold (2014) também não considerou a SEA em seu recente artigo sobre evolução – “Evolução fenotípica: síntese em andamento”. Talvez Arnold considere irrelevante ampliar a SM conforme proposto por Pigliucci (2007; 2009), e concorde com os argumentos de Samuel Scheiner.

Embora seja verdade que os proponentes da SM estejam certos em afirmar que os biólogos evolutivos também abordam plasticidade fenotípica, biologia do desenvolvimento e construção de nicho, seu principal foco de interesse ainda é predominantemente “centrado no gene”, enquanto esses outros aspectos são secundários em termos de interesse (LALAND *et al.*, 2014). Portanto, apesar do status científico da ampliação da SEA (e da SI), com a abrangência de termos ainda em sua infância, o movimento de chamar a atenção para esses fenômenos como resultados e causas da mudança evolutiva se justifica, dadas as evidências empíricas que se acumulam.

Um resultado positivo dessas discussões pode, em um futuro próximo, ser uma maior compreensão das causas mais importantes da SM, por isso não é cientificamente saudável ignorar ou simplesmente tentar desacreditar propostas

que não se enquadram no programa científico vigente. Além disso, essas discussões mostram a vitalidade científica da biologia evolutiva.

No entanto, há detalhes que merecem comentários circunstanciais, como é o caso da seleção sexual discutida na SI. Conforme observado por Samuel Scheiner (comunicação pessoal), a seleção sexual está obviamente incluída na SM, ao contrário de Noble, que a colocou fora de sua SI. O caso é diferente, no entanto, para a seleção multinível, que é considerada por Noble como incompatível com a SM, mas que também foi tratada do ponto de vista da SM (*e.g.*, GOODNIGHT, 2013; 2015). Além disso, alguns adeptos da SM, embora entendam que o “efeito materno” (WOLF & WADE, 2009) evolui por meio da herança genética, admitem que pelo menos parte do “efeito materno” pode ser atribuível à herança epigenética (Michael J. Wade, comunicação pessoal). Esses e outros construtos serão discutidos em detalhes a seguir.

Ao ampliar o “domínio” de um programa de pesquisa (*sensu* PICKETT *et al.*, 2007) torna-se necessário revisar as bases estruturais (construtos) que mantêm a coesão interna (consistência lógica) e a consistência empírica das teorias e hipóteses que ele compreende. No entanto, pode haver também a necessidade de elaboração de novos construtos ou reintegração de pré-existentes (por exemplo, assimilação, acomodação, canalização e epigenética; WADDINGTON, 1953; 1959) que, no momento de sua elaboração, não encontraram espaço construtivo significativo dentro do escopo do programa da SM (ver LALAND *et al.*, 2015). É curioso que o construto de canalização não tenha encontrado espaço suficiente na biologia do desenvolvimento da SM, embora Waddington o tenha cunhado

para descrever a tendência do processo de desenvolvimento de produzir tecidos e órgãos claramente distintos. No entanto, sua importância foi grande para o desenvolvimento da genética quantitativa (WAGNER & ALTENBERG, 1996).

4 Revisão crítica dos construtos evolutivos incluídos nas quatro sínteses

Samuel Scheiner (comunicação pessoal) acredita que a seleção natural é, ao mesmo tempo, um princípio, um processo, um mecanismo, uma teoria, um conceito, um modelo e uma lei, dependendo do contexto e da forma como se quer usá-la. Além disso, processo e mecanismo são sinônimos para ele. No entanto, a não distinção entre esses atributos constitutivos pode causar dúvidas e confusão sobre a natureza e o funcionamento do programa de pesquisa em biologia evolutiva.

Pode ser útil, portanto, esclarecer as diferenças nas definições dos construtos acima, a fim de não causar confusão entre os leitores. Princípio, como o próprio nome indica, é o começo de algo. O início do universo foi o *Big Bang*. Desde o *Big Bang*, vários processos e mecanismos físico-químicos ocorreram a partir de combinações de elementos químicos elementares, que formaram a base inorgânica na qual a vida se originou e evoluiu. A origem da vida foi o surgimento da diversidade orgânica como consequência da diferenciação de processos, mecanismos e seus produtos inorgânicos (ver MOROWITZ, 2000). A partir dessa constituição orgânica, ao longo da história evolutiva, o processo de

seleção natural e a ocorrência de eventos aleatórios deram origem à diversificação e complexidade da diversidade biológica. Vários mecanismos intra (*e.g.*, mutações e desenvolvimento) e extra (*e.g.*, eventos climáticos e interações físico-químicas) do organismo participaram juntos como causas dessa diversificação evolutiva.

Considerando que o processo pode abranger vários mecanismos, a concepção filosófica cartesiana (mecanicismo) de que a natureza funcionaria como uma máquina e, portanto, a estrutura e o funcionamento dos organismos poderiam ser descritos dessa forma, era infundada, uma vez que os organismos não são projetados e concebidos como uma máquina de acordo com um determinado propósito, mas em vez disso resultam da evolução por meio da seleção natural, que não tem propósito algum. Nesse sentido, é importante lembrar que Darwin encontrou dificuldades em usar a metáfora da “seleção artificial” para caracterizar a seleção ocorrendo na natureza porque ela deixou espaço para críticas justamente sobre o propósito implícito na designação “seleção artificial”. Além disso, nesse contexto de uso de metáforas, faz todo o sentido lembrar a advertência de Jacob (1982): “a seleção natural não é engenheira”.

Embora o significado original de “orgânico” como um instrumento, atribuído a Aristóteles, tenha persistido até pelo menos a segunda metade do século XVIII, o termo passou a ser usado como uma qualificação para corpos ou organismos biológicos. Assim, era cada vez mais comum opor o orgânico ao mecânico, uma vez que o orgânico era considerado não redutível a uma máquina (FERRATER MORA, 2001). Mecanismo é geralmente definido como a união de

partes que combinadas dão movimento à engenhosidade ou à máquina. No entanto, mecanismo também pode ser definido como o conjunto de elementos que competem pela atividade de uma estrutura orgânica. Nesse caso, a seleção natural é um processo (ação contínua, realização contínua de alguma atividade promovida por meio de uma série de eventos), no qual participa um conjunto de funções físico-químicas e orgânicas, cujas interações resultam em mudança evolutiva fenotípica.

De forma muito simples, teoria poderia ser definida como “uma ideia que ainda não foi comprovada” (comunicação pessoal de João Luiz Bezerra, criança de seis anos). A seleção natural é uma construção teórica, incluída na estrutura do programa de pesquisa evolutiva, e é uma ideia com forte suporte empírico de mudança fenotípica produzida experimentalmente em laboratório e diretamente observada em campo em muitas espécies de organismos. O número de espécies de animais e plantas para as quais a seleção foi demonstrada é tão grande que poucos biólogos não deveriam acreditar que ela ocorre universalmente no mundo vivo. Essa universalidade “quase certa” do processo levou o evolucionista John Endler (1988) a afirmar que não é mais necessário demonstrar a ocorrência da seleção para que possamos ver sua importância, mas sim aprender porque a seleção ocorre mais frequentemente com certas características fenotípicas do que com outras.

No entanto, do ponto de vista dinâmico, a seleção é mais do que uma ideia que foi demonstrada empiricamente. A seleção é um processo complexo que produz padrões de mudança fenotípica recorrentes em todos os organis-

mos. Por esse motivo, o construto da seleção natural não deve ser usado como uma teoria, hipótese ou conceito simples ou complexo, mas como um processo que requer vários conceitos para ser descrito e compreendido. No entanto, embora eu tenha definido previamente a seleção de uma forma que considero satisfatória, a definição de Skinner (2015) me parece muito mais adequada e sucinta: “A seleção natural é um processo no qual fatores ambientais influenciam a sobrevivência ou o sucesso reprodutivo dos indivíduos que possuem diferentes fenótipos”. Raciocínio semelhante se aplica à consideração da seleção natural apenas como um modelo, porque sendo um processo sua dinâmica pode realmente ser caracterizada e compreendida também por meio de vários modelos adjuntos que representam partes do processo (*e.g.*, equação de melhoristas e um locus-dois alelos, Samuel Scheiner, comunicação pessoal).

Ainda não foi encontrada na biologia (se possível) uma lei que tenha amplitude universal, semelhante à lei da gravitação universal. Por exemplo, a chamada “lei metabólica”, embora revele um ajuste impressionante (0,75) da linha de declive de regressão simples entre o oxigênio metabólico consumido e a massa corporal de muitos animais e plantas (WEST *et al.*, 1997), também apresenta exceções [*e.g.*, preguiça significativamente menor do que o esperado – McNAB (1985); ariranha significativamente maior do que o esperado – IVERSEN (1972)]. Se considerarmos a definição estrita de lei – cujo estatuto é reconhecido por sua aplicação universal, sem exceções, como a lei da gravidade universal – a “lei metabólica” não pode ser considerada uma lei.

Contudo, se for considerada um padrão evolutivo (PIEVANI, 2016), embora não seja uma lei Newtoniana universal, pode ser geral o suficiente para ser considerada o que Pievani chama de uma configuração “semelhante a uma lei”: “é uma regularidade semelhante a uma lei observada (com diferentes graus de frequência) na história natural, compatível com outras”. No entanto, eu proponho que a iniciativa de busca de leis na biologia evolutiva seja abandonada, o progresso da qual segue, e seguirá, a descoberta de padrões gerais suficientes para perceber que a seleção natural resulta em padrões regulares de conjuntos distintos de mudanças fenotípicas no tempo e espaço.

A evolução também não deve ser considerada um sistema de teorias. De acordo com o Dicionário Internacional Webster: “Um sistema é uma agregação ou montagem de objetos unidos por alguma forma de interação regular ou interdependência”. Contudo, a filosofia básica dos sistemas é a de que nenhuma das unidades que constituem um sistema pode ser a base da qual as outras unidades são explicadas. De fato, seguindo essa definição, não é apropriado considerar a evolução como um sistema de teorias evolutivas. A seleção natural explica tanto a evolução (a própria mudança), a descendência com modificação, microevolução, macroevolução e especiação. Portanto, é a base a partir da qual essas outras unidades são explicadas. A esse respeito, a consideração de Lewis (1980) da evolução como um sistema de teorias também não se encaixa. Em contraste, Tuomi (1981) em seu “modelo dinâmico multiníveis” admite que a estrutura teórica da biologia evolutiva seja formada de diversos “programas de pesquisas” concorrentes, *sensu* lakatosiano. Esse modelo propõe que a estrutura

teórica da biologia evolutiva seja formada por quatro tipos de teorias: (1) a “metateoria” (seleção natural), que descreve apropriadamente seleção natural como um processo que vai do nível individual ao populacional; (2) as “teorias específicas”, que representam diferentes possibilidades lógicas de integrar o processo de seleção natural com outros fatores evolutivos (*e.g.*, a teoria genética da seleção combina seleção natural, genética Mendeliana e micromutações aleatórias); (3) os “modelos teóricos”, que são geradores de previsões e servem para testar logicamente as consequências de “teorias específicas” alternativas, definindo, por exemplo, quais resultados seriam produzidos por diferentes tipos de variação; e (4) as “subteorias”, que cobrem um domínio da realidade biológica, por exemplo, a paleontologia. Finalmente, o “modelo dinâmico multiníveis” assume que diversas etapas teóricas são necessárias para que o processo de seleção natural atinja o nível empírico. Embora esse modelo dinâmico seja compatível com a estrutura lakatosiana de “programa de pesquisas”, sua estrutura é tão complexa que dificilmente seria operacional na prática da pesquisa científica conduzida por biólogos evolutivos, mesmo por aqueles que tenham conhecimento elementar em filosofia da ciência, semelhante ao que ocorre com o modelo semântico advogado por Lloyd (1988), comentado acima.

O processo de seleção natural resulta em microevolução – modificação fenotípica gradual lenta ou rápida; a pressuposição de modificação fenotípica gradual lenta ou rápida contrasta com macroevolução (período de especiação abrupta por seleção de espécies), embora haja uma ligação conceitual entre as duas (ARNOLD *et al.*, 2001; REZNICK & RICKLEFS, 2009). Essa ligação concei-

tual pode ser fornecida pelo conceito de “paisagem adaptativa” de Simpson (ARNOLD *et al.*, 2001). Os modelos microevolutivos, que são preditivos da macroevolução, são aqueles que fornecem uma ligação entre essas duas perspectivas teóricas. As principais características desses modelos são a variância e covariância genéticas, o tamanho efetivo da população (N_{sub-e}) e a arquitetura da paisagem adaptativa (ARNOLD *et al.*, 2001). No entanto, a metáfora da “paisagem adaptativa” utilizada por Wrigth (genes e frequências genotípicas), e seguida por Simpson (características fenotípicas), trouxe bastante confusão a respeito do significado real da ação da seleção e deriva genética em promover evolução (ver PIGLIUCCI, 2014 para uma discussão sobre a evolução do entendimento sobre o significado da metáfora).

Embora a deriva genética aleatória tenha sido considerada um mecanismo evolutivo pelo qual modificações aleatórias nas frequências gênicas podem se manifestar fenotipicamente em populações com tamanho efetivo de população reduzido (N_{sub-e}) (HARE *et al.*, 2011), sua ocorrência é rara em comparação às mudanças direcionais causadas pela seleção. A raridade da ocorrência de deriva genética é supostamente devido ao 'amortecimento' do efeito das variações aleatórias nas frequências alélicas em grandes populações, o que torna seu efeito desprezível em comparação ao da seleção; ou seja, a probabilidade de fixar alelos por deriva genética em um curto período de tempo é considerada muito baixa para grandes populações. No entanto, com base em dados fósseis, Lande (1976) concluiu que a deriva genética aleatória pode desempenhar um papel importante na evolução fenotípica, mesmo em grandes populações.

Porém, a deriva genética não parece ser importante em populações subdivididas, nem mesmo em grandes populações. Um ano antes de sua morte, Provine (2014) publicou o livro “A falácia da deriva genética aleatória”, no qual criticava como o construto da deriva genética tornou-se indevidamente importante na genética de populações e na evolução. A descoberta mais eloquente de Provine foi que, começando com Fisher, todos os grandes nomes da genética de populações (*e.g.*, Wright, Haldane e Dobzhansky) usaram o construto para mostrar sua relevância para a genética evolutiva. A questão é que ninguém foi capaz de demonstrar a deriva genética. A principal razão é que todos que adotaram o construto como “carro-chefe” de seus experimentos seguiram o modelo do locus neutro “F” de Fisher. Assim como Fisher, os geneticistas que o sucederam reduziram a endogamia a um único locus com alelos neutros em um único cromossomo. No entanto, o efeito da endogamia resulta na perda de cromossomos e não de alelos em um locus neutro. Assim, os cromossomos foram ignorados em estudos de genética de populações, uma vez que o foco dos estudos passou a ser a aplicação do modelo do locus neutro “F” de Fisher. Consequentemente, também resultou no “banimento” dos cromossomos do desenvolvimento posterior da genética quantitativa. A depreciação da meiose como um mecanismo importante na produção de ampla variabilidade e endogamia em pequenas populações tem levado a genética de populações a uma espécie de “efeito gargalo”, reduzindo sua importância. De acordo com Provine (2014):

A genética de populações foi inventada por Fisher em 1922 e nunca foi alterada por geneticistas populacionais para refletir uma maior compreensão das causas reais da evolução, especialmente a meiose. Agora

sabemos muito sobre meiose. A genética de populações é irreal na biologia moderna.

Contudo, se for realmente verdade que a deriva genética não parece ser importante na genética de populações e na evolução, como Provine (2014) propôs em seu livro “A falácia da deriva genética aleatória”, o cerne da genética populacional evolutiva será fortemente abalado. Em nítido contraste, o geneticista populacional Michael Lynch, parafraseando o famoso aforismo de Dobzhansky, declarou: “Nada na evolução faz sentido, exceto à luz da genética de populações” (LYNCH, 2007). Esse contraste radical é de notável importância, mas está além do escopo desse estudo discuti-lo em profundidade. No entanto, o aforismo de Lynch parece um pouco exagerado, assim como o de Dobzhansky, porque é óbvio que há coisas que fazem sentido em biologia (por exemplo, em ecologia e fisiologia), independentemente da evolução e da genética de populações. Por outro lado, afirmar que a genética de populações é irreal contém uma dose excessiva de exagero. Em resposta à afirmação exagerada de Provine (2014), Samuel Scheiner (comunicação pessoal) afirma:

Will (Provine) funde a meiose, que é um processo que ocorre ao nível de uma única célula, com amostragem aleatória, um processo que ocorre no mínimo entre uma população de gametas. Ele confunde a simplificação matemática de um modelo de um locus com a complexidade da natureza. Nesse último caso, certamente existem modelos de deriva muito mais complicados que levam em consideração grupos de ligação e recombinação, embora não tenham sido feitos por Fisher, Wright ou Haldane. Eles são mais recentes. Will de alguma forma aceita a consanguinidade, mas não a deriva. O que está faltando é uma discussão clara de como os dois estão relacionados, mas não são idênticos. A consanguinidade pode resultar em deriva, mas você pode ter deriva sem consanguinidade e consanguinidade sem deriva, embora as condições para qualquer um sejam um pouco estreitas. [...] Nin-

guém contesta que a deriva pode acontecer. A única questão em disputa é o que é N-sub-e para a maioria das populações e, portanto, quão importante é o processo em populações naturais.

Outro construto muito discutido na biologia evolutiva que enfoca o acaso como importante, em certas circunstâncias, para causar mudança evolutiva, é a contingência. Contingência significa a influência de eventos fortuitos (não implica deriva genética) durante a história evolutiva, que pode mudar imprevisivelmente o curso da evolução: se fosse possível retroceder e repetir novamente a história da evolução orgânica – o experimento mental imaginado por Gould (1989) – a diversificação da diversidade biológica seria diferente do que podemos observar hoje. No entanto, ao contrário de Gould, existem aqueles que enfatizam a forte influência determinística da seleção natural no curso da história evolutiva. Aqueles que defendem a força da seleção natural (*e.g.*, CONWAY MORRIS, 2010) em superar os efeitos do acaso, argumentam que a seleção irá promover soluções idênticas em diferentes períodos da história evolutiva, independentemente dos eventos casuais. Ele destaca a evidência independente de convergência evolutiva que resultou em adaptações semelhantes, como as de certos mamíferos das florestas equatoriais africana (Congo) e brasileira (Amazônia) (MEGGERS *et al.*, 1973).

Blount (2017) acrescentou seu estudo experimental à sequência de estudos experimentais iniciados em 1988 por Richard Lenski sobre evolução experimental, para observações de milhares de gerações de *Escherichia coli*. No trabalho de Blount, o papel da contingência na evolução das adaptações torna-se evidente. No entanto, Conway Morris (2010) argumenta que a contingência seria

importante em uma escala de tempo geológica, enquanto a seleção natural seria importante em uma escala de tempo reduzida. Assim, a convergência evolutiva e a contingência operariam em escalas de tempo diferentes. No entanto, milhares de gerações somente, como no experimento de Blount (2017), não representariam uma escala de tempo geológica.

Agradecimentos: Agradeço a Maxwell Morais de Lima Filho, editor desse número especial, pelo convite; ao CNPq pela concessão da bolsa de pesquisador-visitante junto ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Departamento de Biologia, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará (UFC).

Referências

ABRAMS, M. The unity of fitness. *Philosophy of Science*, v. 76, p. 750-61, 2009.

ARIEW, A. & LEWONTIN, R. C. The Confusions of Fitness. *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 55, p. 347-63, 2004.

ARNOLD, S. J., PFENDER, M. E. & JONES, A. G. The adaptive landscape as a conceptual bridge between micro and macroevolution. *Genetica*, 112-113, 9-32, 2001.

ARNOLD, S. J. Phenotypic evolution: The ongoing synthesis. *American Naturalist*, v. 183, p. 729-46, 2014.

AVISE, J. C. *Conceptual Breakthroughs in Evolutionary Genetics*. Academic Press, New York, 2014.

BENGTSSON, J. Interspecific competition increases local extinction rate in a metapopulation system. *Nature*, v. 340, p. 713-5, 1989.

BLOUNT, Z. D. Replaying evolution. *American Scientist*, v. 105, p. 156-65, 2017.

CONWAY MORRIS, S. Evolution: Like any other science, it is predictable. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, v. 364, p. 133-45, 2010.

DARWIN, C. R. *The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. Chicago: Encyclopedia Britannica, Inc., 1990.

DOHERTY, T. S.; GLEN, A. S.; NIMMO, D. G.; RITCHIE, E. G. & CHRIS R. DICKMAN, C. R. Invasive predators and global biodiversity loss. *Proceedings of National Academy of Science*, 2016. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1602480113.

DUNN, P. M. Aristotle (384–322 BC): philosopher and scientist of ancient Greece. *Arch Dis Child Fetal Neonatal*, v. 91, p. 75–7, 2006.

ENDLER, J. *Natural Selection in the Wild*. Princeton: Princeton University Press, 1988.

ERWIN, D. H. Lessons from the past: biotic recoveries from mass extinctions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 98, p. 5399-403, 2001.

FERRATER MORA, J. *Dicionário de Filosofia*. São Paulo: Edições Loyola, 2001.

GHISELIN, M. T. The failure of morphology to assimilate Darwinism. *In: MAYR & PROVINE (eds.). The Evolutionary Synthesis*. Cambridge: Harvard University Press, 1998, p. 180-93.

GOODNIGHT, C. J. On multilevel selection and kin selection: contextual analysis meets direct fitness. *Evolution*, v. 67, p. 1539-48, 2013.

GOODNIGHT, C. J. Multilevel selection theory and evidence: A critique of Gardner 2015. *Journal of Evolutionary Biology*, v. 28, n. 9, p. 1734-46, 2015.

GOULD, S. J. & ELDREDGE, N. The tempo and mode of evolution reconsidered. *Paleobiology*, v. 3, p. 115-51, 1977.

GOULD, S. J. *Wonderful Life*. New York: Norton, 1989.

HARE, M. P.; NUNNEY, L.; SCHWARTZ, M. K.; RUZZANTE, D. E.; BURFORD, M.; WAPLES, R. S.; RUEGG, K. & PALSTRA, F. Understanding and estimating effective population size for practical application in marine species management. *Conservation Biology*, v. 25, p. 438-49, 2011.

HULL, D. Individuality and selection. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 11, p. 311-32, 1980.

IVERSEN, J. A. Basal energy metabolism of mustelids. *Journal of Comparative Physiology*, 81, p. 341-4, 1972.

JABLONKA, E. The evolutionary implications of epigenetic inheritance. *Interface Focus*, v. 7, 2017: 20160135. <http://dx.doi.org/10.1098/rsfs.2016.0135>

JACOB, F. *The Possible and the Actual*. Washington: University of Washington Press, 1982.

KOONIN, E. V. & WOLF, Y. I. Evolution of microbes and viruses: a paradigm shift in evolutionary biology? *Frontiers Cell Infection Microbiology*, 13 September 2012: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2012.00119>.

KOPP, R. E.; KEMP, A. C.; BITTERMANN, K.; HORTON, B. P.; DONNELLY, J. P. W.; GEHRELS, R.; HAY, C. C.; MITROVICA, J. X.; MORROW, E. D. & RAHMSTORF, S. Temperature-driven global sea-level variability in the Common Era. *PNAS*, v. 113, n. 11, E1434-E1441, 2016.

KUNH, T. S. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press, 1962.

KUTCHERA, U. & NIKLAS, K. J. The modern theory of biological evolution: an expanded synthesis. *Naturwissenschaften*, v. 91, p. 255-76, 2004.

LAKATOS, I. *Philosophical Papers: Volume 1. The Methodology of Scientific Research Programmes*. Cambridge University Press, 1978.

LAKATOS, I. History of science and its rational reconstructions. In: HACKING, I. (org.). *Scientific Revolutions*. Hong-Kong: Oxford University, 1983.

LAKATOS, I & ZAHAR, E. Why Did Copernicus's Research Programme Supersede Ptolemy's? In: LAKATOS, I.; WORRALL, J. & CURRIE, G. (eds.). *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978, p. 168-92.

LALAND, K. N.; ULLER, T.; FELDMAN, M.W.; STERELNY, K.; MULLER, G. B; MOCZEK, A; JABLONKA, E & ODLING-SMEE, J. Does evolutionary theory needs a rethink? *Nature*, v. 514, p. 161-4, 2014.

LALAND, K. N.; ULLER, T.; FELDMAN, M.W.; STERELNY, K.; MULLER, G. B; MOCZEK, A; JABLONKA, E & ODLING-SMEE J. The extended evolutionary synthesis: its structure, assumptions and predictions. *Proceedings of the Royal Society of London B*, v. 282, 2015: 20151019. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.1019>.

LANDE, R. Natural selection and random genetic drift in phenotypic evolution. *Evolution*, v. 30, p. 314-34, 1976.

LEWIS, R. S. Evolution as a system of theories. *Perspectives in Biology and Medicine*, v. 23, p. 551-72, 1980.

LIEBERMAN, B. S. & ELDREDGE, N. What is punctuated equilibrium? What is macroevolution? A response to Pennell *et al.* *Trends in Ecology and Evolution*, v. 29, p. 185-6, 2014.

LLOYD, E. *The Structure and Confirmation of Evolutionary Biology*. Westport, CT: Greenwood Press, 1988.

LYNCH, M. *Origins of Genome Architecture*. Sinauer Associates, Sunderland Mass, 2007.

MARTIN, H. The hypothesis of continental drift in the light of recent advances of geological knowledge in Brazil and Southwest Africa. *Geological Society of South Africa*, v. 7, p. 1-47, 1961.

MARX, W & BORNMANN, L. The emergence of plate tectonics and the Kuhnian model of paradigm shift: a bibliometric case study based on the Anna Karenina principle. *Scientometrics*, v. 94, p. 595-614, 2013.

MAYR, E. The nature of Darwinian revolution. *Science*, v. 176, p. 981-9, 1972.

MAYR, E. *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution and Inheritance*. Harvard University Press, Cambridge, 1982.

MAYR, E. *One Long Argument: Charles Darwin and the Genesis of Modern Evolutionary Thought*. Massachusetts: Harvard University Press, 1991.

MAYR, E. What was the evolutionary synthesis? *Trends in Ecology and Evolution*, v. 8, p. 31-3, 1993.

MAYR, E. & PROVINE, W. B. (eds.). *The Evolutionary Synthesis*. Harvard University Press, Cambridge, 1998.

McNAB, B. K. Energetics, population biology, and distribution of Xenarthrans, living and extinct. In: MONTGOMERY, G. G. (ed.). *The Evolution and Ecology of Armadillos, Sloths and Vermilinguas*. Washington: Smithsonian Institution Press, 1985, p. 219-32.

MEGGERS, B. J.; AYENSU, E. S. & DUCKWORTH, W. D. *Tropical forest ecosystems in Africa and South America*. Washington, D.C.: Smithsonian Institute, 1973.

MOROWITZ, H. L. *The Emergence of Everything: How the World Became Complex*. Oxford: Oxford University Press, 2000.

MUSGRAVE, A. & PIDGEN, C. Irme Lakatos. In: *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Stanford: Winter Edition, p. 1-67, 2016.

NOBLE, D. Evolution beyond neo-Darwinism: A new conceptual framework. *Journal of Experimental Biology*, v. 218, p. 7-13, 2015.

ORR, M. R. & SMITH, T. B. Ecology and speciation. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 13, p. 502-6, 1998.

ORR, A. D. Fitness and its role in evolutionary genetics. *Nature Review Genetics*, v. 10, p. 531-9, 2009.

OSBORNE, H. F. *From the Greeks to Darwin: An Outline of the Development of the Evolution Idea*. Forgotten Books. London: MACMILLAN & CO., LTD, 1913.

PENNELL, M. W.; HARMON, L. J. & UYEDA, J. C. Is there room for punctuated equilibrium in macroevolution? *Trends in Ecology and Evolution*, v. 29, p. 23-32, 2014.

PICKETT, S. T. A.; JONES, C. G. & KOLASSA, J. *Ecological Understanding: The Nature of Theory and the Theory of Nature*. Academic Press, New York, 2007.

PIEVANI, T. How to Rethink Evolutionary Theory: A Plurality of Evolutionary Patterns. *Evolutionary Biology*, v. 43, p. 446-55, 2016.

PIGLIUCCI, M. & KAPLAN, J. *Making sense of evolution: The conceptual foundations of evolutionary biology*. Chicago: University of Chicago Press, 2006.

PIGLIUCCI, M. Do we need a extended evolutionary theory? *Evolution*, v. 61, p. 2743-9, 2007.

PIGLIUCCI, M. The Year in Evolutionary Biology 2009. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1168, p. 218–28, 2009.

PIGLIUCCI, M. Landscapes, surfaces, and morphospaces: What they are good for? In: SVENSSON, E. I. & CALSBEEK, R. (eds.). *The Adaptive Landscape in Evolutionary Biology*. Oxford: Oxford University Press, 2014, p. 26-32.

PISCO, A. O; d'HÉROUËL, A. F. & HUANG, S. Conceptual confusion: the case of epigenetics. *bioRxiv*, 2016. DOI: 10.1101/123456.

PROVINE, W. B. The “Random Genetic Drift” Fallacy. *CreateSpace Independent Publishing Platform*, 2014.

RAMSEY, G. & PENCE, C. H. Fitness: Philosophical Problems. In: *Enciclopedia of Life Sciences*. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester, 2013. DOI: 10.1002/9780470015902.a0003443.pub

RAUP, D. M. & VALENTINE, J. W. Multiple origins of life. *PNAS*, 80,10, 2981-4, 1983.

REZNICK, D. N. & RICKLEFS, R. E. Darwin's bridge between microevolution and macroevolution. *Nature*, v. 457, p. 837–42, 2009.

ROMANES, G. J. Aristotle as a Naturalist. *The Contemporary Review*, v. LIX, 1891.

RUSE, M. Darwinism Past and Present: Is It Past Its “Sell-by” Date? *In: FASOLO, A. (ed.). The Theory of Evolution and its Impact.* Italia, Milan: Springer Verlag, 2011, p. 40-59.

SKINNER, M. K. Environmental Epigenetics and a Unified Theory of the Molecular Aspects of Evolution: A Neo-Lamarckian Concept that Facilitates Neo-Darwinian Evolution *Genome Biological. Evolution*, v. 7, p. 1296–1302, 2015.

SOBER, E. (ed.). *Conceptual Issues in Evolutionary Biology.* Massachusetts: A Bradford Book, MIT, 1994.

TREVISANATO, S. I. Reconstructing Anaximander’s biological model unveils a theory of evolution akin to Darwin’s, though centuries before the birth of science. *Acta Medica Historica Adriatica*, v. 14, p. 63-72, 2016.

TUOMI, J. Structure and dynamics of Darwinian Evolutionary Biology. *Systematic Zoology*, v. 30, p. 22-31, 1981.

WADDINGTON, C. H. Genetic assimilation of an acquired character. *Evolution*, v. 7, p. 118–26, 1953.

WADDINGTON, C. H. Canalization of development and genetic assimilation of acquired characters. *Nature*, v. 183, p. 1654–5, 1959.

WAGNER, G. P. & ALTENBERG, L. Complex adaptations and the evolution of evolvability. *Evolution*, v. 50, p. 967-76, 1996.

WEST, G. B.; BROWN, J. H. & ENQUIST, B. J. A general model for the origin of allometric scaling laws in biology. *Science*, v. 276, 5309, p. 122–6, 1997.

WOLF, J. B. & WADE, M. J. What are maternal effects (and what are they not)? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 364, p. 1107–15, 2009.

WOLINSKY, H. The puzzle of sympatry. *EMBO Reports*, v. 11, p. 830-3, 2010.

WRAY, G. A.; HOEKSTRA, H. E.; FUTUYMA, D. J.; LENSKI, R. E.; MACKAY, T. F. C.; SCHLUTER, D. & STRASSMANN, J. E. Does evolutionary theory need a rethink? *Nature*, v. 514, p. 161-4, 2014.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



POR QUE A MATEMÁTICA INTERESSA À BIOLOGIA?

Jobson de Queiroz Oliveira

Doutor em Matemática pela UFC
Professor da Licenciatura em Matemática da
Faculdade de Educação, Ciências e Letras do Sertão Central da UECE
jobson.oliveira@uece.br

Resumo

Neste trabalho abordamos a relação entre Biologia e Matemática. Na primeira seção descrevemos uma questão antiga da Filosofia da Matemática: a questão da descoberta ou invenção da Matemática, em particular abordamos o Platonismo, representado por Kurt Gödel e o Formalismo, representado por David Hilbert, apresentando um panorama histórico da discussão. Em seguida discutimos a questão do funcionamento da Matemática como linguagem para descrever o universo, passando de noções abstratas à descrição de fenômenos no mundo real. Apresentamos alguns exemplos de modelos matemáticos. Por fim apresentamos algumas das várias aplicações modernas da Matemática à Biologia, incluindo o estudo de epidemias, genética das populações e crescimento de organismos.

Palavras-chave: Biologia. Matemática. Modelagem matemática.

Abstract

In this work we approach the relationship between Biology and Mathematics. In the first section, we describe an old question from the Philosophy of Mathematics: the question of the discovery or invention of Mathematics, in particular we approach Platonism, represented by Kurt Gödel and Formalism, represented by David Hilbert, bringing down a historical panorama of the discussion. Then we discuss the question of how Mathematics works as it speaks to the universe, moving from abstract notions to the description of phenomena in the real world. We present some examples of mathematical models. Finally, we present some of the many modern applications from mathematics to biology, including the study of epidemics, population genetics and growth of organisms.

Keywords: Biology. Mathematics. Mathematical models.

1 Introdução

Nos últimos anos a pesquisa científica tem se beneficiado da interdisciplinaridade, isto é, o uso de teorias e técnicas de uma certa área do conhecimen-

to aplicadas a outras áreas (situação inclusive estimulada nos currículos da Educação Básica). Nesse contexto, a Matemática tem surgido como ferramenta de trabalho das mais variadas áreas, desde a Física, mais antiga das relações, até as chamadas Ciências Sociais, desde a óbvia aplicação à Economia até as surpreendentes aplicações em Psicologia.

O primeiro exemplo das aplicações da Matemática à Biologia, normalmente apresentado no Ensino Médio, é o de Mendel usando probabilidade nos seus estudos de Genética. No Ensino Superior, a interface entre Matemática e Biologia é geralmente apresentada nos cursos de graduação como aplicações de equações diferenciais ordinárias a tópicos como crescimento populacional, relação predador-presa etc. Outros exemplos de aplicações aparecem na Biologia Molecular, Biologia Celular, Biologia Evolutiva e Epidemiologia.

Em geral, o problema do diálogo entre matemáticos e biólogos é de tradução: o biólogo raramente consegue formular um problema que interesse ao matemático, ao mesmo tempo que o matemático não sabe que tipo de conclusões sobre o problema o biólogo considera relevantes. Isso se dá em grande parte pelo tipo de linguagem utilizadas por cada uma das disciplinas. *Grosso modo*, enquanto a Matemática lida com abstração, problemas "irreais" (não práticos) e tem como foco a demonstração e previsibilidade (na maioria dos casos), a Biologia se ocupa de pensamentos práticos e problemas reais, sempre lidando com o indeterminismo inerente aos seres vivos (devido à complexidade de organismos e sistemas).

2 A natureza matemática

O platonismo em Matemática é a concepção segundo a qual a Matemática existe, independentemente dos seres humanos. Segundo esta visão a Matemática é descoberta pelos pesquisadores, e esta é a razão dela funcionar tão bem como descrição dos fenômenos naturais: o universo impõe a Matemática à humanidade. Essa existência independente da Matemática é comparável a uma paisagem. Para o matemático Rudy Rucker os objetos matemáticos ocupam uma espécie de "espaço mental" chamado *psicorama*. O pesquisador em Matemática seria um tipo de explorador desse espaço tal qual um explorador numa selva, desbravando territórios desconhecidos, abrindo novas passagens e conhecendo novas realidades. Cada explorador, ao passar por uma "paisagem" tem sua própria descrição da mesma, ou seja, cada explorador dá um relato diferente das suas descobertas. Isso explica o fato de dois pesquisadores, ao abordar o mesmo assunto, conseguirem resultados (teoremas) diferentes. Penrose (1989, p. 111) escreve

Esses conceitos matemáticos muitas vezes parecem algo de uma realidade profunda, algo que vai bastante além das deliberações de qualquer matemático particular. É como se o pensamento humano fosse guiado em direção a uma verdade externa e eterna – verdade que tem sua realidade própria e que a qualquer um de nós só é revelada parcialmente.

No entanto, existe uma outra visão sobre a Matemática, a de que ela é criada, sendo simplesmente um produto do intelecto humano, sem qualquer relação direta com os fenômenos naturais, quando há uma estrutura matemática

que descreve algum fenômeno natural isto é visto com indiferença ou, no máximo, como uma feliz coincidência. Essa visão da Matemática é representada pelo Formalismo de David Hilbert e seu programa de mecanização de provas matemáticas. Tal programa consistia de dois objetivos principais: a Matemática deveria ser capaz de responder a qualquer pergunta, ou seja, decidir se uma sentença é verdadeira ou falsa, e ser livre de inconsistências, isto é, não deveria ser possível provar, ao mesmo tempo, que uma sentença é verdadeira e falsa, evitando dessa forma os paradoxos. O exemplo a seguir ilustra a diferença entre formalistas e platonistas.

A afirmação "2 é o único primo par" é verdadeira ou falsa? Algebricamente tal afirmação é verdadeira, mas no sentido absoluto isso também ocorre? Isto é, ela é verdadeira independentemente de uma mente inteligente que a formule? Em outras palavras, ela era verdadeira antes da invenção ou descoberta dos números primos? O platonista dirá que sim ao passo que o formalista afirmará que tal pergunta carece de sentido.

No início do século XX, Bertrand Russell mostrou ser possível expressar paradoxos matematicamente. Os paradoxos eram conhecidos desde a Antiguidade e foi com o intuito de evitá-los que a Escola Formalista de Hilbert tentou axiomatizar todo o corpo do conhecimento matemático, sugerindo assim a ideia de que todo problema matemático fosse solúvel. Durante as duas primeiras décadas do século XX vários matemáticos se dedicaram a execução do programa de Hilbert. No entanto, o programa teve seu fim em 1931, quando Kurt Gödel escreveu um artigo intitulado *Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Ma-*

thematica und verwandter Systeme (Sobre as proposições indecidíveis no *Principia Mathematica* e sistemas relacionados). Gödel mostrou ser impossível a tarefa à qual se propunha a Escola Formalista. O Primeiro Teorema de Incompletude afirma que em todo sistema formal pode-se construir uma sentença que, quando interpretada intuitivamente, afirma ser ela própria não demonstrável.

Teorema: Se o conjunto axiomático de uma teoria é consistente, então existem teoremas que não podem ser nem provados nem negados.

O fato notável na demonstração é a construção explícita de uma afirmação verdadeira que não pode ser demonstrada. Em particular, Gödel demonstrou que qualquer sistema axiomático que contenha a Aritmética não pode ser completo (um sistema axiomático é um conjunto de sentenças, denominadas axiomas, dos quais se deriva, de acordo com regras bem definidas chamadas regras de inferência, outras sentenças, denominadas teoremas. Um sistema axiomático é dito consistente se não é possível derivar, a partir dos axiomas, via as regras de inferência previamente fixadas, uma proposição e sua negação. Um sistema formal qualquer P é dito completo se todas as fórmulas de P são demonstráveis nele próprio). Gödel acreditava que uma consequência dos seus teoremas de incompletude era a existência autônoma das verdades matemáticas indemonstráveis, confirmando assim o seu platonismo.

A genialidade do argumento de Gödel, hoje chamado de aritmetização de Gödel, é algo singular. Para uma discussão completa da prova recomenda-se o livro *A Prova de Gödel*, de Nagel e Newman.

O segundo teorema afirma que a consistência de um sistema formal não pode ser provada usando apenas a axiomática do próprio sistema.

Teorema: Não existe procedimento construtivo que prove ser consistente a teoria axiomática.

Em 1960, o físico Eugene Wigner escreveu um artigo intitulado *The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences (A implausível eficácia da Matemática nas Ciências Naturais)*. Neste artigo, Wigner se mostra admirado com o fato de estruturas matemáticas abstratas, construídas sem nenhuma relação com qualquer fato de natureza real ou concreta servirem aos físicos como ferramenta de predição e generalização de fenômenos do universo físico. Um exemplo notável, citado por Wigner, dessa relação aparece na Mecânica Quântica, que usa números complexos, cuja invenção como se deu como resposta a uma pergunta puramente algébrica, para descrever com muito sucesso, juntamente com a estrutura formal de espaços de Hilbert, os fenômenos subatômicos. Outro exemplo dessa utilização é a Geometria Riemanniana, criada por Bernhard Riemann (1826-1866) como uma generalização da geometria euclidiana e que foi utilizada por Albert Einstein (1889-1955) na formulação da Teoria da Relatividade. Em resumo, as duas teorias mais robustas e da Física do século XX utilizam

estruturas matemáticas abstratas, cuja criação jamais pretendeu qualquer aplicação prática inicial. Ressalte-se ainda o fato de que, tanto a Mecânica Quântica quanto a Teoria da Relatividade, essenciais para o desenvolvimento tecnológico experimentado pela humanidade nas últimas décadas, foram exaustivamente testadas desde a sua criação e até o momento todas as suas previsões foram confirmadas. Uma discussão mais abrangente sobre a natureza da Matemática e sua relação com a estrutura da realidade pode ser encontrada em *A essência da realidade*, de David Deutsch.

3 Sorriso sem gato (abstrato *versus* real)

Os registros históricos mais antigos conhecidos do uso da Matemática são devidos aos babilônios e egípcios. Estes povos utilizavam a matemática como ferramenta para a resolução de problemas associados à medição de terras e cobrança de impostos (o papiro de Rhind, datado de 1650 a. C., descreve a solução de 85 problemas envolvendo aritmética, frações, cálculo de áreas e volumes, regra de três e equações lineares, trigonometria e geometria). Não havia métodos gerais de resolução de problemas, cada um era tratado de maneira individual. Além disso, não era utilizada uma linguagem simbólica que auxiliasse na abordagem dos problemas, as soluções, apresentadas como uma espécie de receita eram quase sempre textuais. Foi com os gregos que a Matemática adquiriu um caráter mais teórico e científico, a partir da utilização de argumentos ló-

gico-dedutivos, introduzindo a noção de demonstração e a abstração dessa forma distanciando-se do caráter eminentemente aplicado da Matemática dos egípcios e babilônios. Uma contribuição formidável foi dada por Euclides (300 a. C.) que na sua obra *Os Elementos* compilou toda a matemática conhecida até então, apresentando-a de maneira unificada, com o objetivo de apresentar a Teoria dos Sólidos de Platão e a Teoria dos Números de Teeteto. Euclides ficou famoso pela concepção do livro em si, considerado como o primeiro tratado científico, modelo para todos os outros em qualquer ramo da ciência, e pela escolha que fez dos axiomas. Vale ressaltar que muitos outros povos desenvolveram sua própria Matemática, atingindo avanços surpreendentes como os chineses e hindus.

Ao longo de sua história, a Matemática atingiu níveis cada vez mais altos de abstração. O progresso em Matemática sempre decorre da criação de novos conceitos que muitas vezes englobam conceitos antigos. Tal situação ocorre, por exemplo, com os números. Inicialmente, tinham-se os números naturais (1, 2, 3, ...). Logo se percebeu que tais números eram insuficientes, pois existiam os chamados segmentos incomensuráveis (dois segmentos AB e CD são ditos comensuráveis se existe um terceiro segmento EF de modo que é possível medir AB e CD, ao mesmo tempo, com EF, ou seja, se EF "cabe" m vezes em AB e n vezes em CD). O exemplo mais famoso de segmentos incomensuráveis é dado pelos lados e pela diagonal de um quadrado de lado 1, cuja diagonal é $\sqrt{2}$ (basta aplicar o Teorema de Pitágoras a um triângulo retângulo cujos catetos medem 1). A criação do zero (conceito de vazio), dos números negativos (conceito de dívida),

racionais (divisão), irracionais (segmentos incomensuráveis) sempre correspondeu a uma necessidade de ampliação do conceito de número para a solução de problemas. Até os números reais existia uma associação concreta, pois pode-se estabelecer uma relação biunívoca entre os pontos de uma reta e o conjunto dos números reais. A partir dos estudos de Tartaglia sobre a equação do terceiro grau, percebeu-se a necessidade da criação de novos números, em particular em resposta à seguinte pergunta: qual é a raiz quadrada de -1? A solução encontrada foi a definição do número imaginário i , cuja propriedade fundamental é que $i^2 = -1$. Tal solução levou à criação dos números complexos, que não possuem nenhum correspondente no mundo real da experiência cotidiana, mas que, no século XX, encontrou aplicações na Física Quântica.

O exemplo acima é um dos muitos que envolvem a abstração. Por vezes tal processo de abstração foi alvo de críticas, uma das mais famosas, e por vezes desconhecida, sendo devida ao famoso autor infantil Lewis Carrol. Em seu famoso livro *Alice no País das Maravilhas*, lançado em 1865, o autor apresenta um personagem bastante singular chamado Gato de Chesire, um gato falante que, por algum motivo, está sempre rindo e que pode aparecer e desaparecer a seu bel prazer. Mais ainda, quando desaparece, a última parte dele a sumir é seu sorriso. Uma das tiradas famosas de Alice no livro acima diz respeito a isso: "já vi gato sem sorriso, mas nunca vi sorriso sem gato". O autor, Lewis Carroll, pseudônimo de Charles Lutwidge Dodgson (1832-1898), foi professor de Matemática na prestigiosa Universidade de Oxford. O livro, ao mesmo tempo em que divertia crianças, satirizava os colegas matemáticos de Dodgson e se comu-

nicava com eles. Segundo estudiosos da obra de Carroll, o misterioso “sorriso sem gato” é uma metáfora que remete ao caráter abstratizante da Matemática moderna, que prefere definições que desnudem os conceitos de quaisquer atributos considerados desnecessários. Vale ressaltar que tal abstração ganhou, desde os dias de Carroll até hoje, mais e mais complexidade.

Antes não fazia sentido falar do número dois isoladamente. Sempre se pensava em termos concretos, fazendo-se a correspondência entre o número e o objeto. Por exemplo, havia apenas dois sapatos, dois cavalos, duas maçãs, etc. Agora, *abstraiamos*, ou seja, separamos o conceito do número dois dos conjuntos de dois elementos. O número dois sem estar associado a um par de objetos em particular é o “sorriso sem gato”, flutuando no espaço sem se ligar a nada. Dessa forma, as definições perdem seu apelo intuitivo e se tornam mais difíceis de entender por soarem estranhas e artificiais. Com o excesso de abstração, a linguagem se torna tão afetada e os problemas tão formais que pode parecer que ele está em um outro mundo que não é exatamente um “país das maravilhas”. Podemos citar como exemplo de tal abstração o conceito, surgido na década de 1930, de variedade, uma abstração do conceito de superfície que prescinde de um espaço ambiente que a contenha. A noção intuitiva de superfície é simples de compreender ao se falar, por exemplo, da superfície de uma bola de futebol. Sempre que pensamos numa bola de futebol ela está contida no espaço tridimensional da nossa experiência cotidiana ao passo que uma variedade é uma “superfície” sem necessidade de espaço que a contenha, ou seja, ela em si mesma é o espaço. O uso da abstração faz com que aspectos das definições que as

restringiriam a objetos específicos sejam descartados. Por isso, não precisamos redefinir as relações para cada tipo de objeto. Outra vantagem da forma moderna de definir objetos da Matemática é que o emprego de linguagem formal muito precisa que, na mesma medida de sua artificialidade, elimina as ambiguidades da linguagem cotidiana. Passemos agora ao mundo real.

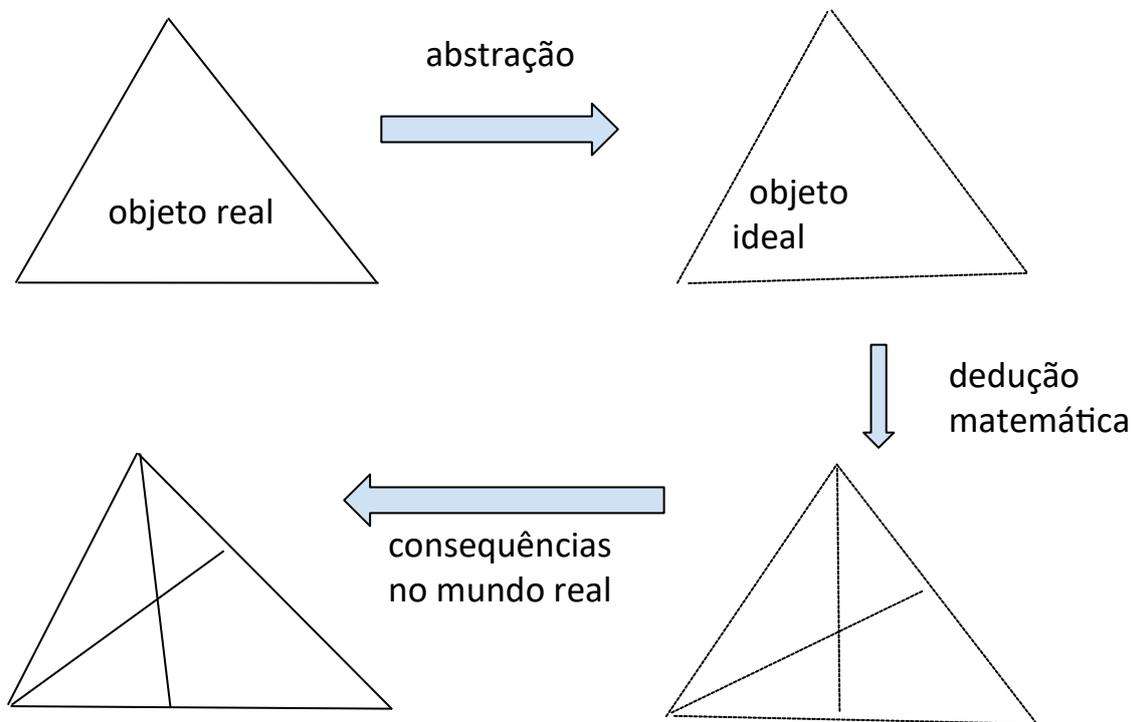
A despeito da complexidade do mundo ao nosso redor, dois fatos chamam a atenção: a regularidade e a invariância das leis da natureza. Tais fatos desconcertantes é que permitem que haja o desenvolvimento da Ciência pois, se a cada medição ou repetição um experimento se mostrasse diferente não seria possível desenvolver explicações racionais para tais fenômenos. Portanto as leis da natureza são invariantes donde é natural que sejam descritas matematicamente, uma vez que a Matemática é determinística. Nas palavras do matemático francês Pierre Simon Laplace (1749-1827): "dê-me as condições iniciais do sistema e eu direi o seu estado e comportamento em qualquer tempo futuro". O matemático em geral não se vê envolvido com fenômenos naturais em suas investigações, ele simplesmente pensa num problema que julga interessante ou desafiador. A motivação para a pesquisa matemática é normalmente autocontida: vez por outra um problema físico dá início à pesquisa para, uma vez formulado matematicamente o problema, ser imediatamente esquecido. Um fator preponderante nessa questão é o desconhecimento que os pesquisadores de uma determinada área tem com relação às outras áreas, chegando por vezes as raias da total ignorância.

A Matemática, em particular após o surgimento do Cálculo Diferencial, devido a Newton e a Leibniz, surge como a linguagem adequada para descrever fenômenos naturais, pois quase tudo na Natureza é mudança, estados imutáveis são raros (e mesmo nesses casos a Matemática serve como linguagem). Ocorre que o grau de complexidade ao traduzir matematicamente essas mudanças no nível biológico é demasiado elevado. Em geral é necessária uma aproximação e sucessivos refinamentos dessa aproximação para descrever fidedignamente os fenômenos biológicos.

Ao formular seus problemas a Biologia o faz em uma linguagem não-matemática. Os fenômenos e processos estudados pelos biólogos são, em sua maioria, abordados utilizando métodos e técnicas completamente estranhos aos matemáticos. Por conta da natureza desses métodos faz-se necessária uma adaptação ou tradução da linguagem biológica para a linguagem matemática.

A "tradução" da linguagem biológica para a matemática se faz através de modelos matemáticos. A partir da abstração da situação, parte-se de modelos simples, obtendo-se uma descrição parcial do fenômeno biológico que se deseja estudar. Este processo permite tornar o problema que se deseja estudar tratável do ponto de vista matemático, tornando possível o uso de várias ferramentas matemáticas para a solução. Uma vez obtida a solução matemática do problema, deve-se interpretar tal solução em termos biológicos: ela é possível? Há sentido biológico na resposta matemática? Já observamos que tais modelos, no entanto, não conseguem englobar toda a complexidade inerente à vida e seus diversos mecanismos. Isso se dá em parte pelo próprio procedimento de modela-

gem, que é reducionista. Por vezes é necessário um aprimoramento do modelo ou remodelagem, adicionando mais parâmetros de modo a melhorar a descrição do fenômeno. No entanto, a adição de mais variáveis ao problema pode levar a um modelo não exequível do ponto de vista matemático ou mesmo do biológico, pois é necessário que a correlação entre todos os parâmetros do modelo seja conhecida. Ou seja, realizar uma modelagem matemática não significa produzir os modelos descritivos mais compreensíveis ou fidedignos à realidade, mas sim produzir modelos que sejam suficientemente simples e que incorporem as principais características do fenômeno estudado. Pode parecer contraditório, mas um modelo que leva mais variáveis em consideração não necessariamente é melhor ou mais “realístico”. Na verdade, se um modelo leva mais variáveis em consideração do que outro e ambos têm a mesma eficiência, o segundo modelo é considerado melhor, levando em conta a chamada Navalha de Occam: Se em tudo o mais forem idênticas as várias explicações de um fenômeno, a mais simples é a melhor.



Passemos agora à descrição de alguns desses modelos matemáticos.

4 Aplicações da matemática à biologia

Em seu famoso livro *A arte de resolver problemas*, Polya (2006, p. xix-xx) apresenta um esquema onde afirma que a solução de um problema, matemático ou não, se dá em quatro etapas:

1. Compreensão do problema;
2. Estratégia(s) de solução;
3. Aplicação da(s) estratégia(s);
4. Verificação da validade da solução

Compreender um problema significa, dentre outras coisas, traduzi-lo em uma linguagem científica (que varia de acordo com a área do pesquisador). Neste ponto reside uma grande dificuldade da modelagem matemática de fenômenos biológicos: como expressar matematicamente o problema e como interpretar biologicamente a resposta matemática do problema. Sobre isso temo que

um modelo é uma simplificação abstrata que permite gerar previsões sobre o comportamento de um sistema sob diferentes condições e desvendar o papel desempenhado pelos vários componentes do sistema nesses comportamentos (FRIEDMAN, 2004, p. 799).

A elaboração de um modelo, que é exatamente a "compreensão" de um problema, depende do fenômeno que se quer estudar. A consideração, ou não, de certos parâmetros é crucial para a elaboração do modelo. Parâmetros demais podem levar a elaboração de um modelo cuja solução seja demasiado difícil ou impossível. Parâmetros de menos podem gerar um modelo por demais simplificado que não gerará soluções realistas. Os parâmetros escolhidos podem ou não depender do tempo. Em caso afirmativo eles são chamados de variáveis de estado. Os dados experimentais também constituem uma parte importante do modelo e são chamados de parâmetros construtivos. Em resumo, um modelo representa a evolução temporal das variáveis de estado a partir dos parâmetros construtivos. Em notação matemática escrevemos: $x' = F(x, \lambda, t)$, onde x representa a(s) variável(is) de estado e x' representa a sua variação temporal (ou derivada, em linguagem matemática), λ representa os parâmetros construtivos e t representa o tempo. F é a função que relaciona essas grandezas entre si ($x' = F(x,$

λ, t) é chamada de equação diferencial). A seguir apresentamos o primeiro exemplo de que se tem notícia da solução de um problema biológico relevante usando Matemática: a propagação da varíola.

4.1 Vacinação

Em 1760, Daniel Bernoulli apresentou à Academia de Ciências da França um artigo intitulado *Essai d'une nouvelle analyse de la mortalité causée par la petite vérole et des avantages de l'inoculation pour la prévenir*. O trabalho de Daniel Bernoulli tinha como objetivo avaliar a eficácia de um programa controverso de vacinação contra a varíola, que era, na época, uma grande ameaça à saúde pública. Bernoulli apresentou um modelo tão consistente que ainda hoje pode ser aplicado, igualmente bem, a qualquer outra doença que, se uma pessoa a contrai e sobrevive, tem imunidade para o resto da vida.

Utilizando dados fornecidos por Edmund Halley, Bernoulli foi capaz de construir uma curva de sobrevivência para a população suscetível à varíola. Considerando pessoas de 0 a 25 anos ele calculou, para cada faixa de idade, a proporção da população não infectada e, portanto, suscetível a infecção. Bernoulli assumiu que a probabilidade de contrair varíola, para qualquer indivíduo suscetível com qualquer idade era constante e igual a 12.5%. Além disso, ele também supôs que a taxa de mortalidade, independentemente da idade dos indivíduos, era também de 12.5%. Admitindo uma taxa de 1300 recém-nascidos inoculados no nascimento, Bernoulli conseguiu comparar a tabela de sobrevi-

vência da linha de base de Halley com a de uma população em que a varíola foi completamente erradicada.

Após analisar os dados fornecidos por Halley, a modelagem de Bernoulli para a propagação da varíola era dada pelas equações diferenciais a seguir, que apresentaram a evolução temporal da varíola na população susceptível:

$$dS/dt = -aS - mS, (1)$$

$$dN/dt = -\mu aS - mN, (2)$$

$$dR/dt = a(1 - \mu)S - mR, (3)$$

Sendo que $S(t)$ é a população de susceptíveis à doença no instante t , $N(t)$ é a população total, a é a constante associada à taxa contaminação dos susceptíveis, μ é a proporção de susceptíveis que morrem por consequência da doença, m é a constante associada à taxa de morte natural e $R(t)$ representa as pessoas que sobreviveram a doença, as quais se tornaram imunes.

Baseado no modelo que acabamos de descrever e usando os melhores dados possíveis sobre mortalidade disponíveis na época, Bernoulli estimou que $a = (1/8) \text{ ano}^{-1}$ e $\mu = 1/8$. Usando esses valores a conclusão de Bernoulli foi que se as mortes por varíola pudessem ser eliminadas, poder-se-ia adicionar aproximadamente 3 anos à vida média esperada (em 1760) da população que era de 26 anos e 7 meses. Portanto, ele apoiou o programa de vacinação. Durante esse período ele se envolveu em uma discussão com outro famoso matemático de sua época, Jean le Rond D'Alembert (1717-1783), sobre a interpretação dos riscos relativos

de morte por varíola e variolação. D'Alembert afirmava que os riscos reais deste último eram 17 vezes maiores do que os da própria varíola. No entanto, ele acabou moderando suas objeções e o artigo foi finalmente publicado em 1766. Uma discussão completa e mais técnica no artigo de Bernoulli pode ser encontrada no artigo de Glomski e Ohanian intitulado *Eradicating a Disease: Lessons from Mathematical Epidemiology*.

O modelo de Bernoulli apresentou resultados que influenciaram as políticas de saúde pública, trazendo imunidade aos indivíduos através da inoculação do vírus obtido nas pessoas infectadas, reduzindo a taxa de mortalidade através da vacina. Os benefícios potenciais da variolação tornaram-se irrelevantes dentro de 3 décadas, quando Jenner demonstrou a segurança da vacina contra a varíola bovina na Inglaterra em 1796.

4.2 Genética das Populações

A genética das populações tem início com o artigo de G. H. Hardy intitulado "*Mendelian proportions in a mixed population*". O artigo de Hardy é pioneiro, pois aborda, de maneira totalmente nova, um assunto à época controverso, a Teoria da Evolução. Usando ideias simples, ele foi capaz de enunciar um teorema que afirma que se nenhum fator evolutivo atuar em uma determinada população sujeita a certas condições, então a frequência dos seus alelos permanecerá constante ao longo do tempo. É curioso que Hardy, um matemático que se gabava de nunca ter escrito nenhum trabalho que tivesse aplicação prática, te-

nha se ocupado de tal problema. Ele escreve no início de seu artigo, que ele classificou como muito simples:

Estou relutante em me intrometer numa discussão de assuntos nos quais eu não tenho experiência ou conhecimento, e eu deveria esperar que o ponto muito simples que eu desejo fazer fosse familiar aos biólogos. De qualquer maneira, alguns comentários do sr. Undy Yule, para quem o sr. R. C. Punnett chamou minha atenção, sugerem que isso ainda vale a pena ser feito...

De maneira independente o médico Wilhelm Weinberg chegou às mesmas conclusões de Hardy. Ele apresentou suas ideias numa palestra em 13 de janeiro de 1908, alguns meses antes da publicação do artigo de Hardy. Os resultados de Weinberg foram publicados no fim de 1908. Por muitos anos o resultado foi creditado apenas a Hardy. Um dos motivos apontados para tal injustiça seria o fato de Weinberg ter escrito seu artigo em alemão, pouco conhecido dos falantes de língua inglesa. Uma discussão, em inglês, sobre tais motivos pode ser encontrada no artigo *Weinberg and language impediments*, de J. F. Crow.

Podemos enunciar o teorema de Hardy-Weinberg para o equilíbrio gênico de uma população:

Teorema: Seja uma população satisfazendo as seguintes condições:

- a. A população deve ser suficientemente grande, de modo que possam ocorrer todos os tipos de cruzamento possíveis, de acordo com as leis de probabilidades.

- b. A população deve ser panmítica, isto é, os cruzamentos entre indivíduos de diferentes genótipos devem ocorrer ao acaso, sem qualquer preferência.

Se não houver mutação, seleção ou migração nesta população, então ela permanecerá em equilíbrio gênico, ou seja, as frequências dos alelos não sofrerão alterações ao longo das gerações.

O princípio de Hardy-Weinberg – também conhecido como "Primeira Lei de Newton da Evolução" – assevera que na ausência de fatores evolutivos, as frequências gênicas se mantêm constantes em uma população teórica. É claro que sempre há fatores evolutivos em ação nas populações reais tais como migração, mutação dentre outros. No entanto, a lei de Hardy-Weinberg é importante porque permite determinar quanto e como o equilíbrio de uma população está sendo afetado pelos fatores evolutivos. Em seu argumento, que Hardy considera quase trivial, ele concluiu que as frequências genóticas são dadas pela expressão:

$$(p + q)^2 = 1,$$

onde p é a frequência do alelo dominante e q é a frequência do alelo recessivo. Desenvolvendo a expressão, obtemos $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ onde p^2 é a frequência do genótipo homocigoto dominante, $2pq$ é frequência do genótipo heterocigoto e q^2 é a frequência do genótipo homocigoto recessivo.

4.3 Por que não existem gigantes?

Galileu Galileu – o grande físico, astrônomo e matemático – ocupou-se extensivamente dessa pergunta no seu livro *Dois Novas Ciências*. Nesse trabalho, ele mostrou que, ao mudar a escala de um objeto, seu volume aumenta com o cubo da razão de semelhança λ , enquanto a área de sua superfície ou de uma seção transversal qualquer do sólido aumenta com o quadrado de λ . Esse resultado é conhecido como Lei do Quadrado-Cubo, nome pouco apropriado porque não é uma lei da Natureza, mas um teorema da Geometria.

Para ilustrar o resultado suponha dado um cubo de lado 1cm. O volume de um cubo é dado pelo produto de seu comprimento, largura e altura, neste caso então seu volume será de $1 \times 1 \times 1 = 1 \text{ cm}^3$ e a área da sua base será de 1cm^2 . Agora considere um cubo de lado 2 cm. O volume deste novo cubo será $2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ cm}^3$ e a área de sua base será de $2 \times 2 = 4 \text{ cm}^2$. Ou seja, ao dobrar o lado de um cubo aumentamos a sua área da base em 4 vezes e o seu volume 8 vezes.

O problema é que a Lei do Quadrado-Cubo tem consequências trágicas para os gigantes. De fato, ao aumentar as proporções de um ser humano, sua massa (volume) aumenta com o cubo de sua altura enquanto a área da seção transversal de cada um de seus ossos aumenta com o quadrado. Mas a resistência dos ossos (sua capacidade de suportar tensão), é proporcional às suas seções transversais, logo, os ossos de um gigante se quebrariam pela ação de seu próprio peso. E os efeitos da Lei do Quadrado-Cubo se fazem sentir por toda parte.

Uma outra aplicação da Lei do Quadrado-Cubo aparece na relação superfície-volume. Novamente considerando um cubo de lado 1cm, a área de sua superfície é a soma das áreas dos seus lados, ou seja, um cubo de lado 1cm tem 6 cm^2 de superfície e, já sabemos, 1 cm^3 de volume, daí obtemos que a relação superfície- volume desse cubo é $6/1=6$. Se considerarmos o cubo de lado 2 cm, sua área de superfície será de $6 \times 4=24 \text{ cm}^2$ e seu volume é de 8 cm^3 . A relação superfície-volume para este cubo é de $24/8= 3$. De fato, vale que quanto menor for o corpo maior será a relação superfície-volume desse corpo. No caso de bebês, a Lei do Quadrado-Cubo faz com que a relação superfície-volume seja maior nos bebês e demais filhotes e, assim, eles perdem mais calor. Em consequência disso, animais de sangue quente, como os seres humanos, não podem nascer muito menores que seus pais (compare por exemplo, um bebê humano com um filhote de jacaré) para não aumentar em demasia a relação superfície- volume. Além disso, para manter a temperatura corporal constante, esses animais tendem a nascer mais arredondados e com extremidades mais curtas, compensando, assim, a Lei do Quadrado-Cubo: dentre os sólidos de mesmo volume, as esferas têm a menor área superficial. Os jacarezinhos, no entanto, são jacarés adultos em miniatura.

O mesmo ocorre com células. Quando o raio de uma esfera cresce, o seu volume cresce mais rapidamente que a área da superfície desta. Basta lembrar que o volume da esfera de raio r é dado por $\frac{4}{3} \pi r^3$, enquanto que a área da esfera é dada por $4 \pi r^2$, portanto a relação superfície-volume da esfera é $3/r$, que diminui à medida que o raio r cresce. Imagine uma criatura unicelular como

uma bactéria. Ela absorve todo o seu oxigênio e alimento através de sua superfície celular que atua ao mesmo tempo como um intestino e pulmões, servindo tanto para absorção de nutrientes e oxigênio quanto para eliminação de dejetos. Se o tamanho da bactéria crescer em demasia ela não seria capaz de sobreviver. A razão disto está na geometria: o volume da bactéria cresce mais rapidamente do que a área da sua superfície. Desta forma, a superfície externa não seria capaz de sustentar um fluxo de nutrientes e oxigênio em quantidade suficiente para sustentar as exigências internas, cujo funcionamento, devido ao aumento de volume da bactéria, demandaria mais nutrientes e oxigênio. A mesma ideia se aplica a qualquer tipo de célula. Isso explica o fato de que apesar de um elefante ser muito maior do que um rato, suas células têm aproximadamente o mesmo tamanho, pois elas não poderiam crescer demais.

5 Considerações finais

O debate sobre a natureza dos objetos matemáticos, e da própria Matemática continua bastante ativo ainda nos nossos dias. A pesquisa em Matemática tem levado a conceitos cada vez mais gerais e abstratos, ao mesmo passo em que novas aplicações de velhos e novos conceitos, nas mais diversas áreas, aparece com frequência. Isso cria mais argumentos de lado a lado da discussão.

Diante de todas as situações descritas aqui vemos que, a despeito da dificuldade de "traduzir" a complexidade biológica em termos matemáticos, as pos-

sibilidades de abordagem matemática que permitem solucionar vários tipos de problemas mais que justificam o seu uso pelos biólogos. Aqui apenas arranhamos a superfície do assunto. Há muito mais aplicações que não descrevemos. O caminho inverso também é verdadeiro, sendo uma área pouco explorada pelos matemáticos, a Biologia oferece vários problemas interessantes e desafiadores para a Matemática, indicando muitas direções para desenvolvimentos futuros.

Agradecimento: O autor gostaria de agradecer ao professor Maxwell Morais de Lima Filho pelo convite para escrever este artigo.

Referências

BERNOULLI, D. Essai d'une nouvelle analyse de la mortalité causée par la petite vérole et des avantages de l'inoculation pour la prévenir. *In: ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. Histoire de l'Academie Royale des Sciences.* Paris: L'Imprimerie Royale, 1766, p. 1-45.

CARROL, L. *Aventuras de Alice no país das maravilhas & Através do espelho.* Tradução de Maria Luiza X. De A. Borges. São Paulo: Zahar, 2016.

CROW, J. F. Hardy, Weinberg and language impediments. *Genetics*, v. 152, n. 3, p. 821-5, 1999.

DEUTSCH, D. *A essência da realidade.* Tradução de Brasil Ramos Fernandes. São Paulo: MAKRON Books, 2000.

EUCLIDES. *Os elementos.* Tradução de Irineu Bicudo. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

FRIEDMAN, N. Inferring cellular networks using probabilistic graphical models. *Science*, v. 303, n. 6, p. 799-805, 2004.

GALILEI, G. *Dois novas ciências*. Tradução de Letizio Mariconda e Pablo R. Mariconda. São Paulo: Nova Stella, 1988.

GLOMSKI, M. & OHANIAN, E. Eradicating a Disease: Lessons from Mathematical Epidemiology. *The College Mathematics Journal*, v. 43, n. 2, p. 123-32, 2012;

GÖDEL, K. Ueber formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I. *Monatshefte für Mathematik und Physik*, v. 38, p. 173-98, 1931.

HARDY, G. H. Mendelian proportions in a mixed population. *Science*, New Series, v. XXVIII, n. 706, p. 49-50, 1908.

NAGEL, E. & NEWMAN, J. R. *A prova de Gödel*. Tradução de Gita K. Guinsburg. São Paulo: Editora Perspectiva, 2015

PENROSE, R. *A mente nova do rei: computadores, mentes e as leis da física*. Tradução de Waltensir Dutra. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

POLYA, G. *A arte de resolver problemas*. Tradução Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

RUCKER, R. *Infinity and the mind*. Boston: Ed. Birkhauser, 1982.

WEINBERG, W. Über den Nachweis der Vererbung beim Menschen. *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg*, v. 64, p. 369-82, 1908.

WIGNER, E.P. The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences. *Communications on Pure and Applied Mathematics*, v. 13, p. 1-14, 1960.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



UNIVERSALIDADE *VERSUS* CONTINGÊNCIA: O DESAFIO DO DIÁLOGO INTERDISCIPLINAR FACE ÀS DIFERENTES CULTURAS EPISTEMOLÓGICAS DA FÍSICA E DA BIOLOGIA

Hilda Helena Sovierzoski

Doutora em Ciências Biológicas (Zoologia) pela USP
Professora do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da UFAL
hilda.sovierzoski@icbs.ufal.br

Maria das Graças Leopardi Gonçalves

Doutora em Farmácia Assistencial pela Universidad de Granada
Professora do Instituto de Ciências Farmacêuticas da UFAL
leopardi@icf.ufal.br

Jenner Barretto Bastos Filho

Doutor em Física pela Escola Politécnica Federal de Zürich (ETHZ)
Professor do Instituto de Física da UFAL
jenner@fis.ufal.br

Resumo

Exploramos aqui alguns aspectos tanto das identidades quanto das divergências entre as tradições que se constituíram nas Ciências da Física e da Biologia. Enfatizamos que, devido às culturas epistemológicas distintas, grupos de pesquisadores adotam diferentes significados em relação aos mesmos termos e que tal circunstância constitui um obstáculo a ser superado em prol do debate interdisciplinar fértil. Discutimos, na trilha de Mayr (1982), os obstáculos epistemológicos com os quais se deparou a afirmação do paradigma evolucionista. Consideramos que o foco exagerado na escala microscópica, tal como acontece na abordagem reducionista dos genes, pode se constituir em obstáculo epistemológico para a compreensão da especiação geográfica. Argumentamos também que as divergências e disparidades de estatutos epistemológicos entre Física e Biologia iluminam bem mais a discussão do que as suas identidades. Atenção especial foi atribuída à discussão sobre os pares dialéticos “universalidade *versus* contingência” e “redução *versus* emergência”.

Palavras-chave: Reduccionismo. Emergentismo. Universalidade. Contingência. Epistemologia.

Abstract

We explore here some aspects of identities and divergences between the traditions that were constituted in the Sciences of Physics and Biology. We emphasize that, due to different epistemological cultures, groups of researchers adopt different meanings under the same terms and that this circumstance constitutes an obstacle to be overcome in favor of the fertile interdisciplinary debate. We discussed, on Mayr's (1982) trail, the epistemological obstacles that the affirmation of the evolutionist paradigm faced. We consider that the exaggerated focus on the microscopic scale, as in the reductionist approach to genes, can constitute an epistemological obstacle to understanding geographic speciation. We also argue that the divergences and disparities in epistemological statutes between Physics and Biology illuminate the discussion much more than their identities. Special attention was given to the discussion on the dialectical pairs 'universality versus contingency' and 'reduction versus emergence'.

Keywords: Reductionism. Emergentism. Universality. Contingency. Epistemology.

1 Considerações Preliminares

Começamos o nosso artigo pela formulação da seguinte questão: *haveria um princípio unificador que nos permitiria conhecer tudo o que nos cerca, inclusive a nós próprios?* Pergunta difícil, difícilíssima de fato, e, sem dúvida, uma questão cu-

jas múltiplas e provisórias respostas ao longo do tempo têm sido bastante recorrentes. Isto é, uma recorrência sem que vislumbremos o quanto ela suscita outras tantas perguntas correlatas fascinantes e desafiadoras. Para a nossa reflexão aqui, centraremos a nossa atenção na questão que colocamos acima.

A expressão *tudo o que nos cerca* já nos leva a muitos fatores *bióticos* e *abióticos*, para aludirmos a uma terminologia tão cara aos ecólogos, e a outros termos que até podem transcender, ou pelo menos não se adequar, a essa classificação. Assim, a lista, mesmo que apenas de alguns deles, é longa: “partículas” elementares, que aliás não são apenas partículas e sim muito mais objetos duais tratados pela teoria quântica; átomos; moléculas; células; vírus; bactérias; arbustos; árvores; montanhas; rochas; oceanos; rios; planetas; sóis; galáxias; buracos negros; onças; preguiças; macacos; araras; moluscos; pássaros; peixes; baleias; indivíduos humanos; sociedades; cidades; instituições; ideias; mentes... enfim, todo um espectro cujos exemplos aludidos formam apenas uma parte daquilo que nos veio à memória.

É bom notar que, na lista, já incluímos a *nós próprios* e, assim, a expressão *tudo o que nos cerca, inclusive a nós próprios* já contém a famosa autorreferência, fonte de tantos paradoxos lógicos!

A expressão *princípio unificador* nos levaria a pensar sobre se existe um princípio que unificaria coisas tão enormemente diversas em um todo compreensível (dimensão epistemológica) acerca de uma realidade concretamente existente (dimensão ontológica), tanto dentro quanto fora de nós próprios. Centre-mos agora a nossa atenção na Física e na Biologia.

Ora, a Física trata dos seres não vivos, enquanto a Biologia trata dos seres vivos. A constatação de que muitos dos fenômenos que têm lugar no contexto dos seres vivos obedecem a leis físicas (Física e Química) não deve necessariamente implicar que os seres vivos, e, com esses, o próprio fenômeno da vida na sua complexidade, deixem de ser *emergências*¹ inerentemente irreduzíveis² a essas leis. Tudo isso em uma linha de continuidade ao espírito, conforme o famoso artigo de P. Anderson, *More is different* (ANDERSON, 1972).

2 A questão da linguagem, o desafio do diálogo interdisciplinar e as diversas culturas epistemológicas

Em trabalho anterior, Bastos Filho (2005) se debruçou tanto sobre a discussão acerca da tradição reducionista e/ou unificadora – que foi uma das marcas da Física de grande parte do século XX e que remonta, pelo menos, a Galileu e Newton, no século XVII, ou mesmo mais comumente à Antiguidade grega – quanto sobre a crítica a essa tradição, tal como aparece emblematicamente nos artigos de Anderson (1972) e Schweber (1993). O resumo do artigo de Schweber reza do seguinte teor:

- 1 O significado da palavra *emergência* é fundamental aqui. Concebemos por *emergência* qualquer fenômeno exibido por um sistema que, na sua complexidade, é inerentemente irreduzível a seus constituintes em níveis mais baixos (mais microscópicos) de descrição.
- 2 Usaremos, aqui, tanto a palavra *irreduzível* quanto a sua exata equivalente *não redutível*. A compreensão daquilo que constitui essa *irreduzibilidade* é fundamental nos argumentos que articularemos neste artigo.

Nós estamos no meio de uma reestruturação das ciências físicas. Internamente, elas estão estratificadas em níveis independentes com princípios básicos estáveis; externamente, orçamentos estão escasseando e os objetivos políticos estão mudando (SCHWEBER, 1993, p. 34)³.

Foquemos a nossa atenção na primeira parte do excerto acima, que constitui a apreciação do desenvolvimento das Ciências Físicas no que concerne ao seu aspecto interno, principalmente em uma fase do pós-guerra. Essa estratificação à qual se refere Schweber provavelmente tem várias razões, dentre as quais, mais acentuadamente, os desenvolvimentos dos métodos de normalização em Física da matéria condensada. No que concerne à explicação dos fenômenos críticos, tornou-se patente a irrelevância dos detalhes da Física da matéria em escala microscópica de distância e em escalas de altas energias. Os fatores que mais contam na explicação dos fenômenos críticos são outros, tais como a dimensionalidade do espaço e o alcance das interações, bem como as leis de conservação que valem e a simetria envolvida.

Em outras palavras, essa estratificação poderia ser entendida como uma certa insensibilidade aos detalhes microscópicos de um nível mais elementar de descrição para explicar os fenômenos ocorrendo em outro nível de descrição, em outra escala⁴, isto é, em um nível mais macroscópico. Nesse viés, a concep-

3 *"We are in the midst of a restructuring of the physical sciences. Internally, they are stratifying into independent levels with stable basic principles; externally, budgets are shrinking and political objectives are changing"* (SCHWEBER, 1993, p. 34).

4 Aqui, o que queremos dizer é que detalhes sobre o que acontece na Física de partículas elementares, por exemplo, naquilo que concerne ao Bóson de Higgs, pouco ou praticamente nada ajuda na descrição dos fenômenos da Física da matéria condensada, e assim por diante. *Grosso modo*, as dimensões atômicas são da ordem de grandeza de 10^{-10} m, ou seja, de uma unidade chamada de angstrom; as dimensões moleculares são da ordem entre 10^{-9} m e 10^{-6} m e as dimensões nucleares são aquelas relativas ao núcleo do átomo, na ordem de 10^{-15} m, ou seja, da unidade de distância chamada de fermi.

ção reducionista unificadora perderia fôlego enquanto tendência que reinou durante tanto tempo no seio da Física teórica.

Dito de outro modo, as emergências reais em um dado nível de descrição/explicação são insensíveis aos detalhes em nível mais baixo e elementar de descrição e, por esta precisa razão, tais detalhes não são imprescindíveis para os níveis mais altos. Ainda em outras palavras, haveria uma *fissura*, ou uma *cesura*, ou ainda uma *fratura*, ou mesmo uma *descontinuidade*⁵ na passagem da descrição/explicação de um nível de realidade para o outro.

Se o conceito de emergência já se revela complexo quando analisamos a estratificação acima aludida no contexto das Ciências Físicas, tal conceito se revela ainda mais desafiador no contexto do diálogo interdisciplinar no qual estão envolvidas pessoas de diversas tradições culturais. Pessoas essas que normalmente têm a tendência de trazer para o debate e para o consequente tratamento dos problemas de pesquisa abordagens sob vieses em conformidade com as suas respectivas formações científicas e culturais.

Em um interessante capítulo no qual centra seu foco no pensamento de Evelyn Fox Keller, a bióloga e historiadora Leyla Mariane Joaquim tece considerações sobre “[...] a necessidade de elaboração de sistemas linguísticos apropriados na Biologia” (JOAQUIM, 2014a, p. 221). O seu capítulo, assim julgamos, é uma versão condensada de sua tese doutoral (JOAQUIM, 2014b).

Leyla Mariane Joaquim, inspirada em Evelyn Fox Keller, traz à baila, entre outros aspectos, a própria complexidade do termo *complexidade* e também do

5 Todas essas palavras, *fissura*, *cesura*, *fratura* e *descontinuidade*, têm sido utilizadas para a referência a essa importante ideia.

termo *emergência*. Tudo isso é ainda intensificado quando reunimos pessoas oriundas de diferentes culturas epistemológicas, e assim é dada ênfase à expressão *culturas epistemológicas*, cunhada por Keller para se referir às concepções oriundas de diferentes lavras e tradições disciplinares. Seja o seguinte excerto que aqui reproduzimos:

Os sistemas biológicos são complexos de modo diferente que os sistemas físicos são entendidos como complexos. Os sistemas vivos não são apenas produzidos pelas leis da Física e da Química, mas pelos efeitos cumulativos da evolução atuando ao longo dos anos: o que diferencia os sistemas biológicos é o processo evolutivo. Com o processo evolutivo vem história, hierarquia e contingência (JOAQUIM, 2014a, p. 225-6).

Joaquim prossegue, em imediata continuidade ao excerto precedente:

Como consequência, diversos conceitos que transitam pelas disciplinas devem ser repensados. Por exemplo, noções de emergência enraizadas em dinâmicas não lineares de sistemas uniformes (gases, fluidos ou *lattices*) não são adequadas para as explicações biológicas. Outro exemplo destacado pela autora [Keller] é a ideia de “fundamental”: na Física, uma tradição foi desenvolvida na qual as noções de fundamental, básico, simples, subjacente são agrupadas juntas. Na Biologia, não há tal associação, na medida em que a essência de um processo está na especificidade desordenada de adaptações oriundas do processo evolutivo (JOAQUIM, 2014a, p. 226 [neste estágio são remetidas 3 referências a KELLER, 2005; 2007; 2010]).

Detenhamo-nos nos dois excertos por nós reproduzidos do trabalho de Joaquim. Começando pelo primeiro, diríamos que a complexidade da qual falam os físicos é diferente da complexidade da qual falam os biólogos e a exploração desta diferença entre indivíduos imersos em culturas epistemológicas distintas é

de extrema importância, se o que quisermos é ensejar o profícuo e fértil diálogo interdisciplinar, bem como a exploração benfazeja dos problemas.

A complexidade dos biólogos não é aquela propriamente da impossibilidade da passagem de estratos apresentando diferentes níveis, que possuem, cada um deles, princípios básicos estáveis e para os quais a passagem ambígua de um desses níveis mais básicos para o outro, mais macroscópico, envolve propriedades emergentes não redutíveis ao nível imediatamente mais básico e inferior de descrição/explicação. Na Biologia, trata-se de uma outra coisa, bastante diferente, que precipuamente se refere a uma evolução que tem *história, hierarquia e contingência*.

Uma tal evolução, por ser histórica, e "*ipso facto*", por não ser deterministivamente necessária, permite-nos concluir que a *contingência* e a *hierarquia* intrincadas desempenhariam papel decisivo, sendo, assim, as propriedades mais importantes para a descrição/explicação dos fenômenos biológicos. Notadamente, assim conjecturamos, o fenômeno espetacular da biodiversidade, por si só, já é inerentemente complexo, histórico, contingente e dotado de hierarquia.

Do segundo excerto de Joaquim, podemos depreender que os dois conceitos diferentes de complexidade ensejam também diferentes concepções do que seja emergência para cada uma dessas comunidades praticantes de Ciência. Quando não se faz essa diferenciação e se transpõe automaticamente de um domínio para o outro, os significados soam diferentes, de modo que um diálogo de surdos e uma Torre de Babel podem se instalar com facilidade.

O próprio conceito daquilo que é básico, fundamental, simples e subjacente já não é adequado no contexto das Ciências Biológicas, para as quais *a essência de um processo [biológico] está na especificidade desordenada de adaptações oriundas de um processo evolutivo*. Diferentemente dos processos físicos, os biológicos se pautam por história, hierarquia e contingência.

Em imediata continuidade, Joaquim, interpretando o pensamento de Keller, enfatiza um conceito que é de fundamental importância para a Biologia e que está inteiramente ausente no contexto da Física: o de *função*. Obviamente, não se trata daquele conceito de função da Matemática, muito utilizado na Física, definida como $f = f(x)$. Diferentemente disso, trata-se da função precípua dos organismos; isto é, das funções *per si* de cada organismo vivo e das complexas correlações ecológicas entre os organismos e o ambiente.

Se passarmos para o amplo espectro de significados do mundo literário, cuja abrangência envolve, a um só tempo, realidade concreta, ficção e verossimilhança, então, a complexidade se revela aos borbotões. A propósito, Jorge Luis Borges escreveu:

He intentado, no sé con qué fortuna, la redacción de cuentos directos. No me atrevo a afirmar que son sencillos; no hay en la tierra una sola página, una sola palabra, que lo sea, ya que todas postulan el universo, cuyo más notorio atributo es la complejidad (BORGES, 2017, quarta capa).

De fato, mesmo uma só, apenas uma palavra, remete a tantos significados que, em eterna recorrência, requer que nos deparemos com a propriedade mais notável, ou seja, o atributo mais notável: a complexidade.

Para que ilustremos em breves linhas a ambiguidade e complexidade das palavras, sejam dois breves exemplos. O primeiro ocorre na comunidade dos educadores e dos professores de Ciência. Quando se fala, por exemplo, de *construtivismo*, esse termo dá margem a muitos significados e acepções provenientes de muitas tradições de pesquisadores, não somente no contexto da atividade científica, das Ciências específicas, mas também das Artes e da Filosofia. É possível, ainda, que outros profissionais lancem mão desse termo, emprestando a ele o significado que se consagrou no seu círculo específico de praticantes. Se não fizermos de antemão alusão a qual dos significados e acepções que são acordados na discussão, mais uma vez, provavelmente se instala uma Torre de Babel. E aí somente a intuição e a metalinguagem poderão nos oferecer algum alento no tocante à comunicação entre pares. Bastos Filho (2015) propõe uma discussão sobre isso no contexto da Educação Matemática e do Ensino de Física.

Outro exemplo é o de palavras que, na acepção ordinária tradicional, assumem praticamente o mesmo significado, embora, se examinadas a fundo, constataríamos que os seus significados de origem se revelariam como antônimos e díspares. Deste modo, quando se diz que alguém é *radical*, no sentido de enfatizar que essa pessoa é *extremista*, assume-se a acepção mais corriqueira, a qual iguala *radicalismo* a *extremismo*. No entanto, se formos mais adiante, podemos conceber que *radical* é aquele que vai à raiz das coisas, como o próprio termo etimologicamente remete, e como tal, exatamente por ir à raiz das coisas, o radical inevitavelmente se deparará com a enorme complexidade ensejada pelas relações encontradas. Desta maneira, será prudente, comedido e ponderado, pois teve consciência

da complexidade do mundo. Já o extremista é aquele que fica na superfície das coisas e que, pelo seu *não radicalismo* (não ir à raiz das coisas), adota posições *extremistas* e pouco pensadas, tais como “mulher gosta de apanhar”, “bandido bom é bandido morto” e outros disparates do gênero.

Em suma, é precisamente o seu caráter *radical* (de ir à raiz das coisas e não de ficar apenas na superfície) que o impossibilita de ser *extremista*. Interpretados assim, *radicalismo* e *extremismo* são termos antônimos e díspares. Logo, constatamos que a linguagem e os significados constituem sempre um desafio diante de culturas epistemológicas diversas, o que exige, de todos os participantes do diálogo interdisciplinar, especial vigilância epistemológica em prol da efetiva comunicação entre todos.

3 Alguns obstáculos enfrentados pelas concepções evolucionistas

Partindo da emblemática e assertiva posição de Theodosius Dobzhansky, segundo a qual nada *faz sentido em Biologia quando não a concebemos à luz da evolução*, Ernst Mayr (MAYR, 1982) critica definições da evolução que foram aceitas durante várias décadas. A primeira delas, que ele reputa ser atomista e reducionista, assevera que *evolução é uma mudança da frequência dos genes nas populações*⁶, que, apesar de ter sido aceita por várias décadas, ele a considera como absolutamente errônea; também considera criticável a formulação de Sewall Wright, em

6 “L’evoluzione è un cambiamento della frequenza dei geni nelle popolazioni” (MAYR, 1982, p. 64).

1942, segundo a qual *a evolução é a transformação estatística das populações*⁷. Ora, Mayr (1982, p. 64) argumenta que:

Esta definição dá uma proeminência injustificada a um fenômeno secundário, uma vez que as mudanças nas frequências dos genes na natureza são em parte aleatórias e, portanto, não são realmente evolutivas: em parte, elas representam nada mais do que um subproduto accidental das pressões seletivas exercidas sobre os organismos, como entidades inteiras⁸.

Por essa razão, ele considera muito mais instrutiva a definição: “A evolução é a mudança na adaptação e na diversidade das populações de organismos” (MAYR, 1982, p. 64)⁹. A ênfase que deve ser dada para a compreensão do fenômeno evolutivo é, portanto, a dualidade “mudança da adaptação” e “mudança da diversidade”.

Nesse sentido, torna-se interessante que nos refiramos a alguns dos obstáculos com os quais o pensamento evolucionista se deparou antes que viesse a se afirmar enquanto paradigma dominante no seio das Ciências Biológicas, a ponto de justificar a posição de Theodosius Dobzhansky. Isso nos permitirá, em um momento posterior, propiciar um espaço à discussão acerca da superação desses obstáculos, bem como das dificuldades ensejadas por questões que porventura ainda estejam abertas. Para se afirmar, o pensamento evolucionista teve

7 “L’evoluzione è la trasformazione statistica delle popolazioni” (MAYR, 1982, p. 64).

8 “Questa definizione dà un ingiustificato rilievo a un fenomeno secondario, poichè i cambiamenti delle frequenze geniche nella natura sono in parte aleatori e non sono perciò realmente evolutivi: in parte non rappresentano altro che un sottoprodotto accidentale delle pressioni selettive esercitate sugli organismi, come entità intere” (MAYR, 1982, p. 64).

9 “L’evoluzione è il cambiamento nell’adattamento e nella diversità delle popolazioni di organismi” (MAYR, 1982, p. 64).

que superar algumas dificuldades, entre as quais podemos listar as três seguintes, tal como o faz Mayr (1982):

- I) A narrativa criacionista bíblica presente no *Gênesis*;
- II) A crença difundida de uma história natural recentíssima, da ordem de alguns poucos milhares de anos (em torno de seis mil anos);
- III) A Filosofia de lavra essencialista, segundo a qual cada uma das espécies tem a sua própria essência (*eidos*), ou seja, essências absolutamente inalteráveis e, deste modo, completamente imunes a qualquer processo evolutivo.

Começemos, então, pelo primeiro obstáculo aludido.

I) No que concerne à narrativa bíblica, o argumento mais habitual é o de que ela pertence ao campo da Religião, e não ao da Ciência. É, aqui, instrutivo que nos lembremos que o nascimento da Ciência Moderna também se deparou com um obstáculo análogo, embora não tenha sido o único encontrado nesse complexo processo histórico. Recordemo-nos, pois, quando Galileu Galilei (1564-1642) escreveu, em 1615, a sua famosa carta a Cristina de Lorena, na qual procurou persuadir a poderosa família dos Médici de Florença – em específico, na pessoa da grã-duquesa Cristina – a aceitar os argumentos em favor do movimento diurno da Terra e da estabilidade do Sol, os quais já tinham sido defendidos, antes mesmo de Copérnico, por pensadores seminais da história Ocidental,

tais como Pitágoras, Heráclides do Ponto, Filolau, Platão, Aristarco de Samos, Seleuco e Hicetas.

O argumento central de Galileu era o de que duas verdades não podem entrar em contradição. Galileu, um cientista católico, asseverou que tanto as Sagradas Escrituras quanto os Princípios da Astronomia Copernicana são ambos verdadeiros; para conciliá-los, ele argumentou que as Sagradas Escrituras são escritas em linguagem figurada, a fim de que pessoas “rudes” pudessem entendê-las. Deste modo, quando, na Bíblia, encontramos expressões como *a Ira de Deus*, dentre outras, tudo isso deve ser compreendido no sentido figurado, e não no sentido literal e ontológico do termo. Sendo Deus um Ser Perfeitíssimo, não poderia jamais sentir *ira*, pois esta é uma qualidade negativa, um defeito humano; e, portanto, absolutamente incompatível com este Ser. Galileu escreve inspirado em um argumento do cardeal Cesare Baronio (1538-1608), o qual afirma:

Eu direi aqui o que ouvi de uma pessoa eclesiástica constituída em grau eminentíssimo, isto é, que a intenção do Espírito Santo é ensinar-nos como se vai para o céu e não como vai o céu (GALILEI, 1988, p. 52 [originalmente escrito em 1615])¹⁰.

Esta bela passagem, imbuída de um argumento politicamente persuasivo de quem busca espaço de influência e anuência de sua obra diante de obstáculos gigantescos para a sua aceitação a pleno título, assevera, em suma, que o Céu da Religião é diferente do Céu da Astronomia e que esses dois campos têm

10 “Io qui direi quello che intesi da persona ecclesiastica costituita in eminentissimo grado, cioè l’intenzione dello Spirito Santo essere d’insegnarci come si vadia al cielo, e non come vadia il Cielo” (GALILEI, 1993, p. 22 [1615]).

escopos diversos. Na medida em que podem coexistir, são compatíveis. Dito em outros termos, é possível ser religioso, isto é, acreditar no Céu da Religião e, ao mesmo tempo, exercer o ofício de astrônomo, uma vez que os universos de discurso de que tratam o Céu da Religião, por um lado, e o Céu da Astronomia, por outro, são absolutamente diversos. Deste modo, conclui que esses campos podem ser perfeitamente conciliáveis e que podem coexistir na estrutura mental de uma mesma pessoa.

No que diz respeito a eventuais conciliações e/ou mútuas exclusões entre teorias de lavra criacionista com teorias de lavra evolucionista, há uma longa história, considerando a relação *conciliação versus inerente incompatibilidade*. Todavia, não nos alongaremos no tema. Diremos, apenas, que se trata de um tema, no mínimo, muito conflituoso.

II) Detenhamo-nos agora no pouco tempo de história do homem, em consonância com o pensamento religioso. Uma interpretação literal dos relatos bíblicos, por exemplo, atribui à existência humana algo em torno de seis mil anos, contando desde os tempos de Adão e Eva. É, pois, evidente que essa duração temporal é exígua para que a evolução viesse a atuar. Cientificamente, a existência da Terra e das bactérias é avaliada em aproximadamente quatro bilhões de anos, enquanto nós, homínídeos, existiríamos há alguns poucos milhões de anos. O extraordinário fenômeno evolutivo requer escalas de tempo longas. Desse modo, a duração temporal de alguns poucos milhares de anos seria claramente insuficiente para a atuação do processo evolutivo. A enorme diferença

entre as duas escalas de tempo é de enorme importância para os argumentos que aqui articulamos.

Em relação à diferença abissal entre as escalas temporais de evolução, estivemos estudando e explorando a desconstrução – *à la* Derrida – feita por Lynn Margulis de um ponto de vista de Popper, a qual pode ser expressa pela inversão de uma pirâmide hierárquica. A comparação entre o tempo de vida das bactérias e o tempo de existência da espécie humana na Terra desempenha importância central para a discussão da inversão da pirâmide hierárquica proposta por Popper, o que suscita amplo debate sobre muitos aspectos do pensamento racional, do pensamento ecológico, da biosfera e das relações homem-natureza (DIAS ALVES & BASTOS FILHO, 2012).

III) Passemos agora ao terceiro obstáculo aludido. A pergunta que colocamos de antemão versa sobre como se daria a conciliação de estabilidades transmitidas de geração para geração e a ideia de um processo evolutivo.

Erwin Schrödinger, em 1944, no seu famoso *What is Life?*, reflete sobre a característica de lábio leporino na dinastia dos Habsburg (“Habsburger Lippe”), característica essa transmitida por hereditariedade de geração a geração na famosa família austríaca. Uma galeria de fotos, e, mais remotamente, de pinturas, mostra que pessoas de várias gerações dessa família exibem, todas elas ou quase todas, a característica de lábio leporino. Schrödinger cogitou a existência de uma causa em nível molecular para essa transmissão por hereditariedade, tendo conjecturado que, para que esta estabilidade fosse mantida durante tanto tempo (no sentido da escala de algumas gerações observadas, e não, evidente-

mente, na escala de tempo evolutiva dos organismos), não deveria haver tantas moléculas causadoras/transmissoras dessa característica, como em uma quantidade na ordem do número de Avogadro. Se assim fosse, a estabilidade da característica hereditária não seria garantida. Não poderia também ser baixo o número de moléculas. As moléculas responsáveis não poderiam ser compostas de poucos constituintes (átomos), pois também a estabilidade exigiria um número intermediário. Hoje sabemos que tais moléculas, chamadas de DNA, são grandes, mas não excessivamente grandes.

Schrödinger, evidentemente, sabia da teoria darwiniana da evolução, mas o que queremos precipuamente enfatizar é que se interpretarmos *à la* Platão as estabilidades que caracterizam cada espécie *per si* como a essência imutável de cada uma delas, então, a pergunta acerca da conciliação entre essa estabilidade presente na hereditariedade e a ideia da evolução é algo que desempenha papel central no debate.

Mayr (1982) nota que foram escritos trabalhos eruditos por historiadores acerca da difusão do darwinismo nos Estados Unidos, na Alemanha e na França, sem que, contudo, esses doutos escritores se dessem conta de que há, pelo menos, quatro teorias da evolução de lavra darwiniana (paradigma darwiniano) e que tal distinção é importante para que não venhamos a falar muito genericamente em “teoria da evolução”.

A primeira dessas teorias estabelece que o mundo vivo está em contínua transformação. Essa ideia é compartilhada com todas as demais teorias evolutivas. A segunda centra o seu foco na ideia de um ancestral comum. A terceira

concebe a evolução baseada no princípio gradualista. A quarta seria justamente aquela referida quando se fala em darwinismo, a qual é centrada na *seleção natural que Darwin propôs para explicar o aparecimento de direções ou de tendências no curso do processo evolutivo* (MAYR, 1982, p. 86)¹¹.

Isso posto, centraremos a nossa atenção na terceira dessas teorias evolucionistas, ou seja, na evolução baseada no princípio gradualista. Como conciliar a estabilidade da característica de lábio leporino transmitida de geração para geração com uma evolução gradual?

Também existe o fenômeno da especiação geográfica para o qual as ilhas equatorianas de Galápagos constituem exemplo emblemático. As pressões evolutivas do ambiente também agem sobre populações de indivíduos e essas pressões são relacionadas a barreiras geográficas intransponíveis entre essas populações, as quais se encontram isoladas geograficamente umas das outras. Tais pressões, atuando durante um tempo suficientemente longo, compatível com um processo evolutivo a pleno título, afetam não apenas o fenótipo como também o genótipo dessas populações separadas de indivíduos. Esta seria, *grosso modo*, a explicação do estupendo fenômeno da especiação geográfica, o qual também é enfaticamente histórico.

Dessa maneira, o essencialismo, interpretado como essências (*eidos*) imutáveis características de cada espécie, cairia por terra, pois, para um tempo evolutivo suficientemente longo, existe na natureza – de maneira complexa e histórica – o fenômeno evolutivo da especiação geográfica.

11 “[...] *selezione naturale, che Darwin ha proposto questa teoria per spiegare la comparsa di direzioni o di tendenze nel corso dell’evoluzione*” (MAYR, 1982, p. 86).

Darwin já conhecia, antes mesmo de sua famosa viagem científica de aproximadamente cinco anos de duração, um fenômeno semelhante ao observado no Arquipélago de Galápagos. Os criadores de animais sabiam como obter pombos com asas maiores, peitos mais estufados, carneiros mais lanudos etc., como ele próprio escreveu em sua *A Origem das Espécies*, originalmente publicada em 1859 (ver DARWIN, 1978, ed. em inglês; edição em português, s/d).

Desde a descoberta e identificação do DNA nos anos cinquenta do século XX, entende-se que a evolução suficientemente longa, na qual atuam pressões evolutivas singulares e contingentes, transcende o próprio fenótipo, indo inclusive ao genótipo. As possíveis alterações genóticas acarretam mudanças fenotípicas, de tal forma diferentes da morfologia dos ancestrais que levam ao fenômeno estupefaciente da especiação, principalmente o caso da especiação geográfica. Na próxima seção, veremos um aspecto dessa intrigante questão.

4 Sobre a crítica a um tipo de reducionismo e sua importância epistemológica

Nesta seção, exploraremos uma crítica a um tipo de reducionismo, cuja extensão e transposição acrítica para outros domínios, apesar de ter sido bem sucedido enquanto procedimento metodológico no seio das Ciências Físicas, não se mostrou fértil para dar conta de fenômenos envolvendo seres vivos. Em certo sentido do termo, revelou-se até como um obstáculo para soluções de novos problemas, os quais podem ser considerados mesmo *obstáculos epistemológi-*

*cos*¹² no sentido a eles emprestado por Gaston Bachelard (1967; 1996). Para tal, retomemos a discussão da seção anterior acerca da especiação geográfica.

Mayr (1982)¹³ argumenta que, para a compreensão adequada do fenômeno da especiação, faz-se necessário trazer à baila uma concepção originária das Ciências Biológicas que a diferencia da tradição das Ciências Físicas, chamada por ele de *pensamento populacional*. O pensamento populacional, bem entendido, é claramente distinto do conceito de Estatística das Ciências Físicas e Matemáticas. Para entendê-lo, vejamos um excerto de Mayr:

Darwin e seus discípulos foram logo capazes de demonstrar que não existia um conflito real entre a gradação e a origem da descontinuidade, porque estas últimas não se produzem *no* interior das populações,

12 O conceito de *obstáculo epistemológico* de Gaston Bachelard envolve alguma complexidade e pode dar margem a um espectro de interpretações de seus possíveis hermeneutas. Quando Bachelard coloca como primeiro obstáculo epistemológico a *experiência primeira*, ele seguramente quer dizer que a experiência das meras aparências é enganadora, posto que carente de reflexão. A experiência precisa ser pensada, pois tudo o que para o historiador é fato, para o epistemólogo é *obstáculo*. Em notas de rodapé que seguirão adiante, procuraremos aprofundar a compreensão com excertos do próprio Bachelard.

13 Os argumentos que seguirão no texto central são concernentes a uma aproximação entre Mayr e Bachelard no sentido em que a interpretação reducionista baseada em *pool de genes* funcionou, segundo Mayr, como obstáculo epistemológico a uma interpretação mais fértil proporcionada pela tradição biológica. A nosso ver, um outro exemplo que se adapta muito bem ao conceito de obstáculo epistemológico representado pela *experiência primeira* é o do movimento aparente do Sol. Galileu, em sua seminal obra *Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas*, elogiou Aristarco de Samos e Copérnico pelo fato desses pensadores terem violado os próprios sentidos em nome da razão e assim preferirem parar o Sol e conceber o movimento diurno da Terra em torno de seu próprio eixo. A superação desse obstáculo é central na História da Ciência e Galileu foi um protagonista de primeiríssima importância para essa ultrapassagem. Devido à sua importância maiúscula para a História da Ciência, reproduzimos aqui o seguinte excerto de Galileu (2004, p. 413 [originalmente publicado em 1632]): “[...] não posso encontrar limite para a minha admiração de como tenha podido, em Aristarco e em Copérnico, a razão fazer tanta violência aos sentidos, que contra estes ela se tenha tornado soberana de sua credulidade”.

como universalmente se supunha, mas *entre* populações (MAYR, 1982, p. 76)¹⁴.

Estão grifados em itálico e em negrito as palavras respectivamente *no* e *entre*. A especiação geográfica não atua *no* interior das populações e sim *entre* populações separadas por barreiras geográficas que, para todos os efeitos práticos, são intransponíveis. Tudo isso nos leva a um outro excerto, que reproduziremos a seguir para, logo em seguida, explorarmos as suas implicações epistemológicas:

No período compreendido entre 1900 a 1940 os geneticistas ainda ignoravam a especiação geográfica pelo fato de que, no conjunto, a atenção era voltada para o comportamento dos genes individuais no interior de um só *pool*. Eles trabalhavam em um nível hierárquico mais baixo daquele no qual reside de fato a causa da origem das espécies e das taxonomias superiores, e desta forma eles se encontravam inaptos para fornecer uma contribuição para o problema da especiação (MAYR, 1982, p. 76-7)¹⁵.

Ora, a causa da especiação não reside nos detalhes microscópicos dos genes e sim nas pressões ambientais contendo barreiras geográficas intransponíveis que separam populações e que, em tempos suficientemente longos do processo evolutivo, afetam não apenas os fenótipos, mas também os genótipos. Ha-

14 “Darwin e i suoi discepoli furono dunque in grado di dimostrare che non esisteva un reale conflitto tra la graduazione e l’origine delle discontinuità, perché queste ultime si producono non all’interno delle popolazioni, come universalmente si supponeva, ma tra popolazioni” (MAYR, 1982, p. 76).

15 “Nel periodo compreso tra il 1900 e il 1940, i genetisti ignoravano però lo stesso la speciazione geografica perché, nell’insieme, la loro attenzione era monopolizzata dal comportamento di geni individuali all’interno di un solo pool genico. Essi lavoravano a un livello gerarchico più basso di quello che è in causa nell’origine delle specie e dei taxa superiori, ed erano perciò incapaci di fornire un contributo al problema della speciazione” (MAYR, 1982, p. 76-7).

via, pois, na nossa interpretação, um *obstáculo epistemológico à la Bachelard*^{16, 17, 18} em que se tenta explicar um nível de realidade macroscópica buscando causas presentes em nível de seus constituintes microscópicos, quando a explicação causal estava muito mais presente nos fenômenos emergentes em nível mais

16 Por motivo de clareza, colocamos nesta e nas duas próximas notas de rodapé as citações de Bachelard em português seguidas do texto original em francês. “E, para mostrar que o processo de abstração não é uniforme, chegaremos até a usar um tom polêmico ao insistir sobre o caráter de *obstáculo* que tem toda experiência que se pretende concreta e real, natural e imediata” (BACHELARD, 1996, p. 9). « *Et pour mieux montrer que la démarche de l'abstraction n'est pas uniforme, nous n'hésiterons pas à employer parfois un ton polémique en insistant sur le caractère d'obstacle présenté par l'expérience soi-disant concrète et réelle, soi-disant naturelle et immédiate* » (BACHELARD, 1967, p. 8-9).

17 “Do mesmo modo, a experiência que não retifica nenhum erro, que é monotonamente verdadeira, sem discussão, para que serve? A experiência *científica* é portanto uma experiência que *contradiz* a experiência *comum*. Aliás, a experiência imediata e usual sempre guarda uma espécie de caráter tautológico, desenvolve-se no reino das palavras e das definições; falta-lhe precisamente esta perspectiva de *erros retificados* que caracteriza, a nosso ver, o pensamento científico. A experiência comum não é de fato *construída*; no máximo, é feita de observações justapostas, e é surpreendente que a antiga epistemologia tenha estabelecido um vínculo contínuo entre a observação e a experimentação, ao passo que a experimentação deve afastar-se das condições usuais da observação” (BACHELARD, 1996, p. 14). « *De même, une expérience qui ne rectifie aucune erreur, qui est platement vraie, sans débat, à quoi sert-elle ? Une expérience scientifique est alors une expérience qui contredit l'expérience commune. D'ailleurs, l'expérience immédiate et usuelle garde toujours une sorte de caractère tautologique, elle se développe dans le règne des mots et des définitions; elle manque précisément de cette perspective d'erreurs rectifiées qui caractérise, à notre avis, la pensée scientifique. L'expérience commune n'est pas vraiment composée; tout au plus elle est faite d'observations juxtaposées et il est très frappant que l'ancienne épistémologie ait établi un lien continu entre l'observation et l'expérimentation, alors que l'expérimentation doit s'écarter des conditions ordinaires de l'observation* » (BACHELARD, 1967, p. 13).

18 “O historiador da ciência deve tomar as ideias como se fossem fatos. O epistemólogo deve tomar os fatos como se fossem ideias, inserindo-as num sistema de pensamento. Um fato mal interpretado por uma época permanece, para o historiador, um *fato*. Para o epistemólogo, é um *obstáculo*, um contra-pensamento. É sobretudo ao aprofundar a noção de obstáculo epistemológico que se confere pleno valor espiritual à história do pensamento científico” (BACHELARD, 1996, p. 22). « *L'historien des sciences doit prendre les idées comme des faits.*

macroscópico de realidade, os quais comportam pressões ambientais e barreiras geográficas intransponíveis.

Este exemplo se constitui como uma crítica ao reducionismo epistemológico, que difere bastante de um reducionismo meramente metodológico que consistisse apenas em idealizar o mundo para explorar o quanto a realidade se aproximaria dessa idealização. Tal metodologia foi fértil no contexto das Ciências Físicas, mas não pode, até mesmo por razões de princípio, ser generalizada para qualquer domínio de realidade. Ainda com maior razão, não poderá ser considerada como possuidora do estatuto de *universalidade*.

5 Universalidade *versus* contingência

A clássica discussão entre necessidade *versus* contingência percorre a História da Filosofia Ocidental desde, pelo menos, a Antiguidade grega. No século XVII, Leibniz (um racionalista) considerou as verdades necessárias como dotadas de maior estatuto do que aquelas verdades contingentes, que são simplesmente resultantes de experiências singulares as quais, por mais corroboradas que fossem, não nos permitiriam concebê-las como necessariamente verdadeiras.

L'épistémologue doit prendre les faits comme des idées, en les insérant dans un système de pensées. Un fait mal interprété par une époque reste un fait pour l'historien. C'est, au gré de l'épistémologue, un obstacle, c'est une contre-pensée. C'est surtout en approfondissant la notion d'obstacle épistémologique qu'on donnera sa pleine valeur spirituelle à l'histoire de la pensée scientifique » (BACHELARD, 1967, p. 20-21).

Como exemplo de verdade necessária podemos dizer que, em geometria euclidiana, a soma dos quadrados dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa. Trata-se de uma verdade necessária para qualquer que seja o triângulo retângulo. Por outro lado, nós, seres humanos, não somos seres necessários e sim contingentes. Se nossos pais não tivessem se conhecido, seus descendentes seriam outros, e não nós. Nós sequer existiríamos. Situação análoga, evidentemente, vale para toda a biodiversidade. Isso nos leva do par *necessidade* versus *contingência* para o par *universalidade* versus *contingência*.

A Física, seja ela clássica ou quântica, tem uma tradição baseada em leis universais. Atenhamo-nos no momento à Física Clássica. A teoria da gravitação newtoniana, que engloba a Física de Galileu e a Astronomia de Kepler, requer necessariamente uma constante universal G , daí o nome teoria da gravitação universal de Newton. Situação de alguma maneira análoga se dá no caso do Eletromagnetismo de Maxwell, cujo resultado mais brilhante talvez seja o de que os campos, elétrico e magnético, se propagam no vácuo com a velocidade da luz. No contexto da Física Atômica, por sua vez, a procura por leis universais e por constantes universais até se intensificou antes de se deparar com alguns impasses.

No contexto da Biologia, a evolução dos organismos baseados em longa história, adaptações várias e contingências aos borbotões constituiu, de fato, uma tradição diferente da Física, o que, evidentemente, não significa que essas Ciências não possam dialogar, uma vez que estejam acordadas as suas diferenças e que sejam exploradas com vantagens essas mesmas diferenças. Darwin, por exemplo,

um homem do século XIX e que não conheceu nem a Biologia Molecular nem o DNA, foi plenamente cômico dessa diferença nas duas Ciências. No ano de 1859, período em que concluiu a sua luminosa obra *A Origem das Espécies*, compôs, na parte final de seu seminal escrito, a seguinte passagem:

Não há uma verdadeira grandeza nesta forma de considerar a vida, com os seus poderes diversos atribuídos primitivamente pelo Criador a um pequeno número de formas, ou mesmo, a uma só? Ora, enquanto o nosso planeta, obedecendo à lei fixa da gravitação, continua a girar na sua órbita, uma quantidade infinita de belas e admiráveis formas, originadas de um começo tão simples, não cessou de se desenvolver e desenvolve-se ainda! (DARWIN, s/d, p. 458 [originalmente escrito em inglês em 1859])¹⁹.

Neste excerto, Darwin se refere a uma comparação entre, por um lado, a lei da gravitação universal de Newton, que requer uma constante universal²⁰, e a origem das espécies, que requer uma quantidade infinita de belas e admiráveis formas, o que constitui uma tradição muito diferente daquela de lavra newtoniana.

6 Um contraponto

Neste artigo, enfocamos a Biologia Evolutiva, na qual a história, as singularidades e as contingências desempenham papel de relevância e foi em relação à

19 “There is grandeur in this view of life, with its several powers, having been originally breathed by the Creator into a few forms or into one; and that, whilst this planet has gone cycling on according to the fixed law of gravity, from so simple a beginning endless forms most beautiful and most wonderful have been, and are being evolved” (DARWIN, 1952 [1978, 36ª impressão, p. 243]).

20 Elemento também incorporado em outra teoria da gravitação bastante diferente daquela de Newton que é a teoria da gravitação de Einstein.

primeira que discutimos o seu confronto com as leis da Física, com a sua ênfase na ideia de universalidade. Apesar disso, cabe ser ressaltado um contraponto a esse embate, pois, se trouxermos à baila a Biologia Funcional, tal como o fenômeno da respiração, por exemplo, então obteremos para ele uma boa explicação à luz das leis da Física. Outro exemplo é o da pressão sanguínea, a qual é bem compreendida com base em leis físicas. Estes dois exemplos sugerem, portanto, uma continuidade de descrição em vez de uma estratificação.

Outrossim, a estratificação nas descrições da realidade em diferentes níveis de ordens de grandeza de comprimento não acarreta – nem necessariamente (por requisito eminentemente lógico) nem por constatação empírica – que no seio da Física não existam teorias que descrevam fenômenos que percorrem muitas ordens de grandeza de comprimento, sendo todos eles inteligíveis dentro do arcabouço teórico de uma mesma teoria geral. A teoria da gravitação universal de Newton, por exemplo, tem uma validade que compreende desde o fenômeno da queda livre de Galileu para distâncias consideradas pequenas comparativamente ao raio da Terra (R_T) – ou seja, comparativamente pequenas em relação a $R_T = 6,4 \times 10^3$ Km – até o fenômeno da própria interação entre a Terra e o Sol, que implica em dimensões que são da ordem de $D = 150.000.000$ Km, ou seja, de 150 bilhões de metros (BASTOS FILHO, 1995; 2018).

Por outro lado, a interação gravitacional de Newton não desempenha qualquer papel relevante nas dimensões atômicas. Também é importante afirmar que leis da Mecânica Clássica e do Eletromagnetismo de Maxwell, quando aplicadas ao átomo, se depararam com sérias limitações quanto à explicação da esta-

bilidade da matéria exibida pelas riscas espectrais, resultantes da luz emitida pelo átomo. Houve necessidade de se criar, em primeira instância, a velha teoria quântica, a partir da teoria espectral do átomo de hidrogênio e, em segunda instância, a nova Mecânica Quântica, estabelecida a partir de 1927. Nesse processo complexo, há tanto continuidades quanto descontinuidades.

Um dos aspectos relevantes de continuidade exibido pela teoria do átomo de hidrogênio de Bohr com relação à teoria clássica é aquele expresso pelo *Princípio da Correspondência*, que, em última análise, consiste em reproduzir a teoria antiga e menos geral (a teoria clássica) como um caso particular da teoria mais geral (a teoria do átomo de hidrogênio de Bohr). Deste modo, a teoria clássica é reproduzida como um caso particular da teoria quântica de Bohr, no limite de números quânticos grandes. Neste importante procedimento matemático, a constante de Rydberg, que, para os espectroscopistas pré-Bohr, era uma mera constante empírica, passa a ser explicitada, a partir da Teoria de Bohr, em termos de quantidades características precípua da realidade atômica, quais sejam, a massa do elétron, a carga do elétron e a constante de Planck, sendo esta última uma constante universal para quaisquer fenômenos quânticos (BASTOS FILHO, 2003).

Outro exemplo de continuidade de descrição é dado pela Termodinâmica, que descreve a partir das variáveis macroscópicas – por exemplo, temperatura, pressão e volume – uma dinâmica microscópica sem revelar detalhes das mesmas. Há aí claramente um *Princípio de Correspondência*, o qual traduz uma certa continuidade analítica entre o que acontece em um nível em ordem de grandeza microscópico e o que acontece com o nível macroscópico. Dessa maneira, concluí-

mos que a Física exhibe continuidades e descontinuidades. Passemos, então, às nossas considerações finais.

7 Observações finais a título de conclusão

Do que discutimos até então neste artigo, quais seriam os principais pontos a merecer a nossa ênfase? Trouxemos à baila neste artigo aspectos concordantes e divergentes de duas belas Ciências – a Física e a Biologia – no tocante aos seus diferentes, mas não necessariamente irreconciliáveis, estatutos epistemológicos.

Inspirados no pensamento de Keller, é necessário considerar a questão da linguagem trazida por cada um dos grupos praticantes dessas duas Ciências, por vezes, utilizando-se dos mesmos termos, embora com significados diferentes em cada um desses grupos. Isso resulta daquilo que Keller chamou de *culturas epistemológicas* distintas. Para que o diálogo interdisciplinar ocorra a contento, é necessário que todos estejam atentos às diferenças semânticas dos conceitos, no sentido de prover a comunicação fértil e desejável entre essas comunidades de cientistas, bem como entre estas e outras comunidades, como a dos historiadores e filósofos da ciência.

Outro ponto de grande realce se refere aos estratos da realidade – separados entre si por diversas ordens de grandeza de distância –, os quais revelam certa estabilidade em cada um desses níveis. Como vimos, é recorrente a discussão

entre a abordagem reducionista e a abordagem baseada em emergência, a qual, opondo-se ao reducionismo radical, prefere apostar na existência de *fissuras, cesuras, descontinuidades* e *fraturas* irreconciliáveis entre cada um desses níveis de descrição da realidade.

Discutimos, ainda, os obstáculos apontados por Mayr (1982) para a afirmação do paradigma evolucionista no contexto de suas teorias rivais, sem termos nos preocupado com o esgotamento do assunto, uma vez que é um tema muito abrangente. Dedicamo-nos apenas à discussão de alguns de seus aspectos.

Na seção 4, inspirados em Mayr (1982), apresentamos um exemplo emblemático da abordagem reducionista, a qual, baseando-se em um foco exageradamente centrado nos genes, constituiu um obstáculo epistemológico para a compreensão do fenômeno da especiação. Este torna-se muito mais compreensível se viermos a admitir as pressões das barreiras seletivas, principalmente as geográficas, constitutivas do ambiente e para as quais deve-se admitir de antemão aquilo que Mayr (1982) chamou de *pensamento populacional*.

Ademais, comentamos duas tradições baseadas, respectivamente, nas categorias de *universalidade* e de *contingência*, presentes em cada uma das tradições principais em que se constituíram predominantemente a Física e a Biologia. Se, por um lado, na História da Física, do seu período clássico ao quântico, foi predominante o paradigma que foca na procura por leis universais e por unificação de todas as interações básicas da natureza (hoje em dia mais enfraquecido), por outro, na História da Biologia, principalmente com o advento da teoria da evolução de Darwin e de Wallace, privilegiou-se precipuamente elementos como a his-

tória dos organismos, a diversidade, as adaptações e, enfim, as contingências, que, por princípio, não poderiam caber nas leis universais e redutíveis da Física. Daí o argumento de Mayr de que a Biologia é uma Ciência única e singularíssima.

Enfim, chegou a hora de concluir o nosso trabalho. Para isso, lembremos da pergunta formulada no começo deste presente ensaio: *“haveria um princípio unificador que nos permitiria conhecer tudo o que nos cerca, inclusive a nós próprios?”* Contextualizando a questão para as relações da Física com a Biologia diremos que se a Física, de fato, interessa à Biologia, o inverso é igualmente verdadeiro: a Biologia também interessa à Física. Esse interesse mútuo decorre tanto das suas identidades quanto, talvez ainda mais precipuamente, das suas disparidades, isto é, de suas diferentes tradições históricas e epistemológicas. Lembremos que o fato de os sistemas biológicos não negarem a validade da Física e da Química não significa que todas as singularidades presentes no complexo e fascinante mundo da vida podem ser compreendidas à luz das leis universais, que constituem obsessão no seio da cultura ocidental desde os tempos dos gregos. As emergências, próprias da descrição de uma realidade em seu próprio nível, não parecem ser dóceis a reduções, mesmo àquelas que ensejaram progresso significativo em outros domínios do real. Concluimos, com isso, o nosso trabalho.

Agradecimentos: Agradecemos ao nosso colega Maxwell Moraes de Lima Filho o honroso convite para escrever este artigo. Agradecemos também ao árbitro anônimo pela sugestão do título que incorporamos, pela sua pertinência, por

ocasião da revisão do artigo, bem como pelo seu parecer como um todo, que propiciou melhoras substantivas em nosso trabalho.

Referências

ANDERSON, P. W. More is Different. *Science*, v. 11, n. 4047, p. 393-6, 1972.

BACHELARD, G. *La Formation de l'Esprit Scientifique (Contribution à une Psychanalyse de la Connaissance Objective)*, Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, 5^a edition, Colletion: Bibliothèque des textes philosophiques, 1967 [originalmente publicado em francês em 1934].

BACHELARD, G. *A Formação do Espírito Científico (Contribuição para uma Psicanálise do Conhecimento)*, Rio de Janeiro: Contraponto Editora Ltda., tradução de Estela dos Santos Abreu, 1^a edição maio de 1996, 5^a reimpressão, janeiro de 2005.

BASTOS FILHO, J. B. A unificação de Newton da física de Galileu com a astronomia de Kepler à luz da Crítica Popperiana à indução. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 17, n. 3, p. 233-42, setembro de 1995. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol17a28.pdf>

BASTOS FILHO, J. B. Pode-se progredir com base em fundamentos inconsistentes? (O caso do átomo de Bohr). *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 20, n. 3, p. 312-35, dezembro de 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6528/6025>.

BASTOS FILHO, J. B. *Reduccionismo: uma abordagem epistemológica*. Maceió: Editora da Universidade Federal de Alagoas - EDUFAL, 2005.

BASTOS FILHO, J. B. Uma controvérsia em torno da educação científica: partidários e críticos do construtivismo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n.

2, p. 299-319, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n2p299/29828>.

BASTOS FILHO, J. B. Unificação Newtoniana à Luz de uma Reconstrução Racional sob viés Epistemológico. *Psicologia & Saberes*, v. 7, n. 8, p. 3-19, 2018.

BORGES, J. L. *Cuentos Completos*. Debolsillo: Bogotá, 2ª reimpressão, 2017.

DARWIN, C. *A Origem das Espécies*. São Paulo: Hemus - Livraria Editores Ltda. (tradução do inglês "On the Origin of Species"; livro originalmente publicado em 1859), s/d.

DARWIN, C. *The Origin of Species*. In: Great Books of the Western World, Britanica, v. 49, Darwin, p. 1-251, 1952, 36ª impressão [originalmente publicado em 1859], 1978.

DIAS ALVES, K.; BASTOS FILHO, J. B. Sobre as Relações Homem-Natureza a partir da Desconstrução de Margulis de um Ponto de Vista de Popper. *Experiências em Ensino de Ciências*, vol. 7, n. 1, p. 71-101, 2012. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID177/v7_n1_a2012.pdf.

GALILEI, G. Carta à Senhora Cristina de Lorena, Grã-Duquesa Mãe da Toscana (1615). In: GALILEI, G. *Ciência e Fé*, Nova Stella: São Paulo, p. 40-81, 1988.

GALILEI, G. *Lettera a Cristina di Lorena*. Roma: Calo Mancosu Editore, prima edizione, 1993.

GALILEI, G. *Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico & Copernicano*, 2ª edição, tradução, introdução e notas de Pablo Rubén Mariconda, São Paulo: Discurso Editorial, Imprensa Oficial, 2004 [original em italiano publicado em Florença em 1632].

JOAQUIM, L. M. Para além do século do gene: As ideias de Evelyn Fox Keller sobre a relação contemporânea entre Biologia e Ciências Exatas. In: FREIRE Jr.,

O.; GRECA, I. M.; EL-HANI, C. N. (Orgs.). *Ciência na Transição dos Séculos: Conceitos, Práticas e Historicidade*. Salvador: EDUFBA, p. 221-30, 2014a.

JOAQUIM, L. M. *Encontros disciplinares – O caso da Física e da Biologia: Perspectivas históricas e contemporâneas*. Tese de Doutorado defendida junto ao Programa em Ensino, Filosofia e História da Ciência da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), 2014b.

KELLER, E. F. The century beyond the gene. *Journal of Biosciences*, v. 30, n. 1, p. 3-10, 2005.

KELLER, E. F. Contenders for life at the dawn of the twenty-first century: approaches from physics, biology and engineering. *Interdisciplinary Science Reviews*, v. 32, n. 2, p. 113-22, 2007.

KELLER, E. F. It is possible to reduce biological explanations in chemistry and/or physics. In: ARP, R.; AYALA, F. J. (Ed.). *Contemporary debates in philosophy of biology*. John Wiley, Oxford. Wiler-Blackwell, p. 20-31, 2010.

MAYR, E. *Biologia ed Evoluzione (varietà, mutamenti e storia del mondo vivente)*. Torino: Editore Boringhieri, 1982.

SCHWEBER, S. S. Physics, Community and the Crisis of the Physical Theory. *Physics Today*, p. 34-40, 1993.

SCHRÖDINGER, E. *What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell*. Based on lectures delivered under the auspices of the Dublin Institute for Advanced Studies at Trinity College, Dublin, in February 1943.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



OS TÁXONS BIOLÓGICOS TÊM ESSÊNCIAS?

Jerzy A. Brzozowski

Doutor em Filosofia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Professor do Departamento de Filosofia da UFSC
jerzyab@gmail.com

Resumo

Segundo uma concepção bastante popularizada na filosofia a partir do trabalho de Saul Kripke, *propriedades essenciais* seriam aquelas que um indivíduo ou grupo manifesta em todos mundos possíveis nos quais existe. Neste artigo, tento responder à questão de se as *definições filogenéticas* – um novo modelo para a taxonomia que toma corpo com o Código Internacional de Nomenclatura Filogenética (PhyloCode) – expressam propriedades essenciais dos táxons biológicos. Para tanto, analisarei a proposta de Joseph LaPorte, que argumenta em favor da leitura essencialista das definições tipológicas. Defenderei uma resposta negativa à pergunta do título, a partir de argumentos de uma reconstrução do argumento essencialista realizada por Helen Steward.

Palavras-chave: essencialismo, táxons biológicos, nomenclatura filogenética.

Abstract

According to a widespread conception in philosophy stemming from the work of Saul Kripke, one may define *essential properties* to be those which an individual or set possesses in all possible worlds in which it exists. In this article, I attempt to answer whether *phylogenetic definitions* – a new paradigm for taxonomy embodied in the International Code of Phylogenetic Nomenclature (PhyloCode) – express essential properties of biological taxa. In order to do so, I analyse Joseph LaPorte's essentialist reading. Based on a reconstruction of the essentialist argument by Helen Steward, I will defend a negative answer to the question above.

Keywords: essentialism, biological taxa, phylogenetic nomenclature.

1 Introdução

A recente publicação da primeira versão impressa do PhyloCode (CANTINO & DE QUEIROZ, 2020), um código de nomenclatura biológica embasado na sistemática filogenética, juntamente com o volume *Phylonyms* (DE QUEIROZ *et al.*, 2020), no qual um vasto repertório de nomes de táxons

biológicos é definido de acordo com esse código, reacende um conjunto de debates filosóficos acerca da natureza da relação entre os nomes dos táxons biológicos e os táxons em si. Dentre esses debates, está a questão de se os táxons têm *essências* — conjuntos de propriedades necessárias e suficientes para a inclusão no grupo. Neste artigo, examinarei a ideia, proposta por Joseph LaPorte (2004; 2010; 2018), de que as chamadas *definições filogenéticas* previstas pelo PhyloCode podem servir como caracterizações das essências dos táxons biológicos. Argumentarei que a resposta a essa pergunta é negativa, pelo fato de que tais “definições” na verdade realizam *delimitações identitárias* de entidades individuais (CAPONI, 2018), cujas condições de identidade não são claramente extrapoláveis para contextos modais (STEWART, 1990).

Este artigo está estruturado da seguinte maneira. A seção 2, contém duas partes: a primeira realiza um panorama acerca de como os táxons biológicos passaram a ser concebidos a partir de Darwin e como essa concepção serviu de base para o desenvolvimento da disciplina conhecida como *sistemática filogenética*. A segunda parte apresenta o PhyloCode, um código de nomenclatura biológica que pretende incorporar de forma radical a perspectiva filogenética. Nessa seção, focarei em um exemplo: a definição filogenética para o clado *Mammalia*. Na seção 3, apresentarei o argumento essencialista acerca das definições filogenéticas a partir de LaPorte, falando como algumas declarações do próprio Kevin de Queiroz, um dos proponentes do PhyloCode, parecem sustentar a leitura essencialista. Por fim, na seção 4, discutirei brevemente as razões pelas quais tal leitura essencialista falha. Os táxons têm *condições de*

identidade, mas não essências.

2 O PhyloCode e as “definições” filogenéticas

2.1 A individualidade dos táxons e a sistemática filogenética

Embora as espécies e outros táxons biológicos sejam comumente tratados em grande parte da literatura filosófica anglo-saxã como exemplos de “classes naturais” [*natural kinds*] (HACKING, 1991) — conjuntos de organismos agrupados sob critérios que poderíamos chamar de *tipológicos* (CAPONI, 2011) —, na filosofia da biologia é bastante conhecida a *tese da individualidade das espécies*. Trata-se da tese, famosamente defendida por Michael Ghiselin (1974) e David Hull (1976), mas já enunciada por Willi Hennig (1966), de que as espécies biológicas, e com efeito os táxons em geral, são concebidas no contexto teórico da biologia evolutiva como *entidades individuais*, ou seja, entidades espacotemporalmente delimitadas.

Essa visão invalida a ideia que características de natureza tipológica — morfofisiológicas, ecológicas, etológicas, e até mesmo a composição genética — possam servir como critérios necessários e suficientes para inclusão de organismos em táxons. Afinal, alguém poderia pensar que é possível listar as propriedades necessárias e suficientes para que um organismo seja classificado, digamos, como pertencendo à espécie *Turdus migratorius* (o tordo-americano)

(ROSENBERG & MCSHEA, 2008, p. 42). Uma tal lista permitiria que associássemos o nome da espécie a esse conjunto de características, e assim o nome seria algo como uma abreviação dessa descrição (SOBER, 2000, p. 149).

Porém, não é assim que as espécies e os outros táxons são concebidos na biologia pós-darwiniana. A partir de Darwin, “toda verdadeira classificação é genealógica” (DARWIN, 1859, p. 420), ou seja, se encontrássemos um organismo que é idêntico em todas as características tipológicas aos membros de *Turdus migratorius* que conhecemos, mas conseguíssemos descobrir que ele não compartilha um ancestral comum com esses organismos conhecidos, teríamos de dizer que o novo espécime pertence a uma nova espécie. Conversamente, um espécime de tordo-americano que fosse altamente atípico, por exemplo, que não tivesse asas, mas que fosse um descendente do ancestral comum dos outros membros de *Turdus migratorius*, ainda assim seria um membro dessa espécie.

Esse nexos genealógico que orienta a taxonomia pós-darwiniana está no cerne da proposta metodológica concebida pelo entomólogo Willi Hennig, a *sistemática filogenética* (HENNIG, 1966). Hennig transforma a hipótese darwiniana de que as semelhanças entre os organismos se explicam por filiação comum em uma diretriz metodológica: através da identificação de redes de semelhanças entre grupos de organismos, os biólogos são capazes de inferir as prováveis relações genealógicas entre esses grupos¹.

1 Para usar a analogia proposta por Simpson (1961, p. 168–9), dois indivíduos não são gêmeos monozigóticos (“idênticos”) porque são tão semelhantes, eles são tão semelhantes porque são gêmeos monozigóticos. Uma apresentação detalhada da sistemática filogenética foge aos propósitos do presente artigo. De qualquer modo, uma boa introdução é feita por Amorim

Então, sob a perspectiva genealógica, um agrupamento legítimo de organismos é aquele formado por um ancestral comum (que idealmente é toda uma população ou espécie) e o conjunto de todos seus descendentes. Isso é o que Hennig chama de *grupo monofilético*, fornecendo duas definições equivalentes:

[Um grupo é monofilético se] for possível mostrar que não somente todas as espécies (ou indivíduos) incluídos nele de fato descendem de uma única espécie-tronco [*stem species*], mas também que nenhuma espécie derivada dessa espécie-tronco é alocada fora do grupo em questão (HENNIG, 1966, p. 73).

Um grupo monofilético é um grupo de espécies no qual cada espécie está mais proximamente aparentada com todas as outras espécies do grupo que com qualquer outra espécie que é classificada fora do grupo (HENNIG, 1966, p. 73).

Para entender essas definições, bem como os conceitos de grupo *parafilético* e *polifilético*, consideremos o *cladograma* da Figura 1. A partir do diagrama, podemos inferir, por exemplo, que Aves e Crocodylia são parentes mais próximos entre si que qualquer um deles o é em relação a Lepidosauria. Por isso, formam um grupo monofilético (Archosauria).

(2002).

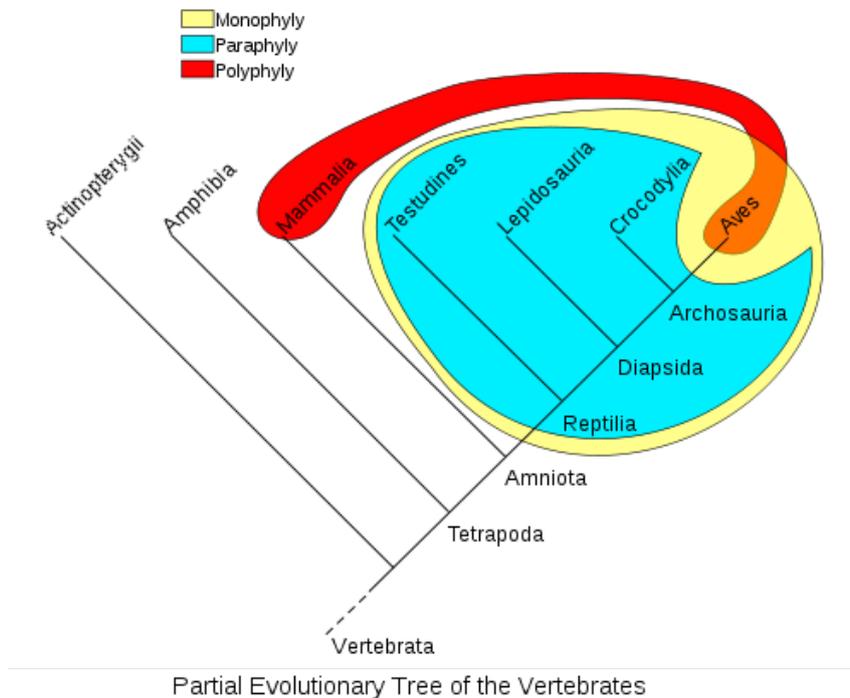


Figura 1. Ilustração da diferença entre um grupo monofilético (em amarelo), um parafilético (em azul) e um polifilético (em vermelho). Um grupo monofilético é formado por um ancestral comum e todos seus descendentes; na imagem, está indicado grupo monofilético “Reptalia” tal como é atualmente concebido, de modo a incluir Aves. Um grupo parafilético é aquele formado por um ancestral comum e alguns, mas não todos, seus descendentes; um exemplo seria o grupo “Reptalia” tal como tradicionalmente concebido, de modo que exclui Aves. Um grupo polifilético é aquele no qual o último ancestral comum dos membros do grupo não é, ele próprio, um membro do grupo; no exemplo, está indicado o grupo dos animais endotérmicos (Mammalia e Aves), cujo ancestral comum mais recente não era endotérmico. Os nomes na parte superior do cladograma se referem aos seguintes grupos: Aves, aves; Crocodylia, crocodilos; Lepidosauria, cobras e lagartos; Testudines, tartarugas; Mammalia, mamíferos; Amphibia, anfíbios; Actinopterygii, peixes teleosteos com nadadeiras suportadas por lepidotríquias. **Fonte:** <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phylogenetic-Groups.svg> (domínio público).

Por exemplo, o táxon Reptalia, tal como hoje concebido, incluindo crocodilos (Crocodylia), cobras e lagartos (Lepidosauria), tartarugas (Testudines), e aves (Aves), é um grupo monofilético. Isso significa que todos

esses grupos compartilham um ancestral comum, e que nenhum descendente desse ancestral foi excluído do grupo Reptilia. Do ponto de vista desse resultado filogenético, podemos dizer que “aves são répteis”, ou pelo menos que “aves são dinossauros” (SANTOS, 2008).

Para identificar um grupo monofilético em um cladograma, basta escolher um vértice interno (que representa um ancestral comum) e incluir no grupo todos os ramos que partem desse vértice. Em contraste, o grupo dos répteis, tal como tradicionalmente concebido, de modo a excluir as aves, é um grupo parafilético. Por fim, o grupo dos animais endotérmicos é um exemplo de grupo polifilético, porque o último ancestral comum a aves e mamíferos não era uma espécie endotérmica.

Os grupos não-monofiléticos não são entidades individuais genuínas porque não refletem toda a história evolutiva das linhagens a que pertencem. Se duas pessoas são mais semelhantes entre si do que cada uma delas é em relação a uma terceira, há grandes possibilidades de essas duas que tenham um ancestral comum mais recente que o último ancestral comum de todas as três pessoas. Se há dúvidas sobre alguma relação de parentesco, pode ser feito um teste de DNA — na sistemática filogenética, isso equivaleria a traçar uma filogenia molecular (v. exemplos em AVISE, 2006). De qualquer forma, tanto na sistemática filogenética quanto na reconstrução genealógica, deixar alguém de fora da história da família (parafilia) ou só contar a história de alguns de seus membros (polifilia) significa não contar a história da família inteira (BRZOZOWSKI, 2014).

Analogamente, se quiséssemos contar a história de todas as mudanças evolutivas sofridas pelo grupo Reptilia, mas disséssemos que nenhum membro desse grupo desenvolveu endotermia e penas, estaríamos incorrendo no erro de não contar a história completa do grupo. Assim, o grupo conhecido no vernáculo como “répteis” (um grupo parafilético) não pode ser o sujeito de uma história evolutiva completa, porque deixa de fora um grupo que representa importantes inovações evolutivas, as aves. Da mesma forma, a história evolutiva de grupos polifiléticos como o dos animais endotérmicos não é uma história que tem um único sujeito, e sim duas ou mais histórias evolutivas independentes, cada uma delas com seu próprio sujeito (BRZOZOWSKI, 2014).

2.2. A proposta do PhyloCode

A taxonomia biológica não acompanhou de imediato a proposta da sistemática filogenética; com efeito, os principais códigos de nomenclatura vigentes² ainda adotam, em maior ou menor grau, elementos da hierarquia lineana (espécie, gênero, família, ordem, etc.). Tal hierarquia, vale lembrar, é pré-darwiniana — e, por ter sido concebida sob a égide do pensamento tipológico sobre os táxons, apresenta vários problemas de compatibilidade com a perspectiva genealógica (ERESHEFSKY, 2001). Sob a ótica filogenética, fica

2 Atualmente, os principais códigos que regulamentam oficialmente a nomenclatura de táxons biológicos são: o *International Code of Zoological Nomenclature* (ICZN), para nomes de animais, o *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants* (ICN), para nomes de plantas, o *International Code of Nomenclature of Prokaryotes* (ICNP), para nomes de Bacteria e Archea, e o *The International Code of Virus Classification and Nomenclature* (ICVCN), para nomes de vírus.

evidente que os graus da hierarquia não têm correspondente na realidade biológica, pois não faz mais sentido dizer que os táxons são agrupamentos de organismos com maior ou menor grau de importância, mas sim que são entidades individuais com graus relativos de inclusividade (por exemplo, Reptilia é mais inclusivo que Aves).

Uma compatibilização provisória entre a hierarquia lineana e a filogenética foi proposta por Wiley (1979), o chamado *sistema lineano anotado*. A proposta de Wiley é que cada táxon acima do grau de espécie deve corresponder, idealmente, a um grupo monofilético. Um dos problemas que o sistema lineano anotado tenta resolver é o fato de que há muito mais divergências de linhagens na filogenia do que há níveis na hierarquia lineana³. Pensemos novamente no cladograma da Figura 1: Amphibia, Mammalia, Reptilia e Aves são táxons que estão no grau de *classe* da hierarquia lineana. Para comunicar a relativa recência com que cada um desses grupos divergiu do ancestral comum, Wiley sugere que se adote a convenção de Nelson (1972), chamada de *sequenciação*⁴, de acordo com a qual os grupos devem listados por ordem de descendência do ancestral comum, por exemplo:

Superclasse Tetrapoda

Classe Amphibia

Classe Mammalia

3 Para uma apresentação mais detalhada do sistema lineano anotado, ver Wiley e Lieberman (2011, cap. 8) e Ereshefsky (2001, cap. 6).

4 No original, *sequencing*. Estamos usando a tradução de Amorim (2002).

Classe Reptilia

Classe Aves

Diante desse exemplo, é difícil pensar em critérios filogeneticamente significativos para dizer que todos esses quatro grupos devem ser classificados sob o grau hierárquico de classes, até porque a filogenia sugere que Aves *está incluído em* Reptilia. Isso ilustra pelo menos em parte aquilo que Ereshefsky (2001) chama de “pobreza da hierarquia lineana”.

Pensando em superar essas e outras limitações, na década de 1990, os sistematas Kevin de Queiroz e Jacques Gauthier propuseram que a taxonomia levasse a filogenia a sério, e que a incorporasse no sistema de nomenclatura (DE QUEIROZ & GAUTHIER, 1992; 1990; DE QUEIROZ, 1988). As ideias de de Queiroz e Gauthier culminaram no desenvolvimento do PhyloCode, um código de nomenclatura projetado para dar conta das relações de parentesco entre os táxons, cuja primeira versão foi publicada em 2000. A versão mais recente, a sexta (CANTINO & DE QUEIROZ, 2020), é a primeira a ser publicada também em versão impressa⁵, e marca a oficialização desse código de nomenclatura.

O PhyloCode abandona a hierarquia lineana, na medida em que propõe a existência de apenas dois tipos básicos de entidades: espécies e clados (grupos monofiléticos). O código se mantém agnóstico acerca da definição do conceito de espécie (embora sugira a ideia de um “segmento de uma linhagem populacional”), e define “clado” como “um ancestral (um organismo,

⁵ O código pode ser acessado *on-line* em <http://phylonames.org/code/>. As referências aos artigos do PhyloCode que farei aqui podem ser consultadas nesse *site*.

população ou espécie) e todos seus descendentes” (PhyloCode, Glossário). Diferentemente do sistema lineano, no PhyloCode não há graus hierárquicos, ou seja, desaparece a noção de que um reino é “maior” que um filo, que por sua vez é “maior” que uma classe, etc.; há apenas linhagens mais ou menos inclusivas. Qualquer linhagem mais inclusiva que uma espécie, não importando o tamanho, é um clado.

A principal característica do PhyloCode é que o estabelecimento de um nome de clado requer uma *definição filogenética* (Art. 9.3), e o volume *Phylonoms* (DE QUEIROZ *et al.*, 2020) não apenas estabelece um número bastante significativo de definições desse tipo para os principais clados conhecidos, além de servir como um marco a partir do qual futuras definições poderão ser publicadas (Art. 7.1).

Como um exemplo, vejamos a definição filogenética para *Mammalia*⁶:

O menor clado apical [*crown clade*] contendo *Homo sapiens* Linnaeus 1758 (*Placentalia*), *Didelphis marsupialis* Linnaeus 1758 (*Marsupialia*), e *Tachyglossus aculeatus* (Shaw 1792) (*Monotremata*) (DE QUEIROZ *et al.*, 2020, p. 859).

A expressão “clado apical” indica que o intuito da delimitação é incluir apenas grupos *extantes* (isto é, não extintos). As três espécies mencionadas na definição — humanos, gambás (*D. marsupialis*), e equidnas (*T. aculeatus*) — são representantes dos três principais grupos de mamíferos existentes, respectivamente: *Placentalia*, *Marsupialia* e *Monotremata*. Essa “definição

6 No PhyloCode, os nomes dos clados supraespecíficos, ao contrário do que ocorre nos códigos de nomenclatura zoológica lineano (ICZN), devem ser grafados em itálico (PhyloCode, Recomendação 6.1A).

filogenética”, que na verdade poderíamos caracterizar como a *delimitação* (CAPONI, 2018) de certa entidade individual, indiretamente aponta para o ancestral comum desses três grupos (chamado *M* na Figura 2) e estabelece que todos os descendentes *daquele* ancestral comum são parte de *Mammalia*.

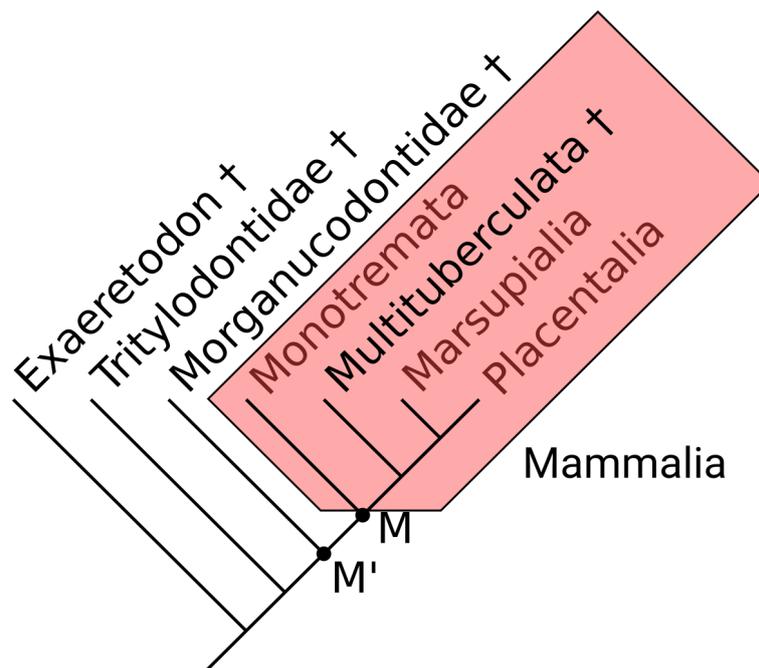


Figura 2. Cladograma adaptado de Rowe (1988) que serve como filogenia de referência para a “definição filogenética” de *Mammalia* fornecida por Queiroz, Cantino e Gauthier (2020, p. 859). Os nomes grafados em vermelho são os grupos extantes mencionados na definição, que têm *M* como ancestral comum hipotético. Desse modo, *M* e todos seus descendentes formam o táxon *Mammalia* (no destaque com a caixa rosada). Por sua vez, *M'* é o ancestral comum usado na definição de *Mammaliaformes* (DE QUEIROZ *et al.*, 2020, p. 851). O símbolo † indica um táxon extinto. **Fonte:** adaptado de Rowe (1988).

Deve-se notar que, se a filogenia da Figura 2 estiver correta, bastaria mencionar uma espécie de *Placentalia* e uma de *Monotremata* para delimitar o mesmo clado *Mammalia*. De fato, em um artigo anterior, o próprio de Queiroz (1994) fazia exatamente isso. Porém, pelo fato de que todo cladograma é uma hipótese, poderia ocorrer que *Marsupialia*, e não *Monotremata*, fosse o grupo mais

externo. Ainda que essa situação seja altamente improvável, dado que há várias evidências que suportam a filogenia da Figura 2, uma definição com representantes apenas de *Placentalia* e *Monotremata* correria o risco de deixar de fora um dos grupos extantes.

Para entender por que talvez seria mais interessante falar em “delimitação filogenética” do que em definição, vejamos a definição de *Mammaliaformes*:

O menor clado contendo *Homo sapiens* Linnaeus 1758
(*Placentalia*) e *Morganucodon oehleri* Rigney 1963
(*Morganucodontidae*) (DE QUEIROZ *et al.*, 2020, p. 851).

Esta “definição” aponta para o ancestral que indicamos na Figura 2 como *M'*. Ou seja, se a filogenia estiver correta, *Mammaliaformes* é um clado mais inclusivo que *Mammalia*. Enquanto o termo “mamífero” pode ser de difícil definição — não fica claro, por exemplo, se devemos excluir as espécies extintas, mas que ainda assim têm claras semelhanças com os mamíferos extantes, como é o caso de *Morganucodon* —, podemos ver como as delimitações dessas diferentes entidades individuais que são os clados tornam mais preciso o debate científico. Conforme Queiroz, Cantino & Gauthier (2020, p. 853):

Conceitualizar *Mammalia* como estando aninhando dentro dos clados mais inclusivos *Mammaliaformes* [etc.] traz um foco mais nítido para o contexto filogenético, sequência, e temporalidade da aquisição das características dos mamíferos.

A seguir, veremos o argumento em favor da interpretação essencialista das definições, ou delimitações, filogenéticas.

3 O argumento essencialista

Para entender o caminho até a interpretação essencialista das definições filogenéticas, é preciso retornar às palestras proferidas em 1970 e mais tarde reunidas sob o título de *O nomear e a necessidade* (2012), em que Saul Kripke apresenta de modo informal algumas das consequências semânticas e metafísicas de seu trabalho sobre as lógicas modais. Lógicas modais são aquelas que operam com os conceitos de *necessidade* e *possibilidade*. Kripke, juntamente com Ruth Barcan-Marcus (1946), esteve à frente do estabelecimento de uma semântica para as lógicas modais, inclusive as de primeira ordem. Para os propósitos deste artigo, basta dizer que, para Kripke, uma afirmação necessariamente verdadeira é aquela que é verdadeira em todos mundos possíveis⁷, e uma possivelmente verdadeira é aquela verdadeira em pelo menos um mundo possível.

Em *O nomear e a necessidade*, Kripke estabelece a *tese da designação rígida*. Segundo essa tese, um nome próprio, como “Aristóteles” tem um comportamento muito diferente de uma *descrição definida* como “o professor de Alexandre Magno”. Com essa tese, Kripke pretendia desafiar a noção proposta por Bertrand Russell de que o comportamento dessas classes de expressões

7 Kripke enfatiza que “mundos possíveis” não devem ser compreendidos como universos distantes do nosso, que talvez possam ser observados através de telescópios, mas sim situações contrafatuais estipuladas. Um dos mundos possíveis é o mundo *atual*: este mundo no qual habitamos, que existe *em ato*. Na definição de necessidade que resumimos acima, está faltando uma relação de acessibilidade: uma proposição é necessária se e somente se é verdadeira em todos os mundos possíveis acessíveis a partir do mundo no qual está sendo avaliada. Porém, esse detalhe não será relevante nesta abordagem introdutória.

(nomes próprios e descrições definidas) era equivalente. Poderíamos pensar uma situação (um mundo possível) no qual Aristóteles não foi professor de Alexandre Magno; por isso a expressão “o professor de Alexandre Magno” não designa o indivíduo Aristóteles em todos mundos possíveis. A forma como usamos o nome próprio “Aristóteles”, por sua vez, faz com que ele designe o mesmo indivíduo em todos mundos possíveis nos quais esse indivíduo existe — o nome próprio, diz Kripke, é um *designador rígido*. Uma das consequências da tese da designação rígida é a *necessidade da identidade* (NI)⁸:

(NI) Para quaisquer designadores rígidos “*x*” e “*y*”: Se $x = y$, então necessariamente $x = y$.

Isso ocorre pois, se um mesmo objeto é referido por dois nomes diferentes (digamos, “Héspero” e “Fósforo”), e cada um deles é um designador rígido, uma afirmação de identidade que utilize esses nomes (“Héspero = Fósforo”), se verdadeira, será verdadeira em todos mundos possíveis e, portanto, *necessariamente verdadeira* (KRIPKE, 2012, p. 161ss). Esse resultado torna possível que Kripke defenda a quebra do vínculo kantiano entre necessidade e aprioricidade, mostrando que identidades desse tipo são ao mesmo tempo necessárias, mas cognoscíveis apenas a posteriori.

Kripke mostra então, na terceira palestra, como o estabelecimento de identidades necessárias a posteriori podem servir de modelo para descobertas científicas — ele propõe a expressão “identidades teóricas”, mais tarde

⁸ Estou usando uma formulação adaptada de Helen Steward (1990), que será útil mais adiante.

popularizada por Joseph LaPorte (2004; 2010). Talvez o exemplo mais famoso de identidade teórica se deva a Hilary Putnam (1975); trata-se da célebre afirmação de que “água = H₂O” é uma identidade necessária a posteriori⁹.

De acordo com o essencialismo kripkeano, se definirmos uma propriedade essencial como uma propriedade que um indivíduo ou classe tem em todos mundos possíveis nos quais existe, então as identidades teóricas revelam propriedades essenciais. A água teria a propriedade essencial de ter suas moléculas compostas por duas moléculas de hidrogênio e uma de oxigênio (em certa disposição característica), o ouro teria a propriedade essencial de ter os átomos com número atômico 79, e assim por diante.

Nessa concepção, quais seriam as identidades teóricas que revelariam as essências dos táxons biológicos? Diferente de Michael Devitt (2008), LaPorte afirma (2010, p. 104) que elas são fáceis de encontrar: as definições filogenéticas do PhyloCode são exemplos. Recordemos o ancestral comum de todos as espécies extantes de mamíferos, que chamamos de *M* na Figura 2. Segundo LaPorte (2004; 2010), a definição filogenética “*Mammalia* = o clado que tem como ancestral comum *M*” é uma afirmação de identidade teórica, que, portanto, revela a *essência* de *Mammalia*. Em outras palavras, o nome “*Mammalia*” se refere, em todos mundos possíveis nos quais existe, a *M* e o conjunto de seus

9 É preciso afirmar que as teorias de Kripke e Putnam são distintas em muitos aspectos, mas uma explicação desses detalhes nos levaria para muito longe do ponto deste artigo. Sobre as diferenças, ver Hacking (2007). Também devo registrar que LaPorte (2010) insiste que *não se descobre* que uma afirmação de identidade teórica é verdadeira; pelo contrário, há alto grau de estipulação na decisão acerca de qual será a identidade teórica verdadeira em cada caso. LaPorte argumenta ainda que os exemplos clássicos “água = H₂O” e “ouro = o elemento de número atômico 79” talvez nem sequer sejam verdadeiros (2004, cap. 4).

descendentes. Porém, fica claro que “ser descendente de M ” é uma propriedade *relacional* (pois relaciona pelo menos dois indivíduos ou conjuntos entre si), não *intrínseca* a um único indivíduo ou conjunto. A essência de um táxon, como afirma Okasha (2002), seria, portanto, relacional.

Há na literatura várias críticas ao essencialismo sobre táxons biológicos. Ereshefsky (2010) questiona em que medida esse essencialismo realiza algum trabalho explicativo; Pedroso (2012, 2014) mostra que outro argumento que pode ser mobilizado a partir do arcabouço teórico kripkeano, em favor do *essencialismo de origem*, não encontra analogias adequadas no caso dos táxons; Caponi (2018) aponta que Kripke está equivocado ao falar de *essências individuais*, e argumenta em favor da distinção entre identidade e essência. Na seção 4, seguirei o espírito da crítica de Caponi, agregando elementos de Helen Steward (1990).

Mas antes de passar à crítica, cabe ressaltar que o próprio de Queiroz parece, em um debate com Ghiselin na década de 1990, fornecer munção para a leitura essencialista das definições filogenéticas propugnada por LaPorte. De acordo com de Queiroz, ser um descendente do ancestral comum de humanos, gambás e equídeos é uma propriedade *necessária e suficiente* para que um organismo qualquer seja membro de *Mammalia* (DE QUEIROZ, 1992b, 1995). É precisamente esse o ponto do qual Ghiselin discorda, pelo fato de que assim estaríamos estabelecendo uma *propriedade definitiva*, postulando uma *essência* para o clado, algo que ele considera inadmissível:

A definição de uma espécie por designação de um tipo envolve

mostrar um componente, que é entendido como sendo um componente da espécie que é nomeada. Semelhantemente, quando definimos o nome de um organismo, podemos “apontar para” apenas uma parte dele, por exemplo, uma barba. Mas em nenhum caso encontramos uma propriedade de um organismo ou espécie individual que é logicamente necessária, no sentido de que as coisas não poderiam ser de outra maneira (GHISELIN, 1995, p. 221).

As definições filogenéticas estabelecem condições necessárias e suficientes para que algo seja *parte* de um indivíduo. Para traçar uma analogia com o caso dos organismos individuais, tais definições são semelhantes ao que ocorreria se apontássemos para um zigoto e disséssemos “todo e qualquer descendente desta célula será parte deste organismo”. Mais uma vez, nos termos de Okasha (2002): a “propriedade definitória” em questão não é intrínseca, mas relacional. E de Queiroz enuncia isso claramente:

A entidade ou entidades apontadas [no caso, táxons como equídnas, gambás e humanos] não são a entidade cujo nome está sendo definido, mas apenas partes dela. Portanto, apontar para essas partes não define o nome do todo; apenas especifica um ponto de referência [um ancestral comum]. Uma relação particular com o ponto de referência, não o ponto de referência em si, é a propriedade necessária e suficiente (DE QUEIROZ, 1992a, p. 305).

O pomo da discórdia da discussão entre Ghiselin e De Queiroz é a questão de que as definições filogenéticas resultariam em verdades necessárias, pois aí mora a ameaça essencialista. De Queiroz faz afirmações que talvez soem demasiado fortes para Ghiselin, como a seguinte¹⁰:

10 O uso de “cavalo” tem de ser entendido como se referindo apenas aos cavalos do mundo atual, ou nos mundos em que são, de fato, descendentes do ancestral comum de *Mammalia*.

É logicamente necessário que um organismo seja parte do clado que tem origem no ancestral comum mais recente de cavalos e equídnas [ou, na formulação mais recente: equídnas, gambás e humanos] para que ele seja um mamífero. Um descendente desse ancestral que não é um mamífero, por exemplo, um cavalo não-mamífero, é uma impossibilidade lógica, ou contradição em termos, da mesma ordem que um marido não-casado (DE QUEIROZ, 1995, p. 224).

O que de Queiroz está chamando de “logicamente necessário” aqui parece poder ser lido como “metafisicamente necessário”, ou seja, em qualquer mundo (biologicamente) possível, para que algo seja parte de *Mammalia*, tem de descender daquele ancestral. Talvez essa seja a interpretação que LaPorte tenha em mente ao defender seu essencialismo. Uma evidência em favor dessa leitura é que o próprio de Queiroz chega a usar o jargão dos mundos possíveis:

Ser uma parte de um clado particular que contingentemente acabou dando origem a cavalos e equídnas no mundo atual é o que é logicamente necessário para ser um mamífero, e não ser parte de um clado que imediatamente e necessariamente deu origem a cavalos e equídnas em todos os mundos possíveis. [...] Mesmo em um mundo contrafactual em que cavalos não existissem, ainda assim seria logicamente necessário que um organismo descendesse do ancestral comum que deu origem a cavalos e equídnas no mundo atual para que ele fosse um mamífero (DE QUEIROZ, 1995, p. 225).

Ou seja, “o último ancestral comum de cavalos e equídnas” deve ser entendida como uma descrição definida rigidificada¹¹, significando “o último ancestral comum *no mundo atual* de cavalos e equídnas”. Para todos os efeitos,

¹¹ Leitores com familiaridade em filosofia da linguagem poderão também apontar que ela deve ser lida, nos termos de Donnellan (1966), como *atributiva*. Nomes desse tipo configuram a classe que Gareth Evans (1985) chamou de *nomes descritivos*.

ela tem de se comportar como um designador rígido — por isso propusemos, anteriormente, o nome próprio *M*.

Na prática, essa descrição equivale ao nome próprio de um ancestral comum, sendo ele explicitado ou não. Algumas das descrições definidas que se referem a ancestrais comuns são tão frequentes que acabam sendo convertidas em nomes próprios. É o caso de nomes como “LUCA” (o último ancestral comum universal), “Eva Mitocondrial” (o ancestral comum mais recente de todas as mitocôndrias da espécie humana) e “Adão do cromossomo Y” (o ancestral comum mais recente de todos os cromossomos Y da espécie humana). No lugar de *M*, poderíamos usar o nome próprio “Concestral 15”, proposto por Dawkins (2004).

Retornando à definição de *Mammalia*, podemos então afirmar que, na leitura essencialista, ser descendente de *M* é tão necessário para um organismo ser parte de *Mammalia* quanto ter a estrutura química H₂O é necessário para uma molécula ser de água. Por outro lado, a constituição extensional de *Mammalia*, isto é, o conjunto de táxons que cai sob a extensão de “parte de *Mammalia*” é contingente, ou seja, varia de um mundo possível para outro. Há mun dos possíveis nos quais humanos, gambás e equidnas não existem, e mundos possíveis nos quais *Mammalia* é constituído por uma única espécie. Porém, em qualquer mundo possível, ser um mamífero é ser um descendente do ancestral comum a todos mamíferos no mundo atual. Isso não quer dizer que a *existência* desse ancestral seja ela própria necessária num sentido absoluto, o que equivaleria a dizer que *Mammalia* existe em todos mundos possíveis e

seria altamente implausível (afinal, é possível conceber um mundo no qual não existem mamíferos). De todo modo, o ponto é que, naqueles mundos em que *M* não existe, tampouco existe *Mammalia*.

4 Um argumento contra o essencialismo sobre definições filogenéticas

O argumento essencialista para dizer que “água = H₂O” é uma verdade necessária é formalizado por Helen Steward (1990) como uma espécie de *modus ponens*, da seguinte maneira:

1. (NI) Para quaisquer designadores rígidos “*x*” e “*y*”: Se $x = y$, então necessariamente $x = y$.
2. Água = H₂O
3. “Água” e “H₂O” são designadores rígidos.
4. Portanto, necessariamente água = H₂O.

A título de justificação das premissas, (NI) é uma verdade da lógica modal, a premissa 2 parece ser uma descoberta empírica, e a premissa 3, se verdadeira, é uma verdade acerca da semântica dos termos em questão. Putnam (1975) parece ter argumentado de forma convincente que “água” é um designador rígido, mas o que dizer de “H₂O”? Para Steward, justamente esse é o calcanhar de Aquiles do argumento:

“H₂O” funciona como um termo descritivo; ele seleciona, em cada mundo possível, aquela substância que é quimicamente composta de uma parte de oxigênio e duas partes de hidrogênio, arranjadas na forma característica da molécula de água. Ele não funciona como um nome [...] (STEWART, 1990, p. 393).

Embora Steward não fale especificamente de táxons biológicos, um argumento análogo que ela cria para explicar por que “H₂O” não é um designador rígido nos fornecerá um bom ponto de partida. Imaginemos que há uma árvore *A* que cresceu em um lugar *L* a partir de uma semente *S* (STEWART, 1990, p. 393). Suponhamos que alguém diga que crescer no lugar *L* a partir da semente *S* é uma condição suficiente para que uma árvore seja idêntica à árvore *A*. Nesse caso, Steward apresenta o seguinte argumento análogo:

1. **(NI)** Para quaisquer designadores rígidos “*x*” e “*y*”: Se $x = y$, então necessariamente $x = y$.
2. *A* = a árvore que cresceu de *S* na posição *L*
3. “*A*” e “a árvore que cresceu de *S* na posição *L*” são designadores rígidos.
4. Portanto, necessariamente *A* = a árvore que cresceu de *S* na posição *L*.

Aqui, fica claro que “a árvore que cresceu de *S* na posição *L*” não é um designador rígido; trata-se claramente de uma descrição definida. Se essa descrição consegue selecionar o mesmo indivíduo em todos mundos possíveis, é apenas por causa da forma como o mundo é, e não devido a qualquer propriedade lógica dessa expressão referencial. Em outras palavras, se há

rigidez, ela é apenas *de facto*. Portanto, aceitar a premissa 3 já requer a aceitação da conclusão do argumento: “especificamente, requer que estejamos preparados a asserir que ‘H₂O’ seleciona a mesma substância em todos os mundos fisicamente possíveis em que H₂O existe” (STEWART, 1990, p. 395).

Podemos facilmente transpor esse argumento para o caso de *Mammalia*:

1. (NI) Para quaisquer designadores rígidos “x” e “y”: Se $x = y$, então necessariamente $x = y$.
2. *Mammalia* = o clado formado por *M* e todos seus descendentes
3. “*Mammalia*” e “o clado formado por *M* e todos seus descendentes” são designadores rígidos.
4. Portanto, necessariamente *Mammalia* = o clado formado por *M* e todos seus descendentes.

Mais uma vez, a expressão “o clado formado por *M* e todos seus descendentes”, se for rígida, o é apenas *de facto*, e não *de jure*. Por isso, a crítica de Stewart se aplica aqui também; nossas taxonomias nos dizem como as coisas são, não como elas *devem ser* (STEWART, 1990, p. 398).

Agora, estamos diante de um problema: como poderíamos esquadrear essa conclusão anti-essencialista com as afirmações do próprio de Queiroz no sentido de que as definições filogenéticas estabelecem algum tipo de verdade necessária? Concordo com a sugestão de Caponi (2018) de que as definições filogenéticas devam ser lidas como estabelecendo as *identidades*, mas não as *essências*, dos táxons. Quer dizer, o que uma “definição” (insisto: delimitação)

filogenética faz é fornecer condições para que alguém encontre, dada uma filogenia diferente da usada como referência, o táxon em questão. De Queiroz estava certo em dizer que uma definição filogenética estabelece uma verdade *lógica*, pois inaugura uma regra semântica que rege o uso de um determinado termo, estabelecendo performativamente uma relação de sinonímia (BRZOZOWSKI, 2020). Ou seja, a partir de sua publicação, uma afirmação como “*Mammalia* é menor clado apical contendo *Homo sapiens* Linnaeus 1758 (*Placentalia*), *Didelphis marsupialis* Linnaeus 1758 (*Marsupialia*), e *Tachyglossus aculeatus* (Shaw 1792) (*Monotremata*)” se torna uma verdade *analítica*. Mas isso não quer dizer, a despeito das intuições metafísicas que o próprio de Queiroz manifesta nos trechos citados na seção anterior, que essa definição revele algo como “a essência” de *Mammalia*. Dito de outra maneira: definições filogenéticas estipulam condições para a identidade de táxons *no mundo atual*; não temos como dizer se tais condições se cumpririam em diferentes mundos possíveis, tal como requerido pelo essencialismo.

5 Considerações finais

Não era meu intuito, neste artigo, repetir as detalhadas críticas ao essencialismo biológico já publicadas por Ereshefsky (2010) e Pedroso (2012, 2014). Penso que, à luz da recente publicação do PhyloCode, faz-se necessário revisitar a discussão entre de Queiroz e Ghiselin na década de 1990 e dar-lhe a

devida atenção; afinal, esses trabalhos mostram um rico material para a reflexão filosófica acerca da natureza das “definições” filogenéticas e sua relação com os táxons nomeados. Nesses termos, espero ter conseguido mostrar que, a despeito do que o próprio de Queiroz sugere, uma leitura essencialista das definições filogenéticas é incompatível com a própria forma de conceituar os táxons vigente na biologia evolutiva hoje.

Referências

AMORIM, D. S. *Fundamentos de Sistemática Filogenética*. Ribeirão Preto: Holos, 2002.

AVISE, J. C. *Evolutionary Pathways in Nature: A Phylogenetic Approach*. New York: Cambridge University Press, 2006.

BARCAN, R. C. A Functional Calculus of First Order Based on Strict Implication. *The Journal of Symbolic Logic*, v. 11, n. 1, p. 1–16, 1946.

BRZOZOWSKI, J. A. Biological Taxon Names Are Descriptive Names. *History and Philosophy of the Life Sciences*, v. 42, n. 3, p. 29, 2020.

BRZOZOWSKI, J. A. É possível colocar espécies biológicas em cladogramas? *Acta Scientiae, Canoas*, v. 16, n. 2, p. 264-283. maio/ago. 2014.

CANTINO, P. D. & DE QUEIROZ, K. *International Code of Phylogenetic Nomenclature (PhyloCode)*. Boca Raton: CRC Press, 2020.

CAPONI, G. Los Taxones Como Tipos: Buffon, Cuvier y Lamarck. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos* 18, p. 15–31, 2011.

CAPONI, G. Esencia e Identidad en Filosofía de la Taxonomía. *Culturas*

Cientificas, v. 1, n. 2, p. 1–15, 2018.

DARWIN, C. *On the Origin of the Species*. London: Murray; Sons, 1859.

DAWKINS, R. *The Ancestor's Tale*. New York: Mariner, 2004.

DE QUEIROZ, K. Systematics and the Darwinian Revolution. *Philosophy of Science*, v. 55, n. 2, p. 238–59, 1988.

DE QUEIROZ, K. Phylogenetic Definitions and Taxonomic Philosophy. *Biology and Philosophy*, v. 7, p. 295–313, 1992a.

DE QUEIROZ, K. Phylogenetic Taxonomy. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 23, p. 449–80, 1992b.

DE QUEIROZ, K. Replacement of an Essentialistic Perspective on Taxonomic Definitions as Exemplified by the Definition of 'Mammalia'. *Systematic Biology*, v. 43, n. 4, p. 497–510, 1994.

DE QUEIROZ, K. The Definitions of Species and Clade Names: A Reply to Ghiselin. *Biology and Philosophy*, v. 10, p. 223–28, 1995.

DE QUEIROZ, K.; CANTINO, P. D.; GAUTHIER, J. (Eds.) *Phylonoms*. Boca Raton: CRC Press, 2020.

DE QUEIROZ, K. & GAUTHIER, J. Phylogeny as a Central Principle in Taxonomy: Phylogenetic Definitions of Taxon Names. *Systematic Zoology*, v. 39, n. 4, p. 207–322, 1990.

DEVITT, M. Resurrecting Biological Essentialism. *Philosophy of Science*, v. 75, p. 344–82, 2008.

DONNELLAN, K. S. Reference and Definite Descriptions. *Philosophical Review*, v. 75, n. 3, p. 281–304, 1966.

ERESHEFSKY, M. *The Poverty of the Linnaean Hierarchy: A Philosophical Study of Biological Taxonomy*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2001.

ERESHEFSKY, M. What's Wrong with the New Biological Essentialism? *Philosophy of Science*, v. 77, n. 5, p. 674–85, 2010.

EVANS, G. Reference and Contingency. In: EVANS, G. *Collected Papers*. Oxford: Clarendon Press, 1985, p. 178–213.

GHISELIN, M. A Radical Solution to the Species Problem. *Systematic Zoology*, v. 23, p. 536–44, 1974.

GHISELIN, M. 1995. Ostensive Definitions of the Names of Species and Clades. *Biology and Philosophy*, v. 10, p. 219–22, 1995.

HACKING, I. A Tradition of Natural Kinds. *Philosophical Studies*, v. 61, p. 109–26, 1991.

HACKING, I. Putnam's Theory of Natural Kinds and Their Names Is Not the Same as Kripke's. *Principia*, v. 11, n. 1, p. 1–24, 2007.

HENNIG, W. *Phylogenetic Systematics*. Chicago, IL: University of Illinois Press, 1966.

HULL, D. Are Species Really Individuals? *Systematic Zoology*, v. 25, n. 2, p. 174–91, 1976.

KRIPKE, S. *O nomear e a necessidade*. Tradução de Ricardo Santos e Teresa Filipe. Lisboa: Gradiva, 2012.

LAPORTE, J. *Natural Kinds and Conceptual Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004.

LAPORTE, J. Theoretical Identity Statements, Their Truth, and Their Discovery. In: BEEBEE, H.; SABBARTON-LEARY, N. (Eds.). *The Semantics and Metaphysics*

of *Natural Kinds*. New York: Routledge, 2010, p. 104–24.

LAPORTE, J. Modern Essentialism for Species and Its Animadversions. In: JOYCE, R. (Ed.). *The Routledge Handbook of Evolution and Philosophy*. Abingdon-on-Thames: Routledge, 2018, p. 182–93.

NELSON, G. J. Phylogenetic Relationship and Classification. *Systematic Zoology*, v. 21, p. 227–31, 1972.

OKASHA, S. Darwinian Metaphysics: Species and the Question of Essentialism. *Synthese*, v. 131, p. 191–213, 2002.

PEDROSO, M. Essentialism, History, and Biological Taxa. *Studies in the History and Philosophy of Biology and Biomedical Sciences*, v. 43, p. 182–90, 2012.

PEDROSO, M. Origin Essentialism in Biology. *The Philosophical Quarterly*, v. 64, n. 254, p. 60–81, 2014.

PUTNAM, H. The Meaning of ‘Meaning’. In: PUTNAM, H. (Ed.). *Mind, Language and Reality: Philosophical Papers*, 2. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1975, p. 215–71.

ROSENBERG, A. & D. W. MCSHEA. *Philosophy of Biology: A Contemporary Introduction*. Abingdon-on-Thames: Routledge, 2008.

ROWE, T. Definition, Diagnosis, and Origin of Mammalia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 8, n. 3, p. 241–64, 1988.

SANTOS, C. M. D. Os dinossauros de Hennig: sobre a importância do monofiletismo para a sistemática biológica. *Scientiae Studia*, v. 6, n. 2, p. 179–200, 2008.

SIMPSON, G. G. *Principles of Animal Taxonomy*. New York: Columbia University Press, 1961.

SOBER, E. *Philosophy of Biology*. Boulder: Westview Press, 2000.

STEWART, H. Identity Statements and the Necessary a Posteriori. *Journal of Philosophy*, v. 87, n. 8, p. 385–98, 1990.

WILEY, E. O. An Annotated Linnaean Hierarchy, with Comments on Natural Taxa and Competing Systems. *Systematic Zoology*, v. 28, n. 3, p. 308–37, 1979.

WILEY, E. O. & LIEBERMAN, B. S. *Phylogenetics: The Theory and Practice of Phylogenetic Systematics*. 2nd edition. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2011.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



A HISTÓRIA NATURAL DAS CÉLULAS NOS SUGERE UMA ORIGEM ÚNICA?

Sávio Torres de Farias¹

Francisco Prosdocimi²

¹ Doutor em Genética pela UFMG

Professor do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da UFPB

stfarias@yahoo.com.br

² Doutor em Bioinformática pela UFMG

Professor do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis da UFRJ

prosdocimi@bioqmed.ufrj.br

Resumo

As células ocupam um lugar de destaque quando buscamos compreender o fenômeno vida. Comumente a organização celular é tida como sinônimo de vida e as características que definem células e vida se confundem e se sobrepõem. Entretanto, novos cenários sobre a origem da vida vêm trazendo olhares alternativos sobre como as entidades que hoje conhecemos como células teriam se organizado. Neste ensaio, avaliamos as características que utilizadas para inferência de uma origem única para as células. Para isso, propomos uma diferenciação entre (i) as características que evidenciam a monofilia da vida daquelas que (ii) sustentam uma origem única para as células. A partir de uma análise lógica e conceitual, demonstramos que muitos elementos usualmente usados para sustentar uma monofilia celular (tais como a presença de elementos do mecanismo de tradução e a universalidade do código genético) são, de fato, evidências para uma origem única do fenômeno vida. Assim, diante dos cenários discutidos, sugerimos que a estrutura celular deve ser considerada como uma estratégia de manutenção da vida, assim como a estrutura do tipo viral. Ambas estratégias teriam emergido nos primórdios da vida em nosso planeta, muito provavelmente mais de uma vez.

Palavras-chave: Monofilia. Progenotos. Evolução das membranas. Origem dos sistemas biológicos.

Abstract

Cells occupy a prominent place in our search for understanding the marvelous phenomenon of life. The cellular organization is often seen as synonym to the organization of life itself. Therefore, many characteristics used to define cells overlap with those used to define life, generating confusion and misunderstanding. Nevertheless, new scenarios about the origin of life are allowing a better understanding about how cellular entities have been originated by evolution and self-organization processes. In the current essay, we evaluated the characteristics commonly used to infer a single origin for cells. In that sense, we propose a clear differentiation between (i) the characteristics used to define life as monophyletic from those that (i') sustain a unique origin for cells. Using a logical and conceptual analysis, we demonstrate that many elements usually used to support cell monophily – such as the presence of elements of the translation mechanism and the universality of the genetic code – are, in fact, evidence of a unique origin for the life phenomenon. Thus, given the scenarios discussed, we suggest that the cell structure should be considered as one possible strategy for maintaining life, besides the alternative viral-type structure. Both strategies possibly emerged in the early days of life on our planet, most likely more than once.

Keywords: Monophyly. Progenote. Membrane evolution. Origin of biological systems.

1 Introdução

Ainda no século XVII, novos desenvolvimentos no campo da óptica abriram um novo olhar sobre o mundo biológico. Nesta época, os primeiros microscópios começaram a ser projetados e potencializaram nosso poder observacional de fenômenos e estruturas antes impossíveis de serem vistos com detalhes. Foi em 1665 que Robert Hooke fez a primeira descrição de uma estrutura microscópica que parecia auto-contida e que foi denominada enquanto célula em referência à palavra latina *cellula*, que significa “quarto pequeno”. Sem querermos minimizar a importância dessa observação inicial de Hooke, a verdade é que, em sua época, ainda não estava claro se a estrutura observada consistia em uma entidade viva ou não. Um passo importante na direção de resolver essa questão foi dado em 1676, por Anton Von Leeuwenhoek, ao observar que as estruturas descritas como células apresentavam movimento, uma característica importante na diferenciação entre o mundo vivo e o não-vivo (DUNN & JONES, 2004). Após mais de um século de estudos buscando entender a real importância das células, no século XIX, Mathias Schleiden (1804-1881), Theodor Schwann (1810-1882) e Rudolf Virchow (1821-1902) lançaram as bases do que viria a ser conhecida como a Teoria Celular (RIBATTI, 2018). Mathias Schleiden foi um botânico que decidiu estudar as plantas no microscópio e propôs, em seu livro intitulado “Contribuições para nosso conhecimento em fitogênese”, lançado em 1838, que todas as plantas eram compostas de células. Ele também apontava nesse estudo que o núcleo era um componente característico de todas as

células vegetais e descobriu a existência do nucléolo. No mesmo ano, Theodor Schwann publicou três artigos (i) falando que os órgãos eram compostos por células; (ii) verificando a existência do núcleo em diferentes tipos celulares e (iii) descrevendo a estrutura celular da cartilagem (BAKER, 1955). No ano seguinte, (1939), Schwann publica um trabalho mais consistente em forma de livro no qual pela primeira vez fala explicitamente sobre a teoria celular, usando a palavra alemã "*Zellentheorie*". Nesse trabalho, Schwann observava que o núcleo celular estava presente tanto em células vegetais como animais e também, pela primeira vez, reconhecia e nomeava o nucléolo em ambos os tipos celulares.

Com o avanço das diversas áreas biológicas, atualmente a Teoria Celular tem como pressuposto as ideias de que: (i) todos os seres vivos são compostos de células; (ii) todas as células surgem de células preexistentes; (iii) a célula é a unidade fundamental da estrutura e função dos seres vivos; (iv) a atividade de um organismo depende da atividade total das células; (v) o fluxo de energia ocorre dentro das células; (vi) células tem DNA como material hereditário e que (vii) todas as células têm basicamente a mesma constituição. Dentre os pontos apresentados acima, as características de que (ii) todas as células surgem de outras preexistentes, (vi) que possuem DNA e (vii) que todas as células têm basicamente a mesma constituição, quando entendidas em uma abordagem evolutiva, parecem sugerir que as células têm uma origem única e que, portanto, devem ser entendidas como entidades monofiléticas.

Em 1977, os microbiologistas estadunidenses Carl Woese e George Fox, ao analisarem as sequências de RNA da subunidade menor do ribossomo, iden-

tificaram uma divisão em um dos grupos celulares basais, na época identificado como procariotos (ou moneras). Neste estudo, eles propuseram uma subdivisão desse grupo em dois: as eubactérias e as archaeobacterias. Com o avanço das técnicas moleculares e dos estudos sobre a constituição básica das células, Woese *et al.* (1990) propuseram uma nova classificação da vida, criando a nova categoria domínio, que seria superior aos reinos originalmente propostos por Lineu. Essa categoria representaria a primeira grande divisão entre grupos celulares básicos e, desta forma, a vida seria composta de três grandes domínios chamados: Bacteria, Archaea e Eukarya. Essa classificação foi baseada na análise da subunidade menor do ribossomo e reforçou ainda mais a ideia de que as células teriam uma origem comum, sugerindo ainda que poderíamos encontrar um ponto de junção no passado entre essas linhagens, definindo assim um último ancestral comum a partir de uma entidade teórica chamada de LUCA (da sigla em inglês para “*Last Universal Commun Ancestor*”).

Não podemos deixar de citar aqui que a existência de um código genético bastante parecido entre todas as entidades celulares é frequentemente identificado como uma forte evidência da monofilia das células, sugerindo que as células surgiram uma única vez (WEISS *et al.*, 2018). Entretanto, novos cenários conceituais sobre a história evolutiva da vida em nosso planeta, assim como novas perspectivas sobre o que entendemos como vida, estão reabrindo a discussão sobre a origem única das células e as características que permitem tal inferência. Não pretendemos aqui apresentar uma visão definitiva sobre o tema mas, pelo contrário, nossa ideia é levantar pontos que podem levar a uma rea-

valiação dessa questão e de suas implicações para o entendimento do fenômeno Vida. Nesse sentido, faremos uma análise da história evolutiva da vida no planeta e observaremos as novas evidências de forma a reforçar a origem única das células; ou contribuir para uma nova visão sobre como devemos entender a importância das células na extraordinária viagem do fenômeno Vida nos últimos 4 bilhões de anos.

2 As células como a unidade básica da vida: o que sustenta essa visão?

Frequentemente encontramos em livros e artigos científicos a afirmação que as células são as unidades básicas da vida, sendo que muitas vezes a própria definição de vida está sobreposta ao conceito de célula. Neste sentido, muitas das características que sustentam a origem única da vida no planeta são transpostas diretamente como evidências da origem única das células. Dentre uma característica importante que gostaríamos de destacar consiste no fato de que a estrutura do código genético se mostra como uma evidência quase incontestável dessa origem comum celular. E isso vai em conjunto com o fato de que todas as células possuem um código genético praticamente idêntico, assim como a maquinaria de tradução desse código, o ribossomo e diversos outros fatores associados ao mecanismo de síntese de proteínas. Tal mecanismo é exclusivo das entidades celulares e reforça a ideia de uma origem única para as mesmas (WEISS *et al.*, 2018).

Entretanto, antes de seguirmos mais a fundo na história evolutiva do código genético e do ribossomo em sua relação com a origem das células (e, conseqüentemente, com a origem da vida), devemos voltar nossa atenção para as linhas que buscam definir “vida” como sinônimo de “vida celular”. Neste ponto, devemos ter em mente uma importante função de um conceito, que é fazer distinções claras sobre entidades ou fenômenos, de forma que, ao absorvermos e compreendermos tal conceito, possamos identificar o que buscamos conceituar de forma inequívoca. Evidentemente, esta não é uma tarefa simples e necessita uma ampla reflexão sobre o que buscamos individualizar na forma conceitual. Esse ponto é de extrema importância em nossa análise sobre a monofilia das células visto que, se o conceito de vida baseado na célula se mostrar necessário e suficiente, poderemos certamente considerar que as características que sustentam a monofilia da vida são também válidas para sustentar a monofilia das células. Uma das proposições conceituais de vida mais citadas nos últimos anos e que tem como suporte a célula foi desenvolvida por Ruiz-Mirazo *et al.* (2004). Em sua formulação, esses autores definem vida como um sistema autônomo com capacidade de evolução aberta. Esse sistema contém, uma fronteira (membrana) semipermeável, um aparato de produção de energia e pelo menos dois tipos de componentes macromoleculares interdependentes, funcionando para a catalise e o armazenamento e processamento de informações. Na definição acima, fica evidente que os autores têm a célula como parâmetro básico a ser usado na construção conceitual do que é o fenômeno Vida. Também fica evidente que os vírus são colocados como agentes externos ao fenômeno vida, assim

como qualquer sistema molecular que teria existido antes da emergência das células. Embora não queiramos adentrar a discussão sobre o próprio conceito de vida neste breve ensaio, precisamos avaliar aqui se o conceito celular se mostra forte e se parece correto. A afirmação central do conceito apresentado por Ruiz-Mirazo *et al.* (2004) se apoia na autonomia associada à capacidade evolutiva, sendo que a autonomia deve ser entendida como a capacidade de se auto-mantener e se auto-replicar. Utilizando autonomia no significado acima, claramente podemos inferir que todas as células ou organismos celulares apresentam autonomia. Entretanto, ao analisarmos a capacidade de evolução, não podemos inferir com tanta certeza que esta é uma característica verdadeiramente relevante, visto que híbridos inférteis (como a mula, por exemplo) não constituem linhagens, estando, desta forma, fora do processo evolutivo, embora estejam claramente vivos. Por outro lado, os vírus – que não são unidades autônomas – são capazes de constituírem linhagens e são alvos do processo evolutivo. Também vemos problemas conceituais quando olhamos para sistemas moleculares anteriores ao surgimento das células, visto que eles poderiam ter autonomia e serem alvos do processo evolutivo. Entretanto, por não apresentarem uma fronteira semipermeável, não poderiam ser entendidos como sistemas vivos.

O ponto central nesta discussão não é a presença de determinadas características em entidade não-celulares, mas sim a ausência de determinadas características necessárias e suficientes para definir a célula como a unidade básica da vida em grupos de organismos celulares. Lembramos aqui a questão das mulas, que não fazem parte do processo evolutivo. Desta forma, não podemos

sobrepôr de forma automática as características que evidenciam (a) a monofilia da vida com aquelas que buscam sustentar (a') a monofilia celular. Uma outra consequência desta observação é de que a presunção das células como a unidade básica da vida não se sustenta, sendo mais uma associação a um momento histórico do conhecimento biológico do que um fato inquestionável (PROSDOCIMI, JHEETA & FARIAS, 2018). A partir do exposto acima, devemos analisar, entre os pontos levantados como elementos que configuram o status monofilético das células, se (a') são elementos próprios das células e assim podem ser evidências de uma origem única das células ou se (a) são elementos que pertencem às células por serem evidências da monofilia da vida, que aconteceu antes do surgimento das células e que são elementos que foram herdados pelas células. Entre os elementos que são usados para definir um status monofilético para as células, podemos destacar: (i) o ribossomo, (ii) o código genético, (iii) o DNA e (iv) a compartimentação por membrana semipermeável.

3 O ribossomo e o código genético

A presença de um ribossomo e a existência de um código genético conservado são duas características frequentemente tidas como fortes indícios de que as células tiveram uma origem comum, visto que são encontradas em todos os organismos celulares conhecidos. Juntos, o ribossomo e o código genético são elementos fundamentais do sistema de tradução e estão relacionados a autono-

mia celular, outra característica de extrema importância quando buscamos caracterizar as células (VARELA, MATURANA & URIBE, 1974). Nos últimos anos, diversos trabalhos têm buscado entender o processo de origem e evolução do ribossomo; neles, observamos um reposicionamento da importância desta molécula na organização inicial dos sistemas biológicos (TAMURA, 2011; PETROV *et al.*, 2014; FARIAS, REGO & JOSÉ, 2014a; 2014b; 2017; ROOT-BERNSTEIN & ROOT-BERNSTEIN, 2015; PROSDOCIMI *et al.*, 2020). Apesar de sugerirem modelos ligeiramente discordantes e com aspectos ainda não consensuais, atualmente é uma tese aceita por todos eles a de que o RNA ribossômico surgiu em estágios bastante iniciais, em uma época quando o fenômeno Vida ainda se expressava através de um sistema meramente molecular, sem estruturas individualizadas ou envoltórios como vemos hoje nas células.

Parece haver também um consenso sobre o fato de que as duas subunidades ribossomais tenham surgido de maneira independente e que, só após suas atividades terem sido minimamente estabilizadas, é que elas passaram a atuar em coordenação (PETROV *et al.*, 2015; FARIAS, REGO & JOSÉ, 2019). O RNA 23S, principal molécula da subunidade maior do ribossomo, possivelmente teria atuado inicialmente como uma ribozima que catalisava a síntese quase-aleatória de peptídeos, enquanto que o RNA 16S, principal molécula da subunidade menor, atuava selecionando RNAs que aumentavam sua estabilidade quando acoplados a ela (FARIAS, REGO & JOSÉ, 2017). Em diversas análises evolutivas, realizadas através de múltiplas metodologias, o RNA da subunidade maior teve seu sítio catalítico (PTC) identificado como a primeira parte da es-

trutura a se estabilizar (TAMURA, 2011; FARIAS, REGO & JOSÉ, 2014; PETROV *et al.*, 2015). Já no RNA da subunidade menor, sugere-se que o domínio 3' (superior) deve ter sido a primeira parte da estrutura a se estabilizar; ali ocorrem alguns dos pontos principais de ligação entre o RNA 16S e os tRNAs que interagem no sítio acceptor da subunidade maior, sendo uma região fundamental durante o processo de decodificação da informação biológica (FARIAS, REGO & JOSÉ, 2019).

No presente contexto evolutivo para a origem dos sistemas biológicos, fica evidente que, se os ribossomos estão entre as primeiras estruturas moleculares a se auto-organizarem, o código genético também deve ter sido contemporâneo à maturação dos ribossomos. Dessa forma, ele teria surgido quando o sistema biológico ainda se expressava na forma de um sistema meramente molecular; ou seja, antes da emergência das células (HARTMAN & SMITH, 2019). Além das evidências da antiguidade do ribossomo, alguns estudos apontam para o fato de que os tRNAs, que são algumas das principais moléculas responsáveis pela conexão entre a informação contida nos ácidos nucleicos e as informações proteicas, estão entre as moléculas biológicas mais antigas que conhecemos. A antiguidade das moléculas de tRNA vem ganhando destaque na organização inicial dos sistemas biológicos e alguns modelos sugerem que tanto a subunidade maior (PROSDOCIMI *et al.*, 2020) quanto a menor do ribossomo, assim como os primeiros mRNAs, provavelmente se formaram por junção de proto-tRNAs; reforçando a ideia de que o sistema de tradução tenha sido um dos primeiros sistemas a se auto-organizar. Em 1998, Carl Woese sugeriu que os

primeiros sistemas biológicos se organizaram em unidades semi-abertas que formariam sistemas genéticos em formato de quase-espécies. Essa organização teria sido anterior à emergência das células e ele chamou essa comunidade de quase-espécies pelo nome de progenotos.

4 A questão da origem dos vírus

Ao analisarmos se o código genético e o ribossomo podem ser usados como definidores da monofilia das células, precisamos também considerar os novos modelos sobre a origem e evolução dos vírus. Os vírus são sistemas biológicos especiais porque, apesar de não possuírem ribossomos, possuem sua informação biológica organizada em genes e usando o mesmo código genético que está presente nas células. Por muitos anos, a similaridade entre o código genético celular e o dos vírus foi explicado pelo modelo de escape, no qual os vírus seriam partículas moleculares que teriam escapado ao contexto celular e adquirido identidade própria, ainda que permanecessem dependentes das células para sua reprodução. Entretanto, com o aumento dos dados disponíveis, novos cenários vêm sendo propostos e, dentre os que vêm ganhando força, aquele que considera a origem de alguns grupos virais antes da emergência das células tem se mostrado como um modelo bastante plausível (FARIAS, JHEETA & PROSDOCIMI, 2019). Vale notar que nenhuma proposta atual para a origem dos vírus sugere uma origem única para o grupo, inclusive algumas delas sugerem

que a forma viral deve ser vista como uma estratégia de manutenção da vida que pode ter surgido várias vezes ao longo da história evolutiva. Porém, quando consideramos que alguns grupos virais devem ter sido contemporâneos aos progenotos e surgido antes das células, devemos reinterpretar o fato de porque essas entidades biológicas apresentam o mesmo código genético utilizado pelas células. Neste contexto, podemos concluir que a presença de um código genético praticamente universal encontrado nas células deve ser visto como uma forte evidência da monofilia do fenômeno Vida; e não das células, não sendo assim uma evidência para a origem única destas.

Entretanto, devemos levar em consideração que, mesmo que a existência de um código genético universal não seja uma evidência para a monofilia das células, os ribossomos são hoje encontrados apenas dentro das células e, desta forma, o sistema de tradução poderia ser considerado como um forte indício de uma origem única. Em uma primeira análise, devemos concordar com a afirmação acima; porém, se consideramos um cenário anterior à emergência das células, podemos levantar dúvidas sobre tal afirmação. Voltando aos dados recentes sobre a organização inicial dos sistemas biológicos, temos considerado que a origem dos ribossomos foi anterior à origem das células. Assim, mesmo os sistemas abertos e pré-celulares conhecidos como progenotos já teriam o sistema de tradução maduro (WOESE, 1998). Alguns autores sugerem justamente que a evolução dos progenotos teria levado ao processo de compartimentação de alguns subsistemas moleculares. Nesse sentido, os sistemas que mantiveram e incorporaram o sistema de tradução ganharam autonomia e deram origem ao que

conhecemos como células (KOONIN, SENKEVICH & DOLJA, 2006; FARIAS, JHEETA & PROSDOCIMI, 2019). Entretanto, alguns sistemas poderiam ter se compartimentalizado sem o sistema de tradução, não desenvolvendo autonomia e permanecendo como dependentes do sistema celular; esses sistemas teriam formado os primeiros grupos virais.

5 Quantas vezes os sistemas celulares surgiram?

Ao considerarmos que esse cenário acima pode ter realmente acontecido, a pergunta que se segue seria se o sistema de tradução foi incorporado por apenas um sistema ou por mais de um. Se o sistema tiver sido incorporado apenas uma vez, isso deve ser visto como um forte indício da origem única das células; porém, existe a possibilidade de que o sistema de tradução tenha sido cooptado por mais de um sub-sistema pré-celular. Nesse último caso, poderíamos inferir que as entidades que conhecemos como células podem ter tido pelo menos duas origens, não formando, dessa forma, um grupo monofilético.

Para buscarmos respostas para este ponto, podemos tentar olhar o sistema de compartimentação em si, ou seja, o próprio sistema de membranas que levou ao processo de individualização dos sistemas biológicos. Neste ponto, nos deparamos com um problema ainda sem solução, pois, quando olhamos a constituição da membrana dos dois grupos basais de organismos celulares, Archaea e Bacteria, observamos que – apesar de ambos terem uma membrana composta

principalmente de lipídios – a constituição das duas membranas é radicalmente diferente. Inclusive não existe, até o momento, nenhuma evidência de transição entre os dois tipos.

Na membrana bacteriana, encontramos uma bicamada lipídica que contém fosfolipídeos ligados através de ligações do tipo ester entre o glicerol e o ácido graxo, sendo a ligação do glicerol com o fosfato realizada através do carbono de número 1. Nas Archaeas, a ligação entre o glicerol e o ácido graxo é do tipo éter; e a ligação entre o glicerol e o fosfato é realizada através do carbono 3 (LOMBARD, LÓPEZ-GARCÍA & MOREIRA, 2012). Além destas diferenças estruturais, os ácidos graxos incorporados são distintos.

Tais diferenças na constituição básica da membrana celular podem ser vistos como evidências de que houveram dois processos de compartimentação distintos, no qual ambos recrutaram pelo menos uma cópia do sistema de tradução que estava presente nos progenotos. Assim, a presença dos ribossomos nas estruturas que conhecemos como células deve ser vista como evidência de uma herança comum, mas representam o fato que a vida é monofilética; e não necessariamente as células.

Nesse contexto, a classificação originalmente proposta por Woese *et al.* (1990) estava na realidade observando a origem única da molécula ribossomal e não das células. Dessa forma, é possível supor que não tenha existido um último ancestral comum para as células na forma de um organismo já celular; porém sim na forma de uma comunidade de sistemas biológicos abertos, reforçan-

do novamente a monofilia da vida e não das células. O LUCA então pode jamais ter existido na forma celular em que foi inicialmente proposto.

Se isso for verdade, como devemos entender as células? Diante das dúvidas e dos novos dados e cenários que vêm despontando, sugerimos observar as células, assim como os vírus, como uma estratégia para manutenção da vida. Essa estratégia pode ter emergido mais de uma vez, porém sempre sob a mesma base de sistemas e de linguagem molecular, visto que o fenômeno Vida apresenta fortes evidências de que, pelo menos até o momento, só tenha surgido uma vez em nosso planeta.

6 Conclusões

Quando consideramos a possibilidade de que a vida possa vir a ser definida através de um processo levado a cabo por códigos sobrepostos em múltiplas camadas (FARIAS & PROSDOCIMI, 2019), percebemos que alguns argumentos normalmente usados para definir o que é a vida, tais como a presença de elementos do sistema de tradução e do código genético, devem ser melhor usados para definir todos os sistemas biológicos. Nesse sentido, os vírus também são sistemas biológicos, já que apresentam tais características. Assim, vírus e células devem ser considerados como estratégias diferentes de manutenção de tais sistemas biológicos. Ambas estratégias possivelmente se originaram nos primórdios da vida em nosso planeta a partir da evolução de entidades de

quase-espécies chamadas de progenotos. Além disso, pelas grandes diferenças observadas na constituição básica das células de bactérias e de arqueas; e também pelas diferenças ainda maiores observadas na constituição dos capsídeos virais e na utilização de ácidos nucleicos por vírus; é bastante provável que essas arquiteturas dos sistemas biológicos tenham se originado mais de uma vez a partir da evolução dos progenotos.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao Prof. Job Miranda pelas discussões que ajudaram na organização conceitual deste ensaio. Agradecemos também à FAPERJ (CNE E-26/202.780/2018) e ao CNPq (PDE 205072/2018-6) pela ajuda financeira.

Referências

BAKER, J. R. The cell-theory: a restatement, history, and critique. Part V. The multiplication of nuclei. *Quarterly journal of microscopical science*, 96, p. 449-81, 1955.

DUNN, G. A. & JONES, G. E. Cell motility under the microscope: Vorsprung durch Technik. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 5, 8, p. 667-72, 2004. doi:10.1038/nrm1439.

FARIAS, S. T.; RÊGO, T. G. & JOSÉ, M. V. Evolution of transfer RNA and the origin of the translation system. *Frontiers in Genetics*, 5, 303, 2014. doi:10.3389/fgene.2014.00303.

FARIAS, S. T.; RÊGO, T. G. & JOSÉ, M. V. Origin and evolution of the Peptidyl Transferase Center from proto-tRNAs. *FEBS Open Bio*, 4, p. 175-8, 2014. doi:10.1016/j.fob.2014.01.010.

FARIAS, S. T.; RÊGO, T. G. & JOSÉ, M. V. Peptidyl Transferase Center and the Emergence of the Translation System. *Life (Basel)*, 7, 2, 21, 2017. doi:10.3390/life7020021

FARIAS, S. T.; JHEETA, S. & PROSDOCIMI, F. Viruses as a survival strategy in the armory of life. *History and Philosophy of Life Science*, 41, 4, 45, 2019. doi:10.1007/s40656-019-0287-5

FARIAS, S. T. & PROSDOCIMI, F. *A Emergência dos Sistemas Biológicos: Uma Visão Molecular da Origem da Vida*. 1 ed. Rio de Janeiro: ArtecomCiencia, 2019.

FARIAS, S. T.; RÊGO, T. G. & JOSÉ, M. V. Origin of the 16S Ribosomal Molecule from Ancestor tRNAs. *Sci.*, 1, 8, 2019.

HARTMAN, H. & SMITH, T. F. Origin of the Genetic Code Is Found at the Transition between a Thioester World of Peptides and the Phosphoester World of Polynucleotides. *Life (Basel)*, 9, 3, 69, 2019. doi:10.3390/life9030069.

KOONIN, E. V.; SENKEVICH, T. G. & DOLJA, V. V. The ancient Virus World and evolution of cells. *Biology Direct*, 19, 1, 29, 2006. doi: 10.1186/1745-6150-1-29.

LOMBARD, J.; LÓPEZ-GARCÍA, P. & MOREIRA, D. The early evolution of lipid membranes and the three domains of life. *Nature Review in Microbiology*, 10, 7, p. 507-15, 2012. doi:10.1038/nrmicro2815.

PETROV, A. S.; BERNIER, C. R.; HSIAO, C.; NORRIS, A. M.; KOVACS, N. A.; WATERBURY, C. C.; STEPANOV, V. G.; HARVEY, S. C.; FOX, G. E.;

WARTELL, R. M.; HUD, N. V. & WILLIAMS, L. D. Evolution of the ribosome at atomic resolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, 28, p. 10251-6, 2014. doi: 10.1073/pnas.1407205111.

PETROV, A. S.; GULEN, B.; NORRIS, A. M.; KOVACS, N. A.; BERNIER, C. R.; LANIER, K. A.; FOX, G. E.; HARVEY, S. C.; WARTELL, R. M.; HUD, N. V. & WILLIAMS, L. D. History of the ribosome and the origin of translation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112, 50, p. 15396-401, 2015. doi: 10.1073/pnas.1509761112.

PROSDOCIMI, F.; JHEETA S. & FARIAS, S. T. Conceptual challenges for the emergence of the biological system: Cell theory and self-replication. *Medical Hypotheses*, 119, p. 79-83, 2018. doi:10.1016/j.mehy.2018.07.029.

PROSDOCIMI, F.; ZAMUDIO, G. S.; PALACIOS-PÉREZ, M.; FARIAS, S. T. & JOSÉ, M. V. The Ancient History of Peptidyl Transferase Center Formation as Told by Conservation and Information Analyses. *Life (Basel)*, 10, 8, E134, 2020. doi:10.3390/life10080134.

RIBATTI, D. An historical note on the cell theory. *Experimental Cell Research*, 364, 1, p. 1-4, 2018. doi:10.1016/j.yexcr.2018.01.038.

ROOT-BERNSTEIN, M. & ROOT-BERNSTEIN, R. The ribosome as a missing link in the evolution of life. *Journal of Theoretical Biology*, 367, p. 130-58, 2015. doi:10.1016/j.jtbi.2014.11.025.

RUIZ-MIRAZO, K.; PERETÓ, J. & MORENO, A. A universal definition of life: autonomy and open-ended evolution [published correction appears in *Orig Life Evol Biosph*, 34, 4, 439, Aug. 2004]. *Origin of Life and Evolution of Biospheres*, 34, 3, p. 323-46, 2004. doi:10.1023/b:orig.0000016440.53346.dc.

SCHLEIDEN, M. J. Beiträge zur Phytogenesis. *Müllers Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin*, 5, p. 137-77, 1938.

SCHWANN, T. *Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und im Wachstum der Thiere und Pflanzen*. Berlin: Sandersche Buchhandlung, 1839.

TAMURA, K. Ribosome evolution: emergence of peptide synthesis machinery. *Journal of Bioscience*, 36, 5, p. 921-8, 2011. doi:10.1007/s12038-011-9158-2.

VARELA, F. G.; MATURANA, H. R. & URIBE, R. Autopoiesis: the organization of living systems, its characterization and a model. *Currents in modern biology*, 5, 4, p. 187-96, 1974. doi:10.1016/0303-2647(74)90031-8.

WEISS, M. C.; PREINER, M.; XAVIER, J. C.; ZIMORSKI, V. & MARTIN, W. F. The last universal common ancestor between ancient Earth chemistry and the onset of genetics. *PLoS Genetics*, 14, 8, e1007518, 2018. doi:10.1371/journal.pgen.1007518.

WOESE, C. The universal ancestor. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95, 12, p. 6854-9, 1998. doi:10.1073/pnas.95.12.6854.

WOESE, C. R. & FOX, G. E. Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: the primary kingdoms. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 74, 11, p. 5088-90, 1977. doi:10.1073/pnas.74.11.5088.

WOESE, C. R.; KANDLER, O. & WHEELIS, M. L. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eukarya. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 87, 12, p. 4576-9, 1990. doi:10.1073/pnas.87.12.4576.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



O QUE É SIMBIOGÉNESE? A VERTENTE MARGINALIZADA DA ABORDAGEM EVOLUTIVA

Francisco Carrapiço

PhD em Biologia Celular pela Universidade de Lisboa
Professor da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
fcarrapico@fc.ul.pt

Resumo

A evolução biológica é tradicionalmente considerada como um processo gradual que consiste essencialmente na seleção natural, conduzida através de variações fenotípicas mínimas que são o resultado de mutações e recombinações genéticas para formar novas espécies. Este é um processo dinâmico que se desenvolve e responde não no sentido de perfeição e progresso, mas no sentido de adaptação a novas condições. No entanto, a evolução não é apenas o resultado de mutações e recombinações genéticas combinadas com a seleção natural. Envolve outros processos, nomeadamente associações simbióticas entre diferentes organismos, o que tem sido secundarizado ou mesmo menosprezado pela abordagem Neodarwinista. A simbiogénese, introduzida em 1909 pelo biólogo russo Constantin Mereschkowsky e definida como a origem de organismos pela combinação ou associação de dois ou mais seres que entram em simbiose, é um mecanismo evolutivo que permite uma ruptura conceptual coerente em relação a ideias evolucionistas do passado, mas simultaneamente constitui e constrói uma nova abordagem evolutiva da vida no nosso planeta. Neste âmbito, a simbiose é o veículo através do qual a aquisição de novos genomas e novas capacidades metabólicas e organismais ocorrem, tornando possível a construção evolutiva dos organismos.

Palavras-chave: Simbiogénese. Simbiose. Evolução. Pós-Neodarwinismo.

Abstract

Biological evolution is traditionally considered as a gradual process that consists essentially of natural selection, conducted through minimal phenotypic variations that are the result of genetic mutations and recombinations to form new species. It is likewise a dynamic process that develops and responds not in the sense of perfection and progress, but in the sense of adapting to new conditions. However, evolution is not just the result of mutations and genetic recombination combined with natural selection. It involves other processes, namely symbiotic associations between different organisms, which has been secondary or even underestimated by the neo-Darwinist approach. Symbiogenesis, introduced in 1909 by the Russian biologist Constantin Mereschkowsky and defined as the origin of organisms by the combination or association of two or more beings that enter into symbiosis, is an evolutionary mechanism that allows a coherent conceptual rupture in relation to evolutionary ideas of the past, but simultaneously consists and builds a new evolutionary approach to life on our planet. In this context, symbiosis is the vehicle through which the acquisition of new genomes and new metabolic and organismal capacities occurs, making possible the evolutionary construction of organisms.

Keywords: Symbiogenesis. Symbiosis. Evolution. Post-neo-Darwinism.

Introdução

Em 1859, Charles Darwin publica “A Origem das Espécies”, obra que lançou os princípios fundamentais da Biologia moderna, introduzindo a evolução biológica como conceito fundamental e organizador desta ciência, bem como o seu pilar estrutural (DARWIN, 1859). É hoje impensável abordarmos o fenómeno biológico sem o associarmos ao processo evolutivo. No entanto, sem negar muitos dos princípios Darwinistas, o mais inadequado que podemos fazer na abordagem deste processo é confundirmos ou restringirmos a evolução às perspectivas Darwinista ou Neodarwinista, mesmo com algumas das suas modificações (CARRAPIÇO & RITA, 2009; DAWKINS, 1975; ELDREDGE & GOULD, 1972; HUXLEY, 1942; MAYR, 2001). Estas perspectivas foram maioritariamente usadas para explicar a evolução biológica, contribuindo para a crença generalizada segundo a qual a evolução só podia ser explicada por estas duas teorias científicas. Isto originou a falsa ideia de que o Darwinismo ou o Neodarwinismo, seriam os únicos sinónimos para evolução biológica. Outras abordagens evolucionistas têm sido defendidas e discutidas no cenário interpretativo da evolução e é essencial que as mesmas sejam aprofundadas e debatidas no domínio das Ciências Biológicas e da Filosofia da Biologia. É o caso da Teoria Simbiogénica da Evolução (CARRAPIÇO, 2006, 2012, 2015). Neste contexto, não podemos continuar a analisar o processo da formação e desenvolvimento da vida, restringindo-o a uma lógica maniqueísta entre Criacionistas e Darwinistas (CARRAPI-

ÇO & RITA, 2009). Se por um lado, a evolução é tradicionalmente considerada como o resultado de mutações e recombinações genéticas associadas à seleção natural, por outro lado quase todos os seres vivos apresentam associações simbióticas com microorganismos, o que tem sido negligenciado ou mesmo marginalizado pela abordagem Neodarwinista da evolução. Neste sentido, a simbiose e a simbiogénese deverão desempenhar um papel muito importante e mesmo fundamental em todo o processo biológico, o que implica a necessidade duma abordagem interpretativa mais abrangente e renovada do fenómeno evolutivo. Assim, ao desenvolvermos este tema, pretendemos dar ênfase a novas valências evolutivas, em particular no domínio simbiogénico, de forma a entendermos a evolução de forma integrada e mais próxima da realidade biológica e da sua dinâmica evolutiva.

1 Um Longo Caminho...

Desde a antiguidade que a ideia de cooperação esteve presente nos textos de vários filósofos e escritores clássicos como exemplo do equilíbrio da natureza. Heródoto (484-425 a.C.) e Aristóteles (384-322 a.C.), duas das referências gregas da antiguidade, usaram a história do crocodilo e da ave como um bom exemplo disso, tendo descrito que a ave retirava vermes da boca do crocodilo, salientando que o réptil nunca prejudicava a ave (BOUCHER, 1985). No entanto, as evidências científicas eram escassas e sem suporte científico válido, pelo que foi apenas no século XIX que as primeiras evidências científicas sólidas foram

apresentadas para apoiar as ideias de cooperação e das relações entre espécies distintas.

Em 1867, o botânico suíço Simon Schwendener (1829-1919) propôs na reunião anual da Sociedade Suíça de História Natural a hipótese dualista para explicar a natureza dos líquenes. Esta hipótese indicava que se tratava de uma associação de dois organismos distintos, um fungo e uma alga, comportando-se como “senhor e escravo” (HONEGGER, 2000). A ideia de que um organismo pudesse ser formado por dois ou mais organismos geneticamente distintos coexistindo e funcionando como uma unidade foi considerada tão invulgar e anómala na altura que foi amplamente rejeitada pela comunidade científica (CARRAPIÇO, 2015a). No entanto, a divulgação da natureza dualista dos líquenes levou diversos biólogos a considerar a importância do processo simbiótico na evolução biológica como um possível fator interpretativo na explicação deste fenómeno (SAPP, CARRAPIÇO & ZOLOTONOSOV, 2002).

Oito anos após a introdução da hipótese dualista, foi introduzido, em 1875, o conceito de mutualismo pelo zoólogo belga Pierre-Joseph Van Bénéden (1809-1894) no livro “Les Commensaux et les Parasites dans le Règne Animal” (Os Comensais e os Parasitas no Reino Animal) (BOUCHER, 1985; VAN BÉNÉDEN, 1875, p. 69). Três anos após a publicação desta obra, foi formulado em 1878 o conceito de simbiose pelo naturalista alemão Heinrich Anton de Bary (1831-1888), que se baseou em estudos sobre a natureza dos líquenes e o papel das algas e fungos nesta associação (DE BARY, 1878,1879). Este investigador usou também o exemplo do pteridófito aquático do género *Azolla* para desenvolver

esse conceito, referindo-se à presença permanente da cianobactéria *Anabaena azollae* na cavidade foliar e nas estruturas de reprodução sexuada (esporocarpos) dessa planta. Referiu igualmente que em nenhuma fase do ciclo de vida do pteridófito, este está livre da cianobactéria e que esta não é de forma alguma prejudicial para *Azolla* (CARRAPIÇO, 2010b). Este conceito foi apresentado numa comunicação intitulada “Ueber Symbiose” (Sobre Simbiose), no Congresso de Naturalistas e Médicos Alemães em Cassel (DE BARY, 1878), e foi definido como “a vida conjunta de organismos de espécies diferentes”, que é a melhor definição para este fenómeno, pois inclui parasitismo, comensalismo e mutualismo (CARRAPIÇO, 2015a).

No entanto, o núcleo principal das ideias simbiogénicas foi desenvolvido pelo biólogo russo Constantin Merezhkowsky (1855-1921) durante sua estada na Estação Biológica de San Pedro em Los Angeles, Califórnia (1897-1902) e na Universidade de Kazan, na Rússia (1902-1914). Entre a sua estada em Kazan e a sua morte por suicídio em Genebra em 1921, este autor publicou vários artigos sobre a origem dos cloroplastos e o papel da simbiose na evolução (SAPP, CARRAPIÇO & ZOLOTONOSOV, 2002). Em 1909 publicou “A Teoria dos Dois Plasmas como Fundação da Simbiogénese, Nova Doutrina sobre a Origem dos Organismos” em russo. A versão alemã foi publicada um ano depois (CARRAPIÇO, 2012, 2015a; GONTIER, 2016; MEREZHKOWSKY, 1909; SAPP, CARRAPIÇO & ZOLOTONOSOV, 2002). Neste trabalho, Merezhkowsky introduziu o conceito de simbiogénese definindo-o como “a origem dos organismos pela combinação ou pela associação de dois ou vários seres que entram em simbio-

se” (CARRAPIÇO, 2012, 2015a; CARRAPIÇO & RITA, 2009; GONTIER, 2016; MEREZHKOWSKY, 1909). Além deste conceito, desenvolveu ideias importantes sobre a origem da vida, nomeadamente relacionadas com o papel dos organismos extremófilos nesse cenário. Propôs ainda uma nova classificação do mundo vivo, usando pela primeira vez associações simbióticas entre organismos procarióticos e eucarióticos para explicar a hierarquização da complexidade da vida (CARRAPIÇO & RITA, 2009). Posteriormente desenvolveu e apresentou ideias totalmente inovadoras sobre a origem dos cloroplastos presentes nas células vegetais a partir de cianobactérias de vida livre através dum processo simbiogénico, considerando que as plantas seriam um complexo simbiótico (MEREZHKOWSKY, 1920). Em oposição a todas as correntes científicas da época, Merezhkowsky defendeu que os cloroplastos não tinham tido origem a partir de mitocôndrias ou protoplasma, mas sim a partir de cianobactérias de vida livre, situação que se veio a demonstrar correta muitos anos mais tarde (CARRAPIÇO, 2015; SAPP, CARRAPIÇO & ZOLOTONOSOV, 2002).

Em 1907, Andrey Famintsyn (1835-1918), botânico russo e contemporâneo de Merezhkowsky, publicou o trabalho “Sobre o Papel da Simbiose na Evolução dos Organismos”, onde desenvolveu a ideia de que a simbiose tem um importante papel evolutivo ou mesmo adaptativo, a exemplo do que Merezhkowsky já também tinha referido (SAPP, 1993; SAPP, CARRAPIÇO & ZOLOTONOSOV, 2002).

Ao mesmo tempo que Famintsyn e Merezhkowsky desenvolveram essas ideias sobre a importância da simbiose e da simbiogénese na evolução biológi-

ca, Hermann Reinheimer (1873-1964), um autor quase desconhecido no Reino Unido, publicou vários trabalhos independentes sobre simbiotologia reforçando a importância das inter-relações específicas no desenvolvimento dos organismos como um todo, dando uma perspectiva holística sobre a evolução dos organismos e salientando a importância dos processos simbióticos e simbiogénicos no processo evolutivo (CARRAPIÇO, 2015; REINHEIMER, 1915).

Vários outros autores desenvolveram e publicaram estudos importantes relacionados com a implementação das ideias simbiogénicas em Biologia durante as primeiras décadas do século XX. Entre eles, devemos referir os trabalhos do biólogo francês Paul Jules Portier (1866-1962) que publicou “Les Symbiotes” (Os Simbiontes) em 1918 (PORTIER, 1918). Neste trabalho, Portier desenvolveu a ideia de que todos os organismos eram constituídos por uma associação de diferentes seres, tendo defendido que as mitocôndrias, que são organitos celulares responsáveis pelo metabolismo respiratório nas células eucarióticas, seriam bactérias simbióticas, a que o autor designou de “simbiontes” (CARRAPIÇO, 2015; PORTIER, 1918; SAPP, 1994). Considerou e defendeu um papel positivo destas bactérias como simbiontes no corpo humano, numa altura em que a Teoria dos Germes era a norma obrigatória em Biologia e Medicina. Essas novas ideias provocaram uma forte reação adversa da comunidade científica francesa, tendo Auguste Lumière (1862-1954) publicado em 1919 uma resposta crítica no livro “Le Mythe des Symbiotes” (O Mito dos Simbiontes) (CARRAPIÇO, 2015; LUMIÈRE, 1919).

Na então União Soviética, Boris Kozo-Polyansky (1890-1957) publicou em 1924 o livro “Um Novo Princípio da Biologia: um Ensaio sobre a Teoria da Simbiogénese”, salientando a importância determinante da simbiose no processo evolutivo e estabelecendo a ponte entre a simbiogénese e a Teoria Darwinista e introduzindo a ideia do organismo como um consórcio (KOZO-POLYANSKY, 2010).

Nos Estados Unidos, Ivan Emanuel Wallin (1883-1969), desenvolvendo trabalho na Universidade do Colorado, publicou em 1927 “Symbioticism and the Origin of Species” (Simbioticismo e a Origem das Espécies), onde o autor defendeu a importância dos mecanismos simbióticos na evolução, com destaque para a origem simbiótica das mitocôndrias considerando que estas estruturas celulares eram de natureza bacteriana (WALLIN, 1923, 1927). Wallin também enfatizou a importância da microssimbiose nesse processo, destacando que as bactérias podiam representar o fator causal fundamental na origem das espécies (WALLIN, 1927). Este autor considerou o simbioticismo como um mecanismo de especiação, sugerindo que a fonte primária de novidade genética para a especiação era a fusão periódica e repetida de endossimbiontes bacterianos com células hospedeiras, reforçando a importância desses simbiontes como atores principais no processo evolutivo biológico e na complexificação dos organismos (CARRAPIÇO, 2015a; WALLIN, 1927).

Todas as ideias referidas anteriormente foram integradas e renovadas no trabalho de 1967 de Lynn Margulis (1938-2011) publicado no *Journal of Theoretical Biology* sob o título “On the Origin of Mitosing Cells” (Sobre a Origem das

Células que Apresentam Mitose) (SAGAN, 1967). Neste artigo, foi apresentada uma teoria da origem das células eucarióticas, explicando a transição entre os níveis procariótico e eucariótico da organização biológica. As mitocôndrias, corpos basais dos flagelos e cloroplastos, são considerados derivados de procariotas de vida livre e as células eucarióticas seriam o resultado da evolução de antigas simbioses (MARGULIS, 1970). Todo este trabalho pioneiro constituiu a base da Teoria Endossimbiótica Sequencial e estabeleceu o início de um trabalho notável para a reabilitação e desenvolvimento de ideias simbiogénicas aplicadas não apenas ao mundo celular, mas que também contribuíram para a edificação duma Biologia renovada para o século XXI (MARGULIS & FESTER, 1991; MARGULIS & SAGAN, 2002). Além disso, o trabalho de Lynn Margulis e colaboradores representa uma rutura sustentada da abordagem tradicional Neodarwinista desenvolvida para a compreensão da evolução biológica no nosso planeta, sendo um novo paradigma na maneira como devemos compreender o processo evolutivo. Começando com a formação das células eucarióticas, a simbiogénese parece ser o principal mecanismo evolutivo responsável pelo estabelecimento e manutenção dos diferentes ecossistemas, bem como a base estrutural para o aparecimento e manutenção da biodiversidade na Terra (ARCHIBALD, 2011, 2014; CARRAPIÇO, 2010a, 2012, 2015a).

2 Teoria Sintética da Evolução *versus* Teoria Simbiogénica da Evolução

Antes de entrarmos propriamente no tema deste capítulo, vale a pena recordar alguns conceitos fundamentais da teoria evolutiva, em particular nas suas abordagens Darwinista e Neodarwinista que podem ajudar a compreender melhor estes novos conceitos no âmbito da abordagem simbiogénica da evolução, bem como as suas principais diferenças em relação aos princípios que regem a abordagem tradicional do Neodarwinismo.

As primeiras ideias científicas modernas sobre evolução foram apresentadas em 1809 por Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) no primeiro volume do livro “Philosophie Zoologique, ou Exposition des Considérations Relatives à l’Histoire Naturelle des Animaux” (Filosofia Zoológica ou Exposição das Considerações Relativas à História Natural dos Animais) (LAMARCK, 1809). Este naturalista francês visualizou a evolução como uma progressão dos organismos mais simples para os mais complexos, onde a noção de progresso evolutivo era representada por uma reta. Neste trabalho introduziu quatro princípios que tentam explicar o processo evolutivo: 1) os mecanismos que controlam os processos biológicos tendem a aumentar o volume do corpo e a alargar as suas partes; 2) novos órgãos podem ser produzidos num organismo para satisfazer novas necessidades; 3) os órgãos desenvolvem-se em proporção ao seu uso e 4) as modificações que ocorrem em órgãos dum organismo são transmitidas à sua descendência (transmissão dos caracteres adquiridos) (LAMARCK, 1809). Apesar de Lamarck defender o dinamismo no processo evolutivo, a mudança da in-

interpretação duma abordagem estática para uma compreensão dinâmica da evolução no mundo natural foi definitivamente introduzida através da publicação das obras de Alfred Wallace (1823-1913) em 1855 (WALLACE, 1855) e especialmente, em 1859, por Charles Darwin no livro “Sobre a Origem das Espécies” já referido anteriormente (DARWIN, 1859). Este autor foi influenciado pelas obras de Thomas Malthus (1766–1834) e Charles Lyell (1797–1875), tendo desenvolvido uma teoria que contribuiu para mudar radicalmente a ideia da constância das espécies, o que permitiu o estabelecimento da teoria da descendência comum e refutando os princípios da teologia natural que dominaram as ciências naturais durante séculos (CARRAPIÇO, 2015a). Esta teoria, posteriormente designada Darwinismo, baseia-se em três princípios fundamentais resultantes do acaso e da necessidade: 1) produção de variação, 2) preservação das variações favoráveis e rejeição das variações prejudiciais e 3) seleção natural. Neste âmbito foi estabelecido que as espécies eram mutáveis e que toda a vida está relacionada, sendo as relações genealógicas entre espécies semelhantes a um complexo sistema em forma de árvore. Os organismos descenderiam de progenitores ancestrais constituindo uma evolução ramificada (árvore da vida). A evolução seria gradual, sem saltos, nem descontinuidade e a origem da diversidade biológica é sustentada através da multiplicação das espécies. Por fim, a força motora do processo evolutivo seria a seleção natural que é considerada como um mecanismo evolutivo por excelência que seleciona o(s) organismo(s) mais aptos em determinado contexto ambiental. Nesta interpretação existe uma contínua competição entre organismos, sendo selecionados apenas aqueles que se conside-

ram mais viáveis e sendo eliminados os fenótipos que não se enquadram neste processo e por consequência não deixando descendência. De igual modo, a formação de novas espécies pode ocorrer por diversos processos, sendo o isolamento geográfico o mais comum (MAYR, 2001).

No início do século XX, diversos autores, entre os quais o biólogo alemão, Theodor Boveri (1862-1915), e os biólogos americanos Walter Sutton (1877-1916), Thomas Hunt Morgan (1866-1945) e Hermann Joseph Muller (1890-1967) publicaram importantes trabalhos científicos que contribuíram para uma nova compreensão do processo evolutivo. Entre esses trabalhos, são de salientar aqueles que abordam a descoberta da natureza e papel dos cromossomas na reprodução e a existência de mutações. O papel dos cromossomas no processo reprodutor como local da existência dos genes foi de importância primordial e viria a estar na base da constituição da Teoria Cromossómica da Hereditariedade em 1902-1903 e tradicionalmente atribuída a Sutton e Boveri (MARTINS, 1999). De igual modo, os trabalhos desenvolvidos em *Drosophila melanogaster* por Thomas Morgan a partir de 1907 foram fundamentais para o esclarecimento do papel dos cromossomas na hereditariedade, bem como a existência de mutações na reprodução desta pequena mosca da fruta que se tornou um organismo-modelo de investigação em genética (RUBIN & LEWIS, 2000). Em 1927, Hermann Muller publica na revista Science o artigo “Artificial transmutation of the gene” (Transmutação artificial do gene) mostrando que os raios X aumentavam drasticamente a frequência da mutação genética em *Drosophila melanogaster* e

fornecendo a “ferramenta” fundamental para o Neodarwinismo poder explicar a evolução biológica e a complexidade da vida (CARRAPIÇO, 2015a).

Com o desenvolvimento dos estudos em matemática, genética populacional, biologia do desenvolvimento, biogeografia e paleontologia, foram dados passos fundamentais para uma melhor compreensão do processo evolutivo, vindo estes princípios a constituir o núcleo central da Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo. Esta teoria surge nas décadas de 30 e 40 do século passado e é baseada em cinco fatores evolutivos: mutação, recombinação genética, seleção natural, isolamento geográfico e deriva genética (MAYR, 2001). Em 1942, Julian Huxley (1887-1975) publicou “*Evolution: The Modern Synthesis*” (Evolução: A Síntese Moderna) (HUXLEY, 1942), abrindo um novo capítulo sobre a compreensão da evolução, fundindo as ideias Darwinistas com novos conceitos em genética e biologia evolutiva, desenvolvidas anteriormente por autores como John B.S. Haldane (1892-1964) e Theodosius Dobzhansky (1900-1975). Nesse mesmo ano, Ernst Mayr (1904-2005) publicou “*Systematics and the Origins of Species, from the Viewpoint of a Zoologist*” (Sistemática e Origem das Espécies do Ponto de Vista dum Zoólogo) (MAYR, 1942), contribuindo para aprofundar e consolidar os princípios do Neodarwinismo.

Uma das principais características dos organismos que povoam o nosso planeta é o de estabelecer associações e conexões com outros sistemas biológicos, sendo esta característica muito importante para definirmos a vida e a sua diversidade nos ecossistemas onde ela se estabelece e prolifera. Esta realidade permite indicar que a vida se estabelece e desenvolve no sentido gregário, fator

este fundamental para o seu sucesso evolutivo. Assim, esta dinâmica é por natureza adversa ao isolamento e constrói-se no princípio da estruturação de ligações mais ou menos estáveis com outros sistemas biológicos partilhando e recebendo informação essencial ao seu desenvolvimento e sobrevivência. Neste sentido, é necessário que a abordagem interpretativa do mundo natural reflita esta realidade. A Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo apresenta alguns vazios estruturais e interpretativos não considerando ou ignorando o papel dos microorganismos no processo evolutivo no seu todo e considerando que a evolução biológica teria ocorrido sem o seu envolvimento e participação (CARRAPIÇO & RITA, 2009). Para obviar a este problema é necessário uma abordagem mais integradora e cooperativa do processo evolutivo e mesmo da estrutura e organização do mundo biológico. É neste sentido que uma Teoria Simbiogénica da Evolução pode ajudar a compreender e clarificar essa realidade natural. Esta teoria deve incluir princípios Darwinistas, mas não se limitar a estes para explicar o desenvolvimento, organização e evolução do mundo biológico. Um dos aspetos importantes que distingue estas duas teorias prende-se com a inovação evolutiva e como ela ocorre e se transmite. Na abordagem Neodarwinista da evolução, a inovação evolutiva ocorre por via vertical através de processos mutagénicos. Em contrapartida, na Teoria Simbiogénica, a simbiogénese é um mecanismo evolutivo que inclui inovação evolutiva através de transferência horizontal de genes. Neste caso, o material genético proveniente de organismos não relacionados, é incorporado num novo organismo ou entidade que resulta da associação das duas ou mais entidades geneticamente distintas que funcionam

como um todo coletivo e em sincronia. Existem numerosos exemplos desta realidade no mundo natural, em que a transferência horizontal de genes ocorre em hospedeiros eucariontes a partir dos seus simbioses procariontes. É o caso de *Drosophila ananassae* (mosca da fruta) em que foram encontrados incorporados no seu genoma segmentos do genoma de *Wolbachia* (bactéria simbiote). Também no caso do gastrópode marinho *Elysia chlorotica*, genes da alga *Vaucheria littorea*, que lhe serve de alimento, estão integrados no seu genoma permitindo que os cloroplastos da alga ingeridos pelo animal se mantenham funcionais (CARRAPIÇO & RITA, 2009). Assim, a simbiogénese como mecanismo evolutivo tem por base interações. Não é importante o tipo de interação (mutualismo, parasitismo, comensalismo) ou quais as entidades que interagem, nem tão pouco o número de entidades que interatuam. Admite fusões horizontais, que originam alterações permanentes e irreversíveis e que constituem alterações evolutivas, as quais se desenvolvem verticalmente, por selecção natural. O mais importante é que a entidade emergente é precedida de fusão horizontal de duas ou mais entidades distintas e apresenta, por sua vez, capacidades diferentes dos seus componentes quando individualizados, formando o simbioma. Este deve constituir a unidade de selecção por excelência (CARRAPIÇO & RITA, 2009; SAPP, 2003). Podemos encontrar esta realidade no sistema simbiótico *Azolla-Anabaena*-bactérias e que funciona como um todo integrado. *Azolla* é um pteridófito aquático heterospórico largamente representado a nível mundial e que apresenta uma simbiose com uma comunidade procariótica (cianobactérias e bactérias) na cavidade da folha e nas estruturas de reprodução sexuada (esporo-

carpos) desta planta. Esta associação simbiótica constitui um exemplo de sucesso dum sistema que coevoluiu, com os simbiontes sempre presentes no ciclo de vida do pteridófito, sugerindo uma evolução filogenética paralela da relação entre os parceiros, podendo ser considerada como um exemplo típico duma simbiose hereditária. Novas capacidades metabólicas e orgânicas são adquiridas e desenvolvidas pelos parceiros, que estabelecem um novo nível de organização que vai para além das capacidades individuais de qualquer um deles. Neste sistema simbiótico, comunidades ecológicas complexas de microorganismos cooperam de forma permanente, juntamente com o pteridófito, na manutenção do todo. Novas capacidades metabólicas e orgânicas são adquiridas e desenvolvidas pelos parceiros, que estabelecem um novo nível de organização que vai para além das capacidades individuais de qualquer um deles. O produto final desta associação ou entidade poligenómica, não é meramente o somatório qualitativo e/ou quantitativo das unidades que constituem o consórcio ou simbio-
ma, adquirindo esta entidade novas sinergias e características no coletivo (CARRAPIÇO, 2010b). A simbiose hereditária, cumulativamente com a transferência horizontal de genes, oferece uma visão do processo evolutivo diferente da transmitida pela Teoria Sintética da Evolução. Isto pode ser comprovado através da comparação entre as duas teorias referidas, permitindo ter uma ideia mais clara das suas principais diferenças:

Teoria Sintética da Evolução	Teoria Simbiogénica da Evolução
As mutações e recombinações genéticas são as principais fontes de alterações evolutivas.	A transferência horizontal de genes entre espécies distintas e entre grupos taxonómicos superiores é ubíqua e ocorre regularmente.

Transferência vertical de genes ao longo da linha filogenética.	Inclui além da transferência vertical de genes, a transferência horizontal de genes, permitindo a ligação entre os diversos ramos filogenéticos.
A especiação ocorre normalmente por isolamento geográfico.	O isolamento geográfico não é o único mecanismo de especiação presente, ocorrendo outros processos de especiação, nomeadamente envolvendo a partilha e transferência genética.
A evolução inicial do desenvolvimento da vida é hierárquica e em forma de árvore ramificada, sem ligações ou partilhas.	A evolução inicial do desenvolvimento da vida não é semelhante a uma árvore, mas de natureza reticulada e em forma de rede permitindo estabelecer ligações ou partilhas.
Os processos simbióticos são pouco importantes ou inexistentes em termos evolutivos, sendo uma raridade ou uma curiosidade no mundo natural.	A simbiose é um fenómeno generalizado na natureza, contribuindo para a mudança evolutiva e o aparecimento da diversidade da vida na Terra
Os erros na cópia do ADN, aparecimento de mutações e transmissão à descendência, explicam a evolução das populações.	As mutações e a deriva genética são insuficientes para explicar o processo evolutivo populacional.
O processo evolutivo ocorre normalmente de forma contínua e gradual, sem haver saltos evolutivos, apesar da possibilidade admitida pela hipótese do Equilíbrio Pontuado (ELDREDGE & GOULD, 1972) que a evolução não ocorre de forma contínua e gradual, mas pode sofrer processos bruscos e rápidos, seguidos de períodos longos e estáveis.	A evolução não ocorre obrigatoriamente de forma gradual e pode ocorrer rapidamente por transferência horizontal de genes. As modificações resultantes podem ser mais dramáticas e estáveis se comparadas com as resultantes de uma alteração génica por processos mutagénicos.
A seleção natural atua em organismos que apresentam mutações.	A seleção natural atua em organismos com diferentes adaptações simbióticas.
Os mecanismos para a macroevolução são os mesmos da microevolução.	Os mecanismos para a macroevolução são diferentes dos da microevolução.
A unidade de seleção é a população.	O simbioma ou holobionte como unidade de seleção.

(Adaptado de CARRAPIÇO & RITA, 2009; SAPP, 2003)

3 Simbiose, Simbiogénese e Sinergias

A clarificação dos conceitos é peça fundamental para que possamos compreender corretamente as ideias que estes transmitem. Parece-nos, assim, importante distinguir simbiose de simbiogénese, assim como clarificar o papel das sinergias no processo evolutivo. Neste sentido, a simbiogénese deve ser entendida como um mecanismo evolutivo e a simbiose como o veículo através do qual esse mecanismo se desenrola (CARRAPIÇO, 2012; CHAPMAN & MARGULIS, 1998).

A abordagem simbiogénica permite uma visão mais integrada, ampla e inovadora do processo evolutivo, implicando um novo paradigma para a compreensão da evolução química e biológica. Essa mudança pode ser explicada por uma cooperação sinérgica entre organismos, na qual a simbiose atua, não como exceção, mas como a regra na natureza. As sinergias podem ser encontradas em todo o mundo natural e exemplos envolvendo relações cooperativas e sinérgicas entre diferentes organismos são muito comuns e possibilitam o surgimento de novidades evolutivas e vantagens competitivas. Ao contrário da seleção natural, que é um modelo individualista e tipicamente competitivo, os processos sinérgicos incluem a seleção sinérgica e o sinérgismo funcional e tem como base os mecanismos cooperativos e simbióticos presentes no mundo natural (CARRAPIÇO, 2010a, 2012, 2015a, b; CORNING, 1983, 2005, 2018).

Ao considerarmos a simbiogénese como um mecanismo evolutivo, isso implica que a evolução deva ser entendida num contexto mais amplo, onde a sim-

biose desempenha um papel essencial na organização e estruturação do mundo biológico e onde a aquisição de novos genes por transferência horizontal desempenha um papel importante. O mesmo se aplica ao desenvolvimento de novas capacidades metabólicas adquiridas por um organismo a partir de outros organismos a ele associados (CARRAPIÇO, 2010a, b, 2012, 2015a). Consequentemente, o conceito de simbiose não implica uma compartimentação estrita de relações interespecíficas, devendo ser considerado como um processo contínuo e dinâmico de relações distintas, incluindo o mutualismo, o parasitismo e o comensalismo (CARRAPIÇO, 2012; MUNZI, CRUZ & CORRÊA, 2019; ZOOK, 2015). Pensamos, no entanto, que a competição e a cooperação podem coexistir no mesmo cenário de evolução, e provavelmente ocorrer em explosões descontínuas de atividade, dependendo das condições internas e externas que impulsionam o processo evolutivo (CARRAPIÇO, 2012, 2015a). Isso significa que a mesma população pode evoluir por meio de processos competitivos e / ou cooperativos no tempo e no espaço de um cenário evolutivo de hiperciclo (CARRAPIÇO, 2012, 2015a; PEREIRA, RODRIGUES & CARRAPIÇO, 2012). Neste âmbito, uma série de efeitos sinérgicos e cooperativos pode desencadear a produção da criatividade evolutiva e vantagens funcionais que impulsionem o aparecimento de sistemas biológicos complexos e funcionalmente integrados.

Considerações Finais

Vivemos num pequeno planeta com recursos naturais finitos e com uma extraordinária diversidade biológica resultante de milhões de anos de evolução. Um verdadeiro Jardim do Éden. As espécies atualmente existentes não foram as únicas que habitaram a Terra. Muitas espécies existiram e desapareceram ou foram substituídas por novas ou evoluíram a partir de outras existentes. Essa contínua dinâmica está presentemente em perigo, porque uma espécie relativamente nova e que se considera superior às restantes tem vindo a destruir os habitats naturais e a acelerar os ciclos geoquímicos e climáticos através dum desenvolvimento frequentemente irresponsável e mesmo caótico, sem ter em atenção e consciência da sua dimensão biológica e ambiental, bem como a sua integração na “teia da vida” de que faz parte. Por tudo isto, considerou o planeta como seu, tratando-o como se fosse o dono do mesmo com as inevitáveis consequências que isso acarreta ou acarretou para o mundo natural. A expressão “nosso planeta” não é apenas sinónimo do local no universo onde nascemos e vivemos, a nossa casa comum, mas é frequentemente embebido e tratado com o sentimento de posse, do qual podemos fazer tudo o que nos apetecer porque não existem consequências, já que somos a espécie superior e dominante e sobretudo a mais competitiva. Esta visão simplista e primária tem-se refletido em numerosas interpretações filosóficas e evolutivas que têm sido desenvolvidas para tentarmos compreender e definir a nossa posição na escala hierárquica do mundo natural e muitas vezes justificar o injustificável. Só que a realidade é bem di-

ferente e há consequências dessas atitudes irrefletidas e irracionais e é bom que tomemos rapidamente consciência disso. A temática da interpretação da evolução biológica tem sido, muitas vezes, um bom exemplo dessa realidade.

Neste âmbito, o processo evolutivo não é apenas o resultado de mutações e recombinações genéticas combinadas com a seleção natural numa contínua competição entre organismos. Envolve outros processos, nomeadamente associações simbióticas entre diferentes organismos para formar consórcios. O conceito de consórcio representa uma nova dimensão estrutural no mundo biológico, e está na base da renovação do conceito de organismo, levando à ideia de superorganismo simbiogénico, o qual inclui quatro características principais: 1) diferentes espécies de organismos coexistem e trabalham juntas no sentido dum objetivo comum; 2) a nova entidade formada é poligenómica, na qual os diferentes genomas operam juntos de forma complementar e sinérgica para o todo; 3) as partes e unidades desta nova entidade são diferentes das mesmas partes e unidades quando isoladas e 4) o resultado final da sinergia não é a mera adição dos atributos de cada unidade, que juntas constituem o consórcio, mas a aquisição de novas sinergias e características coletivas (CARRAPIÇO, 2010a, 2015b).

Associado à abordagem simbiótica para a compreensão do mundo biológico, é necessário a introdução dum novo conceito relativo ao organismo e a sua representação em termos biológicos. Este novo paradigma é importante no sentido de que os organismos eucarióticos não são entidades geneticamente únicas, e o conceito de indivíduo deve ser visto como um complexo ecossistema, composto de múltiplas partes interdependentes que vivem simbioticamente. É tam-

bém um desafio para o conceito de espécie do ponto de vista genético tradicional, que se deve adequar a essa nova realidade. Este complexo biológico forma um superorganismo, um simbioma ou holobionte, que compartilha informações a vários níveis e cria a capacidade do organismo, como um todo, de evoluir e se adaptar a novas condições (CARRAPIÇO, 2006, 2012; GUERRERO *et al.*, 2013; SAPP, 2003; SUÁREZ & TRIVIÑO, 2019). Esta ideia reforça o princípio de que todos os indivíduos de uma determinada espécie contêm associadas populações bacterianas e virais que atuam coletivamente na determinação do fenótipo. De certa forma, a evolução é um processo dinâmico que evolui e responde não no sentido de perfeição ou progresso, mas no sentido da adaptação a novas condições, em que a vida ao nível do simbioma ou holobionte é composta por um conjunto genético multigenómico integrado, mediante os quais se fazem sentir as ações da seleção natural. Nesse sentido, a presença de simbioses pode ajudar os organismos a uma adaptação mais eficiente e rápida, que é a chave do sucesso evolutivo.

Todas estas ideias reforçam a importância desses conceitos na compreensão do mundo biológico e o papel que desempenham na complexidade evolutiva dos sistemas vivos e no estabelecimento cooperativo e holístico da “teia da vida” e da biodiversidade no nosso planeta. Isso ajudará a construir uma Teoria Simbiogénica da Evolução como uma nova abordagem para entender melhor a Terra e a vida que ela suporta.

Agradecimentos

O autor agradece a Maria Helena Costa pelos comentários e sugestões construtivos feitos ao texto, bem como os comentários do revisor científico anónimo.

Referências

ARCHIBALD, J. M. Origin of Eukaryotic Cells: 40 years on. *Symbiosis*, v. 54, p. 69-86, 2011.

ARCHIBALD, J. *One Plus One Equals One*. Symbiosis and the Evolution of Complex Life. New York: Oxford University Press, 2014.

BOUCHER, D. H. The Idea of Mutualism, Past and Future. In: BOUCHER, D. H. (Ed.). *The Biology of Mutualism: Ecology and Evolution*. New York: Oxford University Press, 1985, p. 1-28.

CARRAPIÇO, F. The Origins of Life and the Mechanisms of Biological Evolution. *Proc. of SPIE*, v. 6309, p. 63090O-1-63090O-5, 2006.

CARRAPIÇO, F. & RITA, O. Simbiogénese e Evolução. In: LEVY, A; CARRAPIÇO, Francisco; ABREU, H. & PINA, M. (Eds.). *Evolução: Conceitos e Debates*. Lisboa: Esfera do Caos, 2009, p. 175-198.

CARRAPIÇO, F. How Symbiogenic is Evolution? *Theory Biosci.* v. 129, p. 135-9, 2010a.

CARRAPIÇO, F. *Azolla* as a Superorganism. Its Implication in Symbiotic Studies. In: SECKBACH, J. & GRUBE, M. (Eds.). *Symbioses and Stress: Joints Ventures*

in *Biology, Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology*. New York: Springer, v. 17, 2010b, p. 225-41.

CARRAPIÇO, F. The Symbiotic Phenomenon in the Evolutive Context. In: POMBO, O.; RAHMAN, S.; TORRES, J.M. & SYMON, J. (Eds). *Special Sciences and the Unity of Science, Logic, Epistemology, and the Unity of Science*. Heidelberg: Springer Science, Business Media B.V., v. 24, p. 113-9, 2012.

CARRAPIÇO, F. Can We Understand Evolution Without Symbiogenesis? In: GONTIER, N. (Ed.). *Reticulate Evolution. Symbiogenesis, Lateral Genes Transfer, Hybridization and Infectious Heredity: Interdisciplinary Evolution Research*. Springer International Publishing Switzerland, Heidelberg, v. 3, 2015a, p. 81-105.

CARRAPIÇO, F. Beyond neo-Darwinism. Building a Symbiogenic Theory of Evolution. *Kairos: Revista de Filosofia & Ciência*, v. 12, p. 47-53, 2015b.

CHAPMAN, M. J. & MARGULIS, L. Morphogenesis by Symbiogenesis. *International. Microbiol.*, v. 1, p. 319-26, 1998.

CORNING, P. A. *The Synergism Hypothesis: A Theory of Progressive Evolution*. New York: MacGraw-Hill, 1983.

CORNING, P. A. *Holistic Darwinism: Synergy, Cybernetics, and the Bioeconomics of Evolution*. Chicago: The University of Chicago Press, 2005.

CORNING, P. A. *Synergistic Selection: How Cooperation Has Shaped Evolution and the Rise of Humankind*. New Jersey: World Scientific, 2018.

DARWIN, C. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life*. London: Murray J. (Ed.), 1859.

DAWKINS, R. *The Selfish Gene*. Oxford: Oxford University Press, 1976.

DE BARY, A. Ueber Symbiose. *Tageblatt der 51. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte*, Cassel, p. 121-6, 1878.

DE BARY, A. *Die Erscheinung der Symbiose*. Vortrag auf der Versammlung der Deutschen Naturforscher und Aertze zu Cassel. Strasburg: Verlag von Karl J. Trubner, p. 1-30, 1879.

ELDREDGE, N. & GOULD, S. J. Punctuated Equilibria: An Alternative to Phyletic Gradualism. In: SCHOPF, T. J. M. (Ed.). *Models in Paleobiology*. San Francisco, California: Freeman, Cooper and Co., 1972, p. 82-115.

GONTIER N. Symbiogenesis. In: KLIMAN, R. M. (Ed.). *The Encyclopaedia of Evolutionary Biology*. Academic Press, Oxford, v. 4, p. 261-71, 2016.

GUERRERO, R., MARGULIS, L. & BERLANGA, M. Symbiogenesis: the holobiont as unit of evolution. *Int. Microbiol.*, v. 16, p. 133-143, 2013.

HONEGGER, R. Simon Schwendener (1829–1919) and the Dual Hypothesis of Lichens. *Bryologist*, v. 103, p. 167-83, 2000.

HUXLEY J. *Evolution*. The Modern Synthesis. George Allen & Unwin Ltd (Eds.). London, 1942.

KOZO-POLYANSKY, B. *Symbiogenesis: A New Principle of Evolution*. In: FET, V.; MARGULIS, L. (trad.). Cambridge: Harvard University Press, 2010 (traduzido da edição russa de 1924).

LAMARCK, J-B. M. *Philosophie Zoologique, ou Exposition des Considérations Relatives à l'Histoire Naturelle des Animaux*. Paris, 1809.

LUMIÈRE, A. *Le Mythe des Symbiotes*. Paris: Masson et Cie. (Ed.), 1919.

MARGULIS, L. *Origin of Eukaryotic Cells: Evidence and Research Implications for a Theory of the Origin and Evolution of Microbial, Plant and Animal Cells on the Precambrian Earth*. London: Yale University Press, 1970.

MARGULIS, L. & FESTER, R. *Symbiosis as a Source of Evolutionary Innovation, Speciation and Morphogenesis*. Cambridge: The MIT Press, 1991.

MARGULIS, L. & SAGAN, D. *Acquiring Genomes: A Theory of the Origins of Species*. New York: Basic Books, 2002.

MARTINS, L.A.-C.P. Did Sutton and Boveri Propose the so-Called Sutton-Boveri Chromosome Hypothesis? *Genetics and Molecular Biology*, v. 22, n. 2, p. 261-271, 1999.

MAYR, E. *Systematics and the Origins of Species, from the Viewpoint of a Zoologist*. Cambridge: Harvard University Press, 1942.

MAYR, E. *What Evolution Is*. New York: Basic Books, 2001.

MEREZHKOWSKY, C. The Theory of Two Plasms as Foundation of Symbiogenesis. A New Doctrine on the Origins of Organisms. *Proceedings of Studies of the Imperial Kazan University*, v. 12, p. 1-102, 1909.

MEREZHKOWSKY, C. La Plante Considérée Comme un Complexe Symbiotique. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France*. v. 6, p. 17-98, 1920.

MUNZI, S., CRUZ, C. & CORRÊA, A. When the Exception Becomes the Rule: An Integrative Approach to Symbiosis. *Science of the Total Environment*, v. 672, p. 855-61, 2019.

PEREIRA, L., RODRIGUES T. & CARRAPIÇO, F. A Symbiogenic Way in the Origin of Life. In: *Genesis – in the Beginning*. Precursors of Life, Chemical Models and Early. Biological Evolution, Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology. Joseph Seckbach (Ed.), v. 22, p. 723-42. Dordrecht: Springer Science, Business Media, 2012.

PORTIER, P. *Les Symbiotes*. Paris: Masson et Cie. (Ed.), 1918.

REINHEIMER, H. *Symbiogenesis: The Universal Law of Progressive Evolution*. Westminster: Knapp, Drewett & Sons Ltd (Eds.), 1915.

RUBIN, G. M. & LEWIS, E. B. A Brief History of *Drosophila*'s Contribution to Genome Research. *Science*, v. 287, n. 5461, p. 2216-2218, 2000.

SAGAN, L. On the Origin of Mitosing Cells. *J. Theor. Biol.*, v.14, p. 225-74, 1967.

SAPP, J. *Evolution by Association: A History of Symbiosis*. New York: Oxford University Press, 1994.

SAPP, J. *Genesis. The Evolution of Biology*. New York: Oxford University Press, 2003.

SAPP, J. *The New Foundations of Evolution*. New York: Oxford University Press, 2009.

SAPP, J., CARRAPIÇO, F. & ZOLOTONOSOV, M. Symbiogenesis: The Hidden Face of Constantin Merezhkowsky. *Hist. Phil. Life Sci.*, v. 24, p. 421-49, 2002.

SUÁREZ, J. & TRIVIÑO, V. A Metaphysical Approach to Holobiont Individuality: Holobionts as Emergent Individuals. *Quaderns de Filosofia*, v. 6, n. 1, p. 59-76, 2019.

VAN BÉNÉDEN, P. J. *Les Comensaux et les Parasites dans le Règne Animal*. *Bibl. Sci. Int.*, Paris, 1875.

WALLACE, A.R. On the Law which has Regulated the Introduction of New Species. *Annals and Magazine of Natural History*, 2nd Series, n. 16, p. 184-196, 1855.

WALLIN, I.E. The Mitochondria Problem. *Amer. Natur.*, v. 57, n. 650, p. 255-61, 1923.

WALLIN, I. E. *Symbiogenesis and the Origin of Species*. Williams and Wilkins (Eds.), Baltimore, 1927.

ZOOK, D. Symbiosis – Evolution's co-Author. In: GONTIER, N. (Ed.) *Reticulate Evolution. Symbiogenesis, Lateral Genes Transfer, Hybridization and Infectious Heredity: Interdisciplinary Evolution Research*. Springer International Publishing Switzerland, Heidelberg, v. 3, p. 41-80, 2015.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



O QUE É NEUROBIOLOGIA DE PLANTAS? UMA ABORDAGEM PARA ALÉM DA BIOLOGIA VEGETAL

Ricardo Ferraz de Oliveira¹

Francynês da Conceição Oliveira Macedo^{2*}

Fábia Barbosa da Silva³

Gabriel Silva Daneluzzi⁴

Aldeir Ronaldo Silva⁵

Diogo Capelin⁶

¹ Doutor em Plant Physiology pela Texas A&M University
Professor Titular do Departamento de Ciências Biológicas da ESALQ/USP
rfo@usp.br

² Doutora em Fisiologia e Bioquímica de Plantas pela ESALQ/USP
Pós-Doutoranda do Departamento de Ciências Biológicas da ESALQ/USP
francynesmacedo@gmail.com (*Autora para correspondência)

³ Doutora em Fisiologia e Bioquímica de Plantas pela ESALQ/USP
Pós-Doutoranda do Instituto Federal Goiano (Campus Rio Verde)
fabia Barbosa@usp.br

⁴ Doutor em Fisiologia e Bioquímica de Plantas pela ESALQ/USP
gsdaneluzzi@alumni.usp.br

⁵ Doutorando em Fisiologia e Bioquímica de Plantas pela ESALQ/USP
aldeirronaldo@usp.br

⁶ Doutor em Fisiologia e Bioquímica de Plantas pela ESALQ/USP
diogocapelin@alumni.usp.br

Resumo

As plantas despertam o fascínio do ser humano há séculos e cada pessoa, cientista ou não, tem uma visão sobre elas, que no geral remete a seres vivos passivos com respostas pré-programadas ao longo de milhões de anos de evolução. Talvez isso se deva pelo fato delas estarem presas a um substrato e sujeitas a ação de fatores bióticos e abióticos. Mas justamente por essa situação, as plantas, desde as mais simples até as mais complexas, tiveram que se adaptar as condições ambientais para poderem prosperar no planeta. Para tanto, seu metabolismo essencial à manutenção da vida foi além da produção de compostos orgânicos, até atingir um grau para lidar com informações do ambiente e do seu conjunto de células exibindo isso como um comportamento complexo, de tomada de decisões e resolução de problemas culminando em um ser inteligente dentro do contexto vegetal. Nessa revisão, apresentamos a perspectiva neurobiológica de estudo das plantas e o surgimento da Neurobiologia Vegetal e seu início no Brasil e no mundo. Apresentamos uma visão integrada da sinalização em plantas, a ocorrência de neurotransmissores e sinais elétricos bem como inteligência vegetal e a comunicação entre plantas e outros organismos. A Neurobiologia Vegetal tem contribuído para uma mudança na forma como vemos as plantas e nos posicionamos diante delas enquanto seres vivos e com o ambiente a nossa volta. Enquanto ciência, a Neurobiologia transcende os limites das ciências vegetais e atinge o interesse das ciências humanas, por nos fazer refletir sobre o nosso lugar no planeta.

Palavras-chave: Biologia vegetal. Filosofia. Sinalização elétrica. Inteligência vegetal. Neurotransmissores.

Abstract

Plants have aroused the fascination of humans for centuries and each person, scientist or not, have a vision about them, which generally refers to passive living beings with pre-programmed responses over millions of years of evolution. Perhaps this is because they are attached to a substrate and subjected to the action of biotic and abiotic factors. But just because of this situation, plants, from the simplest to the most complex, had to adapt to environmental conditions in order to thrive on the planet. Therefore, its essential metabolism to the maintenance of life went beyond the production of organic compounds, until it reached a degree to deal with information from the environment and its set of cells, exhibiting this as a complex behavior, decision making and problem solving culminating into an intelligent being within the plant context. In this review, we present the neurobiological perspective of studying plants and the emergence of Plant Neurobiology and its beginning in Brazil and worldwide. We present an integrated view of plant signaling, the occurrence of neurotransmitters and electrical signals as well as plant intelligence and communication between plants and other organisms. Plant Neurobiology has contributed to a change in the way we see plants and position ourselves in face of them as living beings and with the environment around us. As a science, Neurobiology transcends the limits of the plant sciences and reaches the interest of the human sciences, by making us reflect on our place on the planet.

Keywords: Plant biology. Philosophy. Electrical signaling. Plant intelligence. Neurotransmitters.

1 Introdução

As plantas sempre foram tidas como seres vivos passivos e pré-programados para responder a estímulos do ambiente de forma automática, tanto a partir de uma perspectiva de senso comum como científica. A partir de uma perspectiva darwiniana, em quinhentos milhões de anos de evolução as plantas já experienciaram todas as condições ambientais e já são geneticamente e fisiologicamente programadas para responder a variações do meio à sua volta.

No entanto, avanços na Biologia Molecular, na Genética e na Ecologia têm demonstrado que o organismo vegetal é extremamente complexo, e que por trás da imagem inerte de uma planta existe um ser completamente ativo e em constante interação com os fatores bióticos e abióticos do ecossistema do qual faz parte. A capacidade de interagir com o ambiente, principalmente de forma equilibrada, exige a percepção deste ambiente, o que, por sua vez, implica em capturar informações, armazená-las, processá-las e transmiti-las, não apenas para todos os órgãos do organismo vegetal, mas também para plantas e demais organismos vizinhos (STRUICK, YIN & MEINKE, 2008, p. 363; TREWAVAS, 2003, p. 5).

No processo de interação planta-ambiente estão envolvidos, além de outras plantas, microrganismos e animais que podem atuar facilitando ou dificultando a captura de recursos. Assim, no ambiente natural as plantas competem e cooperam ativamente para garantir a captura de recursos limitados e extremamente disputados por outros organismos (NOVOPLANSKY, 2009, p. 726).

Com o intuito de estudar os complexos mecanismos de processamento e transmissão de informações em plantas, em meados dos anos 2000, foi criada a Sociedade Internacional de Neurobiologia Vegetal. Este novo ramo das Ciências Vegetais propõe o estudo dos diferentes aspectos da sinalização e da comunicação em plantas, de forma interdisciplinar, com o objetivo de compreender a organização vegetal como um todo, desde moléculas, passando por tecidos, órgãos e extrapolando ao nível do indivíduo para sua relação com os demais indivíduos e com o meio a sua volta (BRENNER *et al.*, 2006, p. 414).

Brenner *et al.* (2006, p. 413) postulam que a Neurobiologia Vegetal é a área de pesquisa que procura entender como os vegetais percebem as alterações no meio e respondem a estes estímulos de forma integrada, levando em conta a combinação de componentes moleculares, químicos e elétricos na sinalização intercelular. Dessa forma, a Neurobiologia Vegetal objetiva elucidar a complexa estrutura da rede de processamento de informações que existe nas plantas, e desvendar os mecanismos de transmissão de tais informações dentro e entre plantas. Ainda segundo Brenner *et al.* (2006, p. 413) a Neurobiologia Vegetal apresenta três principais linhas de pesquisa: Sinalização Elétrica, Neurotransmissores em Plantas e Inteligência Vegetal.

O eletrofisiologista Jagadish Chandra Bose (1858-1937) foi o primeiro a considerar a importância da sinalização elétrica entre células vegetais na coordenação de respostas ao ambiente. Bose provou que os rápidos movimentos em folhas de *Mimosa* e *Desmodium* eram estimulados por sinalização elétrica de longa distância e mostrou também que as plantas produzem contínuos pulsos elé-

tricos sistêmicos (BOSE, 1926, p. 42). A Eletrofisiologia Vegetal tem despertado interesse dos estudiosos e nos últimos anos tem avançado consideravelmente na compreensão dos mecanismos que envolvem os sinais elétricos e processos vitais para as plantas, como fotossíntese, respiração, polinização, transporte no floema e respostas a estresses (SUKHOV *et al.*, 2019, p. 63).

A presença de moléculas que atuam como neurotransmissores em animais em altas concentrações em plantas, é outro ponto de interesse da Neurobiologia. Embora não seja claro o papel dessas moléculas no organismo vegetal, o fato é que as plantas investem energia metabólica para produzi-las, sendo as principais acetilcolina, melatonina, serotonina, dopamina, entre outras (ROSH-CHINA, 2001, p. 4). Outra importante questão levantada pela Neurobiologia Vegetal, e que tem gerado uma série de discussões é a afirmação da planta como um ser inteligente (TREWAVAS, 2003, p. 1). Não se trata de um tema novo e o próprio Charles Darwin declarou em 1880, em seu influente livro intitulado *O poder do movimento das plantas*, que o ápice das raízes funcionava como um cérebro difuso, semelhante ao cérebro dos animais inferiores, sugerindo a existência de um sistema de processamento e armazenamento de informações em plantas. Atualmente, existe um consenso geral de que as plantas superiores são capazes não somente de receber diversos sinais do ambiente, mas que elas também possuem mecanismos para a rápida transmissão destes sinais. E mais ainda, as plantas podem processar informações obtidas do meio à sua volta e apresentarem comportamento de aprendizagem o qual envolve o alcance de

metas, análise custo benefício e mecanismos de memória (TREWAVAS, 2005, p. 413; TREWAVAS, 2009, p. 606).

Para Trewavas (2005, p. 414), inteligência vegetal pode ser definida como crescimento e desenvolvimento adaptativamente variável durante o tempo de vida do indivíduo, sendo o resultado dessa inteligência o comportamento inteligente, o qual é um aspecto do complexo comportamento adaptativo que fornece a capacidade para a solução de problemas. Para Brenner *et al.* (2006, p. 413), a inteligência vegetal pode ainda ser definida como a habilidade intrínseca para processar informações de estímulos bióticos e abióticos que permite a tomada de decisões sobre atividades futuras num dado ambiente.

Além do ramo das Ciências Biológicas, a Neurobiologia Vegetal tem chamado a atenção de pesquisadores também das ciências humanas, como antropologia (SOARES, 2018, p. 226) e filosofia (CALVO, 2016, p. 1323). De acordo com Soares (2018, p. 226), a Neurobiologia propõe uma discussão mais rica na qual os cientistas buscam acessar a perspectiva das plantas, para além dos conceitos reducionistas e mecanicistas da Biologia, focados nas células e genes, mas com a atenção voltada para os organismos e suas relações intra e interespecíficas. No que se refere a filosofia, Calvo (2016, p. 1329) defende que a filosofia da Neurobiologia das plantas não se dedica a fornecer evidências empíricas a respeito dos fenômenos de interesse que supostamente merecem o rótulo de 'inteligentes'; trata antes de questões fundamentais nas ciências das plantas (CALVO, 2016, p. 1329). Assim, a filosofia pode contribuir para o estabelecimento e consolidação da Neurobiologia como um campo interdisciplinar, fornecendo um ar-

cabouço teórico e metodológico para as pesquisas relacionadas à inteligência vegetal.

A ênfase interdisciplinar da Neurobiologia de plantas é expressa pelo objetivo compartilhado de explicar a sinalização vegetal e o comportamento adaptativo com o objetivo de fornecer uma explicação satisfatória da inteligência da planta; uma conta que honra o lugar da vida vegetal na natureza. A filosofia não deve ser estranha a este projeto (CALVO, 2016, p. 1339).

A Neurobiologia Vegetal é um tema abrangente e que promove discussões profundas que desafiam os limites entre as ciências da natureza e humanas. Ao mesmo tempo em que parte do entendimento de mecanismos celulares para explicar a manifestação da vida em um ser vegetal, extrapola para reflexões referentes à forma como vemos e nos relacionamos com os vegetais e demais seres vivos. Isso tem implicações sérias na forma como fazemos ciência, e mais além, na forma como nos portamos no mundo.

Neste contexto, objetivamos com esta revisão apresentar a visão da Neurobiologia Vegetal sobre as plantas, em que se baseia o estudo da Neurobiologia e como esta tem contribuído para uma mudança do paradigma científico no campo da Biologia Vegetal.

2 Neurobiologia de plantas: uma ideia provocativa?

A Neurobiologia de Plantas surgiu como uma área de pesquisa oficialmente em 2005, quando ocorreu a primeira reunião científica internacional rea-

lizada em Florença na Itália. Na ocasião foi criada a Sociedade Internacional de Neurobiologia de Plantas e também sua revista científica. Em 2006, Eric D. Brenner, Rainer Stahlberg, Stefano Mancuso, Jorge Vivanco, Frantisek Baluška, e Elizabeth Van Volkenburgh publicaram na *Trends in Plant Science*, o artigo intitulado: *Plant neurobiology: an integrated view of plant signaling* (Neurobiologia de Plantas: uma visão integrada da sinalização vegetal – tradução livre). Neste artigo os autores apresentaram o conceito de Neurobiologia Vegetal e justificaram o uso do termo ‘neurobiologia’ para plantas.

De acordo com os autores a Neurobiologia de Plantas é um campo de pesquisa destinado a entender como as plantas percebem o ambiente a sua volta e como respondem a este ambiente de forma integrada, levando em consideração componentes moleculares, químicos e elétricos na sinalização intercelular. Os autores colocam ainda que a Neurobiologia se distingue das outras disciplinas da Biologia Vegetal, na medida em que tem por objetivo entender a complexa rede de processamento de informações que existe dentro da planta. Os neurobiologistas propõe uma integração de todo conhecimento já produzido pela biologia molecular, bioquímica, fisiologia, associados ao entendimento das propriedades elétricas das células para compreender o funcionamento da rede neural das plantas. E não se limitando ao indivíduo, mas partindo para compreender as interações que se dão também ao nível de comunidade.

Nesse sentido, os autores afirmam que circuitos gênicos têm sido extensivamente estudados em uma única planta, mas especificamente ao nível celular ou subcelular. No entanto, o significado ecológico das interações gênicas, em

termos de competição e cooperação entre plantas da mesma espécie e outras espécies e com outros organismos, como bactérias fixadoras de nitrogênio, fungos micorrízicos, animais herbívoros, polinizadores, entre outros, têm sido negligenciados e devem passar a ser considerados (BRENNER *et al.* 2006, p.413).

O prefixo *neuro* leva a uma associação direta com o termo neurônio, nervo e cérebro, que são componentes do sistema nervoso de animais e que, por conseguinte, estão também associados à inteligência e capacidades cognitivas em geral. Por isso, o uso do termo Neurobiologia para plantas foi motivo de muita discussão na comunidade científica. Neste sentido, Brenner *et al.* (2006, p. 414) explicam que a escolha foi feita considerando a origem etimológica da palavra neurônio, que em grego significa fibra vegetal.

Além disso, a propagação de sinais elétricos, como potenciais de ação e a presença de moléculas que atuam como biorreguladores e neurotransmissores no sistema nervoso animal, são fortes argumentos que sustentam o uso do termo neurobiologia para plantas. Um outro argumento fortemente usado pelos proponentes da neurobiologia é referente ao transporte polar de auxina em vesículas, o qual conforme Baluška *et al.* (2003 p. 284) pode ser comparado a liberação de um neurotransmissor em uma fenda sináptica.

No entanto, a Neurobiologia de Plantas foi recebida por parte da comunidade científica da área como uma ideia provocativa. Em resposta a Brenner e colaboradores, 33 pesquisadores das diversas áreas da Biologia Vegetal assinaram uma carta, também publicada na *Trends in Plant Science*, com o título: *Plant Neurobiology: no brain, no gain?* (Neurobiologia de plantas: sem cérebro, sem ga-

nho? – tradução livre). Este texto inicia-se com a seguinte afirmação: “Nos últimos três anos temos assistido ao nascimento de uma ideia provocativa na ciência de plantas” (ALPI *et al.*, 2007, p. 135). Os autores criticam fortemente o uso do termo e afirmam que a origem da palavra neurônio significar fibra vegetal não é um argumento atraente, e que a sugestão de que as plantas superiores possuem nervos, sinapses, algo equivalente a um cérebro localizado nas raízes e são inteligentes, não passam de especulações e extrapolações, com fracas evidências científicas. Concluem, ainda, sugerindo aos proponentes da neurobiologia revisar criticamente o conceito e desenvolverem uma base intelectualmente rigorosa para ele (ALPI *et al.*, 2007, p. 136).

Ainda em 2007, o periódico *Trends in Plant Science* publicou a resposta de Brenner e colaboradores a carta de Alpi e colegas. Com o título: *Response to Alpi et al.: Plant Neurobiology: the gain is more than the name* (Resposta a ALPI *et al.*: Neurobiologia de plantas: o ganho é maior que o nome – tradução livre). Os autores escrevem:

Nossas declarações e publicações deixam claro que a Neurobiologia está buscando estruturar ideias introduzidas por representantes das ciências vegetais, como Wilhelm Pfeffer, Charles Darwin, Julius von Sachs, Georg Haberlandt e Erwin Bünning. Ninguém propõe que procuremos literalmente um pequeno cérebro em forma de noz na raiz ou ponta de um broto ou algum condutor super-mielinizado de células nervosas nas plantas. Haberlandt também não o fez, quando ele comparou a sinalização de longa distância em *Mimosa* com a que ocorre em animais, nem Darwin quando considerou a armadilha de Vênus como a planta mais parecida com um animal ou conjecturou que a ponta da raiz realiza tarefas complexas como um cérebro (BRENNER *et al.*, 2007, p. 1).

Destacam ainda que:

A Neurobiologia Vegetal cria um importante e ainda não preenchido nicho para Biologia Vegetal. O campo já tem evoluído consideravelmente desde a sua criação. A interdisciplinaridade e a natureza econômica dos três simpósios internacionais realizados fizeram mais do que apenas desafiar (e em alguns casos rejeitar) o uso de termos neurobiológicos e nossa compreensão do comportamento das plantas. Gerou ideias sobre como entender de forma mais ampla a sinalização da planta. Juntos nos movemos rumo a uma visão mais integrada, buscando os meios pelos quais plantas se comunicam dentro e entre si bem como com outros organismos, e se este é um processo centralizado ou descentralizado (ou em algum lugar intermediário) dentro da planta (BRENNER *et al.*, 2007, p. 1).

Ainda em resposta à carta de Alpi e colegas, Anthony Trewavas, um renomado fisiologista de plantas e um dos principais estudiosos e autores do tema inteligência vegetal, escreveu o artigo: *Response to Alpi et al.: Plant Neurobiology - all metaphors have value* (Resposta a Alpi *et al.*: Neurobiologia de plantas – todas as metáforas têm valor – tradução livre). Trewavas (2007, p. 231), afirma:

Eu não conheço nenhum biólogo de plantas que contradiga as centenárias evidências anatômicas de que plantas não têm nervos ou cérebro. Neurobiologia é uma metáfora (TREWAVAS, 2007, p. 231).

Trewavas defende que o uso de metáforas na ciência tem um valor substancial e que a crítica de Alpi e colegas é incorreta. Ele apresenta alguns exemplos que demonstram o uso de metáforas por celebridades científicas como Darwin e Barbara McClintock, (TREWAVAS, 2007, p. 231). O autor conclui afirmando que as metáforas propostas pela neurobiologia são um comple-

mento essencial a mente científica imaginativa no enfrentamento de problemas profundos da Biologia.

De fato, todo o desconforto trazido pela neurobiologia também se deve a proposição de que temas como inteligência, cognição, consciência tornem-se objeto de pesquisa na ciência de plantas, visto que a Biologia Vegetal avançou muito a partir da perspectiva das plantas como produtoras de alimento para a humanidade e os demais animais. Isso pode explicar porque uma linha de pesquisa que propõe olhar a planta como um ser vivo altamente especializado e complexo seja recebida como sendo provocativa.

As discussões acerca da Neurobiologia se seguiram, e apesar das controvérsias, as ideias se difundiram e a Sociedade de Neurobiologia de Plantas crescia e chamava a atenção de pesquisadores no mundo inteiro. Seus proponentes permaneceram firmes realizando uma reunião internacional por ano, em diversos países. Mas as pressões sobre o nome não cessavam e acabavam por desviar a atenção das importantes pesquisas que vinham sendo realizadas em Eletrofisiologia Vegetal, neurotransmissores e inteligência em plantas. Em função disso, em 2009, por meio de votação, foi decidida a mudança do nome da Sociedade que passou a se chamar Sinalização e Comportamento Vegetal (*Plant Signaling and Behavior*), cuja a página pode ser acessada no endereço eletrônico: <https://www.plantbehavior.org/>, onde é descrita como:

Sinalização e comportamento vegetal descreve um crescente, mas também velho e fascinante campo da Biologia de Plantas endereçado as bases fisiológicas e neurobiológicas do comportamento adaptativo das plantas.

Apesar da mudança de nome as proposições da neurobiologia permanecem norteando as pesquisas na área.

3 Uma visão integrada da sinalização em plantas: neurotransmissores e sinais elétricos

A capacidade de perceber e responder a estímulos ambientais é uma característica comum a todos os seres vivos. Seres multicelulares precisam coordenar a atividade de diversas células para manter a unidade em nível de organismo, e precisam responder ao contexto ambiental em que estão inseridos (MANCUSO & MUGNAI, 2006, p. 333). Para serem capazes de realizar isso, as plantas precisam de um sistema de sinalização interior tanto de curta quanto de longa distância baseado em componentes químicos, hidráulicos e elétricos (HUBER & BAUERLE, 2016, p. 2064).

A Fisiologia Vegetal clássica já conhece bem a sinalização hidráulica e química, e a Neurobiologia Vegetal se ocupa dos estudos da sinalização elétrica e aspectos negligenciados da sinalização química, como a ocorrência, em plantas, de moléculas tradicionalmente conhecidas como neurotransmissoras em animais (STRUIK *et al.*, 2008, p. 365).

As moléculas neurotransmissoras, muito associadas aos animais, são encontrados em plantas (seres desprovidos de sistema nervoso) (ROSHCHINA, 2001; MURCH, 2006, p. 137) e também em micro-organismos (seres unicelulares) (ROSHCHINA, 2010, p. 17). Atualmente, existem robustas evidências que

os neurotransmissores, mais conhecidos pela transmissão sináptica, são substâncias multifatoriais que participam de processos do desenvolvimento de micro-organismos, plantas e animais e que possuem papéis universais como compostos reguladores e de sinalização (ROSHCHINA, 2010, p. 17; BALUŠKA, VOLKMANN & MENZEL, 2005, p. 106; BRENNER *et al.*, 2006, p. 415).

O caráter universal dos neurotransmissores, devido sua ocorrência e similaridade de funções em nível celular, deveria forçar a comunidade científica a substituir o termo neurotransmissor por biomediador a fim de permitir a melhor aplicação do conceito para qualquer organismo, não apenas aqueles que possuem um sistema nervoso (ROSHCHINA, 2010, p. 17).

Nesse texto ainda usamos o termo neurotransmissores por tradição. Os neurotransmissores encontrados em plantas incluem acetilcolina, dopamina, serotonina, adrenalina, noradrenalina, ácido γ -aminobutírico (GABA) e glutamato (ROSHCHINA, 2001). Muitos neurotransmissores são derivados de, e estruturalmente similares, a aminoácidos. Portanto, não causa surpresa o fato que os transportadores de aminoácidos e neurotransmissores sejam altamente conservados em plantas e animais (WIPF *et al.*, 2002, p. 139). Moléculas derivadas do triptofano também tem tido seu papel na sinalização vegetal investigado, incluindo serotonina (ROSHCHINA, 2001) e melatonina (KOLAR & MACHACKOVA, 2005, p. 333).

Especial atenção tem sido dada a atuação da auxina, a qual é um importante regulador do crescimento e do desenvolvimento vegetal, mas que devido principalmente a sua forma de transporte célula-a-célula, tem sido tratada como

um dos principais neurotransmissores vegetais, apontando-se inclusive para a atuação da auxina em uma sinapse vegetal (BALUŠKA *et al.*, 2003, p. 283). Os autores defendem a ideia de sinapse vegetal à medida que as células de plantas estabelecem modos de trocar informações entre si tendo propriedades em comum com as sinapses neuronais (BALUŠKA, VOLKMANN & MENZEL, 2005, p. 106). No entanto, ainda não está claro se esses compostos desempenham um papel metabólico ou sinalizador em plantas (BRENNER, 2002, p. 680; BALUŠKA *et al.*, 2004, p. 10).

Dentre esses neurotransmissores, evidências suportam o glutamato como uma molécula sinalizadora em plantas, principalmente pela descoberta de seu receptor, conhecido como canal do tipo receptor de glutamato (GLR), homólogo ao receptor ionotrópico de glutamato em animais (LAM *et al.*, 1998, p. 125; WUDICK *et al.*, 2018, p. 4151). Todas as implicações fisiológicas em vegetais, documentadas até agora, sobre GLR, estão relacionadas a sua ação no influxo de cálcio para o citosol, levando a despolarização da membrana (WUDICK *et al.*, 2018, p. 4151).

As membranas celulares possuem uma propriedade chamada potencial elétrico de membrana, que nada mais é que a diferença de potencial elétrico entre os meios intra e extracelular. Essa diferença se dá graças ao transporte de íons por canais e bombas e suas propriedades seletivas. Isso permite a excitabilidade celular e a geração e propagação de sinais elétricos (KRÓL, DZIUBIŃSKA & TRĘBACZ, 2010, p. 2).

O primeiro registro de um sinal elétrico em vegetais, que no futuro viria a ser conhecido como potencial de ação, foi feito na planta insetívora *Dionaea muscipula* em 1873 (BURDON SANDERSON, 1873, p. 495). Atualmente, a sinalização elétrica em plantas é bem estabelecida sendo que quatro tipos de sinais elétricos são conhecidos: potenciais de ação (PA), potenciais de variação (PV), também conhecidos como potenciais de ondas lentas, potenciais de ferimentos (PF) e potenciais sistêmicos (PS) (HUBER & BAUERLE, 2016, p. 2068).

De maneira geral, os sinais elétricos são definidos como uma alteração iônica através da membrana plasmática levando a uma variação transitória de voltagem (HUBER & BAUERLE, 2016, p. 2067), com o potencial de membrana alterando entre despolarização e repolarização ou hiperpolarização e repolarização. Esse potencial é definido como a diferença de voltagem entre os lados interior e exterior da membrana plasmática e os principais íons envolvidos, em plantas, são Ca^{2+} , Cl^- e K^+ (TRĘBACZ, DZIUBIŃSKA & KRÓL, 2006, p. 277).

As principais características de PAs são: 1) rápida fase de despolarização do potencial de membrana (decréscimo da diferença no potencial elétrico) seguida de uma rápida fase de repolarização (recuperação da diferença no potencial); 2) seguem a lei do tudo-ou-nada, ou seja, ao atingir o limiar de excitação o PA será gerado e se propagará com amplitude e velocidade constantes; 3) possuem período refratário (período transitório de falta de excitabilidade); 4) propagam-se pelo floema (TRĘBACZ, DZIUBIŃSKA & KRÓL, 2006, p. 277).

Por outro lado, os PVs são sinais elétricos únicos em plantas superiores. PVs são caracterizados por uma rápida fase de despolarização seguida de uma

lenta repolarização, mais duradoura e variável quando comparada com os PAs (STAHLBERG, CLELAND & VAN VOLKENBURGH, 2006, p. 295; VODENEEV, AKINCHITS & SUKHOV, 2015, p. 2).

PVs não seguem a lei do tudo-ou-nada já que a magnitude do sinal varia de acordo com a intensidade do estímulo. À medida que o sinal se distancia do local estimulado sua velocidade de propagação e amplitude decrescem (OYARCE & GUROVICH, 2011, p. 104). Assim como os PAs, PVs possuem período refratário (BRENNER *et al.*, 2006, p. 415) e são originados por mudança na pressão hidráulica no tecido estimulado (STAHLBERG, CLELAND & VAN VOLKENBURGH, 2006, p. 291).

PFs são similares a PVs quanto ao mecanismo iônico das fases de despolarização e repolarização. PFs, como PVs, não se auto perpetuam e sempre decorrem de mudanças na pressão hidráulica do tecido (HUBER & BAUERLE, 2016, p. 2069).

Potenciais sistêmicos (PSs) ocorrem, também, após ferimentos e não seguem a lei do tudo-ou-nada podendo ter sua intensidade modulada a fim de carregar informações sobre a severidade da lesão. Enquanto PAs, PVs e PFs são eventos de despolarização da membrana plasmática, PSs são gerados por hiperpolarização da membrana (ZIMMERMANN *et al.*, 2009, p. 1593).

Sinais elétricos em vegetais são a resposta fisiológica inicial a estímulos bióticos e abióticos e têm efeitos importantes na fisiologia das plantas, entre eles na fotossíntese (SUKHOV *et al.*, 2012, p. 703; VODENEEV *et al.*, 2018, p. 160), respiração (DZIUBIŃSKA, TRĘBACZ & ZAWADZKI, 1989, p. 417), absorção de

água (DAVIES, ZAWADZKI & WITTERS, 1991, p. 119), transpiração (FROMM & FEI, 1998, p. 203), trocas gasosas em folhas (FROMM & ESCHRICH, 1993, p. 673; KOZIOLEK *et al.*, 2003, p. 715; KAISER & GRAMS, 2006, p. 2087), expressão gênica (WILDON *et al.*, 1992, p. 62) e transmissão/produção de hormônios de estresse (PEÑA-CORTÉS *et al.*, 1995, p. 4106; HLAVINKA *et al.*, 2012, p. 89).

Reações eletrofisiológicas como PAs, PVs e PSs são desencadeadas também após ataques de insetos, tanto localmente quanto sistemicamente (ZIMMERMANN *et al.*, 2016, p. 2407). Movimentos rápidos em plantas como *Mimosa pudica* e *Dionaea muscipula* são também mediados por sinais elétricos (PAVLOVIC *et al.*, 2011, p. 1991; VOLKOV *et al.*, 2013, p. 1317).

Apenas recentemente os principais livros de Fisiologia Vegetal começaram a apresentar ao leitor a ocorrência de sinais elétricos em plantas (TAIZ *et al.*, 2017, p. 712), mas a presença de neurotransmissores está restrita a livros específicos. Apesar disso, a descoberta de tais fatos foi um avanço científico de importantes consequências. Ela corrigiu uma crença de longa data que as plantas têm pouca sensibilidade a fatores ambientais e levou a estimulante ideia de que os sinais elétricos carregam informações importantes dentro do corpo vegetal.

Embora as plantas não tenham células especializadas em gerar e propagar sinais elétricos como neurônios, elas possuem células excitáveis capazes de tais ações (GALLÉ *et al.*, 2015, p. 15; HEDRICH *et al.*, 2016, p. 376). A estrutura mais próxima a neurônios em plantas é o vaso do floema, um tecido que possui um citoplasma preenchido por eletrólitos e que apresenta baixa resistência a

propagação de sinais elétricos. Uma via de sinalização muito simples do tipo rede neural é formada ao longo do floema, permitindo as plantas transmitirem informações em longas distâncias, já que esse tecido se estende por todo o corpo vegetal. O motivo pelo qual plantas desenvolveram redes de sinalização elétrica é, muito provavelmente, pela necessidade de terem respostas rápidas a estímulos ambientais e fatores de estresse (GALLÉ *et al.*, 2015, p. 15).

Diferentemente da sinalização química, sinais elétricos são capazes de transmitir informações em longas distâncias muito rapidamente, de 1 cm s^{-1} a 20 cm s^{-1} (FROMM, 2006, p. 269) até 3000 cm s^{-1} , como encontrado em soja (VOLKOV, COLLINS & MWESIGWA, 2000, p. 153).

4 Inteligência e descentralização da cognição

Outra importante questão levantada pela Neurobiologia Vegetal, e que tem gerado uma série de discussões, é a afirmação das plantas como sendo seres inteligentes (TREWAVAS, 2003, p. 1; TREWAVAS, 2005; BRENNER *et al.*, 2006, p. 414). Os estudos sobre inteligência vegetal iniciaram com Aristóteles, aproximadamente 280 a.C., o qual estava convencido de que as plantas tinham uma alma e um sentido e culminaram com Charles Darwin (1880, p. 1), o qual declarou em seu livro “O poder do movimento das plantas”, que o ápice das raízes funcionava como um cérebro difuso, semelhante ao cérebro dos animais inferiores.

Em geral, a inteligência é atribuída a seres que possuem um sistema nervoso, ou no mínimo algum tecido especializado capaz de alterar o funcionamento do sistema motor e perceptivo e assim resolver problemas, tomar decisões, ter a capacidade de aprender e se ajustar ao ambiente (LANZ, 2000, p. 20). As plantas, assim como organismos unicelulares, não possuem células nervosas (e sinapses), mas são capazes de reunir informações sobre o ambiente e atualizar continuamente essas informações, tomando decisões que conciliem o seu bem-estar com o ambiente (CALVO & FRISTON, 2017, p. 5), portanto, inteligentes. A compreensão de plantas como organismos cognitivos exige superar a suposição de que a cognição está restrita a formas humanas de processamento de informações e a sistemas artificiais que imitam o desempenho humano.

Boisseau *et al.*, (2016, p. 1), por exemplo, demonstraram que o mixomiceto *Physarum polycephalum*, um organismo unicelular, é dotado de habilidades como evitar armadilhas e otimizar sua alimentação. Os autores submeteram diferentes grupos de *P. polycephalum* a pontes contendo quinino e cafeína, as quais teriam que atravessar para alcançar uma fonte de alimento. Inicialmente relutantes em viajar através dessas substâncias, no entanto, gradualmente perceberam que eram inofensivas e as atravessaram cada vez mais rapidamente. Assim, a célula aprendeu a não temer uma substância inofensiva depois de ser confrontada com ela em várias ocasiões, um fenômeno que os cientistas chamam de *habituação*. Essa forma de aprendizado existe em todos os animais, mas ainda não havia sido observada em organismos não-neurais.

Atualmente, existe um consenso geral de que as plantas superiores são capazes não somente de receber diversos sinais do ambiente, mas que elas também possuem mecanismos para a rápida transmissão destes sinais. E mais ainda, as plantas podem processar informações obtidas do meio à sua volta e apresentar comportamento de aprendizagem o qual envolve o alcance de metas, análise custo-benefício e mecanismos de memória (THELLIER *et al.*, 1982, p. 281; GOH *et al.*, 2003, p. 240; TREWAVAS, 2003, p. 4). Gagliano *et al.* (2014, p. 63) demonstraram que o comportamento defensivo de *Mimosa pudica* ao dobrar suas folhas é uma forma de aprendizado. Essas plantas analisam a intensidade do estímulo para evitar o desperdício de energia ao ajustar a dobra da folha. Se o estímulo de toque ocorrer suavemente, com o tempo, a planta não dobra suas folhas, tendo aprendido que esse tipo de toque representa pouca ou nenhuma ameaça.

A capacidade das plantas em avaliar o ambiente e ajustar seu fenótipo para as condições locais, acontece em função de uma sofisticada rede de sinalização de cálcio (Ca^{2+}) presente nas células. À medida que a intensidade do sinal externo é alterada, cinéticas transientes de Ca^{2+} (assinaturas de cálcio) são geradas (QUDEIMAT & FRANK, 2009, p. 350) e reproduzidas para outras células, para a geração da resposta ao sinal (TREWAVAS, 1999, p. 4218; CALVO *et al.*, 2017, p. 2858; TREWAVAS, 2017, p. 3). Essas assinaturas podem ser passadas para outros tecidos contribuindo para avaliação de toda a planta e incorporadas no sistema de aprendizagem celular. Assim, caso as condições do ambiente mudem, o sinal desencadeado pela célula é reconhecido, e a planta conseguirá ex-

pressar de forma rápida uma resposta adaptativa, conferindo o reforço da aprendizagem (TREWAVAS, 1999, p. 1). A planta também pode avaliar os custos e benefícios desse fluxo de informação para se proteger de alterações ambientais futuras, modelando sua morfologia, anatomia e fisiologia, garantindo um comportamento futuro que beneficie toda a planta.

Sabe-se que a memória em plantas é comumente caracterizada por respostas moleculares aumentadas após exposição a um estresse subsequente (CRISP *et al.*, 2016, p. 1). Mudanças sustentadas nos níveis de metabólitos ou fatores de transcrição, alterações da cromatina, metilação da DNA ou RNA polimerase fornecem uma explicação de como o metabolismo das plantas é alterado e mantido pela exposição a vários estresses sustentando as respostas de memória (BRUCE *et al.*, 2007, p. 603; VRIET *et al.*, 2015, p. 1267).

Um exemplo de memória bem documentado é o provisionamento de sementes, pelo qual os desafios ambientais, principalmente para a planta materna influenciam os recursos que são destinados a sementes e que são críticos para a germinação e crescimento inicial da planta (HERMAN *et al.*, 2011, p. 5). Por exemplo, a concentração de ABA em sementes pode ser aumentada em até 44% ao sombrear as plantas parentais (JHA *et al.*, 2010, p. 19), sendo este um exemplo de efeito materno herdado, ou seja, uma memória do ambiente da geração anterior.

Szechynska-Hebda *et al.* (2010, p. 1391), por outro lado, apontaram que as plantas podem armazenar e usar informações fisiológicas e bioquímicas (dissipação do excesso de energia na forma de calor, eficiência do fotossistema II e ní-

veis de espécies reativas de oxigênio) da composição espectral da luz por vários dias ou mais para otimizar respostas futuras de aclimatação à luz e de defesa imunológica. Em outras palavras, sugerem que as plantas podem realmente lembrar, funcionando como um dispositivo de computação quântica biológica capaz de processar informações criptografadas na intensidade da luz e em sua energia, transmutá-las em informações análogas e finalmente memorizá-las fisiologicamente com a ajuda de moléculas como o H_2O_2 e o O_2^- .

5 Comunicação entre plantas e outros organismos

Conforme supracitado, as plantas mesmo com uma organização corporal relativamente simples possuem sofisticados processos coordenativos para viver, sobreviver e interagir com outras plantas e organismos (BALUŠKA & MANCUSO, 2008, p. 57). Apesar das plantas serem imóveis, isso não representa um aspecto limitante no seu processo de comunicação com outros organismos (CHAMOVITZ, 2012, p. 192). Nesse sentido, é eminente que o sinergismo decorrido da interação entre plantas ou com outro organismo vivo, resulta em vantagens evolutivas para ambas as espécies (HEIL & KARBAN, 2010, p. 7).

A comunicação pode ocorrer tanto a nível celular quanto de tecido no próprio indivíduo, como com outras plantas ou organismos, a fim de perceber e coletar informações sobre as condições do ambiente, possíveis riscos de competição e agentes patogênicos ou herbívoros (KARBAN, 2017, p. 1). A percepção

de sinais ocorre por uma diversidade de proteínas sensoriais presentes na membrana plasmática, as quais permitem uma rápida resposta dos vegetais (MANCUSO & VIOLA, 2015, p. 144). Os sinais captados podem indicar uma situação favorável ou desfavorável para as plantas receptoras. As situações consideradas desfavoráveis, como por exemplo a competição com outras plantas, permitirão que elas possam reagir metabolicamente em prol de sua defesa (NINKOVIC *et al.*, 2005, p. 1). Já a comunicação considerada favorável permitirá não somente a troca de nutrientes entre plantas auxiliando no desenvolvimento e crescimento próprio e das demais plantas, mas também nos processos de polinização e dispersão de sementes.

A competição entre vegetais, seja interespecífica ou intraespecífica, pode ocasionar a limitação de recursos vitais principalmente para um dos organismos envolvidos, como luz, água e nutrientes (HODGE, 2009, p. 632; NOVOPANSKY, 2009, p. 16). Normalmente a competição ocorre pela alta densidade de plantas, e afeta principalmente a absorção de água e nutrientes naquelas mais sensíveis, tendo, portanto, um favorecimento das plantas dominantes e/ou tolerantes a estresses abióticos (KALISZ *et al.*, 1999, p. 1560; RONCE, 2007, p. 253; PLANSKY *et al.*, 1990, p. 3).

No entanto, a limitação luminosa também pode ocorrer onde há o crescimento de árvores, com destaque para as pioneiras e secundárias iniciais, o qual reduz a incidência de luz, podendo afetar o crescimento de árvores baixas e arbustos (PAULA *et al.*, 2004). Além disso, a tolerância aos estresses (biótico e abiótico) pode incentivar comportamentos competitivos de dominância para

com outras espécies vegetais, onde as modificações plásticas permitem maior sobrevivência durante os períodos de carência de recursos (GRIME & MACKIE, 2002, p. 307).

A comunicação permite, ainda, antecipar a ativação do sistema de defesa em resposta a herbívoros e agentes patogênicos. Após a percepção do estresse, a planta desencadeia a comunicação interna, permitindo que a defesa ocorra inclusive nos órgãos não afetados, denominada resposta sistêmica adquirida (SAR) (HEIL, 2009, p. 7). A resposta sistêmica pode ou não ser efetiva na proteção das plantas, a depender da severidade do estresse, condições ambientais, além do estágio de desenvolvimento. Além da liberação dos compostos voláteis, pode ocorrer também o acúmulo de compostos secundários tóxicos, antidiestivos ou antinutritivos que atuam diretamente na defesa das plantas que os produzem (KESSLER & BALDWIN, 2004, p. 11).

Além da resposta sistêmica interna, as plantas possuem a capacidade de perceber compostos voláteis liberados por outras plantas atacadas por insetos ou patógenos (DOUMA & ANTEN, 2019, p. 378), e ativar mecanismos de defesa previamente ao ataque (DIXIT *et al.*, 2019, p. 18). A emissão de compostos voláteis pelas plantas ocorre, ainda, como uma informação popularizada, podendo ser recebida pelos diversos organismos próximos, como outras plantas, por herbívoros com função de atuar na sua repelência, e até mesmo como estímulo aos predadores secundários no intuito de eliminar os herbívoros (BOUWMEESTER *et al.*, 2019, p. 16; GROSS, 2016, p. 3). A emissão de compostos voláteis frente ao ataque de herbívoros foi observada pela interação entre plantas de tabaco selva-

gem (*Nicotiana attenuata*). Essas plantas aumentam o teor de nicotina que pode limitar o ataque de herbívoros via diminuição da palatabilidade e paralisação de funções neuromusculares; ou, ainda, atrair o inimigo natural do inseto herbívoro, como efeito indireto (KESSLER & BALDWIN, 2004, p. 11).

Como comunicação favorável às plantas, foi observado recentemente que grande parte das espécies vegetais existentes em uma floresta na Alemanha estão interligadas por entremeados de raízes, o que permite a troca de nutriente em momentos de carência nutricional (WOHLLEBEN, 2017, p. 223). Ainda, a ocorrência de incêndios naturais e altas temperaturas, apesar de serem considerados estresses abióticos, permitem a quebra da dormência de inúmeras espécies vegetais, além de melhorar significativamente a dispersão de sementes (CLARKE & FRENCH, 2005, p. 445), o que está fortemente correlacionado com a remoção de grandes concorrentes, ou seja, uma maneira de evitar a competição.

As plantas também podem realizar a comunicação interna (entre os diferentes órgãos) e entre plantas através de hormônios vegetais como a auxina, ácido abscísico e ácido jasmônico influenciando no aumento da transcrição de genes em outra parte da planta, como a alta emissão de etileno, que estabelece uma interação entre a planta emissora e a receptora (BALDWIN, 2010, p. 392). A produção de diferentes pigmentos, por exemplo em flores, também permite a comunicação química, o que pode estar relacionado à atração de insetos polinizadores (LEOPOLD, 2014, p. 5).

Tendo em vista os diversos processos de comunicação previamente discutidos, observa-se que o sistema de percepção das plantas é seletivo. Isso permite que elas diferenciem as informações, utilizando-as de forma eficiente e direcionada na sua resposta competitiva, de evitação do estresse e até mesmo auxiliando seus vizinhos no crescimento e desenvolvimento, evitando, assim, o gasto desnecessário de energia e alocação de recursos (HODGE, 2009, p. 628; NOVOPLANSKY, 2009, p. 16).

6 Neurobiologia de Plantas no Brasil

A Neurobiologia de Plantas foi trazida ao Brasil pelo Professor Ricardo Ferraz de Oliveira da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP. O Professor Ricardo consolidou sua carreira pesquisando a resposta das plantas a estresses abióticos, mas sempre o inquietou a abordagem que os livros de Botânica e Fisiologia Vegetal traziam sobre as plantas como sendo seres passivos que respondiam ao ambiente seguindo puramente as leis físico-químicas. Movido por esta inquietação buscava continuamente artigos e reuniões científicas que apresentassem um olhar sobre as plantas enquanto seres vivos dotados de capacidades altamente sofisticadas, como verdadeiramente os são. Nessas buscas, descobriu e participou do I Simpósio de Neurobiologia de Plantas, que ocorreu em Florença, na Itália, em 2005 e, foi lá que encontrou uma consonância com suas ideias. Passou então a estar presente nos encontros que ocorreram nos anos seguintes, acompanhou o nascimento da Sociedade In-

ternacional de Neurobiologia de Plantas de perto, tornou-se membro e mergulhou no estudo das plantas a partir da perspectiva da Neurobiologia.

O ano de 2009 pode ser considerado o marco inicial da Neurobiologia no Brasil. O Professor Ricardo propôs a criação da disciplina de pós-graduação Neurofisiologia Vegetal¹ vinculada ao Departamento de Ciências Biológicas da ESALQ/USP, a qual foi aprovada mediante a apresentação de um dossiê com centenas de referências científicas que suportavam a proposta e não abriam margem para contra-argumentos. Neste mesmo ano iniciou o primeiro trabalho de pesquisa na área, o qual foi desenvolvido pela então aluna de mestrado, Francynês da Conceição Oliveira Macedo, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas da ESALQ, e que resultou na dissertação de mestrado intitulada: Avaliação do comportamento competitivo de raízes de ervilha (*Pisum sativum*) cv. Mikado (MACEDO, 2011), a qual foi defendida em 2011 e é o primeiro trabalho de pesquisa realizado no Brasil que tem como arcabouço teórico a Neurobiologia de Plantas. Ainda em 2009, o Professor Ricardo ministrou uma palestra sobre Neurobiologia de Plantas no XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, o que foi um momento importante de apresentação da Neurobiologia para um grande público acadêmico.

Em 2012 foi defendida a segunda dissertação de mestrado, referente a pesquisa, também iniciada em 2009, desenvolvida por Gabriel Silva Daneluzzi e intitulada: Uma abordagem neurofisiológica da acetilcolina em plantas de milho hidratadas e sob condições de estresse hídrico (DANELUZZI, 2012). Neste

1 A disciplina recebeu o nome de Neurofisiologia porque a mesma aborda aspectos da Neurobiologia relacionados a fisiologia de plantas.

momento já estava em andamento a pesquisa de doutorado de Francynês, e havia sido iniciada uma parceria com um grupo de pesquisadores poloneses, coordenado por Kazimierz Trębacz e Halina Dziubińska da Universidade Marii Curie-Skłodowskiej – UMCS, de Lublin, na Polônia. Por meio desta colaboração foi realizado o doutorado sanduíche de Francynês, o que possibilitou sua formação técnica para a medição de sinais elétricos em plantas, e posteriormente a montagem do aparato de medidas no Laboratório de Estudos de Plantas sob Estresse (LEPSE), coordenado pelo Professor Ricardo Ferraz de Oliveira.

O domínio da técnica de sinais elétrico consolidou a pesquisa que vinha sendo desenvolvida no LEPSE e tem possibilitado o avanço no entendimento da sinalização elétrica nas respostas das plantas a estresses bióticos, por meio das teses de doutorado já defendidas (MACEDO, 2015; DANELUZZI, 2016; CAPELLIN, 2016; SILVA, 2020), e outras que estão em andamento. Concomitantemente, o Professor Ricardo criou mais uma disciplina de Pós-Graduação vinculada ao Departamento de Ciências Biológicas da ESALQ, Eletrofisiologia da Célula Vegetal. As disciplinas são fundamentais para dar o suporte teórico para as pesquisas e contribuir com a formação de futuros pesquisadores.

Atualmente há outros grupos de pesquisa trabalhando no Brasil com as temáticas de inteligência em plantas e sinalização elétrica, e esses são temas com espaço para discussão na comunidade científica em âmbito nacional. Cada vez mais tem crescido o interesse de estudantes e pesquisadores sobre esses conteúdos, mas não foi sempre assim, as propostas da Neurobiologia foram tratadas

com descrédito também no Brasil. É preciso destacar que para chegarmos até aqui, um caminho de resistências foi vencido.

7 Considerações finais

De fato, a biologia do século XX foi dominada por enfatizar que o comportamento das plantas é puramente reativo e mecânico, resultando em uma ideia de seres passivos. Mas esta forma de ver as plantas ultrapassa os limites do mundo acadêmico-científico. Wandersee & Schussler (1999, p. 2) propuseram o conceito de cegueira botânica, o qual se refere a incapacidade de reconhecer a importância das plantas na biosfera e cotidiano, bem como seus aspectos estéticos e biológicos exclusivos; e a ideia de que os animais são superiores as plantas e aos outros seres vivos. A cegueira botânica tem se intensificado com o modo de vida contemporâneo, em que cada vez mais nos vemos como seres separados do ambiente natural. Para Neves *et al.* (2019, p. 756) a educação é um caminho para a superação da cegueira botânica e nós acrescentamos que a produção de conhecimento científico que revele o quão sofisticado é o comportamento das plantas, contribui significativamente com os processos educativos.

Nesse sentido, a Neurobiologia de Plantas tem contribuído enormemente, na medida em que nos faz perceber as plantas como seres ativos, que cooperam e competem entre si e com os seres a sua volta, que interagem com o ambiente de forma dinâmica (GANGLIANO & RENTON, 2013, p. 1) e que além dis-

so tem papel fundamental para a manutenção da vida, por comporem, juntamente com outros organismos autótrofos, a base da produção de matéria e energia do planeta (RAVEN, 2001, p. 2).

Além disso, a Neurobiologia de Plantas abriu espaço para discussões relacionadas a inteligência e consciência em plantas, o que tem promovido avanços no entendimento desse assunto, uma vez que mais atenção e, por conseguinte, pesquisas têm sido desenvolvidas sobre o tema. Barlow (2015, p. 1) faz uma ampla discussão sobre a questão da consciência em plantas a partir de uma abordagem quântica. Para Barlow é preciso superar a definição de consciência a partir da perspectiva humana, sempre associando a consciência e a mente a presença de um órgão ou tecido específico para esta função. Assim, se não há um cérebro, nem um tecido nervoso, conforme uma abordagem newtoniana e cartesiana, não há consciência.

No entanto, os estudos da física quântica, inaugurados no século XX tem trazido uma nova abordagem para a questão da consciência. De acordo com Vannini (2008, p. 165), a consciência quântica é uma consequência do estado de ordem quântico coletivo. Assim, a consciência emerge dos sistemas físicos. Nesse sentido, a própria organização a nível de elétrons, moléculas, células, e partindo para estruturas mais complexas como órgãos e sistemas podem apresentar algum nível de consciência.

Assim, para compreender todos os aspectos trazidos pela Neurobiologia faz-se necessário uma abordagem interdisciplinar porque dentro da Biologia Vegetal é preciso integrar as vias de sinalização e comunicação em todos os ní-

veis de organização como, a Biologia Molecular com a Fisiologia Vegetal, Anatomia e o comportamento individual do organismo, até a análise da planta inteira e o ecossistema, proposta pela Ecologia. Mas é preciso ir além e abarcar a Filosofia, Psicologia, Neurobiologia, e os modernos conhecimentos trazidos pela física quântica para uma compreensão mais ampla do ser planta.

Por fim, basta colocar que independente de todas as contestações, a Neurobiologia Vegetal surge como uma possibilidade de esclarecer os complexos processos de sinalização, comunicação e organização dos vegetais, a partir de uma perspectiva que pode levar a uma mudança de postura do próprio homem diante de sua relação com os demais seres vivos e com o meio ambiente.

Referências

ALPI, A.; AMRHEIN, N.; BERTEL, A.; BLATT, M. R.; BLUMWALD, E.; CERVONE, F.; DAINTY, J.; DE MICHELIS, M. I.; EPSTEIN, E.; GALSTON, A. W.; GOLDSMITH, M. H.; HAWES, C.; HELL, R.; HETHERINGTON, A.; HOFTE, H.; JUERGENS, G.; LEAVER, C. J.; MORONI, A.; MURPHY, A.; OPARKA, K. & WAGNER, R. Plant neurobiology: no brain, no gain? *Trends in Plant Science*, Oxford, v. 12, n. 4, p.135-6, abr. 2007.

BALDWIN, I. T. Plant volatiles. *Current Biology*, Bethesda, v. 20, n. 9, p. 392-7, mai. 2010.

BALUŠKA, F.; SAMAJ, J. & MENZEL, D. Polar transport of auxin: carrier-mediated flux across the plasma membrane or neurotransmitter-like secretion? *Trends in Cell Biology*, Cambridge, v. 13, p. 282-5, mai. 2003.

BALUŠKA, F.; MANCUSO, S.; VOLKMANN, D. & BARLOW, P. Root apices as plant command centres: the unique 'brain-like' status of the root apex transition zone. *Biologia*, Bratislava, v. 59, p. 9-17, dez. 2004.

BALUŠKA, F.; VOLKMANN, D. & MENZEL, D. Plant synapses: actin-based domains for cell-to-cell communication. *Trends in Plant Science*, Oxford, v. 10, p.106-11, mar. 2005.

BALUŠKA, F. & MANCUSO, S. Plant neurobiology: from sensory biology, via plant communication, to social plant behavior. *Cognitive Processing*, Londres, v. 10, n. 1, p. 3-7, nov. 2008.

BARLOW, P. W. The natural history of consciousness, and the question of whether plants are conscious, in relation to the Hameroff-Penrose quantum-physical 'Orch OR' theory of universal consciousness. *Communicative & Integrative Biology*, Londres, v. 8, n. 4, p.1-28, jul-ago. 2015.

BOISSEAU, R. P.; VOGEL, D. & DUSSUTOUR, A. Habituation in non-neural organisms: evidence from slime moulds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Londres, v. 283, n. 1829, p. 20160446, abr. 2016.

BOSE, J. C. *The nervous mechanism of plants*. Londres: Longmans, Green and Co., 1926.

BOUWMEESTER, H.; SCHUURINK, R. C.; BLEEKER, P. M. & SCHIESTL, F. The role of volatiles in plant communication. *The Plant Journal*, Oxford, v. 100, p. 892-907, ago. 2019.

BRENNER, E. D. Drugs in the plant. *Cell*, Cambridge, v. 109, p. 680-1, 2002.

BRENNER, E. D.; STAHLBERG, R.; MANCUSO, S.; VIVANCO, J.; BALUŠKA, F. & VAN VOLKENBURGH, E. Plant neurobiology: an integrated view of plant signaling. *Trends in Plant Science*, Oxford, v. 11, n. 8, p. 413-9, ago. 2006.

BRENNER, E. D.; STAHLBERG, R.; MANCUSO, S.; BALUŠKA, F. & VAN VOLKENBURGH, E. Response to Alpi *et al.*: Plant neurobiology: the gain is more than the name. *Trends in Plant Science*, Oxford, v. 12, n. 7, p. 285-6, jul. 2007.

BRUCE, T. J. A.; MATTHES, M. C.; NAPIER, J. A. & PICKETT, J. A. Stressful “memories” of plants: evidence and possible mechanisms. *Plant Science*, Amsterdã, v. 173, n. 6, p. 603-8, nov. 2007.

BURDON SANDERSON, J. Note on the electrical phenomena which accompany irritation of the leaf of *Dionaea muscipula*. *Proceedings of the Royal Society of London*, Londres, v. 21, p. 495-6, jan. 1873.

CALVO, P. The philosophy of plant neurobiology: a manifesto. *Synthese*, Londres, v. 193, p. 1323-43, fev. 2016.

CALVO, P. & FRISTON, K. Predicting green: really radical (plant) predictive processing. *Journal of The Royal Society Interface*, Londres, v. 14, n. 131, 20170096, jun. 2017.

CALVO, P.; SAHI, V. P. & TREWAVAS, A. Are plants sentient? *Plant, Cell & Environment*, v. 40, n. 11, p. 2858-2869, set. 2017.

CAPELIN, D. *Caracterização eletrofisiológica em girassol: cinética, rotas de propagação, trocas gasosas e fluorescência da clorofila*. Piracicaba: ESALQ/USP, 2016. Tese de Doutorado.

CHAMOVITZ, D. *What a Plant Knows: A Field Guide to the Senses*. Oxford: OneWorld Publications, 2012.

CLARKE A. B. S. & FRENCH, A. K. Germination response to heat and smoke of 22 Poaceae species from grassy woodlands. *Australian Journal of Botany*, Melbourne, v. 53, n. 5, p.445-54, abr. 2005.

CRISP, P. A.; GANGULY, D.; EICHTEN, S. R.; BOREVITZ, J. O. & POGSON, B. J. Reconsidering plant memory: Intersections between stress recovery, RNA turnover, and epigenetics. *Science Advances*, Nova Iorque, v. 2, n. 2, e1501340, fev. 2016.

DANELUZZI, G. S. *Uma abordagem neurofisiológica da acetilcolina em plantas de milho hidratadas e sob condições de estresse hídrico*. ESALQ/USP, 2011. Dissertação de Mestrado.

DANELUZZI, G. S. *Sinalização elétrica de longa distância pós-irrigação em plantas de girassol sob déficit hídrico*. Piracicaba: ESALQ/USP, 2016. Tese de Doutorado.

DAVIES, E.; ZAWADZKI, T. & WITTERS, D. Electrical activity and signal transmission in plants: how do plants know? *In*: PENEL, C. & GREPPIN, H. (Eds.). *Plant signalling, plasma membrane and change of state*. Genebra: University of Geneva, 1991.

DARWIN, C. *Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication*. E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch), 1880.

DIXIT S.; JANGID, V. K. & GROVER, A. Evaluation of suitable reference genes in Brassica juncea and its wild relative Camelina sativa for qRT-PCR analysis under various stress conditions. *PLoS One*, São Francisco, v. 14, n. 9, p.1-18, set. 2019.

DOUMA, J. C. & ANTEN, N. P. R. Touch and plant defence: volatile communication with neighbours. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 70, n. 2, p. 371-8, jan. 2019.

DZIUBIŃSKA, H.; TRĘBACZ, K. & ZAWADZKI, T. The effect of excitation on the rate of respiration in the liverwort *Conocephalum conicum*. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 75, n. 3, p. 417-23, mar. 1989.

FROMM, J. & ESCHRICH, W. Electric Signals Released from Roots of Willow (*Salix viminalis* L.) Change Transpiration and Photosynthesis. *Journal of Plant Physiology*, Stuttgart, v. 141, n. 6, p. 673-80, jan. 1993.

FROMM, J. & FEI, H. Electrical signaling and gas exchange in maize plants of drying soil. *Plant Science*, Limerick, v. 132, n. 2, p. 203-13, fev. 1998.

FROMM, J. Long-distance electrical signaling and physiological functions in higher plants. In: VOLKOV A. G. (Ed.). *Plant electrophysiology— theory and methods*. Berlin: Springer-Verlag, 2006, p. 269-85.

GANGLIANO, M. & RENTON, M. Love thy neighbour: facilitation through an alternative signalling modality in plants. *BMC Ecology*, Londres, v. 13, n.19, p.1-6, mai.2013.

GAGLIANO, M.; RENTON, M.; DEPCZYNSKI, M. & MANCUSO, S. Experience teaches plants to learn faster and forget slower in environments where it matters. *Oecologia*, Londres, v. 175, n. 1, p. 63-72, jan. 2014.

GALLÉ, A.; LAUTNER, S.; FLEXAS, J. & FROMM, J. Environmental stimuli and physiological responses: the current view on electrical signalling. *Environmental and Experimental Botany*, Nova Iorque, v. 114, p. 15-21, set. 2015.

GOH, C.; NAM, H. G. & PARK, Y. S. Stress memory in plants: a negative regulation of stomatal response and transient induction of rd22 gene to light in abscisic acid-entrained *Arabidopsis* plants. *The Plant Journal*, v. 36, n. 2, p. 240-55, jul. 2003.

GORZELAK, M. A.; ASAY, A. K.; PICKLES, B. J. & SIMARD, S. W. Inter-plant communication through mycorrhizal networks mediates complex adaptive behaviour in plant communities. *AoB Plants*, Oxford, v. 15, n. 7, p. 1-13, mai. 2015.

GRIME, J. & MACKEY, J. The role of plasticity in resource capture by plants. *Evolutionary Ecology*, Amesterdã, v.16, p. 299-307, mai. 2002.

GROSS, M. Could plants have cognitive abilities? *Current Biology*, Cambridge, v. 26, n. 5, p. 181-4, mar. 2016.

HEDRICH, R.; SALVADOR-RECATALÀ, V. & DREYER, I. Electrical Wiring and Long-Distance Plant Communication. *Trends in Plant Science*, Oxford, v. 21, n. 5, p. 376-87, mai. 2016.

HEIL, M. Plant Communication. In: *Encyclopedia of Life Sciences (ELS)*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2009, p. 1-7.

HEIL, M. & KARBAN, R. Explaining evolution of plant communication by airborne signals. *Trends in Ecology & Evolution*, Amsterdã, v. 25, n. 3, p.137-44, mar. 2010.

HERMAN, J. J. & SULTAN, S. E. Adaptive transgenerational plasticity in plants: case studies, mechanisms, and implications for natural populations. *Frontiers in Plant Science*, Lausanne, v. 2, p. 1-10, dez. 2011.

HLAVINKA, J.; NOŽKOVÁ-HLAVÁČKOVÁ, V.; FLOKOVÁ, K.; NOVÁK, O. & NAUŠ, J. Jasmonic acid accumulation and systemic photosynthetic and electrical changes in locally burned wild type tomato, ABA-deficient sitiens mutants and sitiens pre-treated by ABA. *Plant Physiology and Biochemistry*, Paris, v. 54, p. 89-96, mai. 2012.

HODGE, A. Root decisions. *Plant, Cell & Environment*, Nova Iorque, v. 32, p. 628-640, mai. 2009.

HUBER, A. E. & BAUERLE, T. L. Long-distance plant signaling pathways in response to multiple stressors: the gap in knowledge. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 67, n. 7, p. 2063-79, mar. 2016.

JHA, P.; NORSWORTHY, J. K.; RILEY, M. B. & BRIDGES, W. Shade and plant location effects on germination and hormone content of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) seed. *Weed Science*, Cambridge, v. 58, n. 1, p. 16-21, jan. 2010.

KAISER, H. & GRAMS, T. E. E. Rapid hydropassive opening and subsequent active stomatal closure follow heat-induced electrical signals in *Mimosa pudica*. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 57, n. 9, p. 2087–92, jan. 2006.

KALISZ, S.; FRANCES, M.; STEPHEN, J. H.; DENISE, A.T. & VOIGT, S. T. Ant-mediated seed dispersal alters pattern of relatedness in a population of trillium grandiflorum. *Ecology*, Washington, v. 80, p. 2620-34, dez. 1999.

KARBAN, R. Plant communication increases heterogeneity in plant phenotypes and herbivore movement. *Functional Ecology*, Londres, v. 31, p. 990-1, mai. 2017.

KESSLER, A. & BALDWIN, I. T. Herbivore-induced plant vaccination. Part I. The orchestration of plant defenses in nature and their fitness consequences in the wild tobacco *Nicotiana attenuata*. *The Plant Journal*, v. 38, p. 639-49, mai. 2004.

KOLAR, J. & MACHACKOVA, I. Melatonin in higher plants: occurrence and possible functions. *Journal of Pineal Research*, Copenhagen, v. 39, n. 4, p. 333-41, nov. 2005.

KOZIOLEK, C.; GRAMS, T. E. E.; SCHREIBER, U.; MATYSSEK, R. & FROMM, J. Transient knockout of photosynthesis mediated by electrical signals. *New Phytologist*, Cambridge, v. 161, p. 715-22, fev. 2003.

KRÓL, E.; DZIUBIŃSKA, H. & TRĘBACZ, K. What do plants need action potentials for? In: DUBOIS, M. L. (Ed.). *Action potential: biophysical and cellular context, initiation, phases, and propagation*. Nova Iorque: Nova Science Publisher, 2010.

LAM, H. M.; CHIU, J.; HSIEH, M. H.; MEISEL, L.; OLIVEIRA, I. C.; SHIN, M. & CORUZZI, G. Glutamate-receptor genes in plants. *Nature*, Londres, v. 396, p. 125-6, nov.1998.

LANZ, P. The concept of intelligence in psychology and philosophy. In: CRUSE, H.; DEAN, J.; RITTER, H (Eds.). *Prerational Intelligence: Adaptive Behavior and*

Intelligent Systems Without Symbols and Logic, v. 1, Dordrecht: Springer, 2000, p. 19-30.

LEOPOLD, A. C. Smart plants: Memory and communication without brains. *Plant Signaling & Behavior*, Filadélfia, v. 10, n. 10, e972268, nov. 2014.

MACEDO, F. C. O. *Avaliação do comportamento competitivo de raízes de ervilha (Pisum sativum) cv. Mikado*. Piracicaba: ESALQ/USP, 2011. Dissertação de Mestrado.

MACEDO, F. C. O. *Electrical signaling, gas exchange and turgor pressure in ABA-deficient tomato (cv. Micro-Tom) under drought*. Piracicaba: ESALQ/USP, 2015. Tese do Doutorado.

MANCUSO, S. & MUGNAI, S. Long-distance signal transmission in trees. In: BALUŠKA, F.; MANCUSO, S. & VOLKMANN, D. (Eds.). *Communication in plants. Neuronal aspects of plant life*. Berlin: Springer-Verlag, 2006, p. 333-49.

MANCUSO, S. & VIOLA, A. *Brilliant Green: The Surprising History and Science of Plant Intelligence*. Island Press, 2015.

MURCH, S. J. Neurotransmitters, neuroregulators and neurotoxins in plants. In: BALUŠKA, F.; MANCUSO, S. & VOLKMANN, D. (Eds.). *Communication in plants: Neuronal aspects of plant life*. Berlin: Springer-Verlag, 2006, p. 137-51.

NEVES, A.; BÜNDCHEN, M. & LISBOA, C. P. Cegueira botânica: é possível superá-la a partir da Educação? *Ciência e Educação*, Bauru, v. 25, n. 3, p. 745-62, jul-set. 2019.

NOVOPLANSKY, A.; COHEN, D. & SACHS, T. How *Portulaca* seedlings avoid their neighbours. *Oecologia*, Londres, v. 82, p. 490-3, abr. 1990.

NOVOPLANSKY, A. Picking battles wisely: plant behaviour under competition. *Plant, Cell & Environment*, Nova Iorque, v. 32, p. 726-41, mai. 2009.

NINKOVIC, V.; GLINWOOD, R. & PETERSSON, J. Communication Between Undamaged Plants by Volatiles: The Role of Allelobiosis. *In*: BALUŠKA, F.; MANCUSO, S. & VOLKMANN, D. (Eds.). *Communication in plants: Neuronal aspects of plant life*. Berlin: Springer-Verlag, 2006, p. 421-34.

OYARCE, P. & GUROVICH, L. Evidence for the transmission of information through electric potentials in injured avocado trees. *Journal of Plant Physiology*, Stuttgart, v. 168, n. 2, p. 103-8, jan. 2011.

PAULA, A.; SILVA, A. F.; MARCO, J. P.; SANTOS, F. A. & SOUZA, A. L. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 407-23, jul-set, 2004.

PAVLOVIC, A.; SLOVÁKOVÁ, L.; PANDOLFI, C. & MANCUSO, S. On the mechanism underlying photosynthetic limitation upon trigger hair irritation in the carnivorous plant Venus flytrap (*Dionaea muscipula* Ellis). *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 62, n. 6, p. 1991–2000, mar. 2011.

PEÑA-CORTÉS, H.; FISAHN, J. & WILLMITZER, L. Signals involved in wound-induced proteinase inhibitor II gene expression in tomato and potato plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Washington, v. 92, n. 10, p. 4106-13, mai.1995.

QUDEIMAT, E. & FRANK, W. Ca²⁺ signatures: the role of Ca²⁺-ATPases. *Plant Signaling & Behavior*, Filadélfia, v. 4, n. 4, p. 350-2, abr. 2009.

RAVEN, P. H.; EVERT, F. R. & EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

RHODES, C. J. The Whispering World of Plants: 'The Wood Wide Web'. *Science Progress*, Thousand Oaks, v. 100, n. 3, p. 331–7, set. 2017.

RONCE, O. How Does It Feel to Be Like a Rolling Stone? Ten Questions About Dispersal Evolution. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, Palo Alto, v. 38, p. 231-53, dez. 2007.

ROSHCHINA, V. V. *Neurotransmitters in plant life*. Enfield: Science Publishers, 2001.

ROSHCHINA, V. V. Evolutionary considerations of neurotransmitters in microbial plant and animal cells. In: LYTE, M. & FREESTONE, P. P. E. (Eds.). *Microbial endocrinology: Interkingdom signaling in infectious disease and health*. New York: Springer, 2010, p. 17-52

SCHENK, H. J. Clonal splitting in desert shrubs. *Plant Ecology*, Londres, v. 141, p. 41-52, abr. 1999.

SILVA, F. B. *Sinais elétricos em microtomateiros mutantes em ABA: Aspectos eletrofisiológicos e metabólicos sob diferentes condições hídricas*. Piracicaba: ESALQ/USP, 2020. Tese de Doutorado.

SOARES, G. Neurobiologia das plantas: uma perspectiva interespecífica sobre o debate. *Revista do Instituto de Estudos Brasileiros*, São Paulo, v. 69, p. 226-49, fev. 2018.

STAHLBERG, R.; CLELAND, R.E. & VAN VOLKENBURGH, E. Slow wave potentials - a propagating electrical signal unique to higher plants. In: BALUŠKA, F.; MANCUSO, S. & VOLKMANN, D. (Eds.). *Communication in plants: neuronal aspects of plant life*. Berlin: Springer-Verlag, 2006, p. 291-308.

STRUIK, P. C.; YIN, X. & MEINKE, H. Plant neurobiology and green plant intelligence: science, metaphors and nonsense. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Londres, v. 88, p. 363-70, dez. 2008.

SUKHOV, V.; ORLOVA, L.; MYSYAGIN, S.; SINITSINA, J. & VODENEEV, V. Analysis of the photosynthetic response induced by variation potential in geranium. *Planta*, Londres, v. 235, p. 703-12, abr. 2012.

SUKHOV, V.; SUKHOV, E. & VODENEEV, V. Long-distance electrical signals as a link between the local action and the systemic physiological responses in higher plants. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. Londres, v. 146, p. 63-84, nov. 2019.

SZECHYNSKA-HEBDA, M.; KRUK, J.; GORECKA, M.; KARPINSKA, B. & KARPINSKI, S. Evidence for light wavelength-specific systemic photoelectrophysiological signalling and cellular light memory of excess light episode in *Arabidopsis*. *The Plant Cell*, Rockville, v. 22, p. 1-18, jul. 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. & MURPHY, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2017.

THELLIER, M.; DESBIEZ, M. O.; CHAMPAGNAT, P. & KERGOSIEN, Y. Do memory processes occur also in plants? *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 56, n. 3, p. 281-4, nov. 1982.

TREBACZ, K.; DZIUBIŃSKA, H. & KRÓL, E. Electrical signals in long-distance communication in plants. *In*: BALUŠKA, F.; MANCUSO, S. & VOLKMANN, D. (Eds.). *Communication in plants: neuronal aspects of plant life*. Berlin: Springer-Verlag, 2006, p. 277-90.

TREWAVAS, A. How plants learn. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, v. 96, n. 8, p. 4216-8, abr. 1999.

TREWAVAS, A. Aspects of plant intelligence. *Annals of Botany*, Oxford, v. 20, n. 92, p. 1-20, jul. 2003.

TREWAVAS, A. Green plants as intelligent organisms. *Trends Plant Science*, Cambridge, v. 10, p. 413-9, set. 2005.

TREWAVAS, A. What is plant behaviour? *Plant, Cell & Environment*, Hoboken, v. 32, p. 606-16, mai. 2009.

TREWAVAS, A. The foundations of plant intelligence. *Interface Focus*, Londres, v. 7, n. 3, 20160098, abr. 2017.

VANNINI A. Quantum models of consciousness. *Quantum Biosystems*, Osaka, v. 2, p. 165-84, jul-aug. 2008.

VLADIMIR SUKHOV, V.; SUKHOVA, E. & VODENEEV, V. Long-distance electrical signals as a link between the local action of stressors and the systemic physiological responses in higher plants. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, Amsterdã, n. 146, p. 63-84, set. 2019.

VODENEEV, V.; AKINCHITS, E. & SUKHOV, V. Variation potential in higher plants: Mechanisms of generation and propagation. *Plant Signaling & Behavior*, Filadélfia, v. 10, n. 9, e1057365, mai. 2015.

VODENEEV, V.; MUDRILOV, M.; AKINCHITS, E.; BALALAEVA, I. & SUKHOV, V. Parameters of electrical signals and photosynthetic responses induced by them in pea seedlings depend on the nature of stimulus. *Functional Plant Biology*; Victoria, v. 45, n. 2, p. 160-70, jan. 2018.

VOLKOV, A. G.; COLLINS, D. J. & MWESIGWA, J. Plant electrophysiology: pentachlorophenol induces fast action potentials in soybean. *Plant Science*, Limerick, v. 153, n. 2, p. 185-90, abr. 2000.

VOLKOV, A. G.; O'NEAL, L.; VOLKOVA, M. I. & MARKIN, V. S. Morphing structures and signal transduction in *Mimosa pudica* L. induced by localized thermal stress. *Journal of Plant Physiology*, Stuttgart, v. 170, n. 15, p. 1317-27, jun. 2013.

VRIET, C.; HENNIG, L & LALOI, C. Stress-induced chromatin changes in plants: of memories, metabolites and crop improvement. *Cellular and Molecular Life Sciences*, Basel, v. 72, n. 7, p. 1261-73, abr. 2015.

WILDON, D.C.; THAIN, J.F.; MINCHIN, P.E.H.; GUBB, I.R.; REILLY, A.J.; SKIPPER, Y.D.; DOHERTY, H.M.; O'DONNELL, P.J. & BOWLES, D. Electrical

signalling and systemic proteinase inhibitor induction in the wounded plant. *Nature*, Londres, v. 360, p. 62-5, nov. 1992.

WIPF, D.; LUDEWIG, U.; TEGEDER, M.; RENTSCH, D.; KOCH, W. & FROMMER, W.B. Conservation of amino acid transporters in fungi, plants and animals. *Trends in Biochemical Sciences*, Amsterdã, v. 27, n. 3, p. 139-47, mar. 2002.

WOHLLEBEN, P. & RISSATI, P. *A vida secreta das árvores*. Rio de Janeiro: Editora Sextante, 2017.

WANDERSEE, J. H. & SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, St. Louis, v. 47, n. 1, p. 2-9, 2001.

WUDICK, M. M.; MICHARD, E.; NUNES, C. O. & FEIJÓ, J. A. Comparing plant and animal glutamate receptors: common traits but different fates? *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 69, n. 17, p. 4151-63, abr. 2018.

ZIMMERMANN, M. R.; MAISCHAK, H.; MITHOFER, A.; BOLAND, W. & FELLE, H. H. System Potentials, a Novel Electrical Long-Distance Apoplastic Signal in Plants, Induced by Wounding. *Plant Physiology*, Washington, v. 149, n. 3, p. 1593–600, mar. 2009.

ZIMMERMANN, M. R.; MITHÖFER, A.; WILL, T.; FELLE, H. H. & FURCH, A. C. Herbivore-triggered electrophysiological reactions: candidates for systemic signals in higher plants and the challenge of their identification. *Plant Physiology*, Washington, v. 170, n. 4, p. 2407-19, abr. 2016.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



O QUE SÃO SOCIOBIOLOGIA HUMANA E PSICOLOGIA EVOLUCIONISTA?

Alisson Magalhães Soares

Doutor em Sociologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Membro do InCiTe-UFMG

alissonmsoares@gmail.com

Resumo

A Sociobiologia teve seu nascimento na década de 1970 a partir de uma mudança paradigmática que ocorrera na Biologia evolutiva com o abandono da seleção de grupos como padrão explicativo e adoção da perspectiva gênica como foco da seleção natural. Com isso pretendiam analisar o comportamento social de todos os animais sob um mesmo arcabouço teórico, de formigas a seres humanos. Na década de 1980, nasceu uma disciplina filha da sociobiologia, a Psicologia Evolucionista, cujo foco é explicar a evolução da mente humana. Ambas tentaram refundar as ciências humanas em novas bases (sócio)biológicas. Pretende-se aqui apresentar o campo da Sociobiologia e algumas de suas controvérsias.

Palavras-chave: Sociobiologia. Sociobiologia Humana. Psicologia Evolucionista.

Abstract

Sociobiology arose in the 1970s as a result of a paradigmatic change occurred in evolutionary biology with the abandonment of group selection as an explanatory standard and the adoption of the genetic perspective as the focus of natural selection. The intention of sociobiology was to analyze the social behavior of all animals under the same theoretical framework, from ants to humans. Deriving from sociobiology in the 1980s, Evolutionary Psychology focused on the explanation of the evolution of human mind. Both tried to give new (socio) biological foundations for humanities and social sciences. It is intended here to present the field of Sociobiology and some of its controversies.

Keywords: Sociobiology. Human Sociobiology. Evolutionary Psychology.

1 Sociobiologia: uma breve exposição histórica

O entomologista Edward Osborne Wilson — uma autoridade mundial em insetos sociais, especialista em formigas — publicou em 1975 um livro chamado

Sociobiology: The New Synthesis, onde introduziu o neologismo “sociobiologia”, definido ali como o “[...] estudo sistemático das bases biológicas de todo comportamento social” (WILSON, 1975, p. 4). Não havia grandes novidades teóricas no livro, mas lhe é atribuído o mérito de ter fundado a Sociobiologia como um campo. Em suas quase 700 páginas, Wilson empreendeu “[...] uma síntese dos desenvolvimentos teóricos e estudos empíricos em comportamento animal dos trinta anos anteriores” (SEGERSTRALE, 2000, p. 53).

Além deste livro, duas outras obras foram responsáveis pelo nascimento da SB¹: *The Selfish Gene* (traduzida como *O Gene Egoísta*), do zoólogo Richard Dawkins (1976), e *Biosocial Anthropology*, de Robin Fox. As duas obras se consagraram, o livro de Dawkins se tornou *best seller*, mas o livro de Fox não recebeu tanta atenção como os demais (SEGERSTRALE, 2000, p. 86). Wilson, inicialmente tido como o pai da SB, viu Dawkins assumir gradativamente o posto de autor mais importante no campo.

Antes do surgimento da SB predominava o campo da etologia, que estuda o comportamento de animais, tendo Konrad Lorenz, Niko Tinbergen e Karl von Frisch como grandes nomes, e a explicação evolutiva se dava via “existe por ser bom para a espécie”. Por exemplo, em *The Life of Insects*, de 1964, Vincent Wigglesworth’s dizia que “[...] insetos não vivem para si mesmos. Sua vida é devotada para a sobrevivência da espécie” e Wynne Edwards sugeria que animais regulavam seu número altruisticamente, para o bem do grupo (SEGERSTRALE, 2000, p. 55). Comumente apelava-se de modo genérico para o “bem do grupo ou espécie”, na chamada “seleção de grupos”, considerada

1 Designaremos “Sociobiologia” por “SB”.

como vaga por muitos, mas na época “não havia outra teoria disponível”, segundo Irven DeVore (SEGERSTRALE, 2000, p. 83).

Já a SB trabalhava com uma nova abordagem, que emergia na época, a de que o gene passa a ser considerado o objeto por excelência da seleção natural, o foco em última instância, e não mais o organismo, grupo ou espécie. A partir de então, deixa-se de fazer sentido supor coisas como instinto de preservação do indivíduo ou da espécie. A base inicial desta nova abordagem foi o “princípio da aptidão inclusiva” (*inclusive fitness*) de William D. Hamilton (1936–2000), posteriormente consagrada como “regra de Hamilton”, em um artigo publicado em duas partes (HAMILTON, 1964) que representou uma rápida mudança de paradigma na Biologia das décadas de 1960 e 1970².

Tal visão foi popularizada como “ponto de vista do gene” (*gene's eye view*) em *O Gene Egoísta* de Dawkins. Segundo esta perspectiva, no jogo evolucionário da vida, ganha quem mais repassar seus genes, se reproduzindo mais que seus concorrentes. Quem não procurar repassar ao máximo seus genes para as próximas gerações, gerará menos descendentes e assim terá sua prole extinta nas gerações futuras, e junto a isso, extinta também será a atitude de não buscar maximizar a representação genética. Segundo Dawkins, em uma passagem que ficou famosa, os seres vivos são “máquinas de sobrevivência – veículos robôs –

2 “[P]or volta de 1965, você deveria ser um adepto da seleção de grupos se quisesse ser publicado; dez anos depois, você teria dificuldades de ser publicado se você não fosse um adepto da seleção de parentesco” (SEGERSTRALE, 2000, p. 55). “[...] poderíamos chamar de ‘o atraso com Hamilton’ (*Hamilton's lag*). O artigo em duas partes de Hamilton era pouco citado até meados dos anos 1970. Mas no meio de 1970 iniciou o que Dawkins chamou de ‘epidemia de citações’ do artigo de Hamilton, subindo a um pico em 1981” (DAWKINS, 1989, p. 325 *apud* SEGERSTRALE, 2000, p. 87).

programados cegamente para preservar as moléculas egoístas conhecidas como genes” (DAWKINS, 1976, p. 17).

Wilson a descreveu como o elemento mais importante da teoria sociobiológica. “Num senso darwinista, o organismo não vive para si mesmo. Sua função primária não é nem mesmo reproduzir outros organismos; ele reproduz genes, e serve como seu portador temporário”, disse Wilson (1975, p. 3). E complementa: “[...] o organismo é somente um meio do DNA fazer mais DNA [...], o hipotálamo e o sistema límbico foram projetados para perpetuar DNA”. Segundo Wilson, o problema teórico central da SB, era o da emergência do altruísmo, e Dawkins (1976, p. 21) dizia que seu propósito era o de “examinar a biologia do egoísmo e do altruísmo”.

Nesse sentido, Wilson se perguntava: como o altruísmo pôde surgir e possivelmente evoluir através da seleção natural, apesar de, por definição, reduzir o valor adaptativo (*fitness*), isto é, em termos de sobrevivência e reprodução? Por que um organismo ajuda outro, mesmo em situações em que ele próprio sai prejudicado? A resposta para estas perguntas, dizia Wilson, estava no parentesco:

[...] se os genes causando o altruísmo são compartilhados por dois organismos de descendência comum, e se o ato altruísta de um organismo aumenta a contribuição conjunta destes genes na próxima geração, a propensão ao altruísmo irá se espalhar no patrimônio genético (*gene pool*) (WILSON, 1975, p. 1-2).

A teoria de Hamilton teve inspiração no trio fundador da genética populacional dos anos 1930, que já abordara previamente o problema do altruísmo

através da problemática da seleção natural, como R. A. Fisher em seu livro “The Genetical Theory of Natural Selection”, de 1930³, J. B. S. Haldane (em *The Causes of Evolution*, de 1932) e o americano Sewall Wright, este último sendo o único que viveu o suficiente a ponto de participar do debate sociobiológico.

Uma inspiração inicial da teoria de Hamilton foi uma piada de Haldane, ocorrida num *pub* britânico. Perguntado se estaria preparado para se sacrificar por outros, em termos evolutivos, Haldane teria pego um suporte de cerveja e uma caneta e, após rabiscar alguns cálculos, teria dito que o faria por mais de dois irmãos, mais de quatro meios-irmãos ou mais de oito primos de primeiro grau (KITCHER, 1987, p. 79). Apesar de ter publicado esta ideia posteriormente na *New Biology*, Haldane não lhe deu muita importância. Já Hamilton a expressou de modo elaborado com o “princípio da aptidão inclusiva” (*inclusive fitness*), através de matemática mais avançada.

O princípio implica que a aptidão não se resumia somente à sobrevivência e à reprodução do indivíduo em questão, mas também deveria levar em conta a sobrevivência e a reprodução dos parentes próximos, com os quais compartilhamos um alto grau de informação genética: compartilhamos, em média, cinquenta por cento de genes com nossos irmãos de sangue, por exemplo. Assim, ainda que morrêssemos, nossa representatividade genética estaria assegurada, por hora, para a posteridade, o que faria valer nosso sacrifício em termos evolutivos. Com o princípio da aptidão inclusiva, o ato altruístico em prol de um parente ou de outro indivíduo pode aumentar a aptidão genética tanto de quem

3 Hamilton se via estendendo as ideias de Fisher e dizia: “Fisher era meu herói” (SEGERSTRALE, 2000, p. 58).

recebe o ato altruísta como de quem o executa. Uma variação da teoria de Hamilton foi a seleção de parentesco (*kin selection*), termo popularizado por Maynard-Smith como nome para o tipo de seleção alternativa às seleções de grupo e individual⁴.

Outro teórico fundamental na SB foi Robert Trivers, que contribuiu com duas teorias. A primeira é a do altruísmo recíproco (*reciprocal altruism*), de 1971, que diz que se você me ajudar agora, eu posso ajudá-lo posteriormente quando você precisar, e vice-versa. Para acontecer, isto requer um contexto de interação continuada entre os atores, capaz de gerar confiança de que a reciprocidade ocorrerá⁵. Sua segunda contribuição é a teoria do investimento parental (*parental investment*), de 1972. Em certos animais, sobretudo em mamíferos – e dentre estes, sobretudo em seres humanos –, há uma assimetria no investimento entre os sexos e, conseqüentemente, diferenças substantivas nas estratégias de machos e fêmeas nas suas respectivas escolhas de parceiros sexuais.

Tais diferenças de comportamento e preferências sexuais entre os sexos decorrem do objetivo comum – inconsciente, deve-se ressaltar – de escolher um tipo de parceiro que apresente uma melhor oportunidade de repassar seus próprios genes. Para os machos, devido ao baixo custo no investimento para repassar seus genes (bastando o momento da cópula), é-lhes mais vantajoso tentarem copular com o maior número de fêmeas diferentes, pois assim repassam seus genes em maior quantidade. Diferentemente, já que as fêmeas possuem custos maiores (gestação interna, parto difícil, lactação, e no caso de humanos,

4 Para mais detalhes da teoria, ver Segerstrale (2000, cap. 4).

5 Para mais detalhes da teoria, ver Dawkins (1976, cap. 10).

um período bem prolongado de cuidados iniciais com os bebês), o melhor a se fazer para repassar seus próprios genes não é buscar muitos parceiros, mas sim escolher aquele parceiro que propicie melhores condições de sobrevivência de sua prole. Assim, fêmeas buscam machos de maior status, visto que lhes dariam segurança (reprodutiva), e machos buscam fêmeas que mostrem sinais (estéticos) de fertilidade.

Por fim, outro ponto importante na teoria sociobiológica foi o uso da teoria dos jogos por Maynard-Smith em *Game Theory and the Evolution of Fighting* (1972) e, em coautoria com Robert Price, em *The Strategy of Animal Conflict* (1973), onde foram usadas estratégias de “jogos” de interação entre atores chamados de gavião (*hawk*) e de pombo (*dove*)⁶. Os termos “[...] referem-se ao uso humano convencional e não têm ligação com os hábitos das aves das quais derivam: os pombos, na realidade, são aves bastante agressivas” (DAWKINS, 1976, p. 95). Nesse sentido, os termos descrevem estratégias: um mesmo indivíduo (ou espécie) pode agir como gavião ou como pombo. Exemplo de estratégia seria: “Ataque o oponente: se ele fugir, persiga-o; se ele retaliar, fuja” (DAWKINS, 1976, p. 95). Desta interação entre diferentes estratégias geralmente surge uma única estratégia — às vezes mais de uma — que predomina a tal ponto que, uma vez estabelecida, limaria outras estratégias⁷. Estes jogos teriam a vantagem

6 Por certo tempo, usaram os termos “falcão e rato” ao invés de “falcão e pombo” devido à conversão religiosa de Price. Posteriormente, em trabalhos solo, Maynard-Smith retornou aos termos “falcão e pombo”. Detalhes em Segerstrale (2000, p. 64-9).

7 “Uma estratégia evolutivamente estável ou EEE é definida como uma estratégia que se adotada pela maioria dos membros de uma população, não poderá ser sobrepujada por uma estratégia alternativa..... a melhor estratégia para um indivíduo depende do que a maioria da população está fazendo... cada um tentando maximizar o seu *próprio* sucesso, a única estratégia que persistirá será aquela que depois de desenvolvida não possa ser aperfeiçoada

de clarificar o conceito de “organização social” como uma entidade em si que possui sua própria vantagem biológica, e poderá ser vista como um conjunto de entidades egoístas independentes.

Richard Alexander também ganhou importância na SB com o seu livro *Darwinism and Human Affairs* (1979); segundo ele, a teoria evolutiva contemporânea provê “a primeira teoria simples e geral da natureza humana com grande possibilidade de aceitação generalizada”, o que significaria analisar o comportamento social em termos do princípio da aptidão inclusiva: “deveríamos focar nossa atenção quase inteiramente no modo preciso que transações recíprocas ou nepotísticas são conduzidas em ambientes habituais no qual humanos evoluíram seus padrões sociais” (*apud* KITCHER, 1987, p. 281).

As teorias foram aplicadas em diversos casos desse arcabouço teórico e Wilson (1975) as apresentou em seu livro. Um caso de confirmação bem curioso foi descrito por Dennett (1995, p. 483-4). A existência de castas estéreis é bem conhecida em insetos como formigas, cupins e abelhas, mas desconhecido em vertebrados. Numa palestra de Richard Alexander sobre o assunto, este começou então a fazer uma série de especulações sobre como seria se algum mamífero porventura desenvolvesse uma casta estéril. Seria necessário, por exemplo, um ninho que fornecesse abrigo contra predadores e que pudesse permitir um amplo suprimento de alimentos; um clima tropical, tocas subterrâneas em argila pesada. Ao final da palestra, informaram ao palestrante que seu animal imagi-

por nenhum indivíduo anômalo [...] uma vez que a EEE é alcançada ela se manterá: a seleção punirá os desvios” (DAWKINS, 1976, p. 94-5).

nário existia realmente, habitava a África do Sul e se chamava rato toupeira pelado.

Kitcher (1987, cap. 5) descreve outros casos de sucesso explicativo da SB. O primeiro é o da mosca que habita fezes de cavalos e bovinos (*dung fly*). Os machos se juntam nas fezes frescas à espera das fêmeas, e quando esta chega, a batalha entre os machos para a cópula se inicia de modo tão intenso que pode danificar os participantes. A análise de Parker teve o mérito não de proclamar alguma conclusão definitiva, mas de identificar questões precisas que necessitam ser analisadas nos passos seguintes da pesquisa.

O segundo exemplo é o do aprendizado de um pássaro da América do Norte (*scrub jay*) cujos casais recebem auxílio de outros pássaros na alimentação de filhotes, proteção contra rivais e predadores. Por que estes altruístas não criam seus próprios filhotes, mas ajudam os de outros? Como pode este comportamento evoluir? Wolfender descobriu que estes ajudam parentes na maioria dos casos, e que assim que territórios ficavam disponíveis, os altruístas passavam a criar seus próprios filhotes. Esta pesquisa mostrou o esforço na formulação de hipóteses evolucionárias alternativas e na coleta de observações, bem como prospectos futuros de pesquisa. Um dos pesquisadores afirmou o seguinte:

[...] nós temos agora diante de nós um *set* preliminar de modelos e de hipóteses testáveis. A década seguinte deve ser excitante ao começarmos a ver testes vigorosos de várias destas hipóteses (KITCHER, 1987, p. 150-1).

Estes são exemplos daquilo que Kitcher chamou de “SB estreita” (*narrow*), que segue os padrões da teoria evolutiva e científica, sendo bem cautelosa

quanto aos resultados e hipóteses alternativas. Mas há ainda outro tipo, a chamada “SB pop”, que é extremamente confiante em retirar grandes ensinamentos sobre a natureza humana e instituições sociais a partir da SB de outros animais não-humanos, acometendo sobretudo a SB Humana⁸. A SB pop

[...] é quase completamente escondida atrás de um megafone... padrões comumente aceitos são ignorados”, onde “especulações que seriam rapidamente rejeitadas no comportamento de formigas, florescem livremente se o animal em estudo for o *Homo sapiens* (KITCHER, 1987, p. 124).

Curiosamente, a controvérsia que deu origem à SB se repetiu também dentro dela: a controvérsia sobre a unidade da seleção. Para Wilson, a teoria de Hamilton era apenas um dos mecanismos existentes para explicar o altruísmo, mas não o único, e sempre deu espaço para a seleção de grupo. Já Dawkins acreditava que bastava a seleção em nível gênico, que a seleção de grupo poderia ser abandonada por motivos pragmáticos, chamando o programa de Wilson de “pré-revolucionário”; enquanto Wilson, ao defender que o foco da seleção seria no genótipo e não nos genes, disse que ele próprio “não cometia os mesmos erros que Dawkins” (SEGERSTRALE, 2000, p. 127) e que considerava o programa de Dawkins “reducionista” (SEGERSTRALE, 2000, p. 72). Dawkins também dizia que falar de *fitness* individual, como fazia Richard Alexander, era um erro, já que o foco deveria ser o gene⁹. Wilson (2005) recentemente retornou ao assunto, defendendo que “a rejeição da seleção de grupo nos anos 1960 não foi baseada num distinto corpo de evidência empírica”, mas por questões metodológicas

8 Designaremos “Sociobiologia Humana” por “SBH”.

9 Para mais detalhes da controvérsia, ver Segerstrale (2000, cap. 7).

(parcimônia). Teorias que tentaram explicar o altruísmo sem a seleção de grupo, teriam falhado: a seleção de parentes “ergueu-se e caiu” e a seleção de grupo, “nasceu, morreu e ressurgiu”. Wilson clamava por uma revisão substancial dos fundamentos da SB, que estaria em descompasso com o conhecimento do resto da biologia.

Voltando um pouco no tempo, na década de 1980 nasceu uma disciplina filha da SB, a Psicologia Evolucionista, cujo foco é explicar a evolução da mente humana. Veremos os detalhes na próxima seção.

2 Psicologia Evolucionista

A Psicologia Evolucionista¹⁰ reduz seu campo de atuação à explicação dos seres humanos e outros primatas; mais aos primeiros do que aos segundos. A PE possui também uma preocupação maior de realizar testes empíricos. A SBH, como a feita por Barash, por exemplo, concluía que o homem era inatamente xenofóbico com base em acampamentos de férias americanos (KITCHER, 1987, p. 252-6). Já o psicólogo evolucionista David Buss recolheu dados de *survey* de 10.047 respondentes de trinta e três países diferentes sobre a preferência etária de parceiros (BULLER, 2005, p. 210). A PE utiliza as mesmas teorias fundantes da SB¹¹, mas introduziu a variável “mente” (moldada pela seleção natural) entre

10 Designaremos “Psicologia Evolucionista” por “PE”.

11 Praticantes da antiga SB não viram muita novidade. Wilson chamou a PE de “SB praticada por psicólogos” e Dawkins de “SB renomeada” (RICHARDSON, 2007, p. 26).

os genes e o comportamento: “para entender a relação entre biologia e cultura deve-se primeiro entender a arquitetura de nossa psicologia fruto da evolução” (BARKOW; COSMIDES; TOOBY, 1995, p. 3). “A psicologia evolucionista pode, portanto, ser vista como a interseção de computacionalismo e revolução cognitiva com o adaptacionismo da biologia evolucionária de William” (TOOBY; COSMIDES, 2005, p. 10).

Para a PE, a mente é modular, sendo subdividida em diversos órgãos mentais, ao modo de minicomputadores ou algoritmos, cada um especializado em tarefas específicas (tese da modularidade da mente). A PE acrescenta ainda a tese de que estes módulos seriam na ordem de milhares (tese da modularidade massiva). Cada um destes miniórgãos mentais teria sido moldado pela seleção natural e sexual e funcionaria de modo a resolver problemas particulares da sobrevivência dos seres humanos, no chamado “ambiente de adaptação evolucionário” (*environment of evolutionary adaptedness*), isto é, nas savanas africanas durante o pleistoceno.

Este foi o local no qual o *Homo sapiens* passou a maior parte de sua história evolutiva, e assim, estaria adaptado a este ambiente que não mais existe. Isso implica que não estamos adaptados ao mundo moderno. Por exemplo, devido à falta de alimentos nutritivos em nossa pré-história, desenvolvemos preferência por alimentos doces e gordurosos, o que explicaria o problema moderno de sobrepeso. A modularidade seria massiva pois os problemas enfrentados pelos humanos eram bem diferentes entre si, não podendo ser de domínio-geral. “Em princípio, é impossível para uma psicologia humana que contenha nada mais

que mecanismos de domínio geral de ter evoluído, pois um tal sistema não pode se comportar consistentemente de modo adaptativo” disseram Cosmides e Tooby (cf. FODOR, 2000, p. 65).

Tais módulos seriam informacionalmente isolados uns dos outros, a ponto de não usarmos os critérios de nossas preferências inatas por comida na escolha de parceiros sexuais. Exemplos de módulos específicos seriam aqueles para detecção de trapaceiros (se eu ajudo outros, espero ser retribuído quando em dificuldade. Trapaceiros seriam aqueles que recebem, mas não ajudam)¹², medo de cobras, escolha de comidas nutritivas, rejeição de comidas possivelmente danosas, detecção de parceiros, detecção de faces, dentre outros. Steven Pinker se tornou talvez o psicólogo evolucionista mais famoso, explicando a evolução da capacidade de linguagem (PINKER, 1999).

O método da Psicologia Evolucionista é a chamada “análise funcional evolucionária” (*evolutionary functional analysis*), que consiste em três passos: 1) Identificação do problema adaptativo encontrado por nossos ancestrais. Buss, por exemplo, partiu do problema que mulheres não são férteis em todos os seus estágios de vida, e assim o problema adaptativo dos machos ancestrais era encontrar uma parceira fértil. 2) Inferir o mecanismo psicológico que deve ter evoluído para solucionar este problema. No mesmo exemplo, haveria uma preferência sexual inata por mulheres com sinais que indiquem fertilidade. Como tais mecanismos inferidos não são observáveis, é necessário ainda um terceiro passo. 3)

12 Os experimentos mais significativos neste sentido são os relacionados ao “Wason selection task” como evidência para um módulo para detecção de trapaceiros (*cheater detection*). Ver Cosmides & Tooby (1997). Para uma exposição e crítica, ver Buller (2005, p. 162-88).

condução de experimentos para averiguar se tais humanos possuem tais mecanismos psicológicos (BULLER, 2005, p. 90-2).

Apesar do discurso da PE de um grande consenso em torno de seu programa de pesquisa, a PE parece compartilhar o mesmo defeito da SB de negligenciar teorias alternativas. Fodor, autor de trabalho seminal sobre modularidade e citado como participante do consenso (PINKER, 2004, p. 119), escreveu um livro contra a PE (em especial, a tese da modularidade massiva) (FODOR, 2000). Para ele, existiriam módulos apenas para os nossos cinco sentidos e para a linguagem.

Segundo a PE, o módulo de detecção facial teria grande importância, uma vez que nos auxiliaria a diferenciar quem nos ajuda daqueles que querem nos prejudicar. Recém-nascidos possuiriam um sistema de resposta que espera faces no ambiente. Bebês de menos de 10 minutos movem os olhos e cabeças em resposta a padrões semelhantes a faces humanas. Mas Jeffrey Elman tem a hipótese alternativa de que esta detecção se torna cada vez mais modular à medida que o bebê se desenvolve, sendo o módulo o resultado do processo, não dada a priori. Recém-nascidos não distinguem faces humanas de três bolas em alto contraste até uma certa idade. A atenção começa com a habilidade de distinguir entre estas três bolas e se desenvolve progressivamente. De modo semelhante à ciência descrita por Popper, basta uma hipótese inicial efetiva, ainda que vaga (“bolas em alto contraste formando um triângulo são importantes”), que inicia uma fase de conjecturas e refutações e que termina em algo mais específico, como o reconhecimento de faces (BULLER, 2005, p. 150-4).

Por fim, Buller (2005, p. 146-7 e p. 196) lembra que a biologia possui um exemplo bem conhecido de que problemas específicos podem ser resolvidos, ao final, com mecanismos gerais: o sistema imunológico. Cada patógeno requer mecanismos especializados, mas não nascemos com anticorpos específicos para doenças específicas, os anticorpos se especializam aos problemas à medida que surgem. Há ainda diversos os problemas relacionados ao pleistoceno, que dificultam ou impossibilitam a estabilidade de problemas evolutivos ao longo de todo o período, além da falta de informação sobre comportamento dos grupos dos homínídeos de então. Richardson (2007, p. 175-6) lembrou que este período é muito extenso, contendo sete períodos glaciais, e com ambiente altamente variável.

Buller (2005, p. 99-100), dentre vários outros pontos, ressalta que Sterelny e Griffiths argumentaram que grande parte da evolução da psicologia humana foi dirigida não tanto por problemas do ambiente físico, mas mais pelos problemas da vida social (a chamada “hipótese da inteligência maquiavélica”), p. ex.: competir por parceiros, competir com outros por recursos, reconhecer e responder a hostilidades, proteger e alimentar filhos etc. Isto inaugura uma “corrida armamentista” na evolução psicológica, com modificação constante da solução dada aos problemas, mas também dos próprios problemas adaptativos. Esta hipótese vai na linha dos “módulos mentais culturais” ou do “aprendiz evoluído”, de Kim Sterelny, e seu modelo de “aprendizado em andaimes” (*scaffolded learning*), onde gerações incrementam o conhecimento e ambiente de aprendizado da geração seguinte, numa retroalimentação positiva gerada por estes andaimes de

aprendizado incremental, não havendo necessidade de módulos inatos. Estes são apenas alguns exemplos de diversas teorias alternativas àquelas defendidas pela PE¹³.

Em meio a esta discussão, um projeto comum presente desde o início, tanto na SBH como na PE, foi o de tentar refundar as ciências humanas em novas bases (sócio) biológicas. Vejamos os detalhes a seguir.

3 Sociobiologia, Ciências Humanas e controvérsias

Um projeto comum entre a SBH e PE é o de refundação das ciências humanas em novas bases sociobiológicas: “Uma das funções da SB é então reformular as fundações das ciências sociais num modo que puxe esses assuntos para a síntese moderna [da biologia]” (WILSON, 1975, p. 4). Para ele, tendo primeiro “carnibalizado” a psicologia, a antropologia e, por último, a sociologia, seriam incorporadas à SB. A PE criticou as ciências sociais feita até então, chamada por eles de Modelo Padrão de Ciências Sociais (*Standard Social Science Model*)¹⁴ e que deveria ser substituída pelo “modelo causal integrado” (*Integrated Causal Mode*), que incorporaria a PE.

O MPCs, afirma a PE, acertadamente negou o determinismo biológico e o racismo científico do final do século XIX e início do XX, mas ao preço de negar qualquer influência biológica (BARKOW; COSMIDES; TOOBY, 1995; PINKER,

13 Para diversos outros exemplos de teorias alternativas, ver Buller (2005).

14 Designaremos “Modelo Padrão de Ciências Sociais” por “MPCS”.

2004). O MPCs, continuam, seria adepta da teoria da tábula rasa, a tese de que a mente humana não possui qualquer conteúdo prévio. Isso implica que seres humanos são infinitamente maleáveis, recaindo num ambientalismo estremado, ao passo que a PE estaria na posição intermediária de aceitar a influência de fatores tanto ambientais (culturais) como dos genéticos. Mas tábulas rasas, diz Pinker, por não terem conteúdo, não fazem nada. Ele acrescenta outros dois erros ao MPCs: “fantasma na máquina”, a crença de que uma alma (imaterial) causaria respostas no corpo (material), sendo dotada de livre-arbítrio; e o mito do bom selvagem, ou seja, a crença de que o homem é bom e pacífico por natureza, mas a sociedade e a civilização o corromperia.

Uma forma de evitar o determinismo genético é postular tendências gerais de comportamento, passíveis de alteração por “fatores próximos” (isto é, fatores socioculturais). Por diversas vezes a PE ressaltou a semelhança entre a ideia de módulos com a de instintos. A noção de instinto esteve presente no debate de nascimento das ciências sociais, e diversos cientistas sociais adotaram – ao menos inicialmente – tais perspectivas. No entanto, o erro da PE neste caso é supor que a fundamentação das ciências sociais se deu de forma empírica. Ainda que a psicologia não apresentasse mais mistérios, ainda deixaria de fora toda uma gama de questões.

Um vício comum na SB e PE é a insistência de que quem está contra a SB estaria também automaticamente contra Darwin e toda a teoria da evolução (KITCHER, 1987, p. 14), tentando passar a impressão de um grande consenso científico em todos seus pontos, cuja única resposta viável seria comprar todo o

pacote que vendem. Nesse sentido, Cientistas sociais sofreriam de “biofobia” (ELLIS, 1996), pois haveria recusa em pensar de modo evolucionário (BERGHE, 1990; KANAZAWA, 2004), ou cometeriam “antropocentrismo” segundo Wilson, colocando o ser humano injustificadamente à parte de outros animais ao recusarem as explicações da SB.

Entretanto, temos de distinguir claramente três pontos: 1) a influência de aspectos biológicos em fenômenos psicológicos, e destes em fenômenos sociais; 2) a *relevância explicativa* de aspectos biológicos/psicológicos nos fenômenos explicados pelas ciências sociais; e 3) a influência do pensamento evolutivo e/ou darwinista nas ciências sociais e humanidades. A SB causa confusão ao misturar estes três pontos, entendendo a recusa do ponto 2 como recusa aos pontos 1 e 3.

Alfred Kroeber é um dos alvos preferencias da PE, por dizer que a cultura era um “superorganismo”, entendendo por isso que esta “flutuaria [...] livre da carne e do sangue dos homens e mulheres reais”, negando qualquer influência de fatores biológicos (PINKER, 2004, p. 45). Entretanto, Kroeber ressaltava a diferença entre níveis físico, biológico, psicológico e sociocultural e não negava aspectos inatos¹⁵. Como salientou Sahlins (1976), impulsos biológicos podem se expressar das mais diferentes formas.

A violência, por exemplo, ou alguma agressividade pode ser usada para a educação por motivos altruístas (“dói mais em mim do que em você”). Além disso, um presente pode ser visto como algo ruim, como entre os inuits (esqui-

15 Para Kroeber (1993, p. 62), “todo o equipamento mental e toda actividade mental têm uma base orgânica... Não há razão lógica, nem existe nada na observação do quotidiano, que vá contra a crença de que um temperamento irascível é tão herdável como o cabelo ruivo [...] e de certas formas de aptidão musical podem ser tão congénitas como ter olhos azuis”.

mós), em que a obrigação da reciprocidade é uma regra moral bem rígida: “presentes fazem escravos, como chicotes fazem cachorros”, diz um ditado. Também não há relação 1:1 entre nível psicológico e nível sociocultural. O motivo de haverem guerras é bem diferente dos motivos de as pessoas se alistarem nas forças armadas para a guerra, bem como a relação disso tudo com a agressividade. Pode-se bombear alvos distantes sem agressividade, com grande frieza. Motivos individuais podem ser conseguir um bom emprego, por honra, culpa, por status etc.

Os motivos da guerra podem ser a defesa da democracia, a expansão territorial, busca por recursos naturais, etc. Se impulsos biológicos de territorialidade e xenofobia explicam as guerras, deve-se explicar por que então a deserção e a indisciplina são problemas tão prementes nas forças armadas. Um bom exemplo da autonomia dos fenômenos culturais frente aos fatores biológicos nos é dado por Margareth Mead (1940) em sua análise da guerra primitiva. A guerra usualmente era explicada em decorrência, ou de fatores sociológicos, como escassez de recursos, ou biologicamente, como resultado de disposição natural para a violência.

No entanto, ressalta Mead, encontramos refutações a ambos os casos. Há povos, como os inuit, que apesar das péssimas condições de vida no Ártico, apesar de haver agressividade interpessoal constante, como por exemplo, roubo de esposas, estes não se engajam em guerras. E há povos que entram em guerra sistematicamente, mesmo sem estas condições, como os aborígenes australianos, que não guerreiam em busca de terras, subjugar rivais ou expandir sua po-

pulação, mas porque a guerra é parte de sua tradição. A guerra, argumenta Mead, é uma “invenção”, do mesmo modo como cozinhar, escrever, casar-se, enterrar os mortos. Ela não é um fator que deva ocorrer necessariamente, mas uma vez que ocorra pela primeira vez — é “inventada” — é muito difícil abandoná-la. Uma vez que o racional é atacar o inimigo antes que ele nos ataque, a guerra se torna uma profecia autocumprida: o medo da guerra causa a própria guerra. Supor tendências à agressividade não explica por que a guerra ocorre em alguns casos e não em outros.

Já sobre a acusação da crença no mito do bom selvagem, algo que estava claro e foi central para as ciências sociais do final do século XIX e início do XX era justamente que a violência era algo característico das sociedades ditas primitivas, ao contrário da civilização, e isto foi usado como critério de suposta superioridade das últimas, seja em Spencer, Morgan e Comte ou na Antropologia Evolucionista¹⁶. Durkheim, em “A Divisão do Trabalho Social”, teoriza justamente sobre o declínio para a tolerância da violência cotidiana ou mesmo na punição a criminosos, com o avançar civilizacional, analisando leis antigas. Vários antropólogos importantes, como Lévi-Strauss e Margareth Mead, para ficar em alguns nomes apenas, teorizaram sobre as guerras primitivas. Não supunham, portanto, um “bom selvagem”.

Há uma negligência enorme na SBH e PE quanto à imensa capacidade simbólica dos seres humanos, amplamente tratada pela Antropologia e pela

16 Spencer dizia que as sociedades atuais eram as “sociedades industriais” e as primitivas seriam “sociedades militares” justamente pela centralidade da guerra. Antropólogos evolucionistas do final do século XIX e início do XX iam em sentido muito semelhante.

Linguística. Outros animais podem 1) expressar sentimentos; 2) tentar causar reações em outros animais com base em 1; 3) capacidade de descrição (ideia reguladora: verdade) ou 4) de argumentação (ideia reguladora: validade), e se sim, seriam de algum modo comparável à linguagem humana?¹⁷ Como vimos com o exemplo de Mead com a guerra, fatores culturais podem criar sua própria realidade. Michael Tomasello (2014) tem trabalhos significativos sobre o que seria característico nos seres humanos, a respeito da linguagem e da sociabilidade, por vezes desafiando pilares do nativismo, como a gramática geracional de Chomsky (TOMASELLO, 2009).

Atendendo às críticas da falta do aspecto cultural, Wilson e Lumdsen tentaram desenvolver a teoria da coevolução genes-cultura¹⁸. As teorias de coevolução dizem respeito ao modo como a evolução biológica e cultural interagem mutuamente entre si. A relação não era direta, no sentido da cultura ser explicada diretamente por genes; os autores defendiam que “genes seguram a cultura no laço”: a cultura teria autonomia em seus rumos, mas há limites biológicos nessa variação, proibindo certas variantes. William Durham defende que o modelo de coevolução genes-cultura é capaz de explicar evolução e adaptação sem presumir bases genéticas para tal.

Em alguns casos, a cultura pode fazer o caminho inverso, e interferir na biologia, como no desenvolvimento da tolerância à lactose em adultos na Euro-

17 Tal distinção é inspirada na hierarquia de funções da linguagem estabelecida de Karl Bühler, tal como exposta por Popper (2008, p. 159-60). As duas primeiras funções são comuns aos humanos e outros animais, já a terceira seria exclusividade da linguagem humana. A quarta função foi um acréscimo de Popper.

18 Para mais detalhes, cf. Segerstrale (2000, cap. 8) e Kitcher (1987, cap. 10).

pa. Na região do mediterrâneo, consome-se derivados do leite com baixo teor de lactose como iogurte e queijos. Na região norte do continente, o leite é consumido líquido, rico em lactose. O que teria causado a evolução cultural da tradição de beber leite entre adultos seria uma deficiência em vitamina D típica das regiões com baixa incidência de luz solar, uma vez que a lactose imita a absorção de cálcio da vitamina D. O leite se tornou um tônico de saúde e fertilidade (DURHAM, 1982).

E como vimos no exemplo da guerra, a descrição que fazemos do fenômeno tem grande relevância no próprio funcionamento de fenômenos sociais. A necessidade de postular aspectos culturais como tendo uma lógica própria foi sentida por Dawkins (1976, cap. 11) ao falar sobre “memes” como replicadores culturais, ao estilo dos genes. Para Dawkins, a ideia de Deus se explicaria melhor por seu apelo psicológico do que por vantagens genéticas. A memética foi desenvolvida e o seu princípio radicalizado por Blackmore (1999). A evolução, diz Blackmore, beneficia memes, mais que genes e pessoas (os portadores), e isso diferenciaria a memética da SB, da PE, e das teorias de coevolução genes e cultura, para as quais “os genes sempre vencem”. Para a memética os memes podem vencer os genes, como no caso da castidade, bem como explicaria o altruísmo.

A principal prova de consistência da SBH seria mostrar seus ganhos explicativos: há fenômenos que explicamos com ela que não explicamos com outras teorias? Justamente aqui que a SBH deveria mostrar seu valor, mostra que

tem pouco a oferecer. Sahlins (1976, p. 26), por exemplo, ressaltou que não haveria

nem um simples sistema de casamento, residência pós-marital, organização familiar, parentesco interpessoal ou descendência comum nas sociedades humanas que não coloquem um cálculo diferente de relacionamento e ação social indicado pelos princípios da seleção de parentesco.

Como Kitcher mostrou em diversos exemplos, podemos explicar os mesmos fenômenos da SB utilizando uma psicologia de senso comum, a mesma usada, por exemplo, por historiadores e antropólogos ao tentarem explicar comportamentos que nos parecem irracionais num primeiro momento. Na SBH, a explicação evolucionista chega tarde e nada acrescenta no poder preditivo, incorrendo no que alguns críticos chamam de “darwinizações em vão” (*idle darwinization*) (RICHARDSON, 2007, cap. 5; KITCHER, 1987, p. 307, 315 e 368). Kitcher destrincha diversos exemplos da SBH. Da natural aversão ao incesto, por exemplo, predita pela SB, seus defensores examinam casos como dos kibutzim em Israel, comunidades onde profissionais cuidavam das crianças a maior parte do tempo, e os pais os viam aos fins de semana. Tais formações acabaram falhando, e o motivo seria, segundo a SB, que a natureza humana falou mais alto, conforme o princípio de “genes seguram a cultura no laço”. Pais quiseram passar mais tempo com seus filhos, afinal, segundo Wilson, a família nuclear seria “o bloco de construção de quase todas sociedades humanas” (WILSON, 1975, p. 553). Outro exemplo é o do casamento infantil. Em certas regiões da China, famílias adotam meninas muito jovens, da mesma idade de filhos homens, para

que no futuro se tornem esposas. No entanto, o sucesso de tais casais seria um terço dos convencionais, com evidências de resistência ao casamento, adultério e divórcios constantes.

O mecanismo que explicaria isto seria uma aversão sexual inconsciente contra o incesto, que diria: “se foi criado junto desde tenra idade, é seu (sua) irmão/irmã”. Este mesmo mecanismo estaria presente nos kibutzim, cujas pessoas criadas juntas não viam tanto seus companheiros como parceiros potenciais. Kitcher (1987) mostra então como diversos fatores foram negligenciados, e como explicações alternativas seriam plausíveis, utilizando apenas da psicologia de senso comum. Por exemplo, o entorno social era bastante hostil aos casamentos infantis, interpretando-os como adoção de esposa para incompetentes, e a época estudada dos kibutzim foi conhecida como “a era puritana no Kibbutz”.

O problema da relevância dos instintos, de tendências gerais do comportamento em explicações das ciências sociais, não era nada novo, estando muito presentes na literatura da passagem do século XIX para o XX. Por exemplo, peguemos a frase “[...] seres humanos são absurdamente fáceis de doutrinar – eles procuram isto” (WILSON, 1975, p. 562) e comparemos com a frase “[...] sobre a reivindicação carismática em si mesma, não é suficiente descrevê-la como ‘resultado de uma característica humana de dependência de um poder superior’” com dizia Neumann (2009, p. 95), em 1944, tentando explicar a ascensão do nazifascismo “tais afirmações não explicam por que a doutrina [autoritária] surge em períodos específicos da história ou por que estratos sociais específicos se baseiam nisso ao invés de considerações racionais”.

No início do século XX, Max Weber (1999) usou da mesma argumentação contra a teoria de que o capitalismo seria o mero resultado de instintos de aquisição, de desejo desenfreado pelo lucro ou de pulsões egoístas. A busca pelo ganho se encontra em diversas profissões – como entre cocheiros, prostitutas, garçons, cruzados, jogadores etc. – provavelmente em todos os povos e épocas. Mas supor tais instintos não explica por que o capitalismo moderno surgiu e pôde se desenvolver somente em um período histórico e em condições sociais bem específicas e não se desenvolveu em outros. Especificar tais condições era justamente o trabalho a ser feito pelas ciências humanas, e tais condições eram igualmente contextuais. Além disso, o capitalismo também não poderia ser a expressão pura de instintos egoístas, mas pelo contrário, só seria possível, diz Weber, através de uma “domesticação” de tais “instintos”. No capitalismo, os ganhos envolvem cálculos cada vez mais racionalizados de ganhos cada vez mais futuros, e isto é muito distante de um apetite voraz e imediato de uma expressão pura deste suposto instinto. Assim, teorias que oferecem tendências gerais de comportamento humano são amplas demais para terem proveito em grande parte das ciências sociais.

Nesse sentido, as ciências sociais não negam a *existência* de aspectos biológicos em fenômenos sociais, estes já estão pressupostos. As ciências sociais possuem sim, grande ceticismo: 1) da *relevância explanatória* destes fatores biológicos; 2) para os problemas específicos das ciências humanas, como expostos nos exemplos de Neumann e Weber, acima descritos. Que a guerra envolva

agressividade ou que capitalismo envolva ganância, ganância e agressividade não explicam fenômenos como capitalismo e guerras.

Vale lembrar que, ao contrário do apregoado pela SB sobre a suposta rejeição da evolução nas humanidades, estas sempre foram mais abertas ao pensamento evolutivo e darwinista quando o assunto é a evolução de sistemas sociais. A discussão é ampla, mas influências explícitas do darwinismo podem ser encontradas em autores centrais nas ciências sociais, inclusive naqueles criticados pela SB como avessos à evolução. Está presente, ao menos, na filosofia com o pragmatismo e com a epistemologia evolutiva; na psicanálise, na psicologia behaviorista de Skinner da seleção por consequências; na Divisão do Trabalho de Durkheim (2008), na Ecologia Humana da escola de Chicago da Sociologia (PARK, BURGUESS, 1925), em Margareth Mead (1999), nas teorias dos sistemas de Parsons e de Luhmann ou mesmo na teoria dos jogos, usada na Biologia, mas de origem nas ciências sociais¹⁹.

Mas talvez o ponto mais alto das controvérsias envolvendo a SB, refere-se a um debate interno à Biologia, na discussão referente ao estatuto científico da SB, referente à testabilidade das suas teorias. Para o personagem Dr. Pangloss, tudo no mundo fora feito com o melhor dos propósitos. O nariz, por exemplo, fora criado para carregar óculos, e as pernas, para vestir calções. A brincadeira com o personagem do conto *Cândido*, de Voltaire, foi utilizada por Gould e Lewontin (1979) para argumentar que havia um erro frequente na Biologia, e em particular, na SB. Foram vários os nomes dados: panglossianismo,

¹⁹ Para revisões das teorias evolutivas nas ciências sociais, ver Sztompka (1993), Ingold (1986); Hodgson e Knudsen (2010) e Blute (2010).

ultradarwinismo, fundamentalismo darwinista, programa adaptacionista, arte de contar histórias e “just-so stories” arbitrárias. Este erro seria dar importância quase exclusiva à seleção natural como agente de mudança, que também agiria otimizando mesmo nos menores detalhes.

Os adaptacionistas até saberiam da existência de outros mecanismos evolutivos, mas, na prática, acabam por utilizar apenas um, negligenciando explicações alternativas. “A adaptação como hipótese vence por padrão ao invés de por resultado empírico” (RICHARDSON, 2007, p. 53). Quem assim procede seriam mais darwinistas que o próprio Darwin, pois este, argumentam Gould e Lewontin, sempre permaneceu um pluralista, colocando a seleção natural como principal, mas não exclusivo fator de modificação²⁰. Neste sentido, adaptacionistas se assemelham mais à Alfred Wallace do que a Darwin. Continuam Gould e Lewontin (1979, p. 581):

[...] isto é baseado na fé no poder da seleção natural como um agente otimizador. Procedese quebrando o organismo em ‘traços’ unitários e propondo uma história adaptativa para cada um separadamente”. Isso se assemelha ao que Mayr chamava de “genética de saco de feijão.

A seleção natural é uma das explicações possíveis para mudanças: há características que são invisíveis para a seleção natural e permanecem no organismo; há mudanças fruto de meras variações estocásticas (neutralismo/deriva genética); uma vez que um mesmo gene está relacionado a várias características,

20 Gould destaca um comentário de Darwin na última edição de *A Origem das Espécies*, de 1872: “Como minhas conclusões foram posteriormente muito deturpadas [...], estou convencido que a seleção natural tem sido a principal, mas não o modo exclusivo de modificação” (GOULD, 1997).

ao haver seleção de uma característica, outras podem vir junto a reboque, sem elas terem sido alvo da seleção (pleiotropia). Para ilustrar o ponto, Gould e Lewontin usaram como analogia também os tímpanos (“*spandrels*”) da catedral de São Marcos, em Veneza. Os tímpanos são formações arquitetônicas triangulares, formados pela intersecção de arcos, sendo bem ornamentados e carregados com símbolos religiosos. Os tímpanos não foram escolhidos para este fim de ornamentação, são a consequência de outro fim, montar o domo apoiando em pilares. Lewontin (1976) pesou na tinta e chamou a SB de “caricatura da teoria da seleção”²¹.

Pinker (2004) afirmava que humanos possuem diversas noções inatas de física, engenharia, psicologia, senso espacial, senso numérico, senso de probabilidade, economia intuitiva, lógica, banco de dados mentais e linguagem. A noção inata da física é útil para arremessar objetos, a de engenharia é a de que objetos têm propósito, e a de biologia diria que seres vivos possuem uma essência oculta, como na noção de alma, e de que objetos semelhantes podem ter poderes semelhantes. Tais noções dominariam crianças e culturas tradicionais, explicando a prática do vodu, ou “[...] o medo dos alimentos geneticamente modificados [...] é simplesmente a intuição humana típica [intuição biológica] de que todo ser vivo tem uma essência”. Para aprender teoria evolutiva seria necessário primeiro desaprender a noção inata de biologia que temos: “muitos biólogos originalmente rejeitaram a teoria da seleção natural por acreditar que uma espécie era um tipo puro definido por uma essência” (PINKER, 2004, p. 318).

21 Para mais detalhes desta discussão sobre adaptacionismo, ver Kitcher (1987, cap. 7), Segestråle (2000, cap. 6) e Buller (2005, cap. 3).

Berghe (1990, p. 178) explicou a rejeição da SB pelos sociólogos pela propensão universal da mente humana em pensar através de oposições binárias, e sociólogos “não seriam exceção”, vendo “falsas antinomias entre natureza e cultura, genes e ambiente, homens e outros animais”. Wilson (1978, p. 184) explicou o culto a Lênin como decorrente dos mesmos mecanismos de culto religioso; contudo, negligencia por que o culto a Darwin seria uma exceção a esta regra; Van der Bergue não explicou porque sociobiólogos seriam exceção ao pensamento binário, mesmo separando o mundo entre evolucionistas e não evolucionistas, entre biofóbicos e sociobiólogos; Pinker não entende que a busca da Psicologia Evolutiva pelos elementos constituintes da natureza humana poderia ser, ela mesma, também igualmente um caso de busca intuitiva por essências.

O sociobiólogo não se vê como parte da espécie que descreve sociobiologicamente. Karl Popper (1975, p. 201) chamou este problema de “dupla personalidade intelectual”, isto é, explicar o mundo por seus próprios princípios, mas não a si mesmo. Contudo, também não seria possível descrever a si mesmo sociobiologicamente sem recair em contradição. A questão foi clarificada em 1932 por J. B. S. Haldane (*apud* POPPER; ECCLES, 1977, p. 75), num argumento que lembra Epicuro: “Se o materialismo é verdadeiro, me parece que nós não podemos saber se ele é verdadeiro. Se minhas opiniões são o resultado de processos químicos acontecendo em meu cérebro, elas são determinadas pelas leis da química, não da lógica”. De modo semelhante, se a aceitação/rejeição de teorias se dá por processo sociobiológicos, não podemos saber se esta é verdadeira.

4 Considerações finais

Vimos aqui, de modo resumido, o campo da SB e a PE, suas teorias fundantes, e algumas de suas principais controvérsias, seja dentro da Biologia, seja entre a SB e outras ciências. A SB se mostrou um campo científico produtivo, enquanto junção de diferentes teorias do comportamento social e quando aplicada a animais não humanos. Já as suas vertentes que tentaram explicar fenômenos sociológicos/antropológicos de seres humanos — como foi com a SBH e a PE — não compartilharam o mesmo sucesso. Falharam no diagnóstico de problemas nas ciências sociais, bem como nas soluções apontadas.

Ainda que se suponha que as teorias da SBH e da PE sejam verdadeiras, supondo instintos como reais, mesmo tendo isto como ponto de partida, ainda assim restaria todo o trabalho a ser feito para grande parte da ciência social: já que estas buscam explicar fenômenos idiográficos, específicos a contextos sócio-históricos, as teorias oferecidas pela PE são gerais demais para este fim.

Por fim, sugerimos como leituras introdutórias e para uma visão mais detalhada do panorama das controvérsias sociobiológicas, numa abordagem mais histórica recomenda-se ver Segerstrale (2000). Para apreciação mais crítica, recomenda-se ver Kitcher (1984) no caso da SB e SBH, e no caso da PE, ver Buller (2005) e Richardson (2007), onde abordam diversos outros pontos que não puderam ser aqui tratados.

Referências

BARKOW, J. H.; COSMIDES, L. & TOOBY, J. *The adapted mind: evolutionary psychology and the generation of culture*. Nova Iorque: Oxford University Press, 1995.

BERGHE, P. L. van den. Why most sociologists don't (and won't) think evolutionarily. *Sociological Forum*, v. 5, n. 2, p. 173-85, 1990.

BLACKMORE, S. *The meme machine*. Oxford: Oxford University, 1999.

BLUTE, M. *Darwinian sociocultural evolution: solutions to dilemmas in cultural and social theory*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

BULLER, D. J. *Adapting minds: evolutionary psychology and the persistent quest for human nature*. First edition. Cambridge, MA: The MIT Press, 2005.

COSMIDES, L. & TOOBY, J. *Evolutionary psychology: a primer*. Santa Barbara, CA: s/ed, 1997. Disponível em: <https://www.cep.ucsb.edu/primer.html>. Acessado em: 30 dez. 2020.

DAWKINS, R. *O Gene Egoísta*. Belo Horizonte: Itatiaia, 1976.

DENNETT, D. C. *Darwin's dangerous idea: evolution and the meaning of life*. Harmondsworth: Penguin Books Ltd, 1995.

DURHAM, W. H. Interactions of genetic and cultural evolution: Models and examples. *Human Ecology*, v. 10, n. 3, p. 289-323, 1982.

DURKHEIM, E. *Da divisão do trabalho social*. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

ELLIS, L. A discipline in peril: Sociology's future hinges on curing its biophobia. *The American Sociologist*, p. 21-41, 1996.

FODOR, J. *The mind doesn't work that way: the scope and limits of computational psychology*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2000.

GOULD, S. J. Darwinian fundamentalism. *New York Review of Books*, v. 44, n. 10, June 12, 1997.

GOULD, S. J. & LEWONTIN, R. The spandrels of san marco and the panglossian paradigm: a critique of the adaptationist program. *Proc. Royal Society London*, B 205, n. 1161, p. 581-98, 1979.

HAMILTON, W. D. The genetical evolution of social behaviour, I. *Journal of Theoretical Biology*, v. 7, n. 1, p. 1-16, 1964.

HODGSON, G. M. & KNUDSEN, T. *Darwin's conjecture: the search for general principles of social and economic evolution*. Chicago: University of Chicago Press, 2010.

INGOLD, T. *Evolution and social life*. Nova Iorque: Press Syndicate of the University of Cambridge, 1986.

KANAZAWA, S. Social sciences are branches of biology. *Socio-Economic Review*, v. 2, p. 371-90, 2004.

KITCHER, P. *Vaulting ambition: sociobiology and the quest for human nature*. London: The M.I.T. Press, 1987.

- KROEBER, A. L. *A natureza da cultura*. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1993.
- LEWONTIN, R. Sociobiology – a caricature of selection theory. *Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, p. 22-31, 1976.
- MEAD, M. Warfare is only an invention – not a biological necessity. *The Dolphin Reader*, p. 415-21, 1940.
- MEAD, M. *Continuities in cultural evolution*. New Brunswick: Transaction Publishers, 1999.
- NEUMANN, F. *Behemoth: the structure and practice of national socialism, 1933-1944*. Reimpressão. Chicago: Ivan R. Dee, 2009.
- PARK, R. E. & BURGESS, E. W. *The city: suggestions for investigation of human behavior in the urban environment*. Chicago: The University of Chicago Press, 1984 [1925].
- PINKER, S. *How the mind works*. Harmondsworth: Penguin Books Ltd, 1999. (Penguin Press Science).
- PINKER, S. *Tábula rasa: a negação contemporânea da natureza humana*. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.
- POPPER, K. R. *Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária*. Belo Horizonte: Itatiaia, 1975. (Espírito de Nosso Tempo).
- POPPER, K. R. *Conjecturas e refutações*. 5ª. ed. Brasília: Editora UNB, 2008.

POPPER, S. K. R. & ECCLES, S. J. C. *The self and its brain*. 1. ed. Berlim: Springer-Verlag, 1977.

RICHARDSON, R. C. *Evolutionary psychology as maladapted psychology*. 1. ed. Cambridge, MA: The M.I.T. Press, 2007.

SAHLINS, M. D. *The use and abuse of biology: an anthropological critique of Sociobiology*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press, 1976.

SEGERSTRALE, U. *Defenders of the truth: the battle for science in the sociobiology debate and beyond*. Nova Iorque: Oxford University Press, 2000.

SZTOMPKA, P. *A sociologia da mudança social*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1993.

TOMASELLO, M. Universal grammar is dead. *Behavioral and Brain Sciences*, n. 32, p. 470-1, 2009.

TOMASELLO, M. *A natural history of human thinking*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2014.

TOOBY, J.; COSMIDES, L. Conceptual foundations of evolutionary psychology. In: BUSS, D. M. (Ed.). *The handbook of evolutionary psychology*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 2005, p. 5-67.

WEBER, M. *A ética protestante e o espírito do capitalismo*. São Paulo: Pioneira, 1999.

WILSON, E. O. *Sociobiology: the new synthesis*. Cambridge: The Belknap Press, 1975.

WILSON, E. *On human nature*. Harvard University Press, 1978.

WILSON, E. Kin selection as the key to altruism: its rise and fall. *Social Research* v. 72, n. 1, p. 159-66, 2005.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



A PERCEPÇÃO DA AUDIÇÃO EM DEMÓCRITO

Marcos Roberto Damásio

Doutorando em Filosofia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
marcosdamasioufc@gmail.com

Resumo

Demócrito bebeu nas mais variadas fontes de conhecimento da tradição grega antiga e herdou um conjunto de teses científicas e filosóficas fundamentais, e, a partir delas, o filósofo de Abdera elaborou sua *teoria da percepção sensível*. O presente trabalho se debruça sobre um aspecto específico da teoria da percepção democriteia mais ampla, qual seja, o da *sensação auditiva* (ἀκούειν), isto é, o resultado da relação entre o órgão da audição e o fluxo sonoro, ou seja, o som. Para Teofrasto, principal fonte das teorias da percepção dos filósofos denominados pré-socráticos, o som é formado pelo contato entre o órgão de percepção e o ente percebido e encontra no ar o instrumento necessário para o conhecimento sensível.

Palavras-chave: Demócrito. Percepção. Audição. Som.

Abstract

Democritus drank from the most varied sources of knowledge in the ancient Greek tradition and inherited a set of fundamental scientific and philosophical theses, and from them Abdera's philosopher elaborated his *theory of sensitive perception*. The present work focuses on a specific aspect of the broader democritean perception theory, namely, o of *auditory sensation* (ἀκούειν), that is, the result of the relationship between the organ of hearing and the sound flow, that is, sound. For Teofrasto, the main source of the theories of perception of the so-called pre-Socratic philosophers, sound is formed by the contact between the organ of perception and the perceived entity and finds in the air the necessary instrument for sensitive knowledge.

Keywords: Democritus. Perception. Hearing. Sound.

A sensação auditiva (Ἀκούειν), isto é, o que resulta da relação entre o órgão da audição, o “ouvido” (ὠτός), e o fluxo sonoro, o “som” (φωνή), é produzida seguindo a mesma lógica dos demais sentidos¹, ou seja, tendo no contato

1 Essa é a primeira afirmação de Teofrasto no parágrafo 55 do *Sobre a percepção*: “quanto à audição ele explica de forma semelhante aos demais [sentidos]” (τὲν δ’ ἀκοὴν παραπλησίως ποιεῖ τοῖς ἄλλοις, *De sens.*, 55 [DK 68 A135]). Para alguns, Diels, por exemplo, a expressão “τοῖς ἄλλοις” se refere “aos outros [filósofos]”, o que não nos parece impossível. Julgamos,

(ἀφή) *indireto* o modo da causação da percepção. É de Teofrasto a afirmação que “a sensação é gerada pelo contato” (ποιεῖ τῆι ἀφῆι τὴν αἴσθησιν, TEOFR. *De sens.*, 55 [DK 68 A135]). É neste sentido que para Bailey, por exemplo, “em um sistema puramente materialista, não pode haver forma de comunicação entre um corpo e outro, exceto por meio do contato”². Vale resaltar, portanto, que no caso da visão, da audição e do olfato, não há um contato direto entre o órgão de percepção e o ente percebido, pois o corpo mesmo, emissor de eflúvios (ἀπορροαί), que se dar a conhecer não toca o órgão receptor, mas, por ser dotado de qualidades sensíveis³, o percepto sempre afeta, por intermédio da alma, o sensiente. Este contato, como bem observa Laks, não é necessariamente uma introjeção do corpo (σῶμα) percebido nos órgãos de percepção, ou seja, “o próprio objeto não penetra os sentidos, antes os atingem apenas por delegação” (LAKS, 2008, p. 339), ou seja, há um mecanismo físico-sensível que, segundo o testemunho de Sexto Empírico, os entes sensíveis emitem por todas as direções partículas de si: “por toda parte as coisas estão sempre a emitir uma espécie de eflúvio” (ἅπαντος γὰρ ἀεὶ γίνεσθαί τινα ἀπορροήν, TEOFR. *De sens.*, 50 [DK 68 A135]), isto acontece devido a uma grande “vibração” (παλμόν, AËT. I 23, 3 [DK 68 A47]) dos átomos no interior dos compostos⁴.

portanto, que estes “outros” são os demais sentidos, como a visão que já vinha sendo explicada por Teofrasto desde o parágrafo 50.

- 2 Bailey (1928, p. 162): “in a purely material system there can be no form of communication between one body and another except that of contact”.
- 3 Aristóteles afirmar que, para Demócrito e a maioria dos físicos, “todos os sensíveis são dotados de qualidades tangíveis” (πάντα γὰρ τὰ αἰσθητὰ ἀπτὰ ποιούσιν, ARISTOT. *De sens.*, 4. 442a 29 [DK 68 A119]), e estas qualidades são a causa da percepção sensível.
- 4 Epicuro sustenta a mesma afirmação, qual seja, que as emanções são furtos do movimento dos próprios átomos no corpo composto: “produzindo por esta razão a representação do objeto em sua unidade e coesão, e conservando fielmente o conjunto das características cons-

É com Alcmeão, vale resaltar, que temos o primeiro registro filosófico científico da percepção auditiva, como também da própria fisiologia do ouvido (WACHTLER, 1896, p. 42). Segundo testemunho de Teofrasto, Alcmeão

sustenta que se ouve pelos ouvidos porque neles há um vazio; e um som emitido é produzido na cavidade, pois o ar ressoa como resposta.

(Ἀκούειν μὲν οὖν φησι τοῖς ὠσίν, διότι κενὸν ἐν αὐτοῖς ἐνυπάρχει· τοῦτο γὰρ ἤχεϊν (φθέγγεσθαι δὲ τῷ κοίλωι), τὸν ἀέρα δ' ἀντηχεῖν, TEOFR. *De sens.*, 25 [DK 24 A5]).

Além de Teofrasto, também Aécio, em um testemunho que provavelmente deriva do próprio Teofrasto, observa que é pelo vazio que se produz a sensação auditiva:

Segundo Alcmeão, ouvimos por meio do vazio que há dentro do ouvido. De fato, é isso que ressoa após a invasão do ar, porque toda a cavidade ressoa.

(Ἀλκμαίων ἀκούειν ἡμᾶς τῷ κενῷ τῷ ἐντὸς τοῦ ὠτός· τοῦτο γὰρ εἶναι τὸ διηχοῦν κατὰ τὴν τοῦ πνεύματος εἰσβολήν· πάντα γὰρ τὰ κοῖλα ἤχεϊ, AECIO. IV, 16, 2 [DK 24 A6]).

A explicação de Alcmeão acerca da audição, e que será seguida por boa parte dos pensadores posteriores, sobretudo Empédocles e Demócrito, toma o próprio ouvido como instrumento da recepção dos sons, assim como a noção de vazio como necessária para o conhecimento auditivo.

tantes do objeto, de conformidade com a simetria apropriada do impacto que golpeia do exterior os nossos sentidos, causado pela vibração dos átomos no interior do objeto sólido de onde provêm" (εἶτα διὰ ταύτην τὴν αἰτίαν τοῦ ἐνὸς καὶ συνεχοῦς τὴν φαντασίαν ἀποδιδόντων καὶ τὴν συμπάθειαν ἀπὸ τοῦ ὑποκειμένου σφζόντων κατὰ τὸν ἐκεῖθεν σύμμετρον ἐπερισμὸν ἐκ τῆς κατὰ βάθος ἐν τῷ στερεμνίῳ τῶν ἀτόμων πάσσεως, DIOG. LAER. *Vitae*, X [EHe], 50)

Em ambos os testemunhos antes citados, é o “ouvido” (ὠτός) o órgão receptor da “emissão do som” (φθέγγεσθαι⁵), mas é o “vazio” (κενόν), que existe dentro dele, a causa da percepção auditiva, ou seja, ouvir é perceber os sons por meio do ressoar causado pelo vazio interno. A noção de vazio de Alcmeão é provavelmente, como sugere a expressão de Aécio em B4, “τῶν μαθηματικῶν τινες”, uma apropriação da noção já sustentada pelos pitagóricos⁶, mais precisamente da noção de “sopro ilimitado” (ἀπείρου πνεύματος, ARIST. *Phys.*, IV, 6 213b 22-27 [DK 58 B30]) e que, segundo Aristóteles, o relaciona com a noção de vazio atomista. No *De anima* (II, 8 419b 33), muito provavelmente pensando na concepção de vazio sustentada por Alcmeão⁷, Aristóteles escreve o seguinte comentário:

corretamente se afirma que o responsável pelo ouvir é o vazio. Pois há a opinião de que o vazio é o ar, e este é o que gera a audição.

(Τὸ δὲ κενὸν ὀρθῶς λέγεται κύριον τοῦ ἀκούειν. Δοκεῖ γὰρ εἶναι κενὸν ὁ ἀήρ, οὗτος δ' ἐστὶν ὁ ποιῶν ἀκούειν).

Aristóteles, portanto, reconhece haver a opinião de que o vazio e o ar situados dentro do ouvido são a mesma coisa⁸, ou seja, o espaço cavernoso recep-

5 Ao usar o termo φθέγγεσθαι, Teofrasto pode estar se referindo à emissão do som da voz, ou seja, da articulação das palavras. Para Cardini (2010, p. 144), o termo deve ser associado “ao som que sai da boca”. Epicuro, por exemplo, usa esta mesma palavra no sentido de “primeira ideia de cada palavra articulada” (πρώτον ἐννόημα καθ' ἕκαστον φθόγγον, DIOG. LAERT. *Vitae*, X [EHe], 37-38), ou seja, ao som de cada palavra proferida e associá-lo corretamente às palavras empregadas, para evitarmos o “retorno ao infinito” (εἰς ἄπειρον) ou usar “palavras vazias” (κενοῦς φθόγγους).

6 Ver Guthrie (1985, p. 349-50) e Cardini (2010, p. 142).

7 Cf.: ARISTOT. *Hist. anim.*, A 11, 492a 13 [DK 24 A7]; TEOFR. *De sens.*, 25 [DK 24 A5]; AECIO. IV, 2 [DK 24 A6]

8 Segundo Cardini (2010, p. 144), κενόν é o vazio como “spazio interno al corpo, cioè il condotto uditivo fino al tímpano; questo ripercuote i suoni”.

tor dos sons externos é condição necessária para a audição, numa interação entre o espaço-vazio e o ar que o invade.

Embora Teofrasto não mencione explicitamente, mas pressupondo a explicação da percepção da visão de Alcmeão, é possível concluir que o vazio que há dentro do ouvido, no qual ecoam os sons emitidos do lado de fora, seja o canal que conduz os mesmos sons para o cérebro (ἐγκέφαλον)⁹, isto porque, para Alcmeão, “todos os sentidos estão ligados ao cérebro” (Ἀπάσας δὲ τὰς αἰσθήσεις συνηρητῆσθαί πως πρὸς τὸν ἐγκέφαλον, THEOFR., *De sens.*, 25 F [DK 24 A5]). Esta ligação é realizada, segundo o próprio Alcmeão, por meio de “canais” (πόρους) que transmitem as sensações¹⁰. Destarte, portanto, à guisa de elucidação, o termo κενόν usado aqui por Alcmeão, não tem o mesmo sentido empregado posteriormente de forma negativa por Melisso e os eleatas e positivamente adotado pelos atomistas com um sentido puramente técnico, pois é apenas um espaço cavernoso nas laterais no crânio e que se estende até o cérebro, ou seja, κενόν tem um significado puramente fisiológico, e exerce a função

9 Embora seja sabido que é o cérebro o órgão central do conhecimento para Alcmeão, Teofrasto omite esta informação a respeito do sentido da audição. Provavelmente esta omissão tenha a ver com a afirmação geral de que “todos os sentidos estão ligados ao cérebro” (Ἀπάσας δὲ τὰς αἰσθήσεις συνηρητῆσθαί πως πρὸς τὸν ἐγκέφαλον, THEOFR., *De sens.*, 25 F [DK 24 A5]), neste sentido, não seria necessário repeti-la novamente. De toda forma está pressuposto que a percepção auditiva, assim como as demais, são conduzidas pelo vazio até o cérebro, o que Platão também testifica: “é o cérebro que produz as sensações da audição, da visão e do olfato, e originam-se a memória e a opinião [dessas sensações]” (ὁ δ' ἐγκέφαλος ἐστὶν ὃ τὰς αἰσθήσεις παρέχων τοῦ ἀκούειν καὶ ὁρᾶν καὶ ὀσφραίνεσθαι, ἐκ τούτων δὲ γίγνεται μνήμη καὶ δόξα, PLAT., *Phd.*, 96b).

10 Teofrasto afirma que “canais” ou “passagens” (πόρους) os dutos vazios por onde são conduzidos os dados da percepção: “[...] ao bloquear as passagens pelas quais [se produzem] as sensações” (ἐπιλαμβάνειν καὶ τοὺς πόρους, δι' ὧν αἱ αἰσθήσεις, THEOFR. *De sens.*, 26 F [DK 24 A5]).

de uma caixa acústica que “ressoa” (διηχοῦν, AECIO. IV, 16, 2 [DK 24 A6]) os sons quando o ar a invade, e ao ressoar, os conduzem ao cérebro. Neste sentido, o “ar” (ἀήρ) externo, ou o “sopro” (πνεύμα), como prefere Aécio, não se limita apenas à estrutura cavernosa interna, mas também, o que é mais importante para a percepção sensível, o condutor dos fluxos sonoros que penetram a cavidade intracraniana até o cérebro.

Para Empédocles, outro autor fundamental para a natureza da percepção auditiva, além da noção de emanção somática (ἀπορροή), natural de todo ente composto, a estrutura física do ouvido é originalmente ilustrada, segundo o testemunho de Teofrasto, como um sino (κώδων) que reproduz o som externo, responsável pela sensação auditiva:

A audição é produzida por inarticulados ruídos externos: pois, quando [o ar] é deslocado pelo som, ressoa dentro. Dessa forma, o órgão da audição seria como um ‘sino’ que produz os mesmos ecos [que ressoam do lado de fora], e, por isso, o chama ‘pêndulo de carne’. À medida que o ar se move, bate nas partes sólidas [internas] e gera a reflexão sonora.

(τὴν δ' ἀκοὴν ἀπὸ τῶν ἔσωθεν γίνεσθαι ψόφων· ὅταν γὰρ <ὁ ἀήρ> ὑπὸ τῆς φωνῆς κινηθῆι, ἤχεϊν ἐντός. ὥσπερ γὰρ εἶναι κώδωνα τῶν ἴσων (?) ἤχων τὴν ἀκοὴν, ἣν προσαγορεύει σάρκινον ὄζον¹¹. κινούμενον δὲ παίειν τὸν ἀέρα πρὸς τὰ στερεὰ καὶ ποιεῖν ἤχον, ΤΕΟΦΡ., *De Sens.* 9 [DK 31 A86]).

Aécio igualmente sustenta a mesma noção, relacionando também a estrutura do ouvido com um sino:

11 Cf. ΤΕΟΦΡ. *De sens.*, 9 [DK 31 B99]; ΑἸΤ. IV 16, 1 [DK 31 A93].

Segundo Empédocles, a audição é produzida chocando o ar contra a cartilagem rígida, a qual ele diz que, como um sino, fica pendurada dentro do ouvido, balança e é golpeada.

(Ἐμπεδοκλῆς τὴν ἀκοὴν γίνεσθαι κατὰ πρόσπτωσιν πνεύματος τῶι χονδρώδει, ὅπερ φησὶν ἐξηρητῆσθαι ἐντὸς τοῦ ὠτὸς κώδωνος δίκην αἰωρούμενον καὶ τυπτόμενον, AECIO, IV 16, 1 [DK 31 A 93]).

A estrutura física do ouvido, segundo Empédocles, é apresentada de forma semelhante tanto por Alcmeão como posteriormente por Demócrito, isto é, é descrita como um espaço vazio na lateral do crânio por onde o ar penetra e reproduz os sons emitidos pelos entes externos. Segundo o testemunho de Teofrasto, o som se desloca pelo ar em direção ao ouvido que é antes um órgão adequadamente estruturado para receber os eflúvios sonoros. Ele é formado por uma cavidade vazia com um “pêndulo de carne” (σάρκινον ὄζον) suspenso no interior do ouvido o qual desempenha a função de um badalo ou “sino” (κώδωνος) que produz uma ressonância. Esta descrição, semelhante à de Alcmeão, do órgão auditivo como uma caixa de ressonância que reproduz os sons externos introduzidos no ouvido pelo ar, será apropriada por Demócrito. A audição, neste sentido, segundo Empédocles, é produzida devido os entes externos produzirem ruídos, estes emanam pelo ar partículas de sons que, atingindo o ouvido, produz o movimento do pêndulo que ressoa como um sino. Já Aécio, por sua vez, faz referência à “cartilagem rígida” (χονδρώδει) o que Teofrasto chama de “pêndulo de carne”, membro interno que exerce a mesma função em ambos os pensadores, reproduzir o som emitido do lado de fora.

Empédocles, no entanto, retrocede, em relação a Alcmeão, quanto ao órgão central do conhecimento¹², pois, para ele, este órgão continua sendo o coração¹³. Neste sentido, Empédocles parece seguir suas próprias intuições, podemos dizer, menos científicas e mais metafísicas, embora coerente com sua teoria da *sensação-conhecimento* por meio dos semelhantes, pois como sustenta Teofrasto: “Parmênides, Empédocles e Platão [estabelecem que a sensação é gerada] por meio dos semelhantes” (Παρμενίδης μὲν καὶ Ἐμπεδοκλῆς καὶ Πλάτων τῶν ὁμοίωι (sc. ποιούσι τὴν αἴσθησιν), TEOFR. *De sens.*, 1 [DK 31 A86]¹⁴). Se nos atentarmos bem para o fragmento 105 é possível identificar, harmonizando-o com o testemunho de Teofrasto (*De sens.*, 7), que, uma vez que pensamento e percepção não se distingue: “pois o pensamento é o mesmo ou quase o mesmo que a percepção” (ὡς ἢ ταὐτὸν ἢ παραπλήσιον ὄν τῆι αἰσθήσει τὴν φρόνησιν, TEOFR. *De sens.*, 10 [DK 31 A86]), o que Aristóteles já havia comen-

12 Para Alcmeão, “o cérebro é o meio pelo qual entendemos” (Διό φημι τὸν ἐγκέφαλον εἶναι τὸν ἐρμηνεύοντα τὴν ξύνεσιν, HIPPOCRATES, *De morb. sacro*, 17 [DK 24 A11]). Platão, no *Timeu* 70a, também compreende o cérebro como a parte mais importante do corpo e, seguindo Alcmeão, mesmo sem citá-lo, afirma que “é o cérebro que produz as sensações da audição, da visão e do olfato, e originam-se a memória e a opinião [dessas sensações]?” (ὁ δ’ ἐγκέφαλος ἐστὶν ὁ τὰς αἰσθήσεις παρέχων τοῦ ἀκούειν καὶ ὁρᾶν καὶ ὀσφραίνεσθαι, ἐκ τούτων δὲ γίγνεται μνήμη καὶ δόξα, PLAT., *Phd.*, 96b). “Alcmeão afirma que no cérebro está o princípio ordenador; com ele sentimos os cheiros, pois os atrai através das inspirações” (Ἀλκμαίων ἐν τῷ ἐγκεφάλω εἶναι τὸ ἡγεμονικόν· τούτῳ οὖν ὀσφραίνεσθαι ἔλκοντι διὰ τῶν ἀναπνοῶν τὰς ὀσμάς, AECIO, IV 17, 1 [DK 24 A8])

13 Fato é, portanto, que este posicionamento soa um tanto estranho uma vez que Empédocles se compromete com os avanços científicos de Alcmeão e o segue em muitas descobertas. O deslocamento do centro da atividade cognitiva para o cérebro foi um avanço de caráter empírico-científico, nascido dos estudos de anatomia de um médico-filósofo que dissecava cadáveres de animais e provavelmente humanos: Cf. “[Alcmeão] foi o primeiro a empreender a dissecação” (*primus exsectionem aggredi est ausus*, CALID., *In Tim.*, p. 279 [DK 24 A10]).

14 Cf. ARISTOTELIS, *Metaph.*, III, 4, 1000b 5 [DK 31 B109]: “e o conhecimento é do semelhante pelo semelhante” (ἢ δὲ γνῶσις τοῦ ὁμοίου τῷ ὁμοίωι).

tado¹⁵, o que Empédocles afirma é que o “sangue” (αἷματος), onde os quatro elementos estão misturados de forma mais harmoniosa, é quem tem a capacidade de gerar conhecimento e sensação¹⁶. Assim, é o sangue, na perspectiva de Empédocles, o responsável tanto pela percepção sensível como pelo pensamento. Enquanto pensamento ele envolve o coração (περικάρδιον), já a percepção é a concentração deste mesmo sangue num dado membro do sentido. É assim que ele explica, por exemplo, as atividades humanas, suas virtudes e suas capacidades:

É por isso que alguns são bons oradores e outros são bons artesãos. Estes têm uma boa mistura nas mãos, enquanto aqueles a têm na língua, e o mesmo se dá com todas as outras faculdades especiais.

(διὸ τοὺς μὲν ῥήτορας ἀγαθοὺς, τοὺς δὲ τεχνίτας, ὡς τοῖς μὲν ἐν ταῖς χερσὶ, τοῖς δὲ ἐν τῇ γλώττῃ τὴν κρᾶσιν οὖσαν ὁμοίως δ' ἔχειν καὶ κατὰ τὰς ἄλλας δυνάμεις, TEOFR. *De sens.* 11 [DK 31 A 86]).

Ora, para Empédocles, embora tal afirmação esteja ausente em Alcmeão, e tendo sido incorporado por Demócrito em sua explicação das percepções sensíveis, os corpos externos ininterruptamente emanam de si eflúvios (ἀπόρροιαί), pois segundo o filósofo de Agrigento, é preciso “saber que se geram emanações de todas as coisas que existem” (γνούς, ὅτι πάντων εἰσὶν ἀπορροαί, ὅσσ' ἐγένοντο, PLUT. *Quaest. natur.*, 916D [DK 31 B89]). No que diz

15 Cf. ARISTOT. *De caelo*, 3, 4 427a 21-23.

16 Aristóteles compartilha da mesma ideia, pois, por sua vez, talvez pensando a importância do coração por ser o órgão central do movimento sanguíneo e fonte de vida, pois é ele quem distribui o sangue para todo o corpo, manteve-se afastado da concepção fisiológica de Alcmeão, e afirmou que “o princípio das sensações está no coração” (ARISTOT., *Gen. Anim.*, II, 6, 743). Cf. ARISTOT., *Part. anim.* III, 7, 670a.

respeito à audição, essas emanções são “ruídos inarticulados” (ψόφος) externos e dispersos pelo ar. Estes, portanto, penetram o órgão auditivo (ὠτός) e movendo-se lá dentro provocam os “sons claros” (φωνή) e compreensíveis, pois são recebidos pelo entendimento. O testemunho de Teofrasto, por ser mais detalhado, faz uso de três termos que traduzimos por “som”, “ruído” e “eco”, embora distintos nos tipos de som nos ajudam a compreender a concepção empedocliana de audição. Φωνή é o *som-claro*, articulado, uma vez no interior do ouvido chega a ser compreendido pelo intelecto. O termo ψόφος é um *som-ruído* inarticulado, ainda não inteligível. Já ἤχος é o som ou ruído repetido, isto é, refletido por uma superfície ou um dado objeto, neste caso, são as paredes internas do ouvido que faz “ressoar dentro” (ἠχεῖν ἐντός) o som externo.

Se por um lado Demócrito, muito provavelmente, tenha se debruçado sobre os tratados fisiológicos e anatômicos de Alcmeão, o que parece bastante razoável pela riqueza de detalhes e pelos termos empregados por seus doxógrafos¹⁷, é de Empédocles, no entanto, que ele está mais próximo. É perceptível o interesse de Demócrito pelas ciências naturais, sobretudo pela medicina e, embora apenas Alcmeão tenha provavelmente se dedicado à arte médica, mesmo que rudimentar, e investido nas dissecações de cadáveres¹⁸ como parte de sua tarefa médica-filosófica, tanto Demócrito como seus antecessores, explicaram a percepção auditiva recorrendo primeiramente à fisiologia do órgão auditivo, ou seja, a sua estrutura física e seu funcionamento, ou seja, uma explicação natural

17 Observa-se, por exemplo, o uso técnico dos termos φλέβος e ἀρτηρία em EROTIAN. p. 90, 18N [DK 68 B120].

18 Cf. CALID., *In Tim.*, p. 279 [DK 24 A10]: “foi o primeiro a empreender a dissecação” (*primus exsectionem aggredi est ausus*).

da sensação auditiva. O sentido democríteo da audição, portanto, segue naturalmente aquela ideia primeiramente desenvolvida por Alcmeão¹⁹ e seguida também por Empédocles com base em suas pesquisas originais. Em outras palavras, a explicação democrítea do fenômeno da audição, fornecida por Teofrasto em *De sens.*, 55-57, afirma que a audição (ἀκοή) é produzida no vazio (κενόν) interno do ouvido e provocada pelo movimento (κίνησις) e pelo contato (ἀφή), e tem o ar (ἀέρ) como meio intermediário entre o sensiente e o percepto:

o ar, ao penetrar o vazio, produz um movimento [...], pois a sensação é um contato.

(Εἰς γὰρ τὸ κενὸν ἐμπίπτοντα τὸν ἀέρα κίνησιν ἐμποιεῖν [...], ποιεῖ τῇ ἀφῆι τὴν αἴσθησιν, TEOFR. *De sens.*, 55 [DK 68 A135]).

As estruturas físicas dos órgãos de percepção são, para Demócrito, projetadas como canais que possibilitam a introjeção e as passagens das imagens (εἰδῶλα) responsáveis pelas transformações atômicas no interior do corpo, afetando assim primeiramente a alma (ψυχή), competência necessária para as percepções sensíveis, e em seguida o cérebro (ἐνκέφαλος), órgão central da produção do conhecimento como um todo²⁰. As imagens, portanto, são as responsáveis diretas pelo conhecimento empírico e intelectual, desde que elas encontrem o órgão específico devidamente apropriado para penetrarem e o cérebro adequadamente constituído, ou como diz Teofrasto: “o cérebro [deve estar] bem

19 A criteriosa pesquisa empírica de Alcmeão antecipou a todos os filósofos posteriores, desde Parmênides até Aristóteles e Platão, na medida em que é ele quem fornece, como condição para se perceber e compreender os sons. Neste sentido, tanto a existência de vazio dentro do ouvido como o próprio ar fora, possibilitando o ressoar, até a concepção de cérebro, embora não todos tenham adotado-a, faz de Alcmeão o precursor da pesquisa acerca dos sentidos.

20 Neste sentido, Demócrito segue Alcmeão e não Empédocles.

misturado” (ὁ ἐγκέφαλος εὐκρατος). No caso do ouvido, na concepção democrítea, Teofrasto o descreve como um espaço “completamente vazio, seco e bem aberto” (πολλοῦ κενοῦ καὶ ἀνίκμου καὶ εὐτρήτου, *De sens.*, 56 [DK 68 A135]), características de um órgão adequado para receber e compreender os sons. É neste sentido, portanto, que tanto Demócrito como Hipócrates, afirmam que “os ouvidos são receptores dos discursos” (ἐκδοχεῖα δὲ μύθων ὅλα, *HIPP. Epist.* 23, 5, IX, p. Litré [S.L.]).

O testemunho de Teofrasto está dividido em três parágrafos: a sensação auditiva (55), as condições fisiológicas do ouvido para uma adequada percepção do som (56) e a crítica de Teofrasto à concepção democrítea da audição (57). No parágrafo 56, Teofrasto descreve o órgão auditivo dividindo-o em duas partes, a externa e a interna. A parte externa²¹ ele chama de “revestimento externo” (ἔξω χιτῶν²²) e descreve, portanto, a parte cartilaginosa chamada de orelha, ou seja, além da estrutura em formato de concha com dobras que direciona os sons para os canais internos, também a pele que reveste a parte interna da região externa do sistema auditivo. Segundo Teofrasto, e esta é a única informação desta região, esta parte deve ser “densa”, ou “forte” (πυκνός), pois é responsável pela captação e introjeção dos sons externos. A parte interna é composta por “canais” (φλεβία²³), provavelmente os labirintos, como são chamados atualmente,

21 Para Beare (1906, p. 100), e aqui o seguimos, χιτῶν não pode ser a membrana do tímpano, mas sim o revestimento interno da orelha, “membrana” essencial para a introjeção dos sons externos.

22 Traduzido também por “membrana” (LURIA, 2007, p. 613 [488]) e “tunica” (ALFIERI, 1936, p. 146).

23 Os φλέβες são dutos, segundo Teofrasto, também dos órgãos da visão por onde penetram as εἶδωλα e são descritos como “retos e sem umidade” (εὐθειαι καὶ ἄνικμοι, *TEOFR. De sens.*, 50 [DK 68 A135]). Também chamados de “veias”, é um termo técnico da medicina antiga que

isto é, os dutos internos por onde os sons produzidos do lado de fora penetram, pois, segundo Demócrito, estes canais devem ser “vazios” (κενὰ) e “mais secos possíveis” (μάλιστα ἄνικμα). É a mesma ideia presente também no órgão da visão, ou seja, de não haver obstrução ou mesmo qualquer resistência para que o fluxo auditivo possa penetrar livremente.

Os canais auriculares, além de vazios e secos, devem ser também “bem abertos” (εὐτρητα), condição necessária para um bom funcionamento, não só do sentido da audição, mas também para todas as percepções sensíveis, pois estas passagens compõem “todo o corpo”, assim como a cabeça e os ouvidos: “[...] em todo o corpo, tanto na cabeça como no ouvido” ([...] τὸ ἄλλο σῶμα καὶ τὴν κεφαλήν καὶ τὰς ἀκοάς, *De sens.*, 56). Semelhante a Empédocles, Demócrito pensa a percepção sensível viabilizada por estas passagens e por isso afirma que todo o corpo, isto é, as passagens que compõem os demais membros dos sentidos, recebem impressões dos corpos externos. Neste sentido, Teofrasto observa a originalidade de Demócrito e acrescenta uma informação às demais já conhecidas pelos seus antecessores, criticada por ele (*De sens.*, 57), a qual o som, ou as partículas corpóreas de som, isto é, pensando na teoria das imagens, as *imagens sonoras*, em deslocamento pelo ar, “penetram igualmente todo o corpo” (πᾶν μὲν ὁμοίως τὸ σῶμα εἰσιέναι). Ora, vale ressaltar, as imagens sonoras não são direcionadas exclusivamente para os ouvidos, mas sim emitidas por todas as direções e penetram por qualquer passagem aberta.

Demócrito conhecia bem. Cf.: EROTIAN. p. 90, 18N [DK 68 B120]: “As veias não são apenas as que recebem este nome, mas também as artérias. Demócrito também chama ‘pulsação das veias’ o movimento das artérias” (Φλέβας δὲ οὐ τὰς συνήθως λεγομένας, ἀλλὰ τὰς ἀρτηρίας ὠνόμασε. καὶ ὁ Δημόκριτος δὲ φλεβοπαλίην καλεῖ τὴν τῶν ἀρτηριῶν κίνησιν)

Ao penetrarem pelos demais órgãos que compõem o corpo sensiente, ao que parece, em nada afetam nem modificam a alma, pois cada órgão é responsável por seu processo perceptível específico, ou seja, quando o “fluxo” (ῥεῦμα) auditivo²⁴ penetra os olhos, por exemplo, a estrutura de percepção ocular não transfere informações ao cérebro, pois os poros que compõem o órgão da visão não são competentes para informá-lo, por isso Teofrasto acrescenta que o fluxo auditivo penetra “melhor e em maior número através do ouvido [...], e, portanto, não se percebe [o som] por todo o corpo, mas apenas por este [o ouvido]”^{25”26}, estruturado para recebê-lo adequadamente. Esta tese sustentada por Teofrasto, portanto, concorda com a afirmação de Aécio sobre os atomistas, pois, segundo ele,

Leucipo, Demócrito e Epicuro afirmam que a sensação e o pensamento são produzidos pela penetração de imagens externas, pois nenhum e nem outro podem produzir-se separadamente as imagens que penetram em nós.

(Λεύκιππος, Δημόκριτος, Ἐπίκουρος τὴν αἴσθησιν καὶ τὴν νόησιν γίνεσθαι εἰδώλων ἔξωθεν προσιόντων μηδενὶ γὰρ ἐπιβάλλειν μηδετέραν χωρὶς τοῦ προσπίπτοντος εἰδώλου, AECIO. IV, 8, 10 [DK 67 A30]).

24 Epicuro fornece uma explicação acerca do sentido da audição que acrescenta à teoria de Demócrito. Segundo o filósofo de Samos, “A audição é produzida por um fluxo que se move daquilo que emite o som, ou ruído, ou rumor, ou produz uma afetação auditiva de qualquer modo.” (τὸ ἀκούειν γίνεται ῥεύματός τινος φερομένου ἀπὸ τοῦ φωνοῦντος ἢ ἠχοῦντος ἢ ψοφοῦντος ἢ ὀπωσδήποτε ἀκουστικὸν πάθος παρασκευάζοντος, DIOG. LAERT. *Vitae*, X [EHe], 52).

25 Conferir a crítica de Teofrasto no parágrafo 57 do *Sobre a sensação*.

26 μάλιστα δὲ καὶ πλείστον διὰ τῶν ὧτων [...] Διὸ καὶ κατὰ μὲν τὸ ἄλλο σῶμα οὐκ αἰσθάνεσθαι, ταύτηι δὲ μόνον, TEOFR. *De sens.*, 55 [DK 68 B135].

Uma noção necessária para a percepção auditiva, como vimos, é a noção de vazio (κενόν), fundamental para *onto-epistemologia* atomista, assim como sustentam os demais autores já mencionados. É o vazio-espaco intercraniano, também chamado por Diógenes de Apolônia de φλέβος²⁷, ou seja, o espaco aberto que conduz as “partículas de sons” ao cérebro, denominado por Teofrasto de “vazio mais amplo” (πλείστου ... κενού, *De sens.*, 55). É neste espaco interno que o ar, ao penetrar com velocidade, “se difunde” (σκίδνασθαι), como demonstrado por Teofrasto, por todos os membros do corpo. A ideia contida no verbo σκίδνημι, portanto, é que o som se espalha ao penetrar pelo ouvido e se propaga por todo o resto do corpo pelas inúmeras passagens. Este espaco mais amplo, ou como afirma Laks (2008, p. 340), esta instância mais óbvia de percepção, é a causa objetiva da audição e que funciona como uma caixa acústica que faz o som ser compreendido pelo entendimento. O ouvido, portanto, por ser uma abertura mais larga, permite a entrada de ar e som de forma mais dinâmica, enquanto as demais passagens criam obstáculos ao fluxo sonoro simplesmente por não serem suas passagens naturais. O que Teofrasto afirma, no entanto, é que mesmo os demais membros do corpo, constituídos por essas passa-

27 Diógenes de Apolônia não faz referência ao κενόν, mas, em compensação, o termo φλέβος é abundante no relato de Teofrasto. Ele define as condições necessárias dos canais auditivos para uma audição mais apurada. “A audição mais apurada, é típico daqueles cujos canais são finos, e assim como acontece com o olfato, tem um condutor curto, fino e reto, além disso, também têm orelhas corretas e grandes; porque o ar que se move nas orelhas move o [ar] de dentro” (Ἀκούειν δ’ ὀξύτατα, ὧν αἶ τε φλέβες λεπταί, <καὶ ἅ> καθάπερ τῆι ὀσφρήσει κὰν τῆι ἀκοῆι τέτρηται βραχὺ καὶ λεπτὸν καὶ ἰθὺ καὶ πρὸς τούτοις τὸ οὖς ὀρθὸν ἔχει καὶ μέγα· κινούμενον γὰρ τὸν ἐν τοῖς ὠσίν ἀέρα κινεῖν τὸν ἐντός, TEOFR. *De sens.*, 41 [DK 64 A19]). O termo φλέβος aparece também em Aécio IV 18, 2 [DK 64 A22].

gens, apenas o ouvido é a estrutura apropriada e capaz de receber os sons externos e conduzi-los livremente ao cérebro.

A hipótese de que para os atomistas só há dois tipos de corpos, os *simples*, privados de qualidades e por isso são ocultos aos sentidos²⁸, isto é, os átomos; e os *compostos*, perceptíveis, pois são dotados com qualidades sensíveis, nos levam a conclusão de que tanto o ar, como também as imagens visuais, os fluxos sonoros e olfativos são compostos atômicos passivos de composição e decomposição, ou seja, os eflúvios são partes atômicas ou agregados de átomos que se desprendem dos corpos perceptíveis. Ora, se são partes de corpos compostos são, na verdade, átomos com formatos e posições específicas. Portanto, para os atomistas de um modo geral, o som, assim com os demais fenômenos na natureza, é um corpo: “Epicuro, Demócrito e os estoicos afirmam que o som é um corpo” (Ὁ δὲ Ἐπίκουρος καὶ ὁ Δημόκριτος καὶ οἱ Στωικοὶ σῶμά φασι τὴν φωνήν, *Esc. Dion. Trac.*, p. 482, 13 Hildeg. [DK 68 B127]). Esta concepção corpórea do ar, mostra-se coerente com a tese de que todas as coisas, exceto os princípios, são agregados de átomos e vazio, inclusive, como vimos, o próprio ar.

28 Para tal afirmação há três testemunhos fundamentais: “para quem a *phýsis* não possui uma base perceptível [...] têm uma natureza privada de qualquer qualidade perceptível” (διὰ τὸ μηδὲν ὑποκεῖσθαι φύσει αἰσθητόν [...] ἀτόμων πάσης αἰσθητῆς ποιότητος ἔρημον ἔχουσῶν φύσιν, *SEXT. EMP. Adv. math.*, VIII, 6 [DK 68 A59]); “as substâncias são tão pequenas que fogem as nossas percepções” (Νομίζει δὲ εἶναι οὕτω μικρὰς τὰς οὐσίας, ὥστε ἐκφυγεῖν τὰς ἡμετέρας αἰσθήσεις, *SIMPL. De caelo*, 294, 33 [DK 68 A37]) e “as pequeníssimas partículas de ar, movendo-se uniformemente, permanecem ocultas” (λανθάνειν ἀτρέμα διακινούμενα τὰ μικρότατα τοῦ ἀέρος, *PLUT. Quaest. conv.*, VIII, 3, 4 p. 722B [S.L.]).

Aécio, portanto, nos fornece um testemunho importante na explicação de como o corpo-som se desloca pelo ar, que também é um corpo, mas um não fornece resistência ao outro inviabilizando o movimento de afetação:

Demócrito afirma que também o ar se divide em corpos de figuras semelhantes e se entrelaça com porções de som.

(Δημόκριτος καὶ τὸν ἀέρα φησὶν εἰς ὁμοιοσχήμονα θρύπτεσθαι σώματα καὶ συγκαλινδεῖσθαι τοῖς ἐκ τῆς φωνῆς θραύσμασι, ΑἸΣΤΟΡ. ΙV, 19, 13 [DK 68 B128])²⁹.

Este corpo-som é o que Teofrasto identificou como “ar condensado” (πυκνουμένου τοῦ ἀέρος, TEOFR. *De sens.*, 55) e que se movimenta entrelaçando-se com os átomos-figuras (σχήμονα) que compõem o ar. Tanto os sons como o ar são de natureza invisível (ἀόρατον), mas não imperceptível (ἄδελον)³⁰, isto é, são estruturas atômicas semelhantes podendo afetarem-se simultaneamente e gerar percepção. Segundo Demócrito, portanto, “o som resulta da entrada violenta de ar condensado [no ouvido]” (τὴν γὰρ φωνὴν εἶναι

29 Em seguida, para reforçar a ideia de relação entre os semelhantes, Aécio cita literalmente dois provérbios: “uma gralha se junta à outra gralha” (‘Κολοιὸς’ γὰρ ‘παρὰ κολοιὸν ἰζάνει’, ARISTOT. *Eth. Mag.* B 11. 1208b 9) e “como sempre a divindade reúne o semelhante ao semelhante” (‘ὡς αἰεὶ τὸν ὁμοῖον ἄγει θεὸς ὡς τὸν ὁμοῖον’, HOM. *Od.* XVII, 218).

30 Conceitualmente, o imperceptível (ἄδελον) não deve ser confundido com o invisível (ἀόρατον). Há coisas invisíveis que são manifestas ou percebidas pela faculdade da percepção, como por exemplo, o ar (ἀήρ, πνεῦμα) e o som (φωνή), que impressionam seus respectivos órgãos dos sentidos. Já os imperceptíveis são necessariamente invisíveis, pois nada impressionam, como as imagens (εἶδωλα) e suas emanações (ἀπορροαί) somáticas. O ἀόρατον, etimologicamente, está intimamente relacionado à faculdade da visão (ὄρασις), deriva de ὀράω, “ver”, “ter olhos”, “olhar”, “observar”. O termo ἄδελον embora também esteja ligado à visão, sua noção se estende ao que “é evidente” (δηλονότι) aos sentidos como um todo, de δῆλον, “claro”, “manifesto”, “evidente”, ou seja, ἄδελον, é a negação do que se manifesta aos sentidos, logo, “imanifesto”, “imperceptível”.

πυκνουμένου τοῦ ἀέρος καὶ μετὰ βίας εἰσιόντος, TEOFR. *De sens.*, 55 [DK 68 A135]).

Aécio, citando uma obra de Demócrito, *Sobre o som* (Περὶ φωνῆς), chama o som de “fragmentos sonoros” (φωνῆς θραύσμασι, AĖT. IV, 19, 13 [DK 28 A128]) e, assim como o ar, é composto de átomos de figuras semelhantes. Há um outro testemunho, não repertoriado por Diels, e que menciona o ar como um agregado de pequenos corpos indivisíveis também chamado de fluxo desses corpos atômico:

Demócrito, e sucessivamente também Epicuro, afirmam que o som é formado de corpúsculos indivisíveis chamado de “fluxo atômico”.

(*Democritus ac deinde Epicurus ex individuis corporibus vocem constare dicunt eamque, ut ipsis eorum verbis utar, “ῥεῦμα ἀτόμων” appellant, GEEL. Noct. Att., V, 15, 8 [S.L.]*).

Este, juntamente com os testemunhos citados por Diels em 68 A127, são textos fundamentais para a compreensão atomista da corporeidade do som e, neste sentido, podemos confirmar que toda sensação é um contato ou um choque entre estruturas atômicas. A tese de que tudo é corpo, agregados de figuras e que os tipos de figuras e suas posições no composto determinam o tipo de corpo, conclui que toda sensação é necessariamente física, e todo conhecimento inicia pelo contato.

O ar (ἀήρ), assim como o próprio som, é entendido por Demócrito como um corpo (σῶμα) composto de “átomos de ar” (ἀέρος ἀτόμοις, PLUT. *Quaest. conv.*, VIII, 3, 2, 720F [S.L]) e que condiciona a percepção auditiva, isto é, o som chega ao órgão auditivo porque o ar possibilita a passagem dos agregados so-

noros: “ele mesmo [o ar] é substância, corpo e potencialidade [do som]” (ἦς αὐτὸς οὐσία καὶ σῶμα καὶ δύναμις ἐστίν, *Quaest. conv.*, VIII, 3, 3, 721F [S.L.]). Aécio confirma a mesma ideia quando diz que, segundo Demócrito, “o ar se subdivide em corpos da mesma figura” (τὸν ἀέρα φησὶν εἰς ὁμοιοσχῆμονα θρύπτεσθαι σώματα, AĒT. IV 19, 13 [DK 68 A128]), ou seja, o ar, mesmo invisível e transparente, é um composto de figuras atômicas que tem a mesma forma, o que garante sua invisibilidade, embora ao unirem-se estas figuras a outras partículas possibilitam os contatos responsáveis pelas percepções sensíveis, é assim, portanto, com as imagens visuais, os fluxos sonoros e olfativos.

Semelhantemente ao mecanismo da percepção visual, o ar se comprime pela emissão de fluxo sonoro que se movimenta juntamente com os átomos de ar num processo inobservável empiricamente, embora observável, como observa Plutarco: “as pequeníssimas partículas de ar, movendo-se uniformemente, permanecem ocultas” (λανθάνειν ἀτρέμα διακινούμενα τὰ μικρότατα τοῦ ἀέρος, PLUT. *Quaest. conv.*, VIII, 3, 4 p. 722B [S.L.]). O ar é, neste sentido, para todas as percepções sensíveis, onde o contato é mediado, instrumento necessário para o conhecimento do mundo sensível, pois os fenômenos aparecem por intermédio dele, talvez por isso ele seja muitas vezes ilustrado como vazio, ou intervalo entre os corpos. No caso de Demócrito, no entanto, é condição, além do movimento, de contato por meio da condensação, como no caso das imagens visuais e dos fluxos atômicos de som (ῥεῦμα ἀτόμων, GELL. *Noct. Att.*, V, 15, 8 [S.L.]).

A teoria da percepção auditiva sustentada por Demócrito não negligencia a evolução das pesquisas médicas, mas as corroboram em boa medida, como no caso da concepção do cérebro como o órgão central do entendimento de Alcmeão e a teoria dos eflúvios de Empédocles apropriada pelos atomistas. Por outro lado, como todo homem de ciência, Demócrito também contribuiu para o avanço não só do conteúdo fisiológico dos sentidos, mas também para o conhecimento filosófico. A sua concepção de alma, por exemplo, que por sinal foge a todas as demais psicologias, isto é, da alma como um corpo (σῶμα εἶναι, AĒT. IV, 3, 5 [DK 68 A102]), cumpre uma dupla função fundamental na teoria em sua teoria da percepção sensível, pois ela é tanto um agregado composto espalhado por todo o corpo, e por isso participa da percepção, como também é um princípio intelectual semelhante ao intelecto: “a alma e o intelecto são a mesma coisa” (καὶ νοῦν ταὐτὸν εἶναι, DIOG. LAERT. *Vitae*, IX, 44), ou que apenas participa da alma³¹.

31 É, provavelmente, a opinião de Filopono que, comentando o *De anima* de Aristóteles, afirma que ele infere esta “mesmidade” entre a alma e o intelecto de um silogismo, e que não se encontra tal afirmação nas obras de Demócrito: “não está claramente dito por ele [Demócrito] que o entendimento e a alma sejam a mesma coisa, mas é [Aristóteles] quem demonstra isso através do silogismo” (ἔχομεν οὖν τοῦτο ἐναργῶς παρ’ αὐτῶν εἰρημένον ὅτι ταὐτὸν νοῦς καὶ ψυχὴ οὐδαμῶς, ἀλλ’ ἐκ συλλογισμοῦ τοῦτο κατασκευάζει, FILOP. *De anima*, 71, 19 [DK 68 A113]), o que talvez tenha levado Aécio e Diógenes Laércio a copiá-lo, não levando em conta a real concepção de Demócrito.

Referências

- ALFIERI, V. E. *Gli atomisti: Frammenti e testimonianze*. Bari: Laterza, 1936.
- BARNES, J. *The Presocratic Philosophers*. Londres, Routledge & Kegan Paul, 1979.
- BEARE, J. I. *Greek theories of elementary cognition from Alcmaeon to Aristotle*, Oxford: Clarendon Press, 1906.
- BURNET, J. *Early Greek Philosophy*. 3 ed. London: A & C Black, 1920.
- DIELS, H. & KRANZ, W. *Die Fragmente der Vorsokratiker*. 6th ed. Berlin: Weidmann, 1951.
- DIELS, H. & KRANZ, W. *I Presocratici*. Tradução: REALE, G. et al. 4. ed. Milano: Bompiani, 2012.
- ENGLISH, R. B. Democritus' Theory of Sense Perception. *Transactions and Proceedings of the American Philological Association*, v. 46, 1915, p. 217-27.
- FERNÁNDEZ, R. L. La teoría del conocimiento de Demócrito. *Scientia Helmantica. Revista Internacional de Filosofía*, n. 2, p. 14-40, 2013.
- LAKS, A. Alma, sensação e pensamento. In: LONG, A. A. (Org). *Primórdios da filosofia grega*. Trad. Paulo Ferreira. Aparecida, São Paulo: Ideias e Letras, 2008, p. 321-45.
- LESZL, W. *I primi atomisti: raccolta di testi che riguardano Leucippo e Democrito*. Firenze: Leo S. Olschki, 2009.
- LITTRÉ, É. *Oeuvres completes d'Hippocrate*. Paris: J.B. Baillièere, 1861 (vol. 9).
- LURIA, S. *Democrito: raccolta dei frammenti. Interpretazione e commentario*. Traduzione: Anastasia Krivushina. Milano: Bompiani, 2007.

MARQUES, M. P. (Org). *Teoria da Imagem na Antiguidade*. 1ª ed. São Paulo: Editora Paulos, 2012.

MCKIRAHAN, R. D. *A filosofia antes de Sócrates: uma introdução com textos e comentários*. Trad. Eduardo Wolf Pereira, São Paulo: Paulus, 2013.

PEIXOTO, M. C. D. L'activité de l'âme démocratéenne: de la sensation et de l'intellection. *Xώρα: Revue d'études anciennes et médiévales*, v. 9-10, p. 217-42, 2012.

SALEM, J. Perception et connaissance chez Démocrite. In: BRANCACCIO, A. & MOREL, P-M. (Éds.). *Democritus: Science, The Arts, and the Care of the Soul*. Leiden-Boston: Brill, 2007, p. 125-42.

SASSI, M. M. *Le teorie della percezione em Democrito*. La Nuova Italia Editrice: Firenze, 1978.

TAYLOR, C. C. W. Pleasure, Knowledge and Sensation in Democritus. *Phronesis*, v. 12, n. 1, p. 6-27, 1967.

TAYLOR, C. C. W. *The Atomists: Leucippus and Democritus. Fragments: A Text and Translation with a Commentary*. Toronto: University of Toronto Press, 1999.

WACHTLER, I. *De Alcmaeone Crotoniata*. Leipzig, 1896.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



COSMOLOGIA E BIOLOGIA NO *TIMEU* DE PLATÃO

José André Ribeiro

Doutor em Filosofia pela Universidade Federal do Ceará (UFC)

Professor de Filosofia no Instituto Federal da Bahia (IFBA)

joseandre14@hotmail.com

Resumo

O propósito deste trabalho é mostrar que o diálogo *Timeu* de Platão, especialmente no fim de sua análise cosmológica (61c-81e), possui uma relevância explícita para a história da biologia, na medida em que o conjunto de suas análises, sobre o corpo humano e suas funções fisiológicas, promove uma distinção crucial entre os limites temporais do corpo dos seres vivos mortais e o tempo ilimitado do *kosmos*, compreendido como um ser vivo imortal. Na verdade, a ideia do texto é fazer uma exposição da importância de algumas passagens pontuais do diálogo para restaurar seu papel dentro da história do pensamento ocidental, não somente como uma obra clássica da metafísica platônica, como, também, uma obra preocupada em dar respostas plausíveis aos principais dilemas do conhecimento científico de sua época.

Palavras-chave: Platão. Cosmologia. Biologia. Ser vivo. Temporalidade.

Abstract

The purpose of this work is to show that Plato's *Timaeus*, especially at the end of his cosmological analysis (61c-81e), has an explicit relevance to the history of biology, insofar as the set of his analyzes on the human body and its physiological functions promotes a crucial distinction between the temporal limits of the body of mortal living beings and the unlimited time of *kosmos*, understood as an immortal living being. In fact, the idea of the paper is to present the importance of some specific passages of the dialogue in order to restore its role within the history of the Western thought, that is, not only to set the importance of the dialogue among the classic work of Platonic metaphysics, but also a as work concerned with providing plausible answers to the main dilemmas of scientific knowledge of its time.

Keywords: Plato. Cosmology. Biology. Living being. Temporality.

1 Platão e a Biologia

Em um ensaio de 1964, intitulado *A Short History of Biology*, Isaac Asimov aborda as origens da biologia, desde a antiguidade, passando dos pré-socráticos

a Hipócrates, culminando, no fim do primeiro capítulo, em Aristóteles, ao qual dedica 3 páginas completas de análise; contudo, não cita sequer uma vez Platão em vista do tema. Isso não parece ser um caso exclusivo do famoso escritor de ficção científica; um exemplo recente, citado por Kitts (1987, p. 315), é o do biólogo Ernst Mayr, que afirma que:

Sem questionar a importância de Platão para a história da filosofia, devo dizer que para a biologia ele foi um desastre. Os seus conceitos impróprios influenciaram negativamente a biologia durante séculos. O aparecimento do moderno pensamento biológico é, em parte, a emancipação do pensamento platônico (MAYR, 1998, p. 109).

Para Kitts (1987, p. 315-6), esse tipo de consideração incide tanto sobre os conceitos platônicos, pois eles não seriam aptos para abarcar teorias biológicas; quanto sobre o seu legado histórico, como se a tradição teórica do platonismo tivesse impedido o desenvolvimento da biologia. Pela observação de Kitts, deduzimos que possivelmente esse julgamento dos biólogos contemporâneos se origina de uma visão de manuais sobre a filosofia platônica ou de ensaios históricos sobre as ciências. Por outro lado, sabemos que esse tipo de texto, em sua maioria, pode vir sem um amparo crítico contundente, seja sobre a obra do filósofo ou até mesmo sobre seu legado histórico; da mesma forma que pode ser carente de um tipo de análise hermenêutica mais precisa dos conteúdos específicos da filosofia platônica, principalmente dos trechos nos quais questões de cunho biológico são abordadas.

Além disso, Kitts ressalta que quando o filósofo é situado dentro da história da biologia encontra-se, geralmente, associado ao modelo teórico do “es-

sencialismo”, que está em nítida oposição ao modelo da teoria da evolução darwinista, hegemônico na biologia moderna. Isso não seria algo exclusivo da biologia. Em geral, Platão leva os créditos pela fundação da metafísica ocidental, enquanto Aristóteles leva os créditos de ser o progenitor das ciências especulativas. Nesse viés, Platão seria o pensador que lança as bases teóricas e os eixos conceituais da metafísica ocidental, na medida em que qualquer iniciativa de explicar a origem da vida depende de uma razão essencialista e teológica; por conseguinte, Aristóteles seria o filósofo que estaria separando e fundando a maior parte dos modelos científicos especulativos e experimentais, já que estaria se voltando mais para métodos empiristas de reflexão e prova, semelhante aos modelos científicos modernos, como é o caso da biologia. Na sua apresentação da edição brasileira de *A origem das espécies*, Pedro Paulo Pimenta (2018, p. 14) reforça essa ideia já comum, citando o livro *On Growth and Form* de D’Arcy Thompson, de que há uma paternidade aristotélica da biologia, especialmente porque o aristotelismo teria inaugurado a adoção de um sistema filosófico calçado no princípio de classificação das espécies¹. O próprio Aristóteles (*Metafísica*, 987b) joga Platão no campo dos que desprezam as coisas sensíveis, em vista de uma “teoria das ideias”, que estaria longe da possibilidade de uma classificação empírica das espécies². É como se essa dita “teoria das ideias” tivesse real-

- 1 É interessante também observar a consideração de Asimov (1964, p. 8), no livro citado anteriormente: “Em nenhum lugar Aristóteles mostrou vestígios de crença de que uma forma de vida possa lentamente ser convertida em outra [...]. É esse conceito que é a chave das teorias modernas da evolução e Aristóteles não era um evolucionista. No entanto, a preparação de uma escada da vida inevitavelmente criou uma linha de pensamento que acabaria por levar ao conceito evolutivo”.
- 2 Como se sabe, a tradição filosófica imputa à Platão a formulação de uma “teoria das ideias”, que se encontraria espalhada por praticamente todo *corpus* e anunciaria, apesar de certas

mente um papel de negação do mundo físico e biológico como objeto da reflexão racional. Então, como nos diz Kitts (1987, p. 315), é como se a tradição científica moderna não visse em Platão qualquer teoria plausível sobre a classificação dos animais, nem de uma doutrina das espécies, que permitisse um reconhecimento por parte da história da biologia, já que todo seu legado teórico estaria submetido ao trato estritamente metafísico³.

Como se sabe, apesar da origem da palavra biologia ser atribuída à obra de Lamarck (MOLEDO; MAGNANI, 2009, p. 102), em detrimento da nomenclatura “história natural”, é ao livro *A origem das espécies* de Darwin que devemos uma série de preceitos conceituais que fundam a biologia como uma ciência moderna⁴. Isso significa que é a teoria evolucionista que unifica em um campo

discrepâncias teóricas entre alguns diálogos, que há duas configurações da realidade, o inteligível e o sensível. De certo modo, a tese central tem um ponto de vista ontológico e epistêmico, pois afirma que o primeiro serviria de modelo para o segundo nesses dois aspectos. Isso é considerado pela maior parte dos historiadores da filosofia o principal eixo teórico da filosofia platônica. Cf. Santos (2009, p. 80-8) para uma explicação da correlação entre teoria das ideias inteligíveis e cosmologia.

- 3 Cf. o subtítulo do capítulo 2 da primeira parte do livro *História do Ateísmo* de Georges Minois (2014, p. 47): “Platão, pai da intolerância e da repressão ao ateísmo”. Logo no início dele encontramos a seguinte afirmação: “pode-se considerar que Platão está na origem da opinião pejorativa que pesará sobre o ateísmo durante dois mil anos” (2014, p. 47). Nesse caso, Platão estaria associado a uma concepção metafísica totalmente teísta, em rígida oposição às “teorias científicas de tipo materialista” (2014, p. 48). É interessante notar essa dicotomia lançada aqui para contrapor categorias que talvez o próprio Platão não estaria nem um pouco interessado, como teísmo e cientificismo, idealismo e materialismo, para atestar certa paternidade platônica de um sistema teórico teísta, que reproduziria os mesmos liames modernos: de um lado, a ciência e a teoria da evolução, do outro, o teísmo e a intolerância contra os ateus, como se observa na afirmação de Minois (2014, p. 48-9) de que “Platão já agita o espectro da seleção natural”, para atestar que o filósofo já teria encontrado a ameaça que essa teoria representaria para o sistema metafísico teísta.
- 4 Cf. como Mayr (1987, p. 53-7) situa o contexto epistemológico do surgimento da palavra “biologia” em conjunto com inovações do século XIX e XX, que são vistas por ele como possíveis somente quando se libertam da “camisa-de-força do essencialismo platônico” (MAYR,

interdisciplinar de reflexões o conjunto teórico da biologia, entendida como um todo organizado e sistematizado de áreas: zoologia, botânica, ecologia, bioquímica, genética, etc. Darwin e a teoria da evolução praticamente inauguraram as biociências modernas e abrem margem para o âmbito tecnológico que entra no século XXI como um dos mais promissores para o futuro das ciências. Isso se deve a um fato conceitual explícito, já que é a partir da teoria da evolução que se ganha nas teorias biológicas uma dimensão ainda inédita: a ideia de mutabilidade das espécies, em detrimento do criacionismo, como uma derrocada do essencialismo. As consequências disso traçam a rejeição ao sistema de pensamento calcado na teoria da imutabilidade das espécies, cuja base principal era o paradigma teológico da origem divina dos seres vivos, que foi predominante desde a antiguidade (MOLEDO; MAGNANI, 2009, p. 96).

É claro que isso não foi resultado de um choque imediato e há todo um percurso histórico de como a teoria da evolução passa a ser um paradigma científico, refutando quase que decisivamente qualquer possibilidade de cientificidade da teoria essencialista. Isso se reflete, sobretudo, no fato de que essa teoria é logicamente dependente da afirmação da existência de um progenitor ou criador de paradigmas, isto é, de um pai para as essências imutáveis, que consolidaria as bases do modelo teórico, que, por isso, inevitavelmente, se esbarra na necessidade de conceitos metafísicos, quando não teológicos. O essencialismo, em geral, pode ser tido como um modelo teológico, porque para admitir que as

1987, p. 56). Além disso, diz ele a seguir (1987, p. 56: “Darwin, um dos primeiros pensadores a rejeitar o essencialismo (pelo menos em parte), não foi absolutamente entendido pelos filósofos contemporâneos (todos eles essencialistas), e o seu conceito de evolução por meio da seleção natural foi por isso julgado inaceitável”.

espécies são imutáveis, força também a ideia de que elas foram concebidas já com sua essência, de forma paradigmática, por um criador. Nesse caso, os debates científicos modernos vieram se consolidando cada vez mais pela adoção do modelo evolucionista, que rompe com isso, ou seja, pela adoção de um modelo não teológico, cujo padrão de raciocínios se estabelece a partir de certa dicotomia com o padrão metafísico, que foi hegemônico desde a antiguidade⁵.

Em vista disso, é possível ver como os modernos encaram certas referências aos autores antigos. Em certos casos, as obras antigas são interpretadas a partir das dicotomias do pensamento moderno. Isso é o que se observa, por exemplo, na tentativa de separar autores antigos dentro de classificações como essencialismo e evolucionismo. De fato, esses modelos interpretativos funcionam como uma espécie de prisma, a partir do qual se situa historicamente diversos autores clássicos, desde Platão e Aristóteles, até boa parte dos latinos. Pode-se perceber, com isso, que o debate científico moderno tenta amparar as dicotomias como se elas já tivessem esse contorno desde o início do pensamento ocidental, ou seja, como se os autores antigos tivessem passado a assumir posições dentro dos mesmos parâmetros teóricos modernos, apesar dos evidentes anacronismos disso. Assim, vemos de um lado os defensores do essencialismo *versus* os defensores da evolução, a partir de um panorama histórico que remete às origens da ciência. Como não é raro encontrar certos manuais que corroboram essa visão anacrônica e reducionista, fica evidente a iniciativa comum de

5 Cf. a consideração de Dawkins (2007, p. 156) sobre a ruptura entre o evolucionismo e o modelo teológico do designer inteligente: “Depois de Darwin, todos nós deveríamos desconfiar, no fundo dos ossos, da simples ideia do design”.

dicotomizar as filosofias platônica e aristotélica como se também houvesse dentro delas um confronto entre idealismo e materialismo. Nesse aspecto, é interessante notar que Darwin cita, no seu *Esboço Histórico* de 1861 (DARWIN, 2018b, p. 713), mesmo que em nota, a Física de Aristóteles (II. 8. 2), como uma obra na qual encontramos preanunciado o “princípio da seleção natural”, que como sabemos é a base da teoria da evolução de Darwin e serve de alicerce para a derrocada do essencialismo. Isso, obviamente, leva-nos a situar do outro lado Platão e os platônicos, como os inauguradores e os defensores do essencialismo teológico.

É praticamente impossível negar que haja uma metafísica em Platão, já que, de fato, o filósofo lança mão de inúmeras estratégias e conceitos que foram fundamentais para a formação da metafísica ocidental. Por outro lado, é possível pensar no modo como, ao se referir ao metafísico, há também uma descrição do modo de operação do mundo físico, cuja razão pode ser explorada, em vista de extrair de sua obra algumas especulações de cunho científico. Mesmo que pensemos em um modelo teológico, Platão não está necessariamente adotando um essencialismo radical, no qual não se possa explicar a natureza e suas modificações. De fato, há inúmeras passagens nos diálogos, sejam dramáticas ou argumentativas, que mostram reflexões sobre o corpo, a medicina, a matéria, etc., cujos meandros podem nos trazer reflexões plausíveis, historicamente, para uma conjuntura geral da história das ciências. Nesse caso, gostaríamos de realizar uma breve exposição do diálogo *Timeu* de Platão, no qual encontramos certas explicações de fenômenos biológicos e que, talvez, permita-nos tentar res-

taurar uma possibilidade de interpretação mais científica de algumas afirmações platônicas.

2 Cosmologia e Biologia no *Timeu*

Como se sabe, o principal personagem do diálogo é Timeu, um astrônomo renomado, cuja principal atividade no texto é a de apresentar uma narrativa cosmológica que é, compreendida, em 27a, no sentido mais amplo de uma investigação “sobre a natureza do todo” (*peri physeos tou pantos*), como algo que se refere a uma reflexão que “começa pela origem do mundo” (*apchomenon apo tou kosmou geneleos*) e, conseqüentemente, passa para “natureza do homem” (*anthropon physin*)⁶. Isso, de certo modo, já demarca a importância do texto no sentido de trazer uma gama variada de teorias que lhe permite ocupar um espaço na história, pois o diálogo promove uma sequência de reflexões que se iniciam com a origem do universo (29d-30b) e sua definição como um ser vivo (30d-31a), passando por uma teoria física dos quatro elementos (52b-61c)⁷ e, finalmente, à

6 Todas as citações do *Timeu* serão feitas a partir da tradução de Rodolfo Lopes (2012, p. 69-211), com breves e pontuais alterações, acompanhadas com o texto grego transliterado, da edição de Burnet (1902) na *Platonis Opera*, para facilitar o acesso, especificamente nos trechos que julgarmos pertinente a presença dos termos gregos.

7 Como se sabe, a teoria dos quatro elementos ocupa um papel fundamental no conjunto das filosofias denominadas pré-socráticas, que também recebe as categorizações de teorias fisiológicas ou filosofias da natureza. Na verdade, a referência mais comum de analogia com o *Timeu* é a Empédocles, mas sempre destacando a insistência de Platão em definir uma razão matemática para essa teoria. Cf. Kahn (2018, p. 203-7) para uma análise de como Platão retoma as filosofias pré-socráticas e Brisson (2018, p. 240-1) para como o filósofo aproxima a teoria das quatro formas geométricas dos poliedros regulares com os quatro elementos.

elaboração de teorias que podem ser classificadas como biológicas, pois fornecem uma série de explicações fisiológicas, por vezes até biofísicas, de fenômenos como: as sensações (61c-69a); os sentidos do tato (61c-64a), do paladar (65b-66c), do olfato (66c-67a), da audição (67a-67c) e da visão (67c-68d); o prazer e a dor (64a-65b); a formação do corpo humano (74e-76e); a respiração e a circulação sanguínea (77c-80c)⁸; o desenvolvimento, envelhecimento e morte dos seres vivos mortais (81b-e).

Desde o início do diálogo (27a), observamos que a perspectiva de análise se concentra na formulação de uma narrativa (27d-28a) que possa explicar o todo e descobrir o papel do devir na natureza do todo, isto é, “se ele deveio ou se não há nele o devir” (*ei gegonen e agenes estin*)⁹. Diante disso, é apresentada a divisão ontológica fundamental da metafísica platônica entre Ser e Devir (27d-28b), consistindo na separação entre “aquilo que é sempre e não devém” (*ti to on aei, genesin de ouk echon*) e “aquilo que devém, sem nunca ser” (*kai ti to gignomenon men aei, on de oudepote*). O ser, como define o diálogo (28b-29a), é uma coi-

8 Cf. o interessante artigo de Andrés Pelavski (2014, p. 62), intitulado *Physiology in Plato's 'Timaeus': irrigation, digestion and respiration*, no qual o autor defende que esses trechos do diálogo são na maior parte dos casos integralmente mal interpretados.

9 Cf. 29c-d em que o personagem Timeu alerta sobre o caráter “verossímil da narrativa” (*ton eikota mython*); na verdade, por mais que se esteja fazendo uma cosmologia, o limite do discurso é reconhecido e observa-se que toda a construção sobre o devir (*genesis*) tem um caráter de verossimilhança, pois é um conjunto de “discursos verossímeis” (*omologoumenous logous*). Isso explicaria, por exemplo, o tipo de afirmação feito por Farrington de que o *Timeu* do ponto de vista científico seria uma aberração (1961, p. 120 *apud* LLOYD, 1968, p. 78). Certamente, devemos nos perguntar como o faz Carone (2008, p. 43): o que pode ser tido como mítico e o que deve ser considerado científico no diálogo? Mas, como nosso intuito é elencar a importância do texto para a história das ciências, vamos nos voltar para o teor científico do texto, em especial para a biologia; contudo, gostaríamos de salientar que é interessante seguir a orientação interpretativa de Carone, que está no intermédio entre o literal e o mítico, reconhecendo que esse também é um caráter próprio do modo de escrita platônico.

sa eterna (*to aidion*), uma espécie de arquétipo (*paradeigma*), cuja principal característica é a possibilidade de ser “pensado por meio do discurso racional” (*noe-sei meta logou*), por ser “sempre o mesmo” (*aei kata tauta on*). Em seguida (28b-c), em contraste com o ser, o devir é apresentado como objeto exclusivo da opinião, afeito à irracionalidade dos sentidos, pois sempre se devém e se corrompe, “não podendo ser nunca o mesmo” (*ontos de oudepote on*); ou seja, o diálogo apresenta o paralelo entre ser e devir em consonância com a “teoria das ideias”, na medida em que são apresentados por características que remetem a separação entre inteligível, como modelo, e sensível, como cópia, posto que, em 29b, o todo (*to pan*) é definido como uma imagem (*eikon*) de um arquétipo. Contudo, como a prerrogativa é cosmológica, o todo é, também, definido como o conjunto do céu, ou simplesmente *kosmos*, que veio a ser (*gegonen*), é visível (*oratos*), tem corpo (*soma echon*), sendo, portanto, sensível (*aistheta*) e existindo a partir de uma causa. Em 31b, completa-se os demais atributos desse devir (*to genomenon*): único (*monogenes*), corpóreo (*somatoeides*), visível e tangível (*aptos*). Em suma, a perspectiva de elaboração cosmológica determina a dependência de uma causalidade dupla: é necessária uma causa paradigmática, que sirva de modelo para o que é gerado, da mesma forma que é necessária uma causa produtora. Essa última é apresentada pela famosa analogia do produtor do todo com a figura de um artesão, ou melhor, de um designer inteligente, que é o demiurgo, uma espécie de divindade cosmológica que coloca as coisas, previamente caóticas, em ordem, aplicando os paradigmas eternos na geração de todas as coisas que devém, isto é, no corpo celeste como um todo.

Sendo assim, o fato de incluir no campo da necessidade as causas do devir mostra que os atributos cosmológicos não possuem uma autoexistência, requisitando causas externas, levando-nos a perceber que esse modelo de cosmologia é teológico, mas também, de certo modo, essencialista, já que a natureza das coisas está previamente dada nos seus paradigmas. Entretanto, isso não quer dizer que Platão esteja restrito a pensar o devir sem o seu sentido de mudanças, excluído de razões que permitam explicar seus processos físicos e biológicos, como se poderia pensar em uma leitura apressada. De algum modo, o fato cosmológico é explicado como produto de uma ação criadora inteligente, cuja produção não segue somente a si própria, já que se pauta em paradigmas. Nesse sentido, esses não implicam uma estabilidade absoluta do *kosmos*, já que é possível pensá-los por meio de uma série de combinações e movimentos, que pressupõem a confluência de elementos materiais, cuja dinâmica explica, também, fenômenos naturais em suas manifestações mais pontuais. Logo, vemos em 31b-32c que a dedução da correlação entre os aspectos do devir se deve à existência dos quatro elementos: fogo, terra, água e ar. Todavia, é preciso ressaltar que o argumento tem um sentido, sobretudo, matemático, posto que articula os quatro elementos a partir da noção de proporção; isto é, “o corpo do universo” (*to tou kosmou soma*) é definido como algo “idêntico a si mesmo” (*tauton autoi*) e que requisita que seus quatro elementos constitutivos estejam em concor-

dância por meio de uma proporção ou medida; o que culmina na afirmação, em 32d, de que o *kosmos* é um ser vivo (*zoion*) completo (*olos*) e perfeito (*teleios*)¹⁰.

3 O tempo cosmológico e o tempo biológico

Em seguida, as categorias de ser e devir passam por uma reformulação em 48e-51e, em um momento do diálogo no qual um terceiro princípio ontológico é lançado, através de uma definição pré-cósmica (52d): “o ser, o lugar e o devir são três coisas distintas, de três maneiras diversas, e anteriores à geração do céu.” (*on te kai choran kai genesin einai, tria trichei, kai prin ouranon genesthai*). Como se sabe, a inovação teórica do *Timeu* dentro da metafísica platônica é, certamente, a definição da *chora*, que na tradução de Rodolfo Lopes aparece com o uso da palavra “lugar”, posto que no trecho remete a uma instância espacial na qual a ação do demiurgo, como um designer inteligente, disporia os arquétipos dando um formato harmônico e proporcional para o *kosmos*. Para Charles Kahn (2018, p. 215), o dilema encontrado na obra platônica de como a “teoria das ideias” poderia dar conta de explicar o devir das coisas na natureza é resolvido por esse conceito, que traz a possibilidade de promover uma fusão teórica entre a estrutura matemática imutável e o conjunto material mutável da natureza, já que

10 Cf. 32e-33d em que se pode interpretar a apresentação de certa concepção de equilíbrio ecológico no mundo, ao compreendê-lo como um ser vivo autossuficiente e completo, em vista da alimentação: “Ele fora gerado de tal forma que o seu alimento seria garantido pela sua própria consumpção, de modo que tudo quanto sofre resulta de si mesmo e tudo quanto faz é em si mesmo” (33d).

essa noção pode ser compreendida como um receptáculo. É como se fosse possível, diz ele (2018, p. 216), afirmar a presença de uma regularidade no fluxo incessante das transformações naturais por localizá-las nessa estrutura de receptáculo. Brisson (2018, p. 232) vai um pouco mais longe e afirma que a *chora* apresenta uma semelhança conceitual clara com a noção aristotélica de causa material, podendo até mesmo ser compreendida como “matéria” no sentido cosmo-físico. Em suma, diz Brisson (2018, p. 240), a *chora* é o princípio material no qual o demiurgo configura matematicamente os quatro elementos, a partir da fusão entre matéria e formas geométricas.

Nesse aspecto, o que nos interessa notar é que, a partir desse conceito, cosmologia, matemática, física e biologia começam a apresentar inúmeras consonâncias na narrativa, que podem ser trilhadas por meio de uma leitura analítica do diálogo. Contudo, como nosso foco é pontual, vamos dar um salto para outro ponto diálogo, o trecho 81e-86a, posto que nele encontramos uma especulação que corrobora uma leitura científica do diálogo, sobretudo pelo seu teor biológico, além do que elucida essa consonância dos preceitos cosmo-físicos. Nesse trecho, que se inicia em 81e, o diálogo promove uma interconexão simples entre cosmologia, física, matemática e biologia¹¹ a partir de suas considerações sobre a saúde e a doença, no corpo dos seres vivos, especificamente voltadas para a aplicação da sua dinâmica nos organismos humanos.

11 Nesse sentido, gostaríamos de alertar que, se podemos considerar que há uma reflexão biológica no *Timeu*, certamente ela não está separada de conteúdos de outros campos de reflexão, sobretudo aqueles que se voltam para certa condição do homem: medicina, política, moral etc.

É o que se observa, por exemplo, quando Platão lança mão de uma teoria para explicar a origem das doenças por meio da teoria dos quatro elementos (81e-82a), na qual podemos apontar três configurações de um corpo doente: 1. por excesso ou falta (*pleonexia kai endeia*) de um dos elementos; 2. por causa de um dos elementos sair do seu lugar (*chora*) e ocupar o de algum outro; 3. ou quando um dos elementos captura algo que não lhe é próprio. Como se observa, o mecanismo das doenças tem uma razão quase que física e matemática da relação dos elementos consigo mesmos, seguindo noções como proporção, lugar e limites. Em geral, pode-se perceber que cada elemento tem uma ocupação natural, não devendo ultrapassar nenhum desses aspectos, tanto por subtração, quanto por adição, já que isso acarretaria a quebra da medida e da proporção. Nesse sentido, as doenças se originam de deslocamentos dos elementos contra a sua “própria natureza” (*para physin*), “todos sofrendo uma plena mudança” (*kai passa pantei metabolas dechetai*), o que, de certo modo, significa que a doença também se explica pela desarticulação das estruturas geométricas. Como se observa no trecho a seguir:

É que, segundo dizemos, só se o mesmo for adicionado ou subtraído ao mesmo, na mesma medida e da mesma maneira segundo a proporção correta, é que o mesmo poderá ser ele próprio, são e saudável; mas aquele que transgredir algum destes limites, separando-se ou adicionando-se, produzirá todo o tipo de alterações, doenças e destruições incontáveis (82b).

Além disso, depois de uma sequência de reflexões sobre o corpo humano (73b-76e), Platão lança a descrição de certo ideal de saúde, que vem intimamente acompanhado de um ideal moral, ambos centrados na noção de equilí-

brio (*isorropos*) (88b), que no caso do diálogo tem uma explicação centrada nos conceitos de “simetria e assimetria” (*symmetria kai ametria*) (87d). Em uma perspectiva mais pontual, observa-se a presença, nesse trecho (86b-89c), da tradicional visão de que a excelência ou saúde do indivíduo provém do fato dele ser “simultaneamente belo e bom” (*ama men kalos, ama de agathos*) (88c)¹². De certo modo, a ideia se escora na definição do ser vivo mortal como um composto de corpo e alma (87e). Ainda é interessante notar como o pensamento, nesse viés, é apresentado como um análogo do alimento (88b), definido como um apetite (*epithymia*) da alma, da mesma forma que aquele para o corpo. O parâmetro parece ser ao mesmo tempo nutritivo para ambos, corpo e alma, da mesma forma que depende de movimento, sendo o repouso considerado uma condição, cujas consequências podem culminar em males biológicos, psíquicos e morais (88d-e). Disso decorre um princípio em 88b: “não movimentar a alma sem o corpo nem o corpo sem a alma, para que, defendendo-se um ao outro, mantenham equilíbrio e saúde”. Como se vê, Platão reforça a necessidade de uma conexão entre esse princípio e o sentido cosmo-biológico de tudo, pois esse equilíbrio entre corpo e alma, que traz saúde a ambos, estaria inevitavelmente “imitando o padrão do universo” (*to tou pantos apomimoumenon eidos*) (88d).

12 Interessante notar como também se define no diálogo as doenças da alma (86b-92c), que surgem lado a lado com um desvio tanto moral, quanto educacional, pois se assemelham ao desvio biológico ou físico: “ninguém é mau (*kakos*) propositadamente, pois o mau torna-se mau por causa de alguma disposição maligna do corpo (*poneran exin tina*) ou de uma educação mal dirigida (*apaideuton trophen*)” (86d-e).

Em seguida, a passagem 89b-c traz uma sutil afirmação do caráter limitado do fenômeno biológico, cujo limite se explica no sentido físico, pela possibilidade do adoecimento, que explicaria seu caráter essencialmente mortal:

Toda estrutura das doenças (*pasa gar systasis noson*) se assemelha de algum modo à natureza dos seres-vivos (*tei ton zoion physei*). É que a constituição dos seres-vivos, em todo o conjunto das espécies, tem uma duração de vida pré-definida e cada ser-vivo nasce com a existência que lhe foi destinada, à parte as impressões produzidas pela Necessidade; pois desde a origem de cada um, os triângulos conseguem guardar a propriedade que possuem de se manterem constituídos até um determinado tempo, altura além da qual a vida não pode de modo algum prolongar-se (*ou bion ouk an pote tis eis to peran meti bioie*) (89b-c).

A lógica que se compreende nisso é a de definir certa necessidade em diferenciar o ser vivo mortal biológico do ser vivo imortal, que é “o céu que é único e unigênito” (92c). É interessante notar que nessa lógica cosmológica do *Timeu*, de fato, há certo grau de determinação, seja no nível físico ou biológico, como um tipo de configuração do movimento natural das coisas, não uma pré-determinação absoluta, mas física e biológica. Isso se explicaria por três tipos diferentes de determinações, nas quais o demiurgo se atém no processo de produção do céu e do todo ordenado: a racionalidade, a presença de uma alma do todo e a sua união a um corpo.

O pressuposto que guia a análise (30b) é de que há uma impossibilidade da ordem do mundo ser irracional (*anoetos*), já que o demiurgo (30a) praticamente “quis que todas as coisas fossem boas” (*bouletheis gar o theos agatha men panta*). Sendo assim, se o *kosmos* é racional, é preciso admitir que há também uma alma unida a ele, posto que a presença da racionalidade nele está atrelada

a inserção de um intelecto na alma (*noun en psyche*). Esse pressuposto é o que encontramos em um dos trechos mais citados do diálogo (30b-c):

Por meio deste raciocínio (*ton logismon*), fabricou o mundo, estabelecendo o intelecto na alma (*noun men en psyche*) e a alma no corpo (*psycheu d'en somati*), realizando deste modo a mais bela e excelente obra por natureza (*kata physin*). Assim, de acordo com um discurso verossímil, é necessário dizer que este mundo, que é, na verdade, um ser dotado de alma e de intelecto (*zoion empsychon ennoun*), foi gerado pela providência do deus (*ten tou theou genesthai pronoian*).

A riqueza de sentidos desse trecho lhe garante um caráter decisivo no diálogo, pois há uma conexão entre vários termos, cujas qualidades semânticas podem ter os mais variados direcionamentos. De início, vemos a perspectiva teológica em uma explícita formulação: o todo é a obra (*ergon*) de um raciocínio (*logismos*), não qualquer tipo de obra, mas a mais bela (*kalliston*) e mais excelente (*ariston*) por natureza. Os valores de beleza e excelência são atributos da ação produtiva do demiurgo, enquanto critérios de qualidade, posto que não é possível ao deus produzir algo sem esses atributos. Isso, é claro, abre uma operação para o itinerário de conexão entre ética e cosmologia, tão tipicamente platônico¹³; entretanto, em vista do que nos interessa, o final do trecho atribui um corpo e uma alma ao todo, na medida em que também lhe confere um intelecto, já que, como é estabelecido no diálogo, não há intelecto sem alma.

Diante disso, vemos, por exemplo, em 30c, a afirmação da existência de animais inteligíveis (*noeta zoia*), isto é, seres vivos não mortais e invisíveis, cuja presença no todo está em contraste constante com o ser vivo mortal. Por isso,

13 Cf. a tese de Carone (2018, p. 13-21) no livro *A cosmologia de Platão e suas dimensões éticas*.

aparece em 33b-c uma definição do ser vivo imortal, a partir do caráter geométrico da figura mais perfeita, isto é, da forma esférica (*sphairoeides*), na qual o centro está à mesma distância de todos os pontos. Esse princípio garante autonomia frente à necessidade de exercer funções biológicas singulares, como visão, audição, respiração e alimentação, cujas realizações também poderiam trazer doenças e, conseqüentemente, a desagregação, posto que se movimentam por uma profusão dos elementos, entre o externo e o interno¹⁴. Na figura circular há, por seu sentido matemático, um princípio autossuficiente (*autarkes*), daqueles seres que giram em torno de si mesmos, já que não possuem nem mãos e nem pés para movimento (33c-d), girando apenas por si mesmos, em círculo (34a). Com certeza, isso se apresenta como um preceito astronômico relevante, a partir do qual se define o seguinte:

fez-lhe um corpo liso e totalmente uniforme, em todos os pontos equidistante do centro e perfeito a partir de corpos perfeitos. Depois, no centro pôs uma alma, que espalhou por todo o corpo e mesmo por fora, cobrindo-o com ela. Constituiu um único céu, solitário e redondo a girar em círculos, com capacidade, pela sua própria virtude (*areten*), de conviver consigo mesmo e sem depender de nenhuma outra coisa (*auton autoi dynamenon syngignesthai kai oudenos eterou prosdeomenon*) (34a-b).

Observa-se que há uma determinação geométrica para a figura do corpo celeste e, de certo modo, uma visão matemática do mundo. Isso poderia nos dar a entender que a cosmologia platônica não poderia dar conta de explicações de ordem biológica, já que o princípio, sutilmente, estaria concentrado na perspec-

14 Aqui é possível, por exemplo, fazer uma analogia com os processos de difusão e osmose, que podem ser relevantes pra explicitar como se pensa o elo entre o fluxo externo e o interno.

tiva astronômica, em sua estrutura matemática, não permitindo extrapolar os fenômenos de agregação e desagregação. Entretanto, observamos a iniciativa, em 89b-c, de tentar situar as doenças como parte da natureza dos seres vivos, com a iniciativa de assimilar o cosmo-astronômico nas especulações sobre fenômenos biológicos, o que remete ao pressuposto de que todas as coisas no corpo celeste estariam intimamente conectadas, apesar de suas inevitáveis diferenciações ontológicas. Por conseguinte, por mais que a ordem seja entendida matematicamente, a partir dos triângulos¹⁵ que formam a base elementar da vida (53c-61c), há uma definição do tempo da vida como algo biologicamente estruturado, posto que é pensando a partir da potência ou propriedade (*dynamis*) que se agrega e se desagrega nos seres vivos, por meio de uma temporalidade especificamente biológica. Há um tempo determinado para as agregações biológicas, posto que a vida não pode prolongar-se além de um limite puramente biológico. Ou seja, Platão anuncia algo crucial para a história das ciências: a temporalidade cósmica e astronômica não pode ser pensada no mesmo nível do tempo biológico, muito menos esse no nível cosmo-astronômico. As temporalidades do ser vivo imortal e do ser vivo mortal são ontológica, física e biologicamente distintas.

15 Na determinação física do *Timeu*, Platão aponta para unidades básicas da matéria, a partir da teoria dos quatro elementos, de modo a definir a estrutura matemática da matéria por meio dos sólidos geométricos. Cada elemento se associa a um sólido regular: a água tem a estrutura de um icosaedro, o ar de um octaedro, o fogo de um tetraedro e a terra de um cubo. Sendo assim, cada elemento se subdivide em unidades triangulares elementares, cuja organização no receptáculo permite a confluência e o movimento de um elemento a outro, como da interação da água com o fogo, gera-se o ar, por exemplo. Essa descrição dos triângulos como base elementar da matéria tem um objetivo claro de viabilizar a explicação das transformações por meio de um recurso matemático e geométrico. Cf. Freeland (2011, p. 200-1) para mais detalhes.

Antes de concluirmos, é preciso fazer umas ressalvas sobre a concepção do tempo no *Timeu*. Em 38a, temos uma apresentação clara de como o tempo é definido no sentido astrofísico, seguindo-se, em 38b, o pressuposto de que há uma simultaneidade entre o tempo e o ser celeste, tal como se segue:

Assim, o tempo foi, pois, gerado ao mesmo tempo que o céu, para que, engendrados simultaneamente, também simultaneamente sejam dissolvidos – se é que alguma vez a dissolução surja nalgum deles. Foram gerados também de acordo com o arquétipo da natureza eterna, para que lhe fosse o mais semelhante possível; é que o arquétipo é ser para toda a eternidade, enquanto que a representação foi, é e será continuamente e para todo o sempre devenida (38b).

Em primeiro lugar, devemos observar que os arquétipos não foram criados pelo demiurgo, o que implica, de certa forma, que eles são eternos, posto que também não teriam fim, como dito anteriormente. Isso os exclui do conjunto da realidade temporal; logo, o argumento determina que o demiurgo toma como modelo algo que está fora da realidade temporal, para produzir o devir que é essencialmente temporal. Pode-se deduzir disso que devir e tempo são simultâneos, como apresentado no trecho acima, já que o ser do devir, apto a se mover e a se transformar, é afeito ao tempo. Essa ideia é ancorada na noção de semelhança, como prerrogativa de que o mundo é uma imitação dos arquétipos, porém sem jamais alcançar o nível de realidade dos mesmos (37d). Há uma verossimilhança entre modelo e cópia, isto é, entre os arquétipos e o devir. Logo, o devir é simultaneamente semelhante e dessemelhante ao paradigma. Sendo assim, o *Timeu* lança mão de uma intrigante definição do tempo como “uma imagem móvel da eternidade” (*eiko kineton tina aionos*). Em seguida, esta-

belece que o tempo é uma progressão móvel, cuja ordem é numérica. Ou seja, temos três aspectos essenciais do tempo: ele é móvel, imita a eternidade e pode ser explicado matematicamente. Por isso, a ideia de que o tempo é um *eikôn*, uma imagem no sentido de representação; o que transmite também a possibilidade de se pensar em dimensões distintas do próprio tempo, umas mais próximas do modelo, logo mais afeitas à eternidade; assim como haveriam as mais distantes, menos próximas ao eterno.

Seguindo isso, poderíamos apontar, no *Timeu*, uma sutileza em configurar três perspectivas distintas da temporalidade: a primeira seria uma extra-temporalidade, posto que imóvel, não deveniente e eterna, típica dos arquétipos; a segunda seria a temporalidade ilimitada do devir, que é móvel, deveniente, imortal sendo, de certo modo, infinita; por fim, uma terceira temporalidade, limitada por razões físico-biológicas, que é característica do seres vivos mortais, que são móveis, devenientes, mortais e finitos. Nesse caso, a limitação dos seres vivos mortais é resultado de suas combinações físicas, na medida em que elas permitem a desagregação, oriunda das doenças, isto é, há uma confluência dos organismos vivos biológicos para o envelhecimento e o adoecimento, posto que são afeitos a funções fisiológicas específicas, não autônomas, envolvendo uma confluência entre externo e interno, cujo exemplo mais simples é a alimentação.

4 Conclusão

Gostaríamos de mostrar, para concluir, que desde a explicação do princípio da constituição dos corpos (73b-77c), a ideia de que todas as partes e membros (*mere kai mele*) do ser vivo mortal estão misturadas (*sympephykota*), de forma natural (77a-b), leva-nos a uma ideia dos limites dos corpos dos seres vivos mortais, seres humanos, demais animais e plantas. Em 77b, a narrativa estabelece que os seres vivos mortais possuem, em geral, uma alma que está situada na medula (*myelos*), cuja função seria semelhante a de uma raiz¹⁶, representando certo aprisionamento dos “liames da vida” (*oi tou biou desmoi*), na medida em que a vida biológica é vista como um fato da “união entre corpo e alma” (*tes psyches toi somati syndoumenes*). A medula se origina de uma mistura (73b-c) dos quatro elementos, semelhante a uma mistura de sementes, porém sempre lembrando o caráter geométrico deles. É nessa perspectiva que se explica o formato circular da cabeça (73d), na medida em que o encéfalo, recebe a “semente divina”, que seria uma espécie de alma racional, apta para o pensamento, enquanto as demais estariam vazias (75a). Como se vê em 73b-c, a presença dos gêneros distintos de alma na medula, sendo que um deles tem que se comportar como uma esfera, semelhante ao ser vivo imortal, estabelecem-se como figuras equivalentes, em forma de círculos, cujo sentido reconfirma a consonância entre cósmico e biológico, contudo sempre mostrando as limitações do segundo frente ao primeiro.

16 O campo botânico aparece aqui como concebido para uma metáfora interessante para a definição da vida biológica e para sua temporalidade (77b). Disso resulta que a metáfora botânica serve de guia para a sequência da análise, como se observa a partir desse trecho.

Referências

ARISTÓTELES. *Física I-II*. Trad. Lucas Angioni. Campinas: Editora da Unicamp, 2009.

ARISTÓTELES. *Metafísica*. Trad. Tomás Calvo Martínez. Madrid: Editorial Gre-dos, 1994.

ASIMOV, I. *A short history of biology*. New York: The Natural History Press, 1964.

BRISSON, L. Cosmologia. In: CORNELI, G. & LOPES, R. *Platão*. São Paulo: Pau-lus, 2018, p. 231-255.

CARONE, G. R. *A cosmologia de Platão e suas dimensões éticas*. Trad. Edson Bini. São Paulo: Loyola, 2008.

DARWIN, C. *A origem das espécies por meio da seleção natural*. Trad. de Pedro Pau-lo Pimenta. São Paulo: Ubu Editora, 2018a, p. 37-597.

DARWIN, C. Esboços. In: DARWIN, C. *A origem das espécies por meio da seleção natural*. Trad. de Pedro Paulo Pimenta. São Paulo: Ubu Editora, 2018b, p. 713-26.

DAWKINS, R. *Deus, um delírio*. Trad. Fernanda Ravagnani. São Paulo: Compa-nhia das Letras, 2007.

FREELAND, C. O papel da cosmologia na filosofia de Platão. In: BENSON, H. H. *Platão*. Trad. Marco Antonio de Ávila Zingano. Porto Alegre: Artmed, 2011, p. 191-204.

KAHN, C. H. *Platão e o diálogo pós-socrático: o retorno à filosofia da natureza*. Trad. Dennys Garcia Xavier. São Paulo: Loyola, 2018.

KITTS, D. B. Plato on kinds of animals. *Biology and Philosophy*. Norwell, Vol. 2, p. 315-28, 1987.

LLOYD, G. E. R. Plato as a Natural Scientist. *The Journal of Hellenic Studies*, Londres, Vol. 88, 1968, p. 78-92.

MAYR, E. *Desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Trad. Ivo Martinazzo. Brasília: Universidade de Brasília, 1998.

MINOIS, G. *História do ateísmo: os descrentes no mundo ocidental, das origens aos nossos dias*. Trad. Flávia Nascimento Falleiros. São Paulo: Editora Unesp, 2014.

MOLEDO, L. & MAGNANI, E. *Dez teorias que comoveram o mundo*. Trad. Márcia Aguiar Coelho. Campinas: UNICAMP, 2009.

PELAVSKI, A. Physiology in Plato's 'Timaeus': irrigation, digestion and respiration. *Proceedings of the Cambridge Philological Society*, Vol. 60, p. 61-74, 2014.

PLATÃO. *Timeu*. trad. Rodolfo Lopes. São Paulo: Annablume, 2012, p. 69-211.

PLATO. *Platonis Opera*. Ed. John Burnet. Oxford: Clarendon Press, v. 4, 1902.

PIMENTA, P. P. Apresentação: o grande livro de Charles Darwin. In: DARWIN, C. *A origem das espécies por meio da seleção natural*. Trad. de Pedro Paulo Pimenta. São Paulo: Ubu Editora, 2018a, p. 9-36.

SANTOS, J. T. *Para ler Platão III: alma, cidade e cosmo*. São Paulo: Loyola, 2009.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



NATUREZA E FUNÇÕES DA ALMA SEGUNDO JOÃO BURIDAN

Roberta Miquelanti

Doutora em Filosofia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Professora da Universidade Federal da Bahia (UFBA)

rmiquelanti@ufba.br

Resumo

Neste artigo, discutiremos como o filósofo medieval João Buridan (séc. XIV) aborda a natureza e funções da alma. Primeiramente, discutiremos como Buridan classifica o estudo da alma enquanto ciência, passando, em seguida, para a análise da alma humana e suas funções. Buridan adota uma teoria particular acerca da alma, que tenta conciliar as tradições aristotélica e médica. Isso inclui uma abordagem funcionalista da alma e uma reinterpretação da tradição aristotélica principalmente com relação à noção de sentido interno, o qual é abordado também em uma perspectiva fisiológica, com a discussão da sua localização no corpo humano e sua função no processo de percepção.

Palavras-chave: Buridan. Filosofia natural. Alma. Percepção. *Species*.

Abstract

In this paper, we will discuss how the medieval philosopher John Buridan (14th century) approaches the nature and functions of the soul. First, we will discuss how Buridan classifies the study of the soul as a science, and then, we will discuss his analysis of the human soul. Buridan developed a theory about the soul, which tries to reconcile Aristotelian and medical traditions. This includes a functionalist approach to the soul and a reinterpretation of the Aristotelian tradition mainly in relation to the notion of internal sense, which is also approached from a physiological perspective, discussing its location in the human body and its role in the perception process.

Keywords: Buridan. Natural philosophy. Soul. Perception. *Species*.

Introdução

Desde o nascimento da biologia como disciplina científica, biologia e filosofia são consideradas como domínios de estudo distintos, com objetos de estudo distintos. Esse afastamento vem sendo superado por um dos ramos relativa-

mente recentes de estudo da filosofia: a filosofia da biologia. No entanto, nem sempre os objetos estudados por essas duas disciplinas estiveram separados. Temas que se relacionam diretamente com a biologia, como a vida e a natureza, foram objeto de estudo da filosofia desde o seu início. Na Idade Média, esses temas englobavam o estudo da chamada ciência natural (*scientia naturalis*) ou da chamada filosofia natural (*philosophia naturalis*).

No período medieval, esse estudo é composto por diversas fontes, que vão de Aristóteles a Galeno, passando pela contribuição dos árabes. Neste estudo, iremos abordar as considerações acerca da natureza humana apresentadas nas *Questões ao tratado Da alma de Aristóteles*, de João Buridan (séc. XIV), em especial, sobre a natureza da alma e suas funções. Os medievais seguem Aristóteles ao definir a alma como o princípio do movimento dos seres vivos. Mas o estudo da alma desperta questões que vão além da sua natureza e suas funções, como sua relação com o corpo e seu papel na aquisição do conhecimento, de forma que seu estudo envolve discussões não só de caráter psicológico, mas também metafísico e epistemológico, possuindo, assim, natureza interdisciplinar. Nesse sentido, discutiremos primeiramente como Buridan classifica o estudo da alma enquanto ciência, passando, em seguida, para a análise da alma humana. Buridan adota uma teoria particular acerca da alma, que tenta conciliar as tradições aristotélica e médica. Isso inclui uma abordagem funcionalista da alma e uma reinterpretação da tradição aristotélica, principalmente com relação à noção de sentido interno, o qual é abordado também em uma perspectiva fisi-

ológica, discutindo a localização do sentido interno no corpo humano e sua função no processo de percepção.

1 O estudo da alma enquanto ciência

Já na primeira questão do livro I das *Questões ao tratado Da Alma de Aristóteles (QDA)*, Buridan questiona qual seria o objeto próprio do tratado: a alma, o termo “alma”, o corpo animado, outra coisa ou nada. A questão sobre o objeto próprio da ciência e da divisão e organização das disciplinas ocupa um espaço central no debate medieval, impulsionado principalmente pela chegada dos *Segundos Analíticos*, de Aristóteles, que propõe um modelo científico baseado em critérios de necessidade e de demonstração dedutiva. A questão que se enfrenta é sobre as próprias fronteiras do estudo da alma: esse é, de fato, um estudo que concerne à própria filosofia da natureza, à metafísica ou à psicologia? Em que medida o estudo da alma oferecido no *De anima* se diferencia dos demais tratados da filosofia natural?

A resposta tradicional a essa questão considera que o objeto próprio ao *De anima* seria o estudo do corpo animado, das suas operações e das propriedades atribuídas ao composto de corpo e alma. Mas Buridan considera que o objeto de estudo do tratado é o termo “alma”:

Logo se deve responder que é a alma, isto é, o termo ‘alma’, que deve ser posto como sujeito próprio dessa ciência, pois nesta ciência ele é considerado em primeiro lugar e principalmente, e nada é dito se refe-

rir a essa ciência se não for uma atribuição em relação a esse termo (QDA, I, 1, tradução nossa)¹.

O que diferencia esse estudo é, então, a maneira como a alma é tomada em consideração — no *De Anima*, a alma é considerada segundo sua definição nominal, e não real ou quiditativa:

[...] devemos notar que a alma não é considerada aqui segundo a sua simples definição quiditativa, pois isso seria uma consideração metafísica, mas em relação ao corpo e suas operações. Contudo, ela é considerada segundo os predicados que lhe são atribuídos, e não em relação ao corpo, nem ao composto (QDA, I, 1, tradução nossa)².

O estudo da definição real da alma, que discute questões como a separação entre alma e corpo, são objetos da metafísica. A análise da alma nas QDA também difere daquele que visa entender as operações da alma enquanto operações de um corpo animado:

[...] deve-se notar, segundo nosso propósito, uma diferença entre essa ciência <do *De Anima*> e a ciência dos *Parva Naturalia*: naquela ciência, consideramos a alma segundo ela mesma, assim como suas potências e operações, sob a razão segundo a qual elas ocorrem do lado da alma e dos objetos na medida em que se produzem nesta alma. Assim, se qualquer coisa é dita aqui das complexões do corpo animado, é somente de maneira incidente. Mas nos *Parva Naturalia*, tratamos das propriedades e operações comuns aos seres animados compostos de alma e corpo na sua totalidade, e daquilo que é requisitado pelo corpo

1 “Alors, il faut manifestement répondre à la question que l’âme, c’est-à-dire le terme « âme », doit être posé comme le sujet propre dans cette science puisque dans cette science celui-ci est considéré en premier et principalement, et que rien n’est dit concerner le mode de considération de cette science si ce n’est selon une attribution à ce terme” (BURIDAN, 2019, p. 88).

2 “[...] qu’ici l’âme n’est pas considéré selon sa simple raison quiditative, puisque ce serait une considération métaphysique, mais en relation au corps et à ses opérations. Cependant, elle est considérée quant aux prédicats qui lui sont attribués, et non au corps ni au composé” (BURIDAN, 2019, p. 91; trad. de J. Biard). Ver também QDA, II, 3.

para as operações e propriedade desse tipo (QDA, I, 1, tradução nossa)³.

Assim, na visão de Buridan, mesmo que algumas operações realizadas pela alma necessitem do corpo, o *De anima* trata apenas da alma e suas disposições. Como explica Joël Biard,

Trata-se de uma divisão no seio da filosofia natural. Podemos levar em consideração seja as propriedades e predicados atribuíveis à alma nela mesma (*secundum se*), seja aquelas que lhe convêm em tanto que ela é unida ao corpo. [...] Não se trata então mais de dois domínios de objetos separados do que de duas “razões” ou pontos de vista conceituais diferentes sobre as mesmas coisas [...] (BIARD, 2019, p. 17-8, tradução nossa)⁴.

Parte da compreensão da abordagem da alma nas QDA depende da compreensão de como Buridan entende a ciência. A ciência aqui não é equivalente ao seu sentido contemporâneo. Para Buridan, a ciência (*scientia*) é um *habitus* ou uma disposição mental adquirida de uma proposição por demonstração⁵. Essa caracterização da ciência, herdada do modelo científico dos *Segundos Analíticos*,

3 “[...] il faut noter, pour notre propos, une différence entre cette science et la science des Petits livres naturels : dans cette science-ci, on ne considère que l’âme selon elle-même, ainsi que ses puissances et opérations, sous la raison selon laquelle elles se tiennent du côté de l’âme et des objets pour autant qu’ils s’agissent en cette âme. Ainsi, si quelque chose est dit ici des complexions de corps animés, c’est seulement de façon incidente. Mais dans les Petits livres naturels, on traite des propriétés et opérations communes aux êtres animés qui relèvent du composé d’âme et de corps pour les opérations et propriétés de cette sorte” (BURIDAN, 2019, p. 87-8; trad. de J. Biard).

4 “Il s’agit bien d’une division au sein de la philosophie naturelle. On peut prendre en considération soit les propriétés et prédicats attribuables à l’âme en elle-même (*secundum se*), soit celle que lui conviennent en tant qu’elle est unie au corps. [...] Il ne s’agit donc pas tant des deux domaines d’objets séparés que de deux « raisons » ou points de vue conceptuels différents sur les mêmes choses [...]” (BIARD, 2019, p. 17-8).

5 “Notandum est faciliter quod scientia proprie dicta, quae vocatur demonstrativa, est habitus conclusionis per demonstrationem vel demonstrationes acquisitus” (BURIDANUS, *Questiones super octo libros Aristotelis Physicorum (secundum ultimam lecturam)*, I, 1, p. 9).

destaca que ela é um tipo de conhecimento por demonstração, baseado em critérios de necessidade e de demonstração dedutiva, o que permite diferenciá-la da opinião e da fé.

No *De Generatione et Corruptione*, Buridan apresenta pelo menos três sentidos segundos os quais podemos tomar o termo ciência (*scientia*). O primeiro é o sentido lógico, segundo o qual ciência se refere à conclusão demonstrada ou demonstrável. O segundo sentido é aquele segundo o qual ciência significa os termos a partir dos quais a conclusão demonstrada é composta. Um terceiro sentido considera que ciência significa as coisas significadas pelos termos da conclusão demonstrada⁶. Buridan acrescenta que é de acordo com este último sentido que a ciência fala de todas as coisas, enquanto do primeiro e do segundo modo não temos ciência a não ser da proposição e dos termos significados. A ciência relativa aos dois primeiros modos é a ciência que pode ser considerada enquanto uma proposição presente na mente como *habitus*, enquanto o último sentido exige que a proposição seja tratada como ato, modo que exige que uma proposição seja formada e demonstrada, de forma que podemos dar a ela nosso assentimento.

Nesse sentido, o objeto do *De Anima* é propriamente o termo “alma”, ao qual atribuímos certos atributos. Essa abordagem está de acordo com o aparato de análise conceitual lógico e nominalista que guia a obra buridaniana.

6 Sobre uma discussão mais detalhada sobre os sentidos de ciência em Buridan, remetemos ao excelente estudo de Biard (2012).

2 A alma como princípio de vida

Seguindo a tradição aristotélica fundada no *De Anima*, Buridan define um ser animado como substancialmente composto de corpo e alma. Interessa a Buridan estabelecer como ocorre no homem a relação corpo/alma relativamente às noções de matéria e forma, potência e ato. Duas opções aparecem inicialmente: o corpo como ato e forma da alma, ou a alma como ato e forma do corpo. Buridan assume essa segunda posição, entendendo por “ato” um ato primeiro e substancial, por meio do qual uma substância subsiste e é uma coisa particular (BIARD, 2019, p. 24). A alma, enquanto é dita ato primeiro, também é o princípio explicativo de todas as outras partes e funções do corpo. Isso não é válido somente no caso dos homens, mas também das plantas e animais. Buridan adota a tese da unicidade da alma, recusando teorias que defendem uma pluralidade de formas substanciais. A alma é considerada como uma forma única, comportando diferentes funções: vegetativa, sensitiva e intelectiva (cf. *QDA*, II; III, 17).

A tese da unidade da alma é apresentada de duas maneiras. Primeiramente, Buridan argumenta a favor da ideia de alma como forma, que não pode ser distinguida em diferentes partes. Um dos argumentos apresentados diz respeito às plantas, capazes de se regenerar a partir de qualquer uma de suas partes. Num segundo momento, é apresentada a tese da não distinção entre alma vegetativa e alma sensitiva nos animais (*QDA*, II, 4; 7).

Sendo a alma tomada como uma unidade, as diferenças com relação às diversas operações que ela exerce são consideradas apenas como uma diferença de razão⁷:

Segundo um sentido impróprio, consideramos que no homem há diversas potências da alma, no sentido em que a alma pode exercer diferentes operações, e que, segundo diferentes razões, representativas dessas operações, lhe é atribuída nomes diversos que dizemos diferir segundo a razão. Assim, dizemos que o intelecto, o sensitivo e o vegetativo diferem segundo a razão, pois esses nomes significam a mesma coisa segundo diferentes razões (QDA, II, 5, tradução nossa)⁸.

Assim, Buridan transfere para a filosofia natural elementos da sua teoria lógico-terminista: a diferença entre as potências da alma é apenas de ordem nominal. Os órgãos pelos quais a alma realiza as diferentes operações são distinguidos através de uma classificação instrumental, segundo sua função e seus objetos. Assim, a alma é dita “potência central”, enquanto os órgãos são as “potências instrumentais” (BIARD, 2019, p. 28, 196).

3 O sentido interno

Buridan se questiona sobre a existência, além dos órgãos responsáveis pelos sentidos externos (visão, audição, olfato, paladar e tato), de um sentido in-

⁷ Cf. Biard (2019, p. 28).

⁸ “Mais selon un sens impropre, nous concédons qu’il y a en l’homme de nombreuses puissances de l’âme, au sens où l’âme peut exercer de nombreuses opérations différentes ; et selon des raisons diverses et représentatives de ces opérations, lui sont attribués différents noms, que nous disons différer selon la raison” (BURIDAN, 2019, p. 194-5, trad. de J. Biard).

terno comum (*sensus communis*), responsável pela coordenação das impressões recebidas pelos diferentes sentidos externos. Buridan adota uma posição particular em relação à tradição quanto a esse ponto. A ideia de um sentido comum é característica da tradição árabe, especialmente em Avicena, que classifica os sentidos internos em cinco: sentido comum, imaginação formativa/imaginação retentiva, estimação (animais) ou cogitativa (homens), memória e intelecto. Essa classificação é adotada pela maioria dos filósofos no séc. XIII, como Alberto Magno e Tomás de Aquino. Já Buridan parece aplicar a abordagem funcionalista da alma adotada acima também a esse ponto, negando, assim, a multiplicidade de sentidos internos.

Buridan considera por “órgão do sentido comum” o membro ou órgão no qual se formam os pensamentos de todas as coisas percebidas pelos sentidos externos e suas sensações⁹. Primeiramente, Buridan se questiona sobre a necessidade da postulação de um sentido interno. O filósofo apresenta quatro razões principais para haver uma faculdade interna: [1] explicar nossa consciência das percepções, já que os sentidos externos não percebem seus próprios atos; [2] explicar nossa capacidade de conservar percepções ou julgar coisas mesmo quando as mesmas não estão presentes; [3] explicar nossa capacidade de sonhar; [4] como compomos ou dividimos as percepções em nossos julgamentos (cf. BURIDAN, 2019, p. 447-53 [QDA, II, 22]).

⁹ “Il faut noter que ‘par organe du sens commun’ j’entends ce membre ou organe dans lequel, à titre de sujet, se forment les pensées de toutes les choses senties par les sens externes et leurs sensation” (BURIDAN, 2019, p. 475-6, trad. de J. Biard [QDA, II, 24]).

Buridan também discute sobre a localização desse sentido comum. A tradição aristotélica defende o coração como centro das operações vitais, enquanto a tradição médica elege o cérebro como responsável pela sensação, atribuindo também papéis a outros órgãos, como coração e fígado (BENEDUCE, 2017, p. 58-9). Buridan apresenta uma visão particular nesse campo, que tenta integrar essas tradições, elaborando uma visão conciliatória sobre a localização do sentido comum. Por um lado, o sentido comum está localizado primariamente no coração, visto que é o órgão primordial. Mas, por outro, ele também está no cérebro, pois este também concorre no processo da sensação.

Buridan segue Aristóteles ao considerar que o órgão responsável pelo sentido comum é o coração, nos animais que têm coração, ou um órgão similar em outros animais. Buridan apresenta uma série de exemplos que justificam essa localização: se alguém se machuca gravemente, ou é picado por um animal, sente a dor que se produz até o coração, e não no cérebro; também é o coração o afetado pela representação de algo assustador; as afecções ou apetites sensitivos também parecem provir do coração. Buridan acrescenta um argumento de caráter fisiológico: a primeira parte formada no embrião, antes de todos os outros órgãos, é o coração. O coração é tomado, então, como princípio da vida e de todos os outros órgãos e funções (princípio do sentido, do movimento, da nutrição e de outras operações), e isso não só para os homens, mas para todos os animais que possuem coração. O coração é também considerado o último órgão a morrer. Com isso, Buridan não parece querer dizer que todas as

sensações ocorram propriamente no coração, mas que ele é o princípio geral a partir do qual os outros órgãos são impulsionados.

Buridan rejeita a visão medical segundo a qual o cérebro seria o órgão responsável pelo sentido comum, mas atribui ao cérebro uma função no processo cognitivo. Ele considera que o cérebro concorre, seja passivamente, seja ativamente, na produção de uma sensação no sentido comum. Buridan fornece mais uma vez argumentos de ordem fisiológica: se o cérebro sofrer uma lesão em sua parte anterior, a sensação de outros sentidos é impedida, e os homens sofrendo dessa enfermidade se tornam frenéticos ou dementes; a compressão das veias do pescoço impede a pessoa de sentir as partes inferiores, o que só pode ser explicado pela obstrução do caminho entre o cérebro e o coração; médicos administram remédios que, ao atuarem no cérebro, podem induzir o paciente ao sono e ao estado de consciência (cf. BURIDAN, 2019, p. 480-1 [QDA, II, 24]).

A explicação de nossa função representativa é dada através da conexão entre os dois órgãos: todos os nervos sensitivos ligados aos sentidos externos se conectam na primeira parte do cérebro, lugar ao qual são transmitidas e reunidas todas as imagens de sensíveis exteriores dadas pelos sentidos externos, mas não há produção de sensação nem julgamento sem que essas imagens sejam transmitidas ao coração, no qual a sensação é produzida (cf. BURIDAN, 2019, p. 482 [QDA, II, 24]). A essas considerações, o filósofo acrescenta a explicação do coração como causa de calor e do cérebro como causa de resfriamento, retomando Aristóteles no livro *Do sono e da vigília*. Por exemplo, o fato de que no sonho

os órgãos dos sentidos se tornem impotentes é explicado pelo fato de que o caminho coração-cérebro é obstruído pelo resfriamento do cérebro.

Ao tratar do conhecimento, Buridan considera que a alma é tanto uma potência ativa como passiva, sensitiva como intelectual. No caso do sentido interno, Buridan considera que ele é uma faculdade cognitiva sensitiva, que não seria exclusiva dos homens, mas que também está presente em alguns animais¹⁰. Também vimos que Buridan se recusa a distinguir entre uma multiplicidade de sentidos internos. Apesar disso, o filósofo parece aceitar que, além do sentido interno comum, que agrupa as sensações recebidas pelos sentidos externos, podemos encontrar outra faculdade cognitiva interna, a memória, que Buridan localiza no cérebro e que é responsável tanto pela conservação de imagens e intenções como por atividades como a fantasia, a rememoração e os sonhos (QDA, II, 23). Buridan claramente atribui aos animais a capacidade de formar fantasmas mesmo quando os objetos estão ausentes ou de sonhar (QDA, II, 22).

Buridan considera que uma das funções de sentido comum seria apreender os sensíveis próprios a cada um dos sentidos externos e seus atos. Com essa consideração, ele também admite uma diferença entre aquilo que é apreendido no sentido comum e as próprias sensações apreendidas por cada um dos sentidos externos (QDA, II, 17). Essa parece ser uma das razões que levam Buridan a recorrer à postulação das chamadas *species* na explicação do processo de repre-

10 “[...] *cette faculté cognitive interne est un sens ou une faculté sensitive, puisque nous posons que toute faculté cognitive est un sens ou un intellect. Or, une telle faculté, dont il a été question dans la conclusion précédente, se trouve dans les bêtes, qui ne possèdent pas d’intellect. Car un chien, comme il a été dit, établit une convenance et une différence entre ce qu’il voit et ce qu’il entend. Et on constate aussi qu’il arrive aux bêtes de rêver et dans le sommeil, parfois, de bouger leurs membres ou de crier*” (BURIDAN, 2019, p. 450-1 [QDA, II, 22]).

sentação no sentido interno das sensações captadas pelos órgãos dos sentidos externos. Quanto a esse ponto, Buridan adota uma posição que o diferencia dos nominalistas de sua época, como Guilherme de Ockham, que defende o conhecimento direto e imediato dos objetos do mundo pelo chamado conhecimento intuitivo. Buridan considera que o intelecto é desprovido de qualquer imagem ou intelecção antes de inteligir, de forma que as *species* funcionariam como intermediários no processo de conhecimento entre o objeto e o ato de intelecção desse objeto:

Ora, denomino aqui *specie* inteligível aquela que, por meio do sentido, está no órgão da fantasia ou cogitativo, ou no intelecto, e sem a qual o intelecto não pode inteligir pela primeira vez as coisas sentidas ou imaginadas (como o sentido externo não pode sentir sem a imagem causada pelo objeto no órgão do sentido). [...] Mas o que é esta *specie* inteligível? [...] E consideramos que a *specie* desse tipo não é nem um *habitus* intelectual, nem um ato de intelecção, mas é um ato ou uma disposição proveniente do sensível por meio dos sentidos, exigida pelo espírito, ou necessária à formação da primeira intelecção, isto é, àquela que podemos formar sem que ela tenha origem em outra intelecção. [...] Com efeito, sem a *specie* sensível causada pelo objeto no órgão dos sentidos, o sentido externo não pode formar a sensação, assim como o intelecto não pode formar uma intelecção sem o referido fantasma. Assim, fica claro o que seja essa *specie* inteligível, que determina imediatamente o intelecto; e que ela seja recebida subjetivamente: no composto de alma e corpo da faculdade cogitativa. (QDA, III, 15, tradução nossa)¹¹.

11 *“Voco autem hic speciem intelligibilem quae mediante sensu sit in organo phantasiae vel cogitative, vel in intellectu, sine qua intellectus non potest primo intelligere res sensatas vel phantasiatas (sicut sensus exterior non potest sentire sine specie causata ab obiecto in organo illius sensus) [...] quae res sit illa species intelligibilis [...] et ponamus quod huiusmodi species nec est habitus intellectualis nec actualis intellectio, sed quod sit actus vel dispositio proveniens a sensibili mediante sensu, requisitus vel requisita in mente, et necessaria ad formationem primam intellectionis [...] Nam sicut sine specie sensibili causata ab obiecto in organo sensus non potest sensus exterior formare sensationem, sicut nec intellectus sine praedicto phantasmate intellectionem. Sic ergo etiam patet quid est illa species intelligibilis in mente deserviens intellectum, et in quo subjective recipitur quia : in composito ex ani-*

As *species* seriam, assim, uma “imagem da coisa inteligida”, que não é causada nem produzida pelo próprio intelecto. Buridan se utiliza ainda da analogia instrumental: a alma utiliza as *species* no órgão interno como seu instrumento para receber as qualidades das coisas exteriores.

Contudo, a postulação dessas entidades parece inserir um problema importante no seio da teoria buridaniana: Buridan é um nominalista, e, como tal, está comprometido com a existência de indivíduos particulares concretos, logo, que *status* ontológico teriam as *species* nesta teoria? Como vimos, Buridan não identifica as *species* com a própria qualidade sensível das coisas que representam e nem com a própria sensação produzida no sujeito. Existe uma diferença entre a recepção da qualidade sensível através de um órgão externo e o ato da alma que produz a sensação relacionada ao objeto percebido. Mas o processo de recepção e transmissão das *species* sensíveis parece ser tomado como um processo passivo, e, mesmo, físico, por Buridan.

A transmissão das *species* como um processo físico e biológico pode ser inferida a partir das indicações anatômicas de onde ocorre esse processo: Buridan indica que é através do nervo sensitivo que as *species* dos objetos percebidos são levadas até o coração (QDA, II, 24)¹², e fala também de uma parte anteri-

ma et corpore virtutis cogitativae” (BURIDAN, 1989, p. 164, 168-9, edição de Zupko).

12 “Il me semble donc que tous les nerfs sensibles de tous les sens externes sont répandus dans tout le corps et se rassemblent dans le cerveau, dans la première partie du cerveau, comme on le dira ensuite, et toutes les images des sensibles extérieurs sont transmises et rassemblées dans ce lieu par les organes des sens externes. Cependant ici ne se produit pas de sensation comme dans un sujet, ni de jugement, mais de ce lieu du cerveau il y a un chemin vers le coeur par lequel ces images sont de nouveau transmises au coeur, dans lequel l’âme, par ces images, produit les sensations des sensibles dont ces images sont représentatives [...] si la première partie du cerveau est blessée ou malade, la sensation par le sens commun est empêchée, ou parce que l’image sensible ne peut pas parvenir au coeur ou par-

or do cérebro onde essas *species* são agregadas, o chamado órgão imaginativo¹³, e de um órgão na parte posterior da cabeça, na qual essas *species* são conservadas, o chamado órgão da fantasia¹⁴ ou memória¹⁵. O processo de transmissão das *species* envolveria então: (1) o transporte das *species* do coração ao órgão “reservativo”; (2) a retransmissão das *species* ao coração de modo que este ative o processo de memória, reconhecendo as coisas representadas por estas *species*¹⁶,

17.

ce que elle ne peut être transmise par cette partie du cerveau que de façon dispersée et desordenée.” (BURIDAN, 2019, p. 482-3 [QDA, II, 24]).

13 *“Et certains appellent cet organe dont nous avons parlé, dans la partie antérieure de la tête, l’organe de l’imaginative puisque ici se trouve l’agrégation commune des images sensibles, qui sont appelés par certains ‘imaginationes’ des sensibles, puisqu’elles en sont représentatives.”* (BURIDAN, 2019, p. 485 [QDA, II, 24]).

14 Buridan nota que esses termos são utilizados de maneira equívoca. Por exemplo, “fantasia” é utilizado ora para se referir ao sentido comum, ora à memória.

15 *“Un troisième organe se trouve dans la partie postérieure de la tête. Et le chemin du coeur vers cet organe est différent de celui qui va vers l’organe précédent, qui se trouvait dans la partie antérieure de la tête. Et par ce chemin sont transmis depuis de coeur toutes les images ou intentions des sensations produites dans le coeur. Et c’est ici qu’elles sont conservées quand la sensation a cessé dans le coeur. Et alors les sensations qui y sont conservées sont destinées à être retransmises vers le coeur, afin que le coeur appréhende grâce à elles les choses dont elles sont les représentations. Et ainsi se produisent en nous des apparitions alors que nous ne sentons rien par les sens externes. Et cet organe est parfois appelé fantasia ou mémoire, comme il a été dit dans une autre question.”* (BURIDAN, 2019, p. 486 [QDA, II, 24]).

16 *“Therefore, the functions of this ‘passage’ are also twofold: (1) to transport the species from the heart to that ‘reservative’ organ, allowing the conservation of the species themselves; (2) to bring back these species to the heart so as to enable the heart to activate the process of memory, by recognizing those things of which the species are representations. second ‘passage’ is twofold: it allows human beings to form phantasms when (a) they are not anymore in the presence of the objects that they have previously perceived (by the act of ‘bringing back to memory’), or (b) they have their external senses temporarily unused (like during sleep, when the act of sensing occurs in the case of dreams).”* (BENEDUCE, 2017, p. 72-3).

17 Sobre a localização física do processo de percepção, Klima (2017, p. 166) faz a seguinte observação: *“To be sure, even if Buridan’s anatomical guesses about the precise location of conscious sensory experience may be totally mistaken, this mere factual error leaves his conceptual, philosophical point totally intact, namely, that conscious sensory experience can be something absolutely physical*

Klima (2017, p. 161) defende que a relação entre as *species* e as qualidades que elas representam seria de similaridade representativa, sem envolver uma similaridade qualitativa ou essencial¹⁸, e, em seguida, defende que as *species sensibiles* não seriam nada mais do que portadores de informação do sujeito do qual dizem respeito, motivo pelo qual também foram entendidas como “intenções”. Buridan desenvolve esse ponto na questão 22 do livro II:

Nós denominamos frequentemente as intenções ‘*species sensíveis*’ (*species sensibiles*), pois elas representam os sensíveis exteriores. Contudo, para distinguir entre aquelas e as *species sensíveis* que são recebidas pelos sentidos internos, muitos filósofos antigos denominaram-na ‘intenções’ (*intentiones*). Entre estas e aquelas existe uma grande e notável diferença. Com efeito, a imagem de uma cor ou luz requer o transparente no sujeito no qual ela é recebida, o que não requer a intenção transmitida pelo sentido comum. E da mesma maneira as imagens acústicas e imagens olfativas requerem determinadas disposições diferentes, que as intenções não requerem (*QDA*, II, 22, trad. nossa)¹⁹.

Mesmo que em alguns momentos Buridan utilize os termos *species* e *intentiones* de forma intercambiável, ele os distingue, como no trecho acima. Assim, a interpretação das *species sensibiles* como *intentio* deve ser analisada em

or physiological without any sort of conceptual puzzles about qualia, other people’s minds, or a post-Cartesian ‘mind-body problem’.”

18 “Thus, Buridan would clearly understand the similarity between species and the qualities they represent as mere representative similarity, without any essential or qualitative similarity” (KLIMA, 2017, p. 161).

19 “Nous appellons souvent les intentions des « images sensibles » parce qu’elles représentent les sensibles extérieurs. Cependant, pour faire la différence entre elles et les images des sensibles que sont reçues dans les sens externes, beaucoup parmi les philosophes antiques les ont appelées « intentions ». Entre celles-ci et celles-là en effet il y a une grande et notable différence. En effet, l’image de la couleur ou de la lumière requiert la diaphanéité dans le sujet dans lequel elle est reçue, que ne requiert pas l’intention transmise dans le sens commun. Et de même les images acoustiques et les images olfactives requièrent diverses dispositions déterminées dans ce en quoi elles sont reçues, que ne requièrent pas ces intentions” (BURIDAN, 2019, p. 452, trad. de J. Biard).

maior detalhe. Mesmo se nas *QDA* Buridan faz um uso menos rigoroso de intenção, as *specie sensibiles* são descritas como imagens representativas dos sensíveis e das sensações, que são produzidas no sujeito a partir das sensações mesmas e sem requerer algum tipo de conhecimento anterior²⁰ (*QDA*, II, 22). Assim, enquanto a recepção das *specie sensibiles* exige um órgão da sensação, a percepção do objeto exige um ato de produção da intenção pela alma sensitiva:

[...] a luz e a cor não são suficientes para produzir suas imagens, se não estiverem em um sujeito transparente, e é necessário que as intenções de natureza completamente diferente das imagens produzidas nos olhos, sejam transmitidas em seguida ao órgão do senso comum por uma via não transparente nem iluminada, e que para produzir essas intenções é necessária uma primeira ação da alma sensitiva, e mesmo uma visão atual da qual essas intenções são representativas. É então necessário que uma primeira visão desse tipo seja produzida no olho e não no sentido comum (*QDA*, II, 25, trad. nossa)²¹.

A alma teria, então, um papel passivo na recepção das espécies sensíveis, que é descrito como um processo meramente físico, e apenas, num segundo momento, teria um papel ativo na produção da percepção (cf. *QDA*, II, 9). Assim, a postulação das espécies sensíveis parece ser, sobretudo, um passo necessário

20 “Mais de nouveau, ces images sensibles ne sont représentatives que des sensibles extérieurs. Or ces intentions représentent non seulement les sensibles mais aussi bien leurs sensations elles-mêmes. Et ces images sont produites dans leurs sujets sans connaissance préalable ; mais ces intentions sont produites à partir de ces sensations elles-mêmes comme les images à partir de ces objets extérieurs, et c’est pour cela qu’elles représentent ces sensations” (BURIDAN, 2019, p. 452 [*QDA*, II, 22] (trad. de J. Biard).

21 “[...] que la lumière et la couleur ne suffisent pas pour produire leurs images, si ce n’est pas dans un sujet diaphane, et qu’il faut que des intentions, de nature tout à fait différente des images produites dans les yeux, soient transmises ensuite à l’organe du sens commun par une voie non diaphane ni illuminée, et que pour produire ces intentions est requise une première action de l’âme sensitive, et même une vision actuelle dont ces intentions sont représentatives. Il est donc nécessaire qu’une première vision de cette sorte soit produite dans l’oeil et non pas dans le sens commun” (BURIDAN, 2019, p. 496-7; trad. de J. Biard).

para marcar a distinção entre o objeto da percepção e o próprio ato de percepção: o objeto da percepção não pode se apresentar que por meio de um intermediário, e a percepção desse objeto, por sua vez, exige uma atividade da alma sensível capaz de remeter a esse objeto da percepção.

Conclusão

A análise buridaniana da alma mostra como o filósofo tenta conciliar a tradição filosófica de origem aristotélica com a tradição médica. Isso é feito através de uma abordagem da alma pensada enquanto unidade e analisada segundo suas diferentes operações, que são apresentadas também segundo um modelo anatômico-fisiológico, como vimos com a localização do sentido interno. Além disso, a análise buridaniana aponta para ligações importantes entre a teoria lógica e a filosofia natural, mostrando como elementos do quadro lógico são colocados em prática, por exemplo, no reducionismo dos sentidos internos. Por fim, a teoria da alma desenvolvida por Buridan toca em questões filosóficas de interesse de diversos domínios da filosofia. Dentre eles, a teoria da percepção, baseada num modelo híbrido entre capacidades passivas e ativas da alma, merece um estudo mais detalhado, sobretudo quanto ao status e papel das *species sensibiles*.

Referências

BENEDUCE, C. *Natural Philosophy and Medicine in John Buridan*. 278 f. Tese de doutorado. Radboud University, Nijmegen, 2017.

BIARD, J. Introduction. In: BURIDAN, J. *Questions sur le traité De l'âme d'Aristote*. Introduction, traduction et notes de Joël Biard. Paris: Vrin, 2019.

BIARD, J. *Science et nature*. La théorie buridanienne du savoir. Paris: Vrin, 2012.

BURIDAN, J. Quaestiones De anima, iii, tertia lectura. In: ZUPKO (Ed.). *John Buridan's Philosophy of Mind*. An Edition and Translation of Book iii of his Questions on Aristotle's *De Anima* (Third redaction), with Commentary and Critical and Interpretative Essays. 827 f. Tese de doutorado. Cornell University, Ithaca, 1989.

BURIDAN, J. *Quaestiones super libros De generatione et corruptione Aristotelis*. A critical edition with an introduction by M. Strijger e P. J. J. M. Bakker, I. M. M. H. Thijssen. Leiden: Brill, 2010.

BURIDAN, J. *Questions sur le traité De l'âme d'Aristote*. Introduction, traduction et notes de Joël Biard. Paris: Vrin, 2019.

KLIMA, G. *John Buridan*. Oxford: Oxford University Press, 2009.

KLIMA, G. Buridan on sense perception and sensory awareness. In: KLIMA, G. (Ed.). *Questions on the soul in John Buridan and others: A companion to John's Buridan Philosophy of Mind*. Dordrecht: Springer, 2017, p. 157-67.

THIJSEN, J. M. M. H & ZUPKO, J. (Eds.). *The Natural Philosophy of John Buridan*. Leiden: Brill, 2001.

ZUPKO, J. *John Buridan: Portrait of a Fourteenth-century Arts Master*. Notre Dame: University of Notre Dame Press, 2003.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



“O FOGO QUE ESTÁ NO CORAÇÃO DA MÁQUINA” OU A FISIOLOGIA DO CORPO EM RENÉ DESCARTES

João Carlos Neves de Souza e Nunes Dias

Doutor em Filosofia pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)

Professor do Curso de Filosofia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

joao.dias@ichca.ufal.br

Resumo

O ensaio busca evidenciar nuances da sistematização do filósofo René Descartes sobre a compreensão do corpo humano, em particular no que tange sua dimensão fisiológica. A centralidade da descrição cartesiana, aqui apresentada, se refere ao sistema circulatório, notadamente a partir da compreensão do coração, da formação do sangue, do fluxo sanguíneo no corpo e alguns de seus encadeamentos. No sentido de contextualizar a reflexão fisiológica do corpo humano em *L'Homme*, é importante não perdermos de vista o contexto, mesmo que brevemente, dessa temática em certa tradição da filosofia natural, sobretudo em Aristóteles e Galeno. Essa referência à tradição é importante, tanto no sentido de apontamos modos de investigação sobre o corpo humano em sua dimensão fisiológica, mas sobretudo como um recurso que evidencia um deslocamento significativo da descrição cartesiana ao compreender o funcionamento mecânico do corpo humano.

Palavras-chave: Descartes. Corpo humano. Fisiologia.

Abstract

The essay seeks to highlight nuances in the systematization of the philosopher René Descartes on the understanding of the human body, particularly with regard to its physiological dimension. The centrality of the cartesian description, presented here, refers to the circulatory system, notably from the understanding of the heart, the formation of blood, the blood flow in the body and some of its chains. In order to contextualize the physiological reflection of the human body in *L'Homme*, it is important not to lose sight of the context, even if briefly, of this theme in a certain tradition of natural philosophy, especially in Aristotle and Galen. This reference to tradition is important, both in the sense that we point out ways of investigating the human body in its physiological dimension, but above all as a resource that shows a significant shift in the cartesian description when understanding the mechanical functioning of the human body.

Keywords: Descartes. Human Body. Physiology.

Introdução

Em 1632, René Descartes (1596-1650) finalizava seu tratado sobre o homem que, devido à condenação de Galileu (1564-1642) em 1633 pelo Santo Ofício da Igreja Católica, só seria publicado em 1662. Em *L’Homme*, o filósofo moderno registrou sua compreensão do corpo humano marcada por um novo nível de investigação que, por sua vez, não se encerrava no inventário de suas partes, interesse objetivado pelo conhecimento anatômico moderno¹. Qual o sentido e interesse de Descartes em proceder, em seu tratado, à descrição do funcionamento do corpo humano?

É importante termos no horizonte que o tratado sobre o funcionamento do corpo é posterior à obra de Descartes que apresenta as leis da natureza que regem a cosmologia em *O mundo ou o tratado da luz* (DESCARTES, 2009). Consideramos que a passagem para a descrição do corpo humano pode ser compreendida como um recurso metodológico vinculado ao projeto metafísico cartesiano, que se fundamenta no conhecimento da física com desdobramentos na mecânica². Quer dizer, se por um lado o filósofo moderno buscava

1 Sobre as investigação e sistematização da anatomia na modernidade, é central a referência aos estudos do médico belga Andreas Vesalius (1515-1564) e a publicação de seu atlas anatômico *De Humani Corporis Fabrica*.

2 A metafísica cartesiana, segundo o próprio filósofo, tem sua conformação na analogia com a estrutura de uma árvore, em que o tronco é a física e um de seus ramos a mecânica. Em suas palavras: “Toute la philosophie est comme un arbre, dont les racines sont la métaphysique, le tronc est la physique, et les branches qui sortent de ce tronc sont toutes les autres sciences,

fundamentar a distinção da natureza da materialidade corporal com relação à natureza da alma e sua respectiva união na composição do homem em sua concretude, por outro lado, ao avançar na descrição do organismo, em termos fisiológicos, pretendia aplicar o modelo da física e da mecânica ao funcionamento do corpo humano.

Descartes interessou-se por sistematizar a descrição do funcionamento do corpo humano, considerando a investigação de suas partes invisíveis. O que seria invisível ao olho, como o órgão dos sentidos, poderia ser compreendido pela atividade da consciência. Em suas palavras, "para aquelas que, por causa de sua pequenez, são invisíveis, eu poderei fazer que a conheçais mais facilmente e mais claramente, falando dos movimentos que dependem delas" (DESCARTES, 2009, p. 253). Ao se distanciar de uma reflexão particular da existência, o filósofo buscava descrever, à guisa da fisiologia como continuidade da física, o funcionamento do corpo. Para tanto, procurou evidenciar propriedades e termos frequentes a qualquer materialidade corporal, explicitando, através do julgamento do *cogito*, os movimentos e as funções dos sistemas que compõem o corpo humano.

Descartes acompanhou de perto e com interesse a produção do conhecimento na medicina de sua época. O filósofo teve acesso às obras que tratavam da medicina, realizou dissecações em animais para seus próprios estudos, com o interesse de investigar o funcionamento fisiológico do

qui se réduisent à trois principales, à savoir la médecine, la mécanique et la morale" (DESCARTES, 1904, p. 14).

organismo, bem como estabeleceu debates com médicos de sua época³. Considerando o quadro geral do interesse tardio de Descartes pela medicina, ressaltamos, ainda, seu conhecimento do atlas anatômico de Andreas Vesalius (1514-1564), *De humani corporis fabrica*, publicado em 1543, como é demonstrado em um trecho da carta endereçada ao seu amigo Mersenne (1588-1648), no dia 20 de fevereiro de 1639: “Com efeito, considero não somente o que Vesalius e os outros escrevem de Anatomia, mas também muitas coisas mais particulares que aquelas que eles escrevem, que eu notei fazendo eu mesmo a dissecação de diversos animais. Esse é um exercício com que eu estou com frequência ocupado há quinze anos”⁴ (DESCARTES, 1898, p. 525. Tradução livre. Grifo nosso).

É preciso ressaltar que o estudo cartesiano do corpo humano pretendia expor seu funcionamento em termos físicos, revelado pela descrição mecânica. “O corpo não seja outra coisa senão uma estátua ou máquina de terra, que Deus forma intencionalmente para torná-la o mais possível semelhante a nós” (DESCARTES, 2009, p. 251). Na filosofia cartesiana a compreensão do corpo se dá em analogia com o autômato hidráulico. O funcionamento corporal é explicado em termos mecânicos, sendo que tal materialidade teria a capacidade de mover-se pela própria força orgânica de sua estrutura.

3 Com Fabricius d’Acquapendente (1533-1619), Jean Fernel (1497-1558), Henricus Regius (1598-1679), Plempius (1601-1671), Jan Van Baverwick (1594-1647), Cornelis van Hogelande (1590-1662), François de Le Boë: Sylvius (1641-1672), Constantijn Huygens (1602-1667).

4 “En effet, j’ai considéré non seulement ce que Vesalius et les autres écrivent de l’Anatomie, mais aussi plusieurs choses plus particulières que celles qu’ils écrivent, lesquelles j’ai remarquées en faisant moi-même la dissection de divers animaux. C’est un exercice où je me suis souvent occupé depuis quinze ans” (DESCARTES, AT, II, 525).

A eficácia do movimento corporal ocorreria a partir de suas funções fisiológicas reguladas pela disposição dos órgãos e vinculadas, tão somente, à própria materialidade da substância corporal. Distancia-se, nesses termos, de explicações baseadas na tradição aristotélica e galênica, como os *pneumas* ou as *faculdades*, ao tratar do movimento orgânico (ARISTOTE, 1964; GALIEN, 1994). Assim como a mecânica de uma fonte de água⁵, como na Figura 1⁶, mantém seu movimento pela ação das forças das águas e pela disposição dos tubos e demais peças que compõem seu maquinário, o movimento corporal teria sua referência na materialidade do mecanismo fisiológico e na circulação da matéria, dispostos em diferentes órgãos que possibilitariam a diversidade de movimentos da máquina corporal.



Figura 1. Representação do problema XVII
(CAUS, 1650, p. 35).

Nesse modo de estruturar o corpo, evidenciam-se as seguintes engrenagens, cuidadosamente descritas ao longo do tratado cartesiano: a formação e circulação sanguínea, o calor cardíaco, a pulsação, as artérias e veias, o fígado, o sistema respiratório, os espíritos animais, a glândula pineal, as

5 Descartes relacionou sua descrição do corpo humano aos movimentos das grutas e das fontes, ou ainda, autômatos hidráulicos, que podiam ser observadas nos jardins reais em sua época. Tratava-se de referência do filósofo aos estudos do arquiteto Salomon de Caus, publicados em 1615. (DESCARTES, 2009; DONATELLI, 2000).

6 Figura presente em Caus (1615).

concauidades do cérebro, os nervos, os tendões, os músculos, a excitação dos sentidos do tato, da visão, do olfato e do paladar. Na composição e funcionamento desse aparato, o filósofo moderno ressaltou o princípio da distinção entre matéria e pensamento, acentuando suas funções em relação aos fenômenos físicos.

Alerta-nos o filósofo: "todas as funções são naturalmente decorrentes, nessa máquina, somente da *disposição de seus órgãos*, assim como os movimentos de um relógio ou outro autômato decorrem da disposição de seus contrapesos e de suas rodas" (DESCARTES, 2009, p. 415). A máquina corporal, em sua extensão e movimento, teria suas funções de acordo com as leis da física, em termos mecânicos, dissociada da alma. A causa eficiente do princípio de movimento seria, portanto, a materialidade corporal. Quer dizer, o funcionamento corporal não teria relação com a alma, mas sim com sua própria natureza extensional, tornando inteligível sua explicação baseada em suas causas materiais, ou ainda, na disposição dos órgãos e em suas relações mecânicas.

Considerando o campo da física, no que diz respeito à extensão e ao movimento, no modelo cartesiano a causa universal tem seu fundamento no princípio divino. As explicações dos fenômenos da natureza relacionam-se com as leis matemáticas e as representações quantitativas da dimensão da matéria e de seu movimento a partir do princípio de causalidade. Na filosofia cartesiana, a física indicaria "o resultado de vários casos possíveis de choque entre partículas, invocando apenas o princípio abstrato da conservação do

movimento retilíneo, e o princípio segundo o qual as partículas menores e mais lentas têm sempre o curso desviado pelas maiores e mais rápidas” (COTTINGHAM, 1995, p. 31).

Descartes recorreu à explicação mecânica, fundamentada em dados que poderiam ser conhecidos através da comprovação experimental. “A construção do modelo cartesiano explicando o movimento do coração coloca em cena dois tipos de *experientia*. Por um lado, a observação anatômica identifica a estrutura dos organismos (...). Por outro lado, a experiência é chamada por um modo analógico ou, diretamente, pela verificação experimental, tanto para provar o calor do coração como a circulação do sangue”⁷ (AUCANTE, 2006, p. 166. Tradução livre). Em o *Discurso do método* (DESCARTES, 2010a, p. 100), obra posterior ao tratado do homem, o filósofo recorreu a “ver a olho nu no coração” para atestar a posição dessa engrenagem na materialidade corporal, ou ainda, constatar a ação do fogo cardíaco sobre o sangue “que se pode sentir com os dedos”. Em regime cartesiano, o sentimento e a percepção dizem respeito à sensação. A capacidade de sentir e perceber são, nesses termos, uma propriedade da alma e não do corpo.

7 “La construction du <modele> cartésien expliquant le mouvement du coeur met en scène deux types d'*experientia*. D'une part, l'observation anatomique identifie la structure des organes (...). D'autre part, l'expérience est invoquée soit sur un mode analogique, soit directement par vérification expérimentale, tant pour prouver la chaleur du coeur que la circulation du sang” (AUCANTE, 2006, p. 166).

1 Apontamentos sobre o coração e a circulação sanguínea na tradição da filosofia natural: notas sobre Aristóteles e Galeno⁸

Na descrição do corpo humano, o sistema cardíaco ocupa um lugar central no argumento cartesiano, na medida que é a partir do funcionamento do coração e da circulação do sangue que será possível fundamentar o funcionamento geral da máquina corporal. É importante não perder de vista que o debate sobre o funcionamento do coração e a circulação sanguínea envolveu grande interesse, naquele momento histórico, por parte dos médicos. Nesses termos, é importante destacar as modernas investigações sobre a circulação do sangue na obra de *Estudo anatômico sobre o movimento do coração e do sangue nos animais*, publicada em 1628 pelo médico inglês William Harvey (1578-1657), tiveram grande repercussão no meio médico e filosófico, ao apresentar a tese que compreendia a circulação sanguínea de modo centrípeto e não centrífugo.

Na produção dos estudos modernos sobre a compreensão do coração e da circulação sanguínea é possível perceber um movimento paradoxal, de presença e ruptura com certos elementos da tradição aristotélica e galênica. Descartes além de ter ciência do debate da tradição sobre o funcionamento do corpo, também conhecia a obra herveyana, como podemos observar em carta escrita à Mersenne, entre novembro e dezembro de 1632:

8 Retomamos aqui em parte nosso artigo: Dias (2018).

vou falar do *o homem* no meu *Mundo* um pouco mais do que eu pensava, pois eu me comprometo em explicar todas as suas principais funções (...) daquelas que pertencem à vida, como a digestão da carne, o batimento do pulso, a distribuição dos alimentos etc, e os cinco sentidos. Eu anatomizei agora as partes de diversos animais, para explicar em que consiste a imaginação, a memória, etc. Eu vi o livro *motu cordis*⁹ de que você tinha me falado. (DESCARTES, 1897, p. 263. Tradução livre. Grifo nosso)¹⁰.

Em termos gerais, como era compreendida a função do sangue e a dinâmica do funcionamento cardiovascular na tradição da filosofia natural? O fluxo e o refluxo de sangue em Aristóteles têm referência no movimento do coração, no movimento pulmonar e na passagem do sangue pelos vasos. O coração é, para Aristóteles (384-322 a.C), o órgão responsável pela vida dos animais sanguíneos. Guarnecido pelo princípio do movimento, o coração é a fonte de calor inato e de sangue para o corpo. Para o filósofo grego, o coração possui três cavidades e é o princípio, quer dizer, *arché*, no qual originam todos os vasos¹¹ que irão nutrir o corpo com sangue e calor. Os pulmões, responsáveis pela respiração, recebem grande quantidade de sangue do coração por um vaso e têm como função arrefecer o corpo. Nesse modelo aristotélico, os pulmões e o coração se comunicam por uma perfuração na traqueia, "vasos especiais", que

9 Referência ao livro de Harvey: *Exercitatio Anatomica De Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* (1628). Grifo nosso.

10 "Je parlerai de *l'homme* en mon *Monde* un peu plus que je ne pensais, car j'entreprends d'expliquer toutes ses principales fonctions (...) celles qui appartiennent à la vie, comme la digestion des viandes, le battement du pouls, la distribution de l'aliment etc, et les cinq sens. J'anatomise maintenant les teilles de divers animaux, pour expliquer en quoi consistant l'imagination, la mémoire, etc. J'ai vu le livre de *motu cordis* dont vous m'avez autrefois parlé" (DESCARTES, AT, I, p. 263).

11 Aristóteles não distinguiu em seus estudos as veias das artérias (HARVEY, 2013; SINGER, 1996; REBOLLO, 2013).

se prolongam entre os dois órgãos. Por essa ligação, o coração recebe ar (*pneuma*) dos pulmões, lançado, por sua vez, ao corpo pela circulação sanguínea nos vasos¹².

Nessa perspectiva, o sangue, principal parte *homeômera* do corpo, é produzido pela cocção de alimentos e sua função diz respeito à nutrição e à constituição corporal. Formado no coração, o sangue mantém seu fluxo para todo o corpo através dos vasos, carregando nutrientes misturados com ar, proveniente da comunicação entre os pulmões e o coração. O ar, presente no sangue, tem como função resfriar o corpo. Ao partir do coração para o corpo, o sangue não retorna ao coração, pois, na perspectiva aristotélica, o sangue é responsável por constituir o corpo, quer dizer, “o sangue é a carne em potência”. Seu movimento “é, portanto, centrífugo, partindo do coração para atingir as extremidades do corpo, transformando-se em matéria corporal” (REBOLLO, 2013, p. 62 e 67).

Na tradição da explicação do corpo a partir de Galeno (129-199/217), a fisiologia corporal passa a ser explicada por uma série de faculdades naturais que realizam funções específicas no corpo, quais sejam: de nutrição, de transformação dos alimentos em sangue, do sangue em tecido corporal, coesão das substâncias, crescimento do organismo, entre outras funções. As faculdades naturais estão divididas da seguinte maneira: nutritiva, atrativa, sanguificativa, neurificativa, ossificativa, cartilaginativa, aglutinante, assimiladora e aumentativa. Ainda em sua fisiologia encontramos a produção de três gêneros

12 Cf. Aristote (1964); Rebollo (2013).

de espíritos que circulam no corpo pelo movimento de irrigação sanguínea: os espíritos naturais, produzidos no fígado e encarregados pela nutrição e crescimento; os espíritos vitais, gerados no lado esquerdo do coração e incumbidos de resfriar e manter vivo o organismo; e os espíritos animais ou psíquicos, formados no cérebro e relacionados ao movimento corporal, às sensações e ao pensamento¹³.

De acordo com Galeno, podemos identificar no coração diferentes funções relacionadas às suas partes específicas. Em suas palavras, “as partes superiores, em relação à base, são consagradas à geração de vasos; deste ponto até a extremidade inferior, as partes laterais devem, em cada lado, fazer nascer os ventrículos; a extremidade inferior (*ponta*) representa uma extensão espessa e sólida, que serve, ao mesmo tempo, de tampa para os ventrículos e de muralha para todo o coração” (GALIEN, 1994, p. 106)¹⁴. Ainda segundo o médico de Pérgamo, o movimento do coração é incessante e mantido pela frequência rítmica: “em algumas severas vibrações, dos quais pode resultar em um impulso violento contra os ossos anteriores do tórax (*esterno*), impede-o, de qualquer modo, de estar entravado e cansado em sua ação, e, portanto, permite-

13 Cf. Galien (1994); Donatelli (2000); Rebollo (2013).

14 “Toutes le parties du coeur ne réclamaient pas le même sécurité, parce que toutes ne remplissent pas la même fonction. Les parties supérieures, vers la base, sont consacrées à la génération des vaisseaux ; de ce point jusqu’à l’extrémité inférieure, les parties latérales doivent, de chaque coté, donner naissance aux ventricules ; l’extrémité inférieure (*pointe*) représent un prolongement épais et solide qui sert en même temps de couvercle aux ventricules et de rempart à tout le coeur” (GALIEN, 1994, p. 106).

lhe conservar intacto e regular o ritmo de seus movimentos (GALIEN, 1994, p. 107)¹⁵.

Fonte e sede do fogo cardíaco, para Galeno o coração pode ser dividido em dois lados, direito e esquerdo, e em três cavidades, aurícula direita, aurícula esquerda e ventrículo esquerdo, como podemos observar na Figura 2.¹⁶

O lado direito do sistema cardíaco, rico em espíritos naturais, articula-se com o fígado e forma o sistema venoso ou sanguíneo, no qual o fígado tem a função de produzir o sangue. O lado esquerdo forma um órgão com o pulmão, constituindo o sistema arterial ou espirituoso, a função desse sistema diz respeito à gênese e a

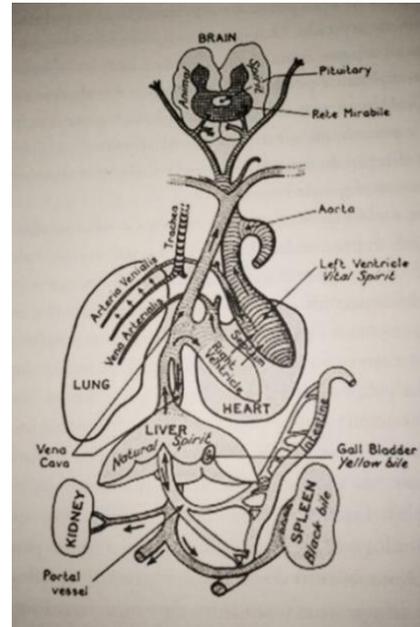


Figura 2. Movimento sanguíneo os espíritos naturais, vitais e animais em Galeno (REBOLLO, 2013, p. 68).

circulação pelo corpo dos espíritos vitais. Do lado direito ao lado esquerdo do coração, Galeno admitia a passagem de sangue, ou anastomoses, tanto pelo septo cardíaco, como também entre as veias e as artérias. O sangue, ao irrigar o corpo, leva, respectivamente, espíritos nutritivos, vitais e animais, absorvidos pelas diversas partes do corpo. Sua formação seria, novamente, retomada pelo fígado e dependente da ingestão de alimentos. Além de identificar a diferença

15 “Dans les secousses un peu fortes, d’où peut résulter une impulsion violente contre les os antérieurs du thorax (*sternum*), l’empêche d’être entravé et fatigué dans son action d’une manière quelconque, et par conséquent lui permet de conserver intact et régulier le rythme de ses mouvements” (GALIEN, 1994, p. 107).

16 Figura em Rebollo (2013).

entre veias e artérias, Galeno indica a presença de quatro válvulas no sistema cardíaco, que impedem o retorno na passagem do sangue: duas sigmoideas, a válvula tricúspide e a bicúspide. Para Galeno a pulsação das artérias seria consequência da diástole cardíaca¹⁷.

2 O fogo cardíaco, a circulação e os sentidos do corpo: notas sobre a fisiologia cartesiana em *L'Homme*¹⁸

No debate a respeito da natureza do sistema circulatório, Descartes compreendia o fogo cardíaco como o princípio mais geral, primordial, na propulsão do movimento da máquina corporal. Segundo o filósofo, o fogo contido na “carne do coração” é da mesma natureza que o calor que aquece ou faz ferver qualquer matéria extensa. No entanto, tratava-se de um “fogo sem luz”¹⁹, que teria por função agir sobre o sangue, esquentando-o para torná-lo volátil. Nesse sistema, o sangue, ao entrar pelas concavidades cardíacas, segmento do corpo que contém maior quantidade de calor, intumesceria e dilataria o coração. O calor do fogo cardíaco, por sua vez, tornaria o sangue menos denso e rarefeito, possibilitando o fluxo sanguíneo tanto para o pulmão, quanto para o restante do corpo, por meio das artérias.

17 Cf. Galien (1994); Rebollo (2013).

18 Retomamos e desenvolvemos nesta seção alguns pontos do capítulo I de nossa tese de doutorado: cf. Dias (2017).

19 Na argumentação cartesiana, o “fogo” está relacionado ao calor produzido pelo coração, que, em um processo de combustão, seria capaz de transformar a própria materialidade do sangue.

A formação do sangue, por sua vez, reportaria ao sistema digestivo, abrangendo o estômago, os intestinos e o fígado. Um processo mecânico assentado em uma hidráulica através da qual haveria a ação de líquidos no estômago, separando os alimentos ingeridos em partes menores. Essas partes diminutas seriam agitadas pelos entrechoques produzidos entre elas, gerando calor e tornando-se aquecidas. Nesse processo haveria a fermentação dos alimentos, agora diluídos em frações menores. As partes mais volumosas resultantes desse processo digestivo, por sua vez, desceriam para o intestino e as porções mais sutis seriam enviadas em direção ao fígado. Ao entrar no fígado, esse líquido diminuiria novamente sua densidade, tornando-se ainda mais leve, adquirindo a coloração e a forma de sangue. Nesse engenho cartesiano, da densidade dos alimentos à viscosidade sanguínea, o fígado seria o órgão responsável pela conversão do líquido sutil em sangue.

O fluxo sanguíneo, nessa descrição, teria como eixo o coração e circularia pelo corpo em um movimento centrípeto, ou seja, uma "circulação perpétua". Para Descartes, sua saída do sistema cardíaco, para ser distribuído para as extremidades corporais, teria como causa a pulsação das artérias; o seu retorno, da periferia do corpo para o coração, seria realizado através das veias em um movimento constante. William Harvey (2013) defendia, a partir de suas investigações, que o movimento circular do sangue seria contínuo, no entanto, o princípio da pulsação teria como centralidade o coração. Para Descartes, a entrada e saída do sangue do coração, quer dizer, a pressão do sangue exercida no coração, seria a causa de sua expansão e redução.

O movimento circular do fluxo sanguíneo estaria de acordo com a noção da física cartesiana, ao conceber “por meio de diversas experiências, que todos os movimentos que ocorrem no mundo são circulares” (DESCARTES, 2009, p. 47). A mecânica da circulação sanguínea, por conseguinte, teria como função nutrir e conservar os órgãos e membros do corpo, ajudar na digestão dos alimentos, causar o crescimento da máquina corporal, bem como produzir os espíritos animais.

Vinculados à circulação do sangue, os espíritos animais são significativos na mecânica corporal cartesiana. É interessante observarmos que esta terminologia e sua relação com o fluxo sanguíneo remetem a certa tradição galênica ao identificar três tipos de espíritos, quais sejam: naturais, vitais e animais ou psíquicos (GALIEN, 1994). A particularidade dos espíritos animais em Descartes tem seu fundamento na compreensão física do funcionamento do corpo.

Qual o lugar dos espíritos animais na proposta cartesiana? Se por um lado a terminologia utilizada remete, inicialmente, ao conceito de alma, por outro lado, no projeto de Descartes, os espíritos animais estariam relacionados com a substância extensional. Isso significa que, para Descartes, os espíritos animais comporiam a engrenagem mecânica do corpo humano. Assim sendo, a materialidade dos espíritos animais associa-se, estritamente, ao elemento de dimensão física e não ao

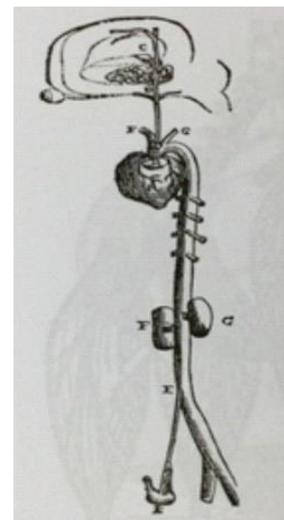


Figura 3. Circulação do sangue. Destaque para a linha reta entre A e C, que vai do coração às concavidades do cérebro (DESCARTES, 2009, p. 435).

privilégio do pensamento. Senão vejamos, a gênese dos espíritos animais são “as partes desse sangue que são mais vivas, mais fortes e mais sutis [e que] vão dar nas concavidades do cérebro” (DESCARTES, 2009, p. 267). É importante considerar o aspecto físico da circulação sanguínea, como indicado na *figura 3*²⁰. Em razão da arquitetura do sistema circulatório e da conservação do movimento retilíneo, as artérias que levariam o sangue do coração seguiriam um “movimento em linha reta” em direção ao tecido cerebral, enviando as partes mais vivas, fortes e sutis do sangue para o cérebro.

Nessa descrição, os espíritos animais teriam origem no próprio sangue quando situado nas concavidades do cérebro. Sendo assim, como podemos diferenciar essas duas materialidades: sangue e espíritos animais? Enquanto compostos da substância corporal, como afirmamos acima, tanto o sangue quanto os espíritos animais são matérias de dimensão física, em termos cartesianos, quer dizer, extensão. É preciso ponderar as dessemelhanças entre essas substâncias em sua dimensão física. O fluxo sanguíneo, lançado em direção ao cérebro, seria composto das partes mais rarefeitas do sangue, ou seja, partes menores da matéria enviada para uma determinada localidade do corpo e responsáveis pela geração dos espíritos animais.

Os espíritos animais, por sua vez, teriam como características a sutileza, a força e a vivacidade, diferenciando-se da materialidade do sangue quanto ao

20 As *figuras 3, 4, 5, 6 e 7*, imagens utilizadas nesse artigo, referentes à descrição cartesiana do corpo, foram acrescentadas na edição de *L'Homme* de 1664 e 1677. Organizadas por Claude Clerselier (1614-1684) no sentido de favorecer a esquematização da explicação fisiológica proposta por Descartes em seu tratado sobre o homem, estas imagens foram, por sua vez, desenhadas pelos médicos Louis de la Forge (1632-1666) e Gerard van Gutschoven (1615-1668).

seu tamanho, sua capacidade de agitação e velocidade. São tais dimensões físicas, segundo a descrição cartesiana, que diferenciam os espíritos animais das outras partes do sangue. Do ponto de vista mecânico, notemos ainda que devido ao choque entre as partículas do sangue, as partes maiores transfeririam, no fluxo sanguíneo, certa quantidade de movimento às partes menores, impulsionando-as e tornando-as mais agitadas.

Entre as concavidades do tecido cerebral encontraríamos a “glândula H” ou glândula pineal, como podemos visualizar na *figura 4*. Trata-se de uma “pequena glândula” atingida somente pelas partes mais sutis do sangue, uma vez que estaria rodeada de pequenos poros da substância cerebral. Tal glândula, de acordo com a descrição cartesiana, seria capaz de transformar essa porção do sangue mais sutil em espíritos animais. Descartes, entretanto, não apresenta em detalhes como se daria tal transubstanciação, restringindo-se apenas a anunciar que nessa região “elas deixam de ter a forma de sangue e passam a se chamar espíritos animais” (DESCARTES, 2009, p. 271).

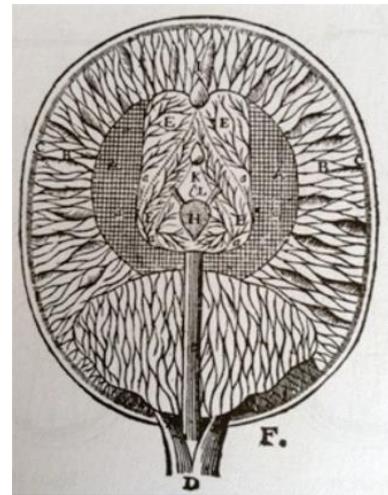


Figura 4. Tecido cerebral. A letra H indica a glândula pineal e sua localização no cérebro (DESCARTES, 2009, p. 446).

Se, por um lado, o filósofo moderno não especifica o modo pelo qual se dá a conversão do sangue em espíritos animais, por outro lado, não deixa de atender em sua proposição o critério mecanicista para a compreensão de como se movimentariam tais espíritos. Quer dizer, o obstáculo compreendido por

Descartes com relação a passagem dessas partes mais sutis do sangue até atingirem a glândula pineal diz respeito a um problema eminentemente físico e de ação mecânica. Ou seja, uma relação direta que considerava o tamanho e o estreitamento dos poros das artérias nas concavidades do cérebro, a pequenez dos espíritos animais e a origem do movimento pelo entrechoque das partículas. "Levando em conta sua produção, Descartes não usa, como se poderia esperar, a uma fermentação complementar, mas a um crivo completamente mecânico"²¹ (AUCANTE, 2006, p. 232. Tradução livre).

Após serem gerados, os espíritos animais seriam distribuídos por toda a máquina corporal pelo interior dos nervos, concebidos "como um grande tubo", os quais se encontrariam entrepostos com os músculos, formando uma rede de "pequenos tubos". Essa arquitetura corporal engendraria o movimento. Para o filósofo, essa rede conteria "uma medula composta por pequenos filetes muito finos que viriam da própria substância do cérebro" (DESCARTES, 2009, p. 277). Por essa estrutura tubular, através de fios delgados e longos, que os espíritos animais percorreriam o corpo humano, em um fluxo que iria da glândula cerebral ao sistema muscular.

Uma vez nos músculos, os espíritos animais modificariam sua dimensão. Essa ação seria a causa do movimento dos membros da estrutura corporal em duas formas, quais sejam, a contração e a dilatação, na devida ordem, ao inflá-lo ou ao desinflá-lo. Movendo-se em um fluxo circular no sistema muscular, os

21 "Pour rendre compte de leur production, Descartes n'a pas recours, comme on aurait pu s'y attendre, à une fermentation supplémentaire, mais à un crible entièrement mécanique" (AUCANTE, 2006, p. 232).

espíritos animais se distribuiriam de um músculo para outro “logo que eles encontram alguma passagem, ainda que não haja nenhuma outra potência que os leve, a não ser somente a inclinação que eles têm de continuar seu movimento, seguindo as leis da natureza” (DESCARTES, 2009, p. 285).

Nesse quadro descritivo, como se dá o movimento do corpo e dos órgãos dos sentidos? Em termos cartesianos, o movimento da máquina corporal tem sua referência nas terminações nervosas articuladas em uma engrenagem composta pela abertura e fechamento dos poros. O movimento corporal estaria atrelado ao sistema muscular antagônico, que se faz na alternância contração-relaxamento muscular. Em outras palavras, para Descartes o movimento do corpo no espaço teria seu fundamento em uma grande estrutura mecânica edificada no movimento cardíaco, na circulação sanguínea, no fluxo dos espíritos animais e nas terminações nervosas espalhadas pelo corpo. Os espíritos animais seriam capazes, pela “força de sua agitação”, de excitar os músculos, expandi-los, quando de sua entrada, e atenuá-los, no momento de sua saída, provocando o movimento da máquina corporal.

No emaranhado de um maquinário que articula calor cardíaco, fluxo sanguíneo, tecido cerebral, espíritos animais, nervos, filetes, poros e músculos, Descartes buscou descrever, em termos físicos, a produção de sensações externas e internas presentes na máquina corporal. Para tanto, abordou as sensações produzidas através do tato, do paladar, do olfato, da audição e da visão, bem como da fome e da sede, da alegria e da tristeza. Em suas palavras, “os espíritos animais podem causar alguns movimentos em todos os membros

onde alguns nervos têm suas terminações, ainda que haja muitos onde os anatomistas não observaram nenhum deles visíveis” (DESCARTES, 2009, p. 287). Anunciou, ainda, que tal nível de descrição evidenciaria o composto definidor do ser humano. Referia-se, notadamente, à união substancial da alma, sediada no cérebro, em uma interação com a máquina corporal. Esse contato seria evidenciado no momento mesmo da produção dos sentimentos e das paixões.

Apesar de, em *L’Homme*, Descartes não abordar detalhadamente o tema da união substancial²², pois seu foco concentrou-se na descrição do corpo em seu funcionamento fisiológico, ao desenvolver a investigação do fluxo dos espíritos animais acabou por evidenciar a produção dos sentimentos por meio da afetação física. Nessa engenharia, os órgãos externos dos sentidos seriam atingidos, em termos físicos, pelo mundo externo, através da excitação física dos próprios órgãos internos da materialidade corporal.

Trata-se de uma relação mecanicista, através da qual os objetos situados exteriormente ao corpo humano acometeriam, por meio de suas dimensões físicas, os diferentes órgãos dos sentidos em suas terminações nervosas. Os objetos do mundo exterior atingiriam os órgãos dos sentidos tanto pela quantidade de movimentos por eles produzidos, como também pelo tamanho e forma de sua materialidade. Essa relação física também envolveria a força do

22 A despeito de Descartes anunciar nas primeiras linhas do tratado do homem que realizaria a descrição do corpo, da alma e da natureza dessa união para a compreensão do homem, ao longo dessa obra, o filósofo não desenvolveu tal projeto (DESCARTES, 2009).

impacto entre as matérias do corpo, a partir dos entrechoques com os objetos exteriores.

Nessa correspondência, os pequenos filetes alongados do tecido cerebral conduzidos pelos nervos ligar-se-iam aos respectivos órgãos dos sentidos. Ao serem excitados seriam tensionados por um estímulo físico dos objetos que se encontrariam no exterior. Nesse modelo, "Descartes confere um duplo status para os nervos, que servem ao mesmo tempo para transmitir as impressões dos sentidos e veicular os espíritos que controlam os movimentos"²³ (AUCANTE, 2006, p. 236. Tradução livre). Em termos cartesianos, os órgãos dos sentidos seguem uma mesma e única configuração, na medida em que seriam caracterizados como formações nervosas compostas por um longo fio delgado. Esses filetes alongados, espalhados em toda a maquinaria corporal, teriam sua ancoragem no tecido cerebral, tendo como limite as regiões demarcadas no corpo, como a pele, a língua, o nariz, os ouvidos e os olhos.

Nessa arquitetura, a diferenciação dos sentidos não dizia respeito necessariamente a uma função específica atribuída aos diversos sentidos do corpo, pois todos os sentidos teriam uma mesma estrutura, qual seja, seriam filetes alongados que cumpririam a função de conduzir estímulos à concavidade cerebral. Todos os sentidos da maquinaria corporal possuiriam, portanto, a mesma estrutura de filetes, os quais conduziriam os estímulos dos objetos exteriores para a produção das ideias e das sensações. A diferenciação

23 "Descartes confère un double statut aux nerfs, qui servent en même temps à transmettre les impressions de sens et à véhiculer les esprits qui commandent les mouvements" (AUCANTE, 2006, p. 236).

dos sentidos seria, portanto, topológica, visto que a ênfase estaria na localização de seus respectivos órgãos em determinada área do corpo.

Tal excitação, do órgão do sentido pelo mundo exterior, provocaria a ação do órgão solicitado, formando no pensamento uma determinada sensação, ou seja, certa ideia. De acordo com o filósofo, quando houvesse o estímulo de uma materialidade externa do tecido da pele distribuída por todo o corpo, seriam destacados os sentimentos provocados na alma relativos à dor, às cócegas, ao reconhecimento de certa superfície polida ou áspera, à sensação do calor ou do frio, às qualidades de umidade, secura ou peso através do tato. No momento em que partículas roçassem na língua, a ideia do gosto e sua diferenciação, como o salgado, o ácido, o doce e o ardente, passariam a ser constituídas pela alma através do paladar.

Considerando ainda a descrição dos órgãos externos no momento de sua estimulação pelo mundo exterior, Descartes destacou que o nariz, ao ser atingido por pequenos objetos, estimularia o sentido do olfato, causando na alma sensações de aroma agradáveis ou desagradáveis. A

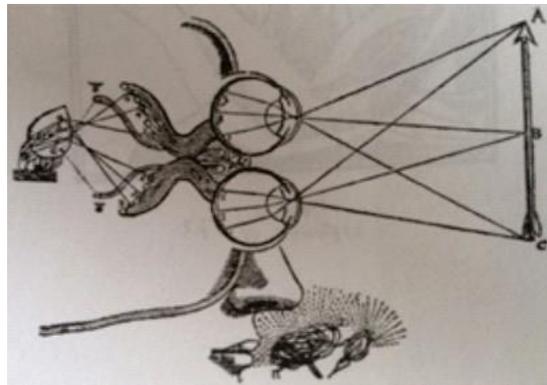


Figura 5. Estimulação dos sentidos da visão e da audição.

Destaque para o vínculo dos sentidos com a glândula H (DESCARTES, 2009, p. 452).

alma a sensação de diversas vibrações sonoras, estimulada pelo deslocamento das partículas de ar nas concavidades dos ouvidos, tais como sons doces ou

rudes, agudos ou graves. Na ação da substância pensante, a formação das imagens, das ideias de cores, das noções de distância, tamanho e demais qualidades dos objetos, aconteceriam por meio da quantidade de luz e pela curvatura de seu ângulo ao penetrar pela pupila, como indicado na *figura 5*. A luz, ao atingir o nervo ótico, situado no fundo da estrutura ocular, mobilizaria o sentido da visão por uma “geometria natural” da materialidade corporal.

Quanto às sensações internas de fome e sede, a primeira teria sua relação com a ação dos líquidos sobre os nervos do estômago e a segunda estaria vinculada com o modo de agir dos vapores liquefeitos. Esses vapores, ao subirem do estômago, umedeceriam consideravelmente os nervos da garganta. Descartes apontou, ainda, para a causa dos sentimentos de alegria e tristeza, associados com o temperamento do sangue que chegaria ao coração e ao nervo nele localizado. Em uma relação mecanicista, o sangue prontamente aquecido, ou seja, mais puro e mais sutil, traria felicidade, do contrário, causaria o sentimento de tristeza.

Na relação entre os sentidos e as sensações causadas pelos objetos externos, Descartes buscou esclarecer a respeito da possibilidade da alma, em seu julgamento, “se enganar (...) [quando] constrangida por alguma causa externa” (DESCARTES, 2009, p. 331). Para demonstrar tal argumento do filósofo²⁴, aproximemo-nos do sentido da visão por desempenhar uma sensação

24 O argumento em torno da incapacidade dos sentidos em conceber de modo claro e distinto os objetos exteriores foi também desenvolvido em outras obras do filósofo. Destacamos, como exemplo, suas meditações, em particular no decorrer da segunda meditação. Fundamentando-se na dúvida enquanto método e no *cogito* como condição do conhecimento verdadeiro, naquele momento o meditador reafirmará a centralidade da

causada diretamente pela incidência física da luz. A visão, como um sentimento da alma, seria tornada possível pela maquinaria dos olhos e pela excitação que realizaria seu percurso dos nervos ao tecido cerebral. Segundo Descartes, ver seria formar uma ideia por “intermédio dos nossos olhos”. A visão seria uma atividade da alma, tornada possível pela união substancial.

Em última análise, para Descartes, não se pode ver os objetos externos com os olhos, mas com o pensamento, através do qual seria possível elaborar um julgamento sobre o mundo exterior. Porém, alerta o filósofo, no caminho percorrido pela excitação dos objetos externos, dos órgãos dos sentidos aos nervos, e por sua vez, ao tecido cerebral, a ideia da sensação pode ser confusa e imprecisa. A respeito do engano da visão, na *Dioptrica*, obra posterior ao tratado do homem, Descartes afirma que “é a alma que vê, e não o olho, é porque ela não vê imediatamente senão por intermédio do cérebro, disso se segue que aqueles que deliram e aqueles que dormem vem muitas vezes, ou pensam ver, diversos objetos que não estão diante de seus olhos”²⁵ (DESCARTES, 2018, p. 171 e 172. Tradução livre).

razão como critério epistêmico, em contraposição aos dados dos sentidos, na medida em que os órgãos dos sentidos induzem ao engano, no que se refere ao conhecimento verdadeiro do objeto analisado. Utilizando-se da experiência do pedaço de cera, podemos afirmar, de modo resumido, que tal argumento aponta para a impossibilidade de fundar um conhecimento seguro, claro e distinto, a partir da faculdade dos dados sensoriais, ou seja, baseados somente nos órgãos dos sentidos (DESCARTES, 2010b).

²⁵ “c'eft l'ame qui voit, & non pas l'œil, & qu'elle ne void immédiatement que par l'entremise du cerueau, de là vient que les frenetiques, & ceux qui dorment, voyent fouent, ou penfent voir, diuers obiets qui ne font point pour cela deuant leurs yeux” (DESCARTES, AT, VI, 141).

Passemos, primeiramente, pela estrutura do aparelho visual, como indicado na *figura 6*. O olho foi descrito por Descartes para explicar a mecânica da visão, sendo composto por pequenos artefatos, em cada um dos dois olhos, que agem em coincidência para tornar distinta a visão dos objetos externos. Assim, o filósofo segmentou as diferentes peças do aparato ocular para destacar o funcionamento desse dispositivo. Qual a composição do olho para Descartes? Dois nervos óticos e minúsculos filetes, que se situariam no fundo de cada um dos olhos e conduziriam as informações da excitação dos objetos externos ao tecido cerebral. Duas camadas de pele, uma primeira, rígida e densa, que encerraria as demais partes da maquinaria do olho e seria responsável por provocar a refração da luz, devido a sua curvatura, e outra camada delgada, que se alongaria contornando a primeira camada.

Descartes continua a descrição do aparelho ocular. A pupila seria caracterizada por uma abertura esférica entre a primeira e segunda pele, na qual penetrariam os raios de luz, mediando a “força da visão” pela variação de seu tamanho, como na *figura 6*. A pupila restaria, por sua vez, comprimida quando atingida por uma grande quantidade de luz e, em um movimento contrário, seria dilatada quando impactada por uma pequena quantidade de luz. Na composição do olho haveria ainda a presença do *humor cristalino*, um líquido humoral que ajudaria na

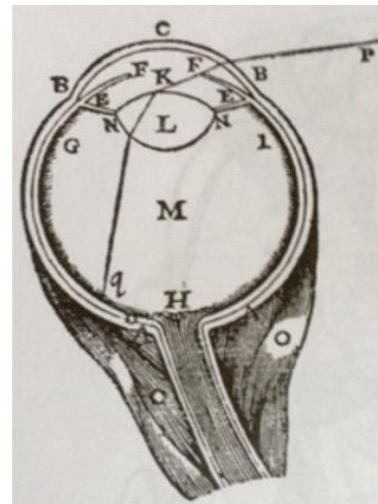


Figura 6. Descrição cartesiana da estrutura do olho
(DESCARTES, 2009, p. 440).

direção do movimento do olhar, tornando “a visão mais forte e mais distinta”. Esse líquido atuaria na refração da luz e na regulação da distância dos objetos para estabelecer a figura conduzida ao nervo ótico. Também estariam presentes mais “seis ou sete músculos” externos, capazes de realizar movimentos rápidos e laterais, auxiliando na junção dos raios de luz, para uma visão distinta dos objetos observados.

A visão, no entanto, seria “menos distinta”, acarretando dessemelhança na relação entre a excitação do mundo exterior e a produção da ideia pela alma. Tal confusão da visão foi exposta por Descartes devido a causas de diferentes ordens. Uma primeira dizia respeito à confusão na identificação do objeto, em virtude de uma “debilidade da luz” penetrada na pupila, seja pela distância do objeto ou pela própria dilatação da pupila quando exposta a uma menor quantidade de luz.

Outra confusão da visão teria como referência à localização do objeto, como esquematizado na *figura 7*. Quer dizer, o olho ao direcionar-se para um objeto, em uma determinada posição, conteria o movimento do olhar. Esse desvio de localização espacial seria

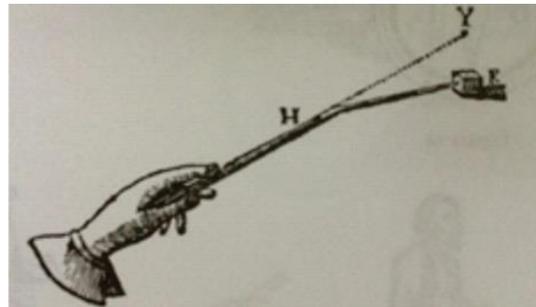


Figura 7. Engano da visão devido a ação de uma força externa (DESCARTES, 2009, p. 444).

devido à coerção de “alguma força externa”. Como consequência, o intervalo entre o estímulo da excitação do olho, com relação à primeira posição do objeto, bem como o espaço de seu percurso até o tecido cerebral, para a efetivação do

movimento muscular, poderia ter sua correspondência em direção a um segundo ponto no qual estaria localizado o objeto. Nessa confusão da visão, a força externa agiria enganando os sentidos. Tal força externa poderia ser associada, por exemplo, aos “raios, ou outras linhas”, fenômenos de dimensão física que ao excitarem o olho, induziriam o pensamento a julgá-los retilíneos, em direção a determinado objeto do mundo exterior, quando na verdade penetraram em curva através da pupila.

Na descrição das diferentes sensações, Descartes fez referência à afetação da alma pelo corpo na formação de sensações e sentimentos, imprimindo ideias, por meio dos sentidos, tanto pela relação com os objetos externos, quanto pela própria materialidade interna da máquina corporal. Nessas circunstâncias, a ênfase estaria no papel da “glândula H”. Para a efetivação dessas impressões, como apontamos anteriormente, os movimentos e órgãos dessa máquina corporal deveriam conectar-se aos nervos e ao fluxo dos espíritos animais. Os nervos cumpririam a função de uma estrutura tubular que partiria do tecido cerebral e estaria espalhada pelo corpo. Os espíritos animais, por sua vez, tendo sua gênese na glândula pineal, seriam os responsáveis pelo movimento da máquina corporal.

Essa pequena glândula, de densidade “mole e flexível”, situada na centralidade da concavidade do tecido cerebral, seria considerada como a “*sede da imaginação e do senso comum*”, que devem ser tomadas como ideias, isto é, como as formas que a alma racional considerará imediatamente, quando, ao estar unida a essa máquina, ela imaginar ou sentir algum objeto” (DESCARTES,

2009, p. 363-5). A relação da alma com o corpo seria realizada através dessa glândula pineal. O corpo, por sua vez, incidiria sobre a alma, também, através da inclinação dessa pequena glândula.

Essa relação imprimiria sensações na alma quando do retorno do fluxo sanguíneo enviado do coração para o cérebro, bem como dos movimentos oriundos dos espíritos animais, nela produzidos. Do ponto de vista da topografia da glândula, "sua localização central faz com que seja o melhor receptáculo para receber impressões do corpo e, especialmente, como um lugar do bom senso lhe permite recolher células dos órgãos duplos, como seus olhos ou seus ouvidos"²⁶ (AUCANTE, 2006, p. 239-40. Tradução livre).

É preciso considerar que, no cérebro, a glândula pineal estaria susceptível ao movimento de inclinação, sustentando-se tanto por sua articulação com o cérebro através de "pequenas artérias", como também, devido à passagem constante fluxo sanguíneo enviado do coração para o cérebro. Além da atuação da alma na distribuição dos espíritos animais, a mobilidade dessa glândula teria como causas a diferença de força e agitação exercidas pelos espíritos animais ao partirem dessa glândula e a excitação dos objetos externos mediados pelos sentidos.

Seu movimento de inclinação direcionaria os espíritos animais que partiriam do cérebro, através da tubulação de condutos nervosos e do fluxo do sangue, para o restante do tecido cerebral e, conseqüentemente, para todo o

26 "Sa position centrale en fait le meilleur réceptacle pour recevoir les impressions venant du corps, et particulièrement en tant que lieu du sens commun lui permet de réunir celles venant des organes doublés comme les yeux or les oreilles" (AUCANTE, 2006, p. 239-40).

corpo. A ação da "pequena glândula" direcionaria para os movimentos corporais e para a alma, ao mesmo tempo em que também modificaria sua inclinação pela ação da alma e dos espíritos animais, quando de seu retorno pelo fluxo sanguíneo.

Considerações finais

Ao longo do percurso aqui descrito, aproximamo-nos do argumento cartesiano referente ao um modo de compreender as funções corporais, relacionadas à disposição dos órgãos na materialidade corporal. No entendimento do ser humano a partir da união entre duas substâncias de naturezas distintas, Descartes buscou realçar, em seu tratado sobre o funcionamento do corpo humano, os sistemas e procedimentos utilizados pela ordem material em manter seu próprio movimento.

Compreendeu, para tanto, tal materialidade com os mesmos termos pelos quais se entendia o funcionamento de um mecanismo hidráulico. No caso do corpo humano, as engrenagens dessa estrutura seriam compostas por diversos sistemas fisiológicos, mecanicamente conectados em torno do contínuo calor cardíaco, do fluxo sanguíneo, da ação da glândula pineal, da produção dos espíritos animais, dos nervos que penetrariam nos músculos e dos filetes alongados que se ligariam aos órgãos dos sentidos, excitados pelo mundo exterior.

Assim sendo, Descartes nos apresenta, em sua primeira sistematização sobre o corpo humano, uma noção central em sua filosofia que acompanhará seu pensamento, permanecendo em suas obras seguintes, influenciando os modos de compreender o corpo ao longo da modernidade. Nesse sentido, compreendemos que o legado cartesiano para compreensão do corpo tem sua centralidade na medida da materialidade corporal como substância extensional e a de seu funcionamento fisiológico em analogia com a máquina.

Referências

ARISTOTE. *Histoire des animaux*. Paris: Belles Lettres, 1964. Tradução: Pierre Louis.

AUCANTE. *La philosophie médicale de Descartes*. Paris : Puf, 2006.

CAUS, S. *Les raisons des forces mouvantes avec diverses machines tant cilles que plaisantes aux quelles sont adjointes plusieurs desseings de grottes et fontaines*. 1615. Disponível em: <http://library.si.edu/digital-library/book/raisonsdesforce00caus>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2018.

COTTINGHAM, J. *Dicionário Descartes*. Tradução de Helena Martins. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, 1995.

DESCARTES, R. *O mundo ou o tratado da luz e O Homem*. Tradução de César Augusto Battisti e Marisa Carneiro de Oliveira Franco Donatelli. Campinas, Editora da Unicamp, 2009.

DESCARTES, R. Discurso do método. *In*: GUINSBURG, J.; ROMANO, R. e CUNHA, N. (Orgs). *Descartes: obras escolhidas*. Tradução: J. Guinsburg, Bento Prado Jr, Newton Cunha e Gita K. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva, 2010a.

DESCARTES, R. Meditações. *In*: GUINSBURG, J.; ROMANO, R. e CUNHA, N. (Orgs). *Descartes: obras escolhidas*. Tradução de J. Guinsburg, Bento Prado Jr, Newton Cunha e Gita K. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva, 2010b.

DESCARTES, R. *Discurso do método e Ensaio*. São Paulo: Editora Unesp, 2018.

DESCARTES, R. *Oeuvres de Descartes*. Correspondance I: avril 1622 – février 1638. Édition de Adam et Tannery. Paris: Léopold CERF, 1897.

DESCARTES, R. *Oeuvres de Descartes*. Correspondance II: mars 1639 – décembre 1639. Édition de Adam et Tannery. Paris: Léopold CERF, 1898.

DESCARTES, R. *Oeuvres de Descartes*. IX. Meditations et Principes. Édition de Adam et Tannery. Paris: Léopold CERF, 1904.

DIAS, J. Notas sobre a atitude moderna e o corpo: dissecação, registro visual, demonstração e experimentos. *Movimento*, Porto Alegre, v. 24, n. 1., pp. 227-238, jan./mar. de 2018.

DIAS, J. A medida do corpo no pensamento cartesiano. *In*: DIAS, J. *O corpo como expressão e carne: texturas do corpo na filosofia de Maurice Merleau-Ponty*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017. Tese (Doutorado em Filosofia), cap. 1, pp. 6-68.

DONATELLI, M. C. de O. F. *Da máquina corpórea ao corpo sensível: a medicina em Descartes*. Tese (Doutorado em Filosofia). Programa de Pós-graduação em Filosofia da Universidade de São Paulo, 2000.

GALIEN. *Oeuvres médicales choisies I: de l'utilité des parties du corps human*. Traduction de Charles Daremberg. Paris: Gallimard, 1994.

HARVEY, W. Estudo anatômico sobre o movimento do coração e do sangue nos animais. In: REBOLLO, R. A. *William Harvey e a descoberta da circulação do sangue*. Tradução de Regina André Rebollo. São Paulo: Editora Unesp, 2013 [1628], pp. 157-271.

REBOLLO, R. A. *William Harvey e a descoberta da circulação do sangue*. Tradução de Regina André Rebollo. São Paulo: Editora Unesp, 2013.

SINGER, C. *Uma breve história da anatomia e da fisiologia desde os gregos até Harvey*. Tradução de Marina Rachel Araújo. Campinas: Editora da Unicamp, 1996.

VESALIUS, A. *De Humani Corporis Fabrica*. Epitome. Tabulae Sex. Tradução de Pedro Carlos Piatino Lemos e Maria Cristina Vilhena Carnevale. São Paulo: Ateliê Editorial; Imprensa Oficial do Estado; Campinas: Editora da Unicamp, 2002.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



LEIBNIZ E A BIOLOGIA: NOTAS INTRODUTÓRIAS

William de Siqueira Piauí

Doutor em Filosofia pela Universidade de São Paulo (USP)

Professor no Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Sergipe (UFS)

piaiusp@gmail.com

Marcos Deyvinson Damacena

Mestrando em Filosofia pela Universidade Federal de Sergipe (UFS)

marcos.deyvinson@yahoo.com

Resumo

Neste artigo, pretendemos retomar alguns pontos que já tratamos em um trabalho anterior que utilizava a história da filosofia e a história da ciência para discutir as ameaças que um determinado tipo de ensino religioso representava para a ciência. Além disso, iremos atentar e aprofundar, desta vez, a visão que Leibniz tinha acerca do que hoje chamamos de Biologia. Para Leibniz, como já mencionamos em artigo anterior, a biologia era identificada como um tipo específico de ciência histórica: a história natural. Mostraremos também como Leibniz não abandona suas teses metafísicas mesmo quando trata de história natural – que já denominamos em outros trabalhos de Teologia Natural. Dito isso, nosso trabalho assumirá a forma de notas introdutórias e estará dividido nos seguintes movimentos, *nota I, Fazendo o discurso sobre a vida se tornar mais racional*, *nota II, História natural e máquinas orgânicas* e, *nota III, Máquinas orgânicas com identidade moral*.

Palavras-chave: Leibniz. Biologia. História natural. Teologia Natural. Máquinas orgânicas.

Abstract

In this article, we intent to resume some topics already treated in a previous article using history of philosophy and history of science to discuss the threat represented by a determined kind of religious education to science. Moreover, we will pay attention and go deeper into Leibniz views about Biology, as we call it nowadays. For Leibniz, as we showed in previous article, Biology was identified as a specific kind of historical science: natural history. We will also show how Leibniz does not abandon his metaphysical thesis, even while he was doing natural history – what we called natural theology. Therefore, our work will assume introductory notes form and will be divided in the following movements: *Note I, Making the speech about life become more rational*; *Note II, Natural history and organic machines*; and *Note III, Organic machines with moral identity*.

Keywords: Leibniz. Biology. Natural History. Natural Theology. Organic Machines.

Considerações iniciais

Não faz muito tempo procuramos dar uma resposta ao embate entre darwinistas e criacionistas, reacendido pelo etólogo e biólogo evolutivo britânico Richard Dawkins (1941-), inclusive mostrando nosso desacordo quanto a certo tipo de ensino religioso que se pretendia implantar nas escolas brasileiras – o que parece sempre nos ameaçar, do mesmo modo que o protestantismo enfrentado por Dawkins¹. Naquela ocasião nos valem da elaboração de certa narrativa pensada a partir da História da Filosofia e da Ciência onde um possível diálogo entre Leibniz e Darwin, entendidos como praticantes de certa História Natural, pudesse nos ajudar a pensar que tipo de atitude, diante da escolástica associação entre Razão e Fé, passamos ou deveríamos passar a assumir frente a certas afirmações de cunho teológico que sempre ameaçam ganhar um novo sentido.

O que pretendemos aqui é, repetindo grande parte do que dissemos naquele momento, nos voltar mais detidamente para o que pensava Leibniz sobre a vida e a natureza, daí podermos dizer que pretendemos entender mais detidamente sua “Biologia”: discurso racional sobre a vida e o que há de vivo na natureza; e tentaremos deixar claro o motivo de trocarmos científico por racional. Como deve ter ficado claro já no artigo ou capítulo de livro que mencionamos, a principal disciplina em torno da qual vai girar o pensamento leibniziano sobre o que viríamos a chamar de Biologia com Darwin é a história, a História Natu-

1 Nos referimos ao artigo “Leibniz e Darwin: história, religião e biologia”, publicado na revista *Prometeus* (PIAUÍ, 2016).

ral, sem deixar de manter certas teses, ou dogmas, ou princípios metafísicos, que agora tentaremos deixar mais explícitos e viriam sobretudo daquilo que em outro lugar já chamamos de Teologia Natural², justamente aquilo se relaciona explicitamente àquela escolástica associação entre Fé e Razão, e a ordem entre ambas aqui é fundamental, daí também racional sem ser científico; desta vez mm tentaremos apontar para outros “raciocínios-métodos” que foram fundamentais para o desenvolvimento da Biologia e que teriam sido vistos muito claramente por Leibniz. Dito isso, nosso trabalho assumirá a forma de notas introdutórias e estará dividido nos seguintes movimentos, nota I, *Fazendo o discurso sobre a vida se tornar mais racional*, nota II, *História natural e máquinas orgânicas* e, nota III, *Máquinas orgânicas com identidade moral*.

1 Nota Primeira – Fazendo o discurso sobre a vida se tornar mais racional

É claro que o estudo da vida ou do que há de vivo na natureza, mesmo de boa parte do que foi pensado por Darwin em sua obra *A origem das espécies*, teve início muito antes do que consideramos ser o início da Filosofia Ocidental, contudo, há algo no pensamento grego que se tornará essencial para o estudo da Biologia entendida como estudo da História Natural do desenvolvimento ordenado ou não caótico dos organismos, o que Aristóteles parece ter expresso nos seguintes termos:

2 Confira-se a nossa introdução à *Teodiceia* de Leibniz ou o nosso artigo “Newton e a Teologia Natural” pela revista *Kalagatos* (PIAUÍ, 2011).

Assim, a natureza (ή φύσις) passa pouco a pouco (μεταβαίνει κατὰ μικρὸν) dos seres inanimados (τῶν ἀψύχων) até os dotados de vida (τὰ ζῶα), de maneira que esta **continuidade** (τῆ συνεχείᾳ) impede perceber (λανθάνει) a fronteira (τὸ μεθόριον) que os separa e que se saiba a qual dos dois grupos pertence a forma intermediária (αὐτῶν καὶ τὸ μέσον ποτέρων ἐστίν) [...]. Por outro lado, a passagem (μετάβασις) dos vegetais (ἐξ αὐτῶν) até os animais (εἰς τὰ ζῶα) é **contínua** (συνεχῆς ἐστίν) [...]. Com efeito, no que se refere a alguns seres que vivem no mar (τῆ θαλάττῃ), alguém poderia perguntar se pertencem ao reino animal (ζῳόν) ou ao reino vegetal (φυτόν) [...]. Nos seres se encontram diferenças mínimas (μικρὰν διαφορὰν) que colocam tal ou qual animal à frente de outro, e cada vez parecem mais dotados de vida (ζωήν) e de movimento (κίνησιν) (ARISTÓTELES, 1992 [VIII, 588b 5], p. 412-3, grifo nosso)³.

Trata-se de afirmação feita na obra *História dos animais*, onde a *scala naturae* e o gradualismo se associam ao que o estagirita entendia por *continuidade* (ή *συνέχεια*) dos seres em geral, ou seja, inanimados ou animados; o que poderia, intensificada a diferença entre eles, ser particularizado para os organismos, os seres animados ou os *seres vivos* (τὰ ζῶα), seres dotados de vida (Ζωή) e de movimento (*Κίνησις*), fazendo da Biologia o estudo classificatório, via História Natural, da gradação contínua ou desenvolvimento em gradação contínua dos organismos, dos seres animados.

Assim, para além de muitos filósofos naturais os naturalistas antes dele, especialmente botânicos, claro que Darwin pode ser considerado um seguidor

3 A partir da tradução inglesa, teríamos algo como: "A natureza avança pouco a pouco desde o inanimado até a vida animal, de uma maneira que é impossível determinar exatamente, qual é o limite de demarcação, nem a que grupo pertencem as formas intermediárias" (ARISTÓTELES, 1952, p. 114-5). A qual pensamos estar mais próxima do que pretendia Aristóteles, daí o motivo de termos alterado o início da tradução de Júlio Pallí Bonet. Daqui em diante verteremos para o português todas as traduções em espanhol.

do gradualismo ou continuísmo quando ele afirmou, dentre muitas outras, o seguinte:

Como, de acordo com a teoria da seleção natural⁴, deve ter existido um número interminável de formas intermediárias (*an interminable number of intermediate forms*) que ligaram [juntas] (*linking together*) todas as espécies em cada grupo por **gradações** tão sutis (*graduation as fine*) quanto as nossas variedades existentes, [e] pode-se perguntar: [P]or que não vemos ao nosso redor esses elos que fazem a ligação[?] **Por que os seres organizados [os organismos,] não estão misturados em um emaranhado caótico** (*inextricable chaos*)? (DARWIN, 2014, p. 528, grifo nosso)⁵.

As gradações são sutis (*fine*) ou, como o próprio Darwin dirá um pouco mais à frente no texto, “a seleção natural [está] sempre pronta a adaptar os descendentes que variam lentamente para **preencher espaços desocupados ou pouco ocupados na natureza**” (DARWIN, 2014, p. 537, grifo nosso) e deve ter existido um número interminável ou infinito de formas intermediárias (*an interminable number of intermediate forms*) que ligam juntas (*linking together*) todas as espécies em cada grupo, classe ou gênero. Afirmação que marca de fato quão mais longe do que aos macacos devemos ir se queremos estabelecer as origens de nossa ancestralidade; os macacos seriam, na verdade, apenas os nossos parentes mais próximos, em uma linhagem que deveria remontar, passando talvez por monstros marinhos⁶ ou incluindo algas marinhas, até as primeiras células,

4 *The theory of natural selection* – que ele vinha defendendo nos outros XIV capítulos do seu livro *A origem das espécies*.

5 “As according to the theory of natural selection an interminable number of intermediate forms must have existed, linking together all the species in each group by gradations as fine our existing varieties, it may be asked, Why do we note see these linking forms all around us? Why are not all organic beings blended together in an inextricable chaos?” (DARWIN, 1876, p. 407).

6 Justamente o que temia Antoine-Joseph Dezallier d’Argenville (1680-1765) em suas obras; cf. Leibniz (1997, p. 52).

ou seja, até aos primeiros *organic beings* (Idem, p. 407), os primeiros organismos ou seres portadores de vida.

Em termos de “progresso” na história da ciência, trata-se, pois, de encontrar uma teoria que solucione a questão deixada por Aristóteles, que explicita as leis que regem a continuidade que impede perceber a fronteira que separa os organismos e faça saber a quais grupos pertencem as formas intermediárias. O que segue justificando, portanto, e sobre o que os botânicos haviam trabalhado muitíssimo inclusive já com muito auxílio do microscópio, o estudo classificatório e a busca das supostas formas ou espécies intermediárias tendo como base a máxima geral da continuidade e ordem entre os organismos ou seres vivos. Dito desse modo, dois desenvolvimentos, em termos de “raciocínio-método” da noção geral de ciência devem ser compreendidos para explicar o empreendimento e aceitação de um Darwin, e para entendê-los, voltar-nos-emos principalmente à filosofia de Leibniz.

A visão de mundo que faz a base da afirmação de Darwin e que partia de certa apropriação de Aristóteles foi como que plasmada na afirmação feita no prefácio da obra *Novos ensaios sobre o entendimento humano: pelo autor do sistema da harmonia preestabelecida*⁷ do seguinte modo: “Nada se faz de repente, e uma das minhas grandes máximas, e das mais comprovadas, é que a natureza nunca faz saltos: o que eu denominei Lei da continuidade” (LEIBNIZ, 1984, p. 14)⁸. Um suposto princípio geral, máxima ou lei da natureza que Leibniz já ha-

7 Obra escrita como uma problematização e resposta ao *Um ensaio sobre o entendimento humano* do filósofo inglês John Locke (1637-1704).

8 “Rien ne se fait tout d’un coup, et c’est une de mes grandes maximes et des plus vérifiées que la nature ne fait jamais des sauts: ce que j’appelais la loi de la continuité” (LEIBNIZ, 1990, p. 43).

via enunciado em um artigo publicado na revista *Notícias da República das Letras* em julho de 1687. Leibniz confessa, não pela primeira vez (aqui entre 1695 e 1704), ser um defensor da opinião que nada acontece no mundo de modo descontínuo e sem regra, que não há caos inextrincável na natureza, ou seja, que está de pleno acordo com a famosa expressão latina, para ele uma máxima ou lei geral da natureza, *natura non facit saltum* ou *saltus*⁹. Ou seja, o mesmo que ele já havia afirmado em 1686 do seguinte modo:

[...] nada acontece no mundo que seja irregular (*irrégulier*), mas nem sequer tal se poderia forjar. Suponhamos, por exemplo, que alguém lance ao acaso muitos pontos sobre o papel [...]. Digo que é possível encontrar uma linha geométrica cuja noção seja uniforme e constante segundo uma certa regra (*une ligne géométrique dont la notion soit constante et uniforme suivant une certaine règle*), de maneira a passar esta linha por todos estes pontos e na mesma ordem em que a mão os marcou. E se alguém traçar, duma só vez, uma linha ora reta, ora circular, ora de qualquer outra natureza, é possível encontrar noção, regra ou equação comum a todos os pontos desta linha (*notion, ou règle, ou équation commune à tous les points de cette ligne*), mercê da qual essas mesmas mudanças (*ces mêmes changements*) devem acontecer. [...] Assim, pode-se dizer que, de qualquer maneira que Deus criasse o mundo, este teria sido sempre regular (*régulier*) e dentro duma certa ordem (*ordre*) geral (LEIBNIZ, 1983, p. 123).

Já aqui trata-se de parte do § 6 de seu *Discurso de metafísica*. Começando pelo fim da afirmação, do ponto de vista de Leibniz, no mundo criado por Deus não poderia haver “emaranhado caótico”, tendo em vista que toda mudança natural deveria ser “sempre regular” e estar “dentro duma certa ordem geral” ou “lei geral”, ou seja, em tal mundo também não poderia haver “caos inextrincá-

9 Tal expressão, apesar de na maioria das vezes ter sido repetida na sua versão latina, parece remeter ao grego Cassius Maximus Tyrius, para nós apenas Máximo de Tiro, que viveu no século II da nossa era.

vel” nem “os seres organizados”, os organismos, “não estão misturados em um emaranhado caótico”¹⁰. Tal afirmação estava de pleno acordo com os novos “raciocínios-métodos” que Leibniz estava descobrindo-inventando nas matemáticas, tanto assim que no mesmo ano do *Discurso* ele também publicou seu revolucionário artigo sobre aquilo que daria origem ao cálculo diferencial e integral e permitiria equacionar um mundo que segue lei diferenciais, o *Sobre uma geometria altamente oculta ou análise dos indivisíveis e infinitos*. No *Discurso* era explorada parte das consequências filosóficas da adoção irrestrita do que fazia a base do conceito de “função” e de um mundo economicamente regido por leis gerais, no caso leibniziano, de certo “determinismo dinâmico”. Dito assim, vale lembrar que, efetivamente, Leibniz utiliza o termo latino *function* já em um texto de agosto ou setembro de 1673¹¹, cujo título era *De methodi quadraturarum usu in seriebus*, isto é, *Sobre o método das quadraturas que se usa quando se trata de séries*. Para o que nos interessa, parte do texto era a seguinte:

De fato, se uma determinada série pede outra série da qual a extremidade [se estabelece] pelas diferenças, as quais assumem os termos da série dada, então devemos procurar a figura na qual a linha em que os termos representantes da série dada façam a **função** (*functionem*) de suas partes a partir das aproximadas, como eu disse; e a partir da **aplicação** (*applicatis*) desta figura retangular com sua abscissa dividida pela metade teremos os extremos, com relação aos quais as diferenças serão os extremos da série dada (LEIBNIZ, 2003 [MS, III tomo, sétima série], p. 252, grifo nosso)¹².

10 “Why are not all organic beings blended together in an inextricable chaos?” (DARWIN, 1872, p. 407).

11 Portanto, vinte e um anos antes do que afirmava Eves (2004, p. 660); de qualquer modo, pode acontecer que uma investigação mais cuidadosa da publicação das obras completas de Leibniz faça recuar ainda mais essa data, mas foi o que conseguimos apurar até o momento.

O que se pretendia ali era oferecer um ou mais métodos para resolver problemas de cálculo (*problema calculi*) ou daquilo que naquela época Leibniz chamava de aritmética universal (*Arithmetica universalis*) e que naquele início se associavam à compreensão das séries¹³. Se o relacionarmos com o § 6 do *Discurso*, função passa a querer dizer uma *noção*, *regra* ou *equação* que subjaz a toda mudança *constante* e *uniforme*; dito em termos de avaliação pontual ou discreta, *regra* que mostra o que há de comum entre pontos que quando postos em uma linha contínua a fariam assumir qualquer forma.

Claro que este não é o conceito de função que costuma figurar nos atuais livros de Matemática; ele é impreciso, vago, ainda não estão determinadas quais regras ou relações podem ser ditas bijetoras, injetoras ou sobrejetoras, ele estaria mais para uma ligação qualquer, uma aplicação (*applicatio*); ou seja, ain-

12 “*Nam si data serie quadam, alia quaeritur series, cuius termini pro differentiis habeant terminos seriei datae; tunc quaerenda est figura in qua lineae terminos seriei datae repraesentantes faciant functionem portionum ex applicatis, quam dixi; et rectangula sub applicatis huius figurae in suam abscissam ductis dimidiata; erunt termini, quorum differentiae erunt termini seriei datae*”. Nesse ano, talvez no mesmo mês de setembro, Leibniz também publica o *Methodis tangentium inversa seu de functionibus*; a afirmação feita acima mais o presente título parecem ser as mais antigas aparições da palavra latina *functio* em seus textos.

13 Certamente foi graças ao desenvolvimento de parte desse método que ele estabeleceu o resultado da série que foi motivo da disputa entre os matemáticos Guido Grandi e Alessandro Marchetti; série da qual ele ainda trata em sua carta ao matemático francês Pierre Dancicourt no ano de sua morte (14/11/1716); a qual mencionaremos mais a frente por conta de tratar das noções de substância e matéria. Vale lembrar que o embate entre os italianos Alessandro Marchetti (1633-1714) e Luigi Guido Grandi (1671-1742) também se referia à mistura da matemática com elementos de certa forma cosmogônicos, isto é, a principal oposição entre ambos se referia à impossibilidade que do nada possa surgir algo, associada ao fato que a série mencionada, que levou o nome de Grandi, parece fazer surgir unidades ou mesmo o infinito a partir de determinadas frações que, quando tomadas em determinadas partes, ora totalizam “algo”, ora totalizam “nada”. Na carta mencionada a série é $1-1+1-1\dots$, de extremos 1 e 0, portanto, aceitando o método aqui descrito, a “função” é $(1+m)/2$, cf. *Carta de Leibniz ao matemático Dancicourt: sobre as mônadas e o cálculo infinitesimal* (LEIBNIZ, 2012, p. 177-8).

da não está determinado quais regras de uma análise pontual ou discreta podem de fato assumir a forma de uma função. Mas foi justamente essa imprecisão que conferiu àquele conceito ainda mais consequências filosóficas. De qualquer maneira, aquele conceito também fazia a base de uma “disciplina” criada por Leibniz e Newton quase que ao mesmo tempo, o Cálculo Diferencial e Integral, em muitos casos associada ao problema dos infinitesimais; daí também a designação Cálculo Infinitesimal. Não foi sem mais, portanto, que o alemão mencionou em carta ao suíço Johannes Bernoulli que tinha equacionado o problema da ação constante e uniforme da “gravidade” se valendo de sua nova criação, de sua nova “Análise dos infinitésimos”¹⁴.

Dito assim, é claro que a noção de função estava por trás da expressão atualmente conhecida como energia cinética, ou seja, $E_c = (m.v^2)/2$, reafirmada em sua versão mais vitalista por Leibniz no *Discurso de metafísica*, vale lembrar de 1686, agora no § 17 do qual parte do título menciona se tratar de um “exemplo de *máxima subalterna* ou *lei da natureza*” – portanto, associada imediatamente à *noção, regra, equação* ou *função*. Trata-se de expressão que dá conta da queda dos corpos avaliada discreta ou pontualmente transformando, via função, sua ação em constante e uniforme, ou seja, contínua; lei cujo conteúdo ele já havia

14 Trata-se de uma carta de Leibniz escrita no dia 2 de setembro de 1694, carta endereçada a um de seus mais importantes correspondentes quanto a assuntos de matemática, ao suíço Johann ou Johannes Bernoulli (1667-1748), na qual também aparece a expressão “função”; foi certamente ela que fez Howard Eves e muitos outros acreditarem que ali se encontrava a sua primeira aparição no ambiente da matemática. De qualquer modo, Leibniz trocou uma vasta correspondência com os suíços Jacob (1654-1705), Johann (já mencionado) e Nicolaus Bernoulli (1687-1759); ela figurava no volume III da coletânea de textos sobre matemática, os *Mathematische Schriften*. A partir dessa obra, pode-se notar que a maior parte da correspondência, 275 cartas, é trocada com Johann e versa sobre diversas questões matemáticas.

apresentado em muitos outros artigos e cartas onde discutia a diferença entre os conceitos de *vis viva* (ou *activa*) e *vis derivativa*¹⁵. Tais questões se relacionavam ao tema geral de determinação das reais forças ou causas próximas que devem agir “*constante, uniforme e conservativamente*” na natureza, e exigiam que o alemão se posicionasse quanto a filosofias como a de Descartes, por isso mesmo quanto às de muitos cartesianos, a de Galileu, mesmo a de Huygens, e muito especialmente quanto a de seu contemporâneo Newton, este último sendo considerado por nós (hoje) o que de fato equacionou a *lei da natureza* – daí *noção, regra, equação, função, máxima subalterna da natureza* – da força. De qualquer modo, para todos aqueles envolvidos em tal embate de ideias uma coisa certamente era verdade, todos os corpos eram de uma natureza tal que estavam sujeitos a leis e claro que tais filósofos estariam de acordo quanto a ser “função” a expressão matemática geral de tais leis da natureza.

Assim, aquele princípio geral correspondia muito bem ao que Leibniz e muitos outros modernos vinham encontrando quando se tratava de “fenômenos” que de alguma forma podiam ser compreendidos a partir do cálculo criado por ele e Newton, o cálculo infinitesimal ou de fluxões; assuntos relacionados à dinâmica ou mecânica, em uma palavra, à Física¹⁶: o plano dos corpos. Era esse o caso da questão da queda dos corpos que devia assumir a feição de regra ou equação, melhor dizendo, uma lei da natureza que podia ser expressa por

15 Cf. Jammer (2001 [cap. 9], p. 201).

16 Tal problemática e a adoção do axioma ou lei da continuidade se relacionam também com o modo como Leibniz entendia a divisibilidade da matéria, divisível ao infinito, ou como ele mesmo dizia: “Não concordar com isto equivale a conhecer pouco a imensa sutileza das coisas, que envolve o infinito atual, em toda parte e sempre” (LEIBNIZ, 1984 [N.E.], p. 14).

uma função. Restava perguntar, então, se valia o mesmo para toda a natureza, ou seja, se tal máxima compreendia não só os “entes” que são apenas um agregado material só aparentemente confuso e caótico, corpos entendidos apenas como um rio ou o navio de Teseu, mas também os organismos, seres aos quais possam pertencer ações vitais propriamente ditas, e os *quae uno spiritu continentur* (LEIBNIZ, 1984 [N. E.], p. 173-74).

Seja como for, mesmo antes disso tudo, ou seja, para além do desenvolvimento de um método capaz de quantificar satisfatoriamente essas regularidades mais evidentes que regem de modo determinado o plano mecânico da natureza, o plano dos corpos ou da natureza entendida como um relógio, e antes mesmo de 1673; quando se tratava de ir o mais longe que permite a extensão do conhecimento humano enquanto não alcançamos o interior das coisas, suas reais naturezas e filiações; no presente caso, aquilo que faria a real associação entre os seres vivos, os organismos, entre determinadas espécies em um mesmo gênero; Leibniz também já havia desenvolvido ao menos parte do que deveria fazer a base, em termos de “raciocínio-método”, das classificações ou distinções que fundamentavam a opinião de Darwin, é o que ele afirma do seguinte modo:

Não me parece mal a criatividade e a diligência dos especialistas em questões botânicas ao encontrar nas flores [por exemplo] um método cômodo para classificar as plantas [em geral]; todavia, este método não explica as profundezas da doutrina botânica e eu me liberei dele, preferindo considerar a questão a partir de uma fundamentação prévia da divisão das plantas. [...] Com efeito, como já disse antes, sendo adolescente, em um livro sobre a arte combinatória, editado em 1666, os gêneros que se formam a partir de um número limitado de espécies inferiores correspondem às combinações das coisas como gêneros das ditas espécies. Sejam, por exemplo, quatro espécies inferiores (ou con-

sideradas como inferiores), isto é, para além das quais não se pode seguir fazendo subdivisões: *a, b, c, d*. Os gêneros subsequentes serão, um, o mais alto, *abcd* [...]. Os terceiros gêneros (neste caso) estão próximos às espécies inferiores e são comuns a duas delas, no total são seis, a saber *ab, ac, ad, bc* e *cd* (LEIBNIZ, 2009 [*Escritos científicos*, v. 8], p. 488).

Trata-se de parte de uma carta de 23 de abril de 1701 escrita ao professor de anatomia e cirurgia de Helmstadt, o também alemão, Alexander-Christi-an Gackenholtz (?-1717), que havia publicado um livro de título *Discurso sobre a máquina do corpo humano*, que talvez Leibniz preferisse em detrimento do *Tratado do homem* de Descartes (cf., por exemplo, LEIBNIZ, 2009, p. 515). O que a carta deixa evidente é que Leibniz também já havia desenvolvido um método matemático que dava conta das combinações que podiam surgir no exercício da classificação, quando ainda “não se conheça a constituição interior da natureza dessas máquinas” que são certos organismos, como no caso de determinadas plantas ou flores, onde a prática apontava para algo semelhante ao que se faz em “anatomia comparativa”. O título em latim do texto de 1666 era *De arte combinatoria*¹⁷, sobre a arte da combinação, dos arranjos, dos conjuntos, do agrupar em classes, espécies e gêneros, do classificar etc., onde o comparativo com a geometria é feito muitas vezes, mas especialmente lembrando o caso de certos ramistas (LEIBNIZ, 2009, p. 490).

Vale lembrar que o *De arte combinatoria* é muitas vezes mencionado nos *Novos ensaios*¹⁸ como exemplo de texto onde Leibniz teria deixado transparecer a

17 Texto que estamos traduzindo e que deve vir a público em no máximo um ano.

18 Por exemplo, livro IV, cap. III, cujo tema era “A extensão do conhecimento humano”. No texto mencionado Leibniz vai lembrar, dentre outras coisas, o fato que o *De arte combinatoria* foi republicado em 1690 sem sua autorização, publicação à qual ele respondeu em um texto da *Acta eruditorum* de 1691, cf. Leibniz (1984 [N.E.], p. 309).

novidade e importância dos estudos de probabilidade e combinatória, onde ele também mencionará, livro IV, cap. I, que o que faz o rigor das demonstrações matemáticas, contra a total ignorância de Locke quando o assunto era o conhecimento humano com relação à certeza e rigor matemáticos:

[O rigor e certeza do conhecimento humano com relação às verdades matemáticas] consiste num regulamento [*noção, regra, equação, função* etc], cuja observância em cada parte constitui uma garantia com respeito ao todo; como o exame da corrente por anéis, onde, inspecionando cada um para verificar se está firme, e, tomando medidas com a mão [ao escrever] para não saltar nenhum [ou seja, fazendo-o de modo contínuo], podemos ter garantia de que a corrente [ou seja, cada etapa da demonstração] é boa (LEIBNIZ, 1984, p. 289).

O que, no fim das contas, também revelava a base da demonstratividade dos raciocínios probabilísticos ou combinatórios utilizados na construção das tabelas do *De arte combinatoria* e apontava para a incapacidade mesmo das figuras “bem” vistas ou “bem” lembradas, o que faria crer o estilo *ectético*, muito utilizadas nos livros de Euclides, Arquimedes e Apolônio, constituírem a força das demonstrações em Geometria – e isso sim permitiria compreender parte dos motivos do novo formato das muitas reedições de *Os elementos* como as de Johann Scheybl (1494-1570) e Christianus Herlinus (1505-1562), dentre muitas outras, que se valiam inclusive, contra métodos próximos do que teria sugerido Descartes, da silogística aristotélica.

Seja como for, e difícil avaliar a importância e o impacto que a utilização de “raciocínios-métodos” de combinação teve e ainda tem para o estudo da Biologia especialmente entendida como disciplina de classificação; além disso,

sabemos que, depois da matemática aplicada à teoria dos gases, a combinatória e estatística despontarão como principais métodos para pensar uma “natureza” grandemente caótica.

Assim, se nos mantivermos dentro dessa caracterização geral da filosofia de Leibniz e de seus contemporâneos, da filosofia-ciência moderna, poderíamos dizer que ao menos parte do que Darwin fez foi generalizar ainda mais e de um modo particular aquela visão de uma natureza que muda de modo *constante* e *uniforme*, transferindo tal visão para o plano da História Natural, associada ao que ainda denominamos Biologia. Mesmo quanto a isto parece que o inglês já havia sido precedido, dentre outros, pelo botânico sueco Carlos Lineu (1707-1778)¹⁹ que era um partidário da “grande cadeia ou série dos seres”, a *scala naturae*, e, por isso mesmo, um fervoroso defensor do “gradualismo”. Tanto é assim que Lineu foi um dos primeiros a defender que em botânica, a partir dos muitos estudos de classificação e comparação, a natureza também não dá saltos, expressão que aparece no seu livro *Filosofia botânica* (de 1751) e que também já havia sido afirmada no mesmo ambiente pelo inglês John Ray (1627-1705) em seu livro *Methodos Plantarum nova*²⁰ de 1682, livro que é anterior, portanto, mes-

19 *Philosophia Botanica*, Ed 1, 1751 capítulo III, § 77, p. 27. As obras escritas por Lineu foram: *Systema naturae* (1735), *Fundamenta botanica* (1736), *Flora lapponica* (1737), *Genera plantarum* (1735-1737), *Hortus Cliffortianus* (1737), *Flora Suecica* (1745), *Fauna Suecica* (1746), o já mencionado *Philosophia botanica* (1751), *Species plantarum* (1753), *Clavis medicinae duplex* (1766) e *Mundus invisibilis* (1767).

20 O *New method of plants*. Leibniz certamente conheceu seus trabalhos ou opiniões; vale notar que John Ray também se interessava por Teologia natural; com relação ao que escreveu em 1691, o *The wisdom of God*, que parece ter sido a sua obra mais popular, obra na qual ele tentava explicar a adaptação dos seres vivos sem ir contra o *Gênesis*; em 1692 escreveu o *Miscellaneous discourses concerning the dissolution and changes of the world*; do mesmo modo ele se interessa por línguas, com relação ao que escreveu e em 1675 o *Trilingual dictionary, or nomenclator classicus*, dicionário que, por ser trilingue, certamente muito interessava a Leibniz.

mo ao *Discurso de metafísica* de Leibniz. Dito desse modo, cremos poder manter também que o § 242 da terceira parte da *Teodiceia*²¹ é um dos melhores exemplos de retomada do § 6 do *Discurso de metafísica* e que Leibniz sempre retomará esses exemplos tirados da “matemática pura” como meio para as meditações exatas que nos conduzem, seja à “visão das ideias de Deus”, seja ao que deveria fazer a base do nosso conhecimento, sempre muito limitado ou pouco extenso, da real natureza das coisas.

Voltando ao início da presente nota; portanto, em muitos sentidos em acordo com o imaginário moderno, a teoria da seleção natural de Darwin buscava justamente “equacionar” aquilo que Aristóteles considerava “impossível perceber ou saber exatamente”, ou como o próprio inglês parecia rebater:

Como a seleção natural atua somente pela acumulação de variações ligeiras [ou muito imperceptíveis] (*slight*), sucessivas (*successive*) e favoráveis (*favourable*), não pode produzir modificações grandes e súbitas; só pode atuar por meio de passos curtos e lentos. Assim o cânone (*canon*) *Natura non facit saltum* torna compreensível a regra [ou teoria]

21 “Não se deve admirar que eu me esforce por esclarecer essas coisas a partir de comparações tomadas da matemática pura, onde tudo segue conforme à ordem, e onde há meios de distingui-la por uma meditação exata que nos faça deleitar, por assim dizer, com a visão das ideias de Deus. Pode-se propor uma sequência ou *series* de números com aparência totalmente irregular, onde os números de forma variada crescem e diminuem sem que pareça ter ordem alguma; e, no entanto, aquele que souber o código cifrado, e que compreender a origem e a construção dessa sequência de números, poderá dar uma regra, a qual sendo bem compreendida, fará ver que a *serie* é totalmente regular e que de fato ela tem belas propriedades. Pode-se tornar isso ainda mais visível a partir das linhas: uma linha pode ter voltas e reviravoltas, altos e baixos, pontos de inversão e pontos de inflexão, interrupções e outras variedades, de tal modo que não se vê aí nem pé nem cabeça, sobretudo ao considerar apenas uma parte da linha; e, contudo, talvez se possa dar a equação e a construção dela, na qual um geômetra encontraria a razão e a conveniência de todas essas supostas irregularidades” (LEIBNIZ, 2013b, p. 308).

(theory) que é confirmada por cada acréscimo novo ao nosso conhecimento (DARWIN, 2014, p. 536)²².

As variações ao mesmo tempo sucessivas (*successive*) e ligeiras ou imperceptíveis (*sligth*), termo este que pode muito bem ser associado ao sutil (*fine*), nos conduziriam ao significado de variações menores e mais imperceptíveis, àquilo, portanto, que impediria os saltos. Mas não nos esqueçamos que sua verificação era indireta, ou seja, a partir da História Natural a teoria era “confirmada por cada acréscimo novo ao nosso conhecimento”. A teoria da seleção natural atestaria, assim, a existência de variações contínuas e sucessivas também no plano dos vivos e não mais apenas no que dizia respeito ao movimento dos corpos, às alterações mecânicas ou dinâmicas. Afinal de contas, dizia o inglês: “Ninguém consegue explicar, porque” a seleção natural “deveria ser uma lei da natureza, se cada espécie foi criada de maneira independente” (DARWIN, 2014, p. 536).

Com efeito, é como se a lei de continuidade enunciada por Leibniz também passasse a ser o fundamento da História Natural de Darwin; dito de outro modo, para a pergunta, por ele mesmo formulada: “Por que não estariam os seres organizados misturados em um caos inextrincável?” (DARWIN, 2014, p. 528). A resposta oferecida, mesmo que não vejamos ao nosso redor os elos que fazem a ligação, foi por que as espécies “variam lentamente para preencher os espaços desocupados” (DARWIN, 2014, p. 537). Ou seja, por variações imperceptíveis e sucessivas, mas que seguem leis determinadas, por imperceptíveis

22 O texto em inglês lembra muito mais o Leibniz dos *Novos ensaios*: “Hence the Canon of ‘*Natura non facit saltum*’, which every fresh addition to our knowledge tends to confirm, is on this intelligible” (DARWIN, 1876, p. 414).

“passos graduais” (DARWIN, 2014, p. 526) é inclusive possível prever (*even have been anticipated*) os resultados dessa variação contínua (p. 537); o que desembocaria, portanto, em um determinismo de tipo laplaciano também na Biologia²³. Isso era o mesmo que afirmar a existência de leis diferenciais, como as encontradas a partir do cálculo criado por Leibniz e Newton²⁴, agora no plano da Biologia. Portanto, a resposta de Darwin à pergunta, se a lei de continuidade valia para toda a natureza, ou seja, se compreendia não só os que são apenas um agregado material, como um rio ou o navio de Teseu, mas também os organismos, seres aos quais possam pertencer ações vitais propriamente ditas e os *quae uno spiritu continentur* era sim e era justamente o que cabia à História Natural evidenciar. Mas o que pensava Leibniz de uma História Natural e da vida, isto é, dos seres vivos ou organismos?

2 Nota Segunda – História Natural e Máquinas Orgânicas

Leibniz não escreveu pouco sobre história²⁵ e é já partir de 1685 que ele é nomeado historiógrafo da Casa de Brunswick ou, como muitas vezes é denominada, Casa de Hanôver. Para o que nos interessa, é a partir da coletânea de

23 Para a discussão sobre o determinismo, cf. nossos artigos “Ciência, ética e religión” (PIAUÍ, 2008) e “Leibniz e a gênese da noção de espaço: lendo o § 47 da última carta a Clarke” (PIAUÍ, 2013).

24 Darwin se inclui em um projeto geral de ciência como o newtoniano, a ponto de lembrar o triunfo do inglês com relação a Leibniz (DARWIN, 2014, p. 545).

25 Vide o que dissemos no livro *Leibniz e a linguagem: línguas naturais, etimologia e história* (PIAUÍ, 2019, p. 187-189).

textos que assumiram o nome de *Protogaea: uma teoria da evolução da terra e da origem dos fósseis*²⁶, escritos principalmente no tempo em que ele cuidava das minas alemãs daquela família, que podemos vê-lo formulando hipóteses que vão desde a origem do universo até a distribuição dos seres vivos e povos; quando pratica, portanto, geografia e história natural, apresentando aquilo que faria a parte inicial de sua História ou Cronologia Universal, que terminaria afirmando a hipótese da ligação da família Brunswick até sua ascendência mais antiga que era Jafé, o filho de Noé, passando por Carlos Magno. Hipóteses que, inclusive a partir do estudo de certos sedimentos e fósseis e daquele “método-raciocínio” formulado no *De arte combinatoria*²⁷, também mantinham, portanto, o início do *Gênesis* como elemento básico; mantinham, por exemplo, a precedência das trevas e da luz para a origem do planeta Terra ainda na sua forma ígnea, bem como a separação das águas e águas como causa do resfriamento da crosta terrestre; causas distantes até do, dentre outros, dilúvio que teria feito a segunda origem de todos os povos do “nosso globo” e que nos obriga a retroceder até no máximo à família de Noé, se o que queremos é acompanhar uma geografia e história que tomassem a origem dos povos como problema²⁸; de qualquer modo, dilúvio lembrado nas “mais antigas narrações dos povos”. Em poucas palavras, naqueles variados ensaios de Cronologia, Geografia e História Natural se pretendia “vir ao encontro da piedade ao apoiar a fé nas Sagradas Escritu-

26 A *Protogaea* foi publicada em 1749, todavia uma espécie de resumo dela já havia sido publicada nas *Actas eruditorum* de 1693 e nos §§ 244-5 da *Teodiceia*, de 1710.

27 Nos referimos ao uso da combinatória, “método-raciocínio”, para classificar e organizar as possíveis filiações das nobres famílias da Europa, cf. Leibniz (2014-5, p. 613).

28 Leibniz fala da importância da história das línguas justamente quando não podemos reconstituir a própria origem dos povos; cf. Piauí (2019, p. 91).

ras e na tradição do dilúvio universal com argumentos naturais” (LEIBNIZ, 1997, p. 48). Aqui os documentos da Fé parecem preceder a Razão.

Além de já mencionar a posição geográfica e situação geológica peculiares da Alemanha, a partir de onde viriam principalmente aqueles sedimentos e fósseis, ou de já revelar seu interesse pela Cítia asiática, vale de Shinaar, citas, egípcios, nomes de montanhas e rios etc., desde então podemos ver Leibniz afirmando a existência de alguma “desordem” no nascimento da Terra como a conhecemos em nome da precedência da Cosmogonia de Moisés: a infância do globo começaria com mais perturbações e passaria a ser mais estável (LEIBNIZ, 1997, p. 41). Na *Teodiceia*, aquelas origens e a aceitação de alguma desordem são enunciadas do seguinte modo:

[...] vários dilúvios e inundações deixaram sedimentos, dos quais se encontram traços (*traces*) e restos (*restes*) [ou vestígios] que fazem ver que o mar esteve em lugares que são hoje os mais distantes. Mas essas perturbações finalmente cessaram, e o globo tomou a forma que nós vemos. Moisés [em *Gn* 1: 1-10] insinua essas grandes mudanças com poucas palavras: a separação da luz e das trevas indica a fusão causada pelo fogo; e a separação do úmido e do seco marca os efeitos das inundações. Mas quem não vê que essas desordens (*désordres*) serviram para conduzir as coisas ao ponto onde se encontram presentemente, que nós lhes devemos nossas riquezas e nossas comodidades²⁹, e que é por meio delas que este globo se tornou apropriado para ser cultivado por nossos cuidados? (LEIBNIZ, 2013b [§ 245], p. 309).

E pouco antes, isto é, logo após o já lembrado por nós § 242 daquela obra, onde Leibniz já havia retomado o que afirmara no § 6 do *Discurso de meta-*

29 Trata-se, pois, de desordens “pequenas” que contribuem para a ordem maior, ou seja, perturbações da natureza, inundações, terremotos, acidentes naturais de toda espécie que, por fim, conduziriam a algo melhor; o que pode ter como fundamento bons motivos ou boas razões que Deus teria tido com relação ao que seria melhor para os homens.

física, ele fazia seguir a sua concordância com a “bela sentença de são Bernardo”: “*Ordinatissimum est minus interdum ordinate fieri aliquid*”³⁰ (LEIBNIZ, 2013b [§ 243], p. 308). Assim, ao praticar uma história que fornece argumentos naturais de encontro à piedade e apoio à fé nas Sagradas Escrituras, certa Teologia Natural, dito de outra forma, que não deixa de manter a verdade da História Sacra da Terra ou das insinuações contidas na Cosmogonia de Moisés, temos de aceitar algumas desordens e, portanto, não vale pura e simplesmente aquela lei ou máxima segundo a qual *a natureza nunca faz saltos*³¹. Por isso mesmo, e tendo em vista seus princípios, a Geografia ou História Natural não pode obedecer simplesmente à ordem ou lei de continuidade, nela a razão suficiente pode estar relacionada com motivos suficientes: nossas comodidades e riquezas. Justamente aquilo que fará enxergar uma outra ordem geral, “regência” ou “monarquia” dos espíritos, com veremos, que pode ter motivos estéticos e morais: às vezes o plano das causas finais pode se sobrepor ao das causas eficientes. Afinal, não valem mais que os pardais?

É claro que aquelas irregularidades ou acidentes em nada alteravam o plano do movimento dos corpos entendidos como máquinas ainda que dinâmicas, ou do mundo entendido como uma imensa máquina do universo (*Monadologia*, § 87) em constante mudança; em poucas palavras, e sobre o que ele insistirá muitíssimo³², o plano das causas eficientes não interfere de modo algum no

30 “Ordenadíssimo [de extrema regularidade] é que às vezes aconteça algo menos ordenadamente”.

31 Não é verdade, portanto, que Leibniz tenha de fato defendido que existia uma cadeia em linha reta de espécies sucessivas; mais à frente isto ficará ainda mais claro.

32 Sobre a recusa de Leibniz da obra de Descartes, cf. nosso artigo “Da verdade estética: Baumgarten, Leibniz e Descartes” (PIAUÍ, 2006).

plano das causas finais (*Discurso de metafísica*, §§ 21 e 33; *Monadologia*, §§ 78 e 81); se parecem estar em acordo, e de fato estão, é porque foram harmonizados previamente, o que Leibniz explica a partir de sua hipótese da harmonia universal preestabelecida, expressão que integra o título dos *Novos ensaios*; é como se fossem dois relógios (LEIBNIZ, 2009, p. 512), ao mudarem constantemente as almas seguem suas leis e os corpos as suas, mas tudo segue em acordo.

Seja como for, no mesmo ano em que escreve a *Teodiceia*, Leibniz escreve também o *Breve plano das reflexões sobre as origens dos povos traçado principalmente a partir das indicações [contidas] nas línguas* e um ano antes de sua morte a *Dissertação sobre a origem dos franceses*; obras em que ele atesta descontinuidades ou desordens com relação a história das línguas ou das origens dos povos, ou seja, que dizem respeito àqueles seres que possuem ações vitais e inclusive identidade moral, reflexão e consciência ou sentimento do eu: *quae uno spiritu continentur* (os quais possuem um espírito uno). Tais descontinuidades ou desordens se relacionavam principalmente com o fato de não ser contínua ou regrada sempre do mesmo modo a maneira como os povos, os seres humanos, associavam as palavras a seus sentimentos, ou seja, a constatação de ocasionais “analogias do som (*vox*) com os seus sentimentos (*affectus*)”, suas paixões e imaginações (LEIBNIZ, 2012, p. 127); ou como Leibniz já havia mencionado ao linguista suíço Sparvenfeld:

Como não existe nada sem razão [ou motivo], não duvido nem um pouco que quando os homens deram nomes às coisas, eles só fizeram seguir suas paixões (*passions*) e imaginações (*imaginationes*) quando o objeto as excitava e quando não as tinham expressas por sons (*sons*) que tinham relação com isso; imagino que não só Adão, mas também

os outros homens, com frequência, quiseram *onomatopeizar* (*onomatopoein*) quando encontravam novos objetos e, embora acredite que muitas palavras vêm de uma [única] língua primitiva, [acredito] que muitas outras tenham sido inventadas a partir do encontro das nações e raças (PIAUÍ, 2019, p. 28)³³.

Certamente, a partir de parte daqueles documentos levantados para realizar a história da família de Brunswick e de uma vasta correspondência com historiadores, geógrafos, linguistas e mesmo biólogos da época é que Leibniz escreveu o *Brevis designatio* e o *De origine francorum*. Além daquelas associações obrigatórias com a Sagrada Escritura, agora certos elementos políticos ficam evidentes; isto é, a investigação geográfica e histórica da origem e conexão dos povos, dos encontros das nações e raças, a partir das origens e conexões entre as línguas deve assumir a verdade do dilúvio universal; daí a pouca importância de remontar à língua de Adão, bastando apenas mencionar o princípio geral e o que permitiria chegar até ela que é o mesmo que permite chegar ao que se manteve mesmo depois do dilúvio³⁴; mas aquela investigação também deve conduzir à precedência do povo germânico na Europa, daí a importância de fazer associar os germânicos aos setentrionais celto-citas (ou celto-cíticos) e estes aos filhos de Noé. Leibniz já havia afirmado, por exemplo, que: “Tudo aquilo que nas línguas setentrionais é comum, poderíamos chamar de *japético*, mas também

33 Também existe uma tradução que disponibilizamos no site www.leibnizbrasil.pro.br.

34 Duas, pois, são as principais fontes da impossibilidade de remontar à origem da língua primeira, as inundações (dilúvios) ou acidentes naturais e as corrupções a que são sujeitas as línguas na história. Mesmo tendo suposto uma protolíngua, a busca da língua primitiva em sua pureza (*langue primitive dans sa pureté*), talvez a língua de Adão, não podia chegar a termo por conta do tempo, dos dilúvios, das corrupções, ou seja, pelos muitos saltos que a História Natural de fato apresenta. Assim, apesar de tudo estar sujeito ao princípio de razão, a regularidade e ordem, nem tudo está simplesmente sujeito à lei de continuidade, dito de outra forma, nem tudo é necessidade geométrica.

costumo chamar de *celto-cítico*” (*apud* PIAUÍ, 2019, p. 99). Afirmação que tinha como ponto de partida a seguinte divisão:

Dividiremos, não incorretamente, as línguas derivadas de uma [língua] antiga largamente difundida em duas espécies: as *japéticas*, como assim foi chamada, e as *aramaicas*. As japéticas se difundiram pela [região] setentrional, as aramaicas [pela] meridional; de fato, considero toda nossa Europa [como pertencente à região] setentrional. Daí que se as setentrionais se referem a *Jafé*, as meridionais, não sem razão, serão atribuídas aos descendentes de [seus] irmãos *Sem* e *Cam*. *Jápeto* também [foi considerado] aquele de quem Prometeu (o que fabricou os homens) [era] filho, além disso, e como já tinha conhecimento Homero, os mitólogos tinham-no colocado para Cáucaso, a aramaica (ou *Arimi*) para os sírios³⁵ (PIAUÍ, 2019, p. 96).

De volta, portanto, à Sagrada Escritura com o ganho óbvio que os alemães/germânicos deveriam de fato governar toda a Europa, ou seja, justificando o fato que, se, naquele momento, Georg I³⁶ – integrante da família Brunswick – era o rei apenas da Grã-Bretanha, então seu reino ainda não era do tamanho de-vido.

Assim, aquelas desordens e descontinuidades reconhecidas a partir da investigação geográfica e histórica das línguas e de certos sedimentos e fósseis, mas, sobretudo, apoiadas pelas Sagradas Escrituras, já haviam levado Leibniz a afirmar, contra Locke e quanto à possibilidade de, a partir de uma investigação da significação, chegar às nossas noções mentais originais, que “foi preciso, então, ater-se àquela [ordem] que as ocasiões (*les occasions*) e os acidentes (*les accidents*) à qual nossa espécie nos forneceu” “e esta ordem não dá a origem das no-

35 É das línguas japéticas (ou japéticas, como quer Leibniz) que derivam a língua dos citas e a dos celtas, conseqüentemente, delas derivariam, via germânicos, todas as línguas europeias.

36 Cf. PiauÍ (2019, p. 186).

ções, mas [fornece], por assim dizer, a história das nossas descobertas”³⁷. Cronologia, Geografia ou História das ocasiões, acasos, acidentes etc.? Nem parece mais o físico-matemático moderno falando. Será mesmo? De qualquer modo, o que fica evidente no último capítulo de seus *Novos ensaios*, História e Física, então, deviam ser bem diferentes e talvez possamos entender melhor parte dos motivos quando tratarmos das noções leibnizianas de matéria, máquina do universo e máquinas da natureza, entendidas como corpos orgânicos de viventes, com relação às causas próximas do movimento dos corpos em geral e as almas às quais podemos atribuir reflexão ou consciência, o que apontará para um universo todo vivo, individuado e, por isso mesmo, de diferenciação e complexidade infinitas. Vejamos como ele mesmo enunciava tudo isso.

Em primeiro lugar, tendo em vista que a mudança, melhor dizendo, o movimento, entendido como fenômeno, não é muito real ou, assumido o pleno e a existência de uma infinidade de corpos, parece muito caótico e confuso é preciso buscar o que conferiria realidade a ele e nos permitiria atestar que a mudança e diferenciação ou discernibilidade que ele exige é bem fundada, tem bastante fundamento, ao que Leibniz explicava: “É, porém, algo mais real a força ou causa próxima dessas mudanças”, que ele acabava de atribuir aos corpos em geral, “e existe bastante fundamento para atribuí-la a um corpo de preferência a outro. Assim, só por esse meio se pode conhecer a qual [corpo] o movimento pertence inicialmente” (LEIBNIZ, 1983, p. 134). É essa a continuação do § 17 do *Discurso de metafísica* que mencionamos na outra nota, Leibniz deixa claro aqui, em seu § 18, ter, assim como o tinha feito Newton já desde seu texto *Peso e equi-*

37 Cf. Piauí (2019, p. 46).

lívrio dos fluidos, tentado encontrar a correta solução do problema da continuidade e discernibilidade do movimento a partir do conhecimento necessário de qual é o corpo ou corpos que de fato se movem e que Descartes, supostamente ao menos, havia deixado em aberto sobretudo em seus *Princípios da filosofia* (cf. PIAUÍ, 2013). Parte fundamental da solução é se perguntar: Em que tipo de entes poderiam estar as causas próximas das mudanças e diferenças que “aparecem”, pois eles as simbolizam (*Monadologia*, § 61), com relação aos corpos em constante mudança? A resposta tem início com a seguinte afirmação: “Assim, fomos obrigados a restaurar alguns entes ou formas por eles”, modernos como Descartes, Newton etc, “banidos”; trata-se daquilo que ele mesmo chamou de a reforma ou restauração do conceito de substância ou forma substancial (cf. LEIBNIZ, 2009, p. 510), e será o restabelecimento do lugar de tal conceito e os a ele diretamente relacionados em sua filosofia que permitirá oferecer uma definição muito clara do que é a vida e um organismo vivo e tornará toda a sua física uma dinâmica.

Em segundo lugar, quanto ao que Leibniz entendia por máquina da natureza e matéria temos:

[...] cada corpo orgânico de vivente é uma espécie de máquina divina ou de Autômato natural, excedendo infinitamente todos os autômatos artificiais³⁸, porquanto uma máquina feita pela arte do homem não é máquina em cada uma das suas partes. [...] As máquinas da Natureza [...], **os corpos vivos**, são ainda máquina nas suas menores partes, até ao infinito. [...] E o autor da natureza pôde executar este artifício divino e infinitamente maravilhoso, **por ser cada porção de matéria não só divisível até o infinito (como os antigos o reconheceram), mas estar ainda atualmente subdividida sem fim, cada parte em partes, ten-**

38 Cf. também Leibniz (2009, p. 512, 553-4).

do cada uma delas movimento próprio. [...] Isto revela a existência de um mundo de criaturas, de viventes, de animais, de Enteléquias e de almas na mais ínfima porção de matéria. Cada porção da matéria pode ser concebida como um jardim cheio e plantas e como um lago cheio de peixes. [...] **Assim não há nada inculto, estéril ou morto no universo; nem há caos, ou confusão, senão em aparência; seria como num lago onde, a distância, se veria um movimento confuso, um bulício de peixes do lago, sem que se discernisse os próprios peixes** [...]. Assim se vê ter cada corpo vivo uma Enteléquia dominante, que no animal é a alma, mas estarem os membros deste corpo vivo cheios de outros viventes, plantas e animais, cada qual, ainda, com a sua Enteléquia ou a sua alma dominante. Não se deve, porém, imaginar [...] ter cada alma certa massa ou porção de matéria própria ou a ela afetada para sempre e que, por consequência, possui outros viventes inferiores destinados sempre ao seu serviço; porque todos os corpos estão em fluxo perpétuo, como rios, e as partes nele entram e saem continuamente (LEIBNIZ, 1983 [*Monadologia*, §§ 64-71], p. 112, grifo nosso).

Ou seja, lembrando das homeomérias do pré-socrático Anaxágoras, e do que estabelecem a Geometria e a Aritmética, a matéria deve estar atualmente dividida ao infinito, não existem os átomos nem o vazio de Demócrito e Newton, e não há sequer uma menor parte dela que não seja plena e animada (LEIBNIZ, 2009, p. 516), que não possua alma ou enteléquia; toda a natureza é, pois, dinâmica e elástica, daí Leibniz preferir a tese de Cudworth ao *Tratado do homem* de Descartes (Idem, p. 515); ou como o próprio insistia: “tendo sido fabricada por um artífice sapientíssimo, a Natureza é orgânica por toda parte em suas interioridades” (Idem, p. 554)³⁹. O universo não é um organismo uno, não possui

39 Ou como disse à princesa Sofia Carlota, na carta que será mencionada a seguir: “Um pedaço de pedra é composto de certos grãos e, por intermédio do microscópio, estes grãos se parecem com rochas nos quais existem uma infinidade de combinações da natureza (*mil jeux de la nature*). Se a capacidade de nossa visão fosse sempre aumentada, ela sempre encontraria em que se exercer. Por toda parte há variedades atuais e jamais uma perfeita uniformidade, nem duas partes de matéria inteiramente semelhantes uma à outra, tanto no grande como no pequeno” (LEIBNIZ, s/d, s/p, tradução nossa disponível em: <http://leibnizbrazil.pro.br>).

uma alma ou espírito uno, mas é formado por uma infinidade deles, uma infinidade de seres vivos, sendo os corpos que costumamos pensar em mecânica, a semelhança dos sólidos da geometria euclidiana ou de pedaços de pedra, seres apenas por agregação que não são unidades no mesmo sentido que aqueles, apesar de ambos só permanecerem *idem numero* em aparência, isto é, ambos estarem em um fluxo perpétuo, como o dos rios ou do conhecido barco de Teseu (LEIBNIZ, 1984 [N.E.], p. 173). Em outras palavras:

Com efeito, as criaturas todas são: ou substanciais ou acidentais. Chamo substanciais aos agregados de substâncias, como um exército de homens, um bando de ovelhas, <e isso é o que são todos os corpos>. A substância, ou bem é simples como a alma, que não tem partes, ou bem é composta como o animal, que consta de alma e de corpo orgânico. Mas, como o corpo orgânico, e igualmente para todo outro [corpo], não é mais que um agregado de animais, ou seja, de outros vivos, portanto orgânicos, ou em definitivo, de resíduos ou massa; **segue-se daí que em últimos termos, todos os corpos se resolvem também em outros vivos**. E o ser último ao que se chega com a análise das substâncias são as substâncias simples, a saber as almas, ou, se se prefere um vocábulo mais geral, as mônadas que carecem de partes. **Bem que toda substância simples tenha corpo orgânico correspondente a ela mesma; pois, de outro modo, careceria de uma ordem no Universo em relação com outros seres e não poderia atuar nem padecer ordenadamente**⁴⁰, sem embargo ela, por si, carece de partes. E como o corpo orgânico ou qualquer outro corpo pode, por sua vez, se decompor em substâncias, dotadas de corpos orgânicos, é manifesto que acabamos por parar **nas substâncias simples** e que nelas **estão as fontes de todas as modificações [ou mudanças] que sobrevêm às coisas** (LEIBNIZ, 2009, p. 550-51, grifo nosso).

Assim, contra o caos e a confusão aparentes, também é na possibilidade de acordo de suas mudanças e a individuação dos corpos e substâncias simples em que se funda a possibilidade de ordenação do Universo. E como disse Leib-

40 Sobre a noção de acordo cf. também Leibniz (2009, p. 512).

niz na carta de 11/09/1716 ao matemático Dancourt, a análise da matéria, entendida como um pedaço qualquer de pedra, nos leva à conclusão que ela é *non substantiam sed substantiatam* (não é substância, ao contrário, é substanciada); afirmação que ele faz ao final da sua vida mas que é grandemente esclarecida, dentre outras, na carta de 31/10/1705 que endereçou à princesa Sofia Carlota e ainda mais, é claro, em grande parte de sua *Monadologia* de 1714.

Em terceiro lugar, se valendo, pois, de parte desta carta, para deixar ainda mais claro o que Leibniz entende por vida, a conclusão ordenada de tais considerações é a seguinte:

Então, pode-se concluir que uma massa de matéria não é verdadeiramente uma substância, que sua unidade é apenas ideal, e que (o entendimento [ou ideal] colocado à parte) é apenas um *aggregatum*, uma porção, uma multiplicidade de uma infinidade de verdadeiras substâncias, um fenômeno bem fundado (*un phénomène bien fondé*), que jamais desmentem as regras das puras matemáticas [seja da Geometria, seja da Aritmética]⁴¹, mas sempre contêm algo além. [Assim] [...] a análise da Matéria que se encontra atualmente no Espaço nos leva demonstrativamente às Unidades de substância, às substâncias simples, indivisíveis, imperecíveis e, conseqüentemente, às Almas, ou **aos princípios de vida**, que não podem ser senão imortais, [e] que estão difundidos por toda a natureza. Vê-se que as Enteléquias, ou **forças primitivas**, unidas ao que há de passivo em cada unidade (pois as criaturas são ativas e passivas simultaneamente), são a fonte de tudo. Vê-se por isso em que consistem as unidades.

Assim, formas substanciais, substâncias, almas, enteléquias, forças primitivas e mônadas devem ser compreendidas sobretudo como princípios de

41 Como Leibniz deixa claro em ambas as cartas, não é possível cessar a divisão de seja qual for a linha (daquilo que é básico na formação de qualquer sólido) e seja qual for o número (daquilo que faz a base de qualquer fração). Quanto ao todo da citação, cf. também Leibniz (2009, p. 514-5, 549, 551).

vida e é o que as diferencia ou as permite discernir, o que faz a sua interioridade e individualidade, que se pode chamar propriamente de vivo ou dinâmico em oposição a mecânico; daí que

Aliás, deve-se confessar que a percepção e o que dela depende é inexplicável por razões mecânicas, isto é, por figuras e movimentos. Pois, imaginando haver uma máquina, cuja estrutura faça pensar, sentir e perceber [o que é essencial às almas em geral], poder-se-á concebê-la proporcionalmente ampliada de modo a poder-se entrar nela como num moinho. Admitido isso, ao visitá-la por dentro não se encontrarão lá senão peças impulsionando-se umas às outras, e nada que explique uma percepção. [...] **E é apenas isso, precisamente, o que se pode encontrar na substância simples: percepções e suas modificações. Também só nestas podem consistir as ações internas das substâncias simples** (LEIBNIZ, 1983 [*Monadologia*, § 17], p. 106).

Ou seja, Leibniz estende aquilo em que estava de acordo com os cartesianos, a existência da forma substancial do homem (LEIBNIZ, 2009, p. 510), para todos os organismos ou corpos; isto é, todo o nosso universo está repleto de uma infinidade de organismos distintos e percepientes, por isso mesmo, de uma infinidade de formas substanciais, nesse sentido, um universo pleno de uma infinidade discernível e viva de criaturas, como o murmúrio ou bulício de uma infinidade discernível de peixes em um imenso lago. Daí que a real modificação das coisas que só pode ser compreendida a partir do que é interno, ou seja, sem recorrer a uma individuação de tipo lockeana ou que lembre espaço e tempo absoluto newtoniano⁴², também se associe ao que torna discernível as substâncias simples, ou como afirma Leibniz:

42 Cf. nossos artigos “Leibniz e Tomás de Aquino: o princípio de individuação” (PIAUÍ, 2006); “Noção completa de uma substância individual e infinito em Leibniz” (PIAUÍ, 2011b) e “A controvérsia Leibniz e Locke quanto ao conceito de pessoa moral” (PIAUÍ, 2020).

[...] as Mônadas precisam ter algumas qualidades, pois, caso contrário, nem mesmo seriam entes. Se as substâncias simples em nada diferissem pelas suas qualidades, não haveria meio de se aperceber qualquer modificação nas coisas, pois **o que está no composto não pode vir senão dos ingredientes simples**, e as Mônadas, não tendo qualidades, seriam indistinguíveis umas das outras, visto não diferirem em quantidade; e, por conseguinte, admitido o pleno, cada lugar receberia sempre, no movimento, só o equivalente do que antes contivera, e **um estado de coisas seria portanto, indiscernível de outro** (LEIBNIZ, 1983 [*Monadologia*, § 8], p. 105, grifo nosso).

Portanto, quando se pode saber em absoluto qual é de fato o corpo ou corpos que se movem ou mudam de situação e suas causas próximas, quando suas modificações passam a ser bem fundadas, é que podemos falar em discernibilidade real do movimento ou mudança e que de fato solucionamos a questão deixada em aberto por Descartes, e para tanto era preciso compreender em que sentido todo o universo pode ser dito dinâmico ou vivo.

3 Nota Terceira – Máquinas Orgânicas com Identidade Moral

Por fim, e para mantermos aquela exigência de que a Razão não contradiga a Fé especialmente quando o assunto é a vida e as almas, precisamos tratar do último assunto que ocultamos quando citamos a carta de Leibniz à princesa Sofia Carlota, ou seja, aquela conclusão ordenada também incluía a seguinte afirmação:

Vê-se por isso em que consistem as unidades. Mostrei, em outro lugar, como as almas sempre conservam alguns corpos, e que, portanto, os

próprios animais subsistem. Também expliquei distintamente a comunicação (*commerce*) da Alma e do corpo. **Por fim, mostrei que as Almas racionais ou os Espíritos são de uma ordem superior, e que Deus cuidou deles não só como um perfeito Arquiteto completo, mas também como um Monarca perfeitamente bom.**

Agora sim, e isso é o fundamental, a adoção do axioma *Natura non facit saltum* em História Natural também parecia conduzir a uma oposição bastante peculiar com a verdade revelada que também já havia sido sentida por Leibniz; ela é explicitada em uma carta de 31/07/1709 endereçada ao jesuíta belga Bartholomeu Des Bosses (1668-1738), um importante teólogo e matemático com quem ele trocou uma vasta correspondência nos anos de 1706 a 1716, período em que também está escrevendo o *Brevis* e o *De origine francorum*. No momento em que recebe a carta mencionada, Des Bosses estava traduzindo para o latim a obra de Leibniz, já muitas vezes mencionada aqui, cujo título completo era *Ensaio de Teodiceia sobre bondade de Deus, a liberdade do homem e a origem do mal*, obra que continha um capítulo de título “Discurso sobre o acordo da fé com a razão”. Para o que nos interessa, a questão central da carta é justamente a de que a lei de continuidade ou a máxima segunda a qual *natura non facit saltum* não pode ser adotada quando o assunto é a semelhança entre as almas em geral; ou seja, se adotássemos tal máxima indiscriminadamente e especialmente para esse caso, a razão estaria em contradição manifesta com a revelação. Em termos do próprio Leibniz, a questão era a seguinte:

Está estabelecido entre os filósofos que as faculdades de sentir e de raciocinar não constituem (*facere*) almas diferentes em nós; mas que estão em (*inesse*) uma mesma alma. Donde minha surpresa que isto o imobilize [Des Bosses]. [...] Eu achei mais apropriado adicionar **um**

grau novo às almas sensitivas, do que ocultar nas sementes (*seminibus*) inúmeras almas racionais que não alcançariam a maturidade da natureza humana. Ainda que alguém me apresentasse um modo natural dessa **elevação [de grau]** eu não diria que esse modo foi adicionado miraculosamente. Portanto, você [pode] ver que isso foi dito por mim *preferencialmente de modo hipotético*. A alma [humana – intelectiva e sensitiva –] nasce da alma [humana] [...] (LEIBNIZ, 2013a, p. 134, grifo nosso)⁴³.

De pleno acordo com sua *Monadologia*, Leibniz recua aqui diante daquele axioma e mantém a diferença de grau, o salto, entre a alma humana (sensitiva e intelectiva) e a dos outros animais (apenas sensitiva). Em primeiro lugar, o que estava estabelecido entre os filósofos podia ter como fonte comum o texto daquele que foi a razão para os escolásticos, a saber:

Todavia, a situação é praticamente a mesma (*παραπλησίως*) no que se refere à alma (*ψυχήν*) e[m comparação com] as figuras (*σχημάτων*): e é que sempre no elemento seguinte da série (*ἐφεξῆς*) se encontra potencialmente (*ὑπάρχει δυνάμει*) o [elemento] anterior, tanto no caso das figuras (*τῶν σχημάτων*) [geométricas] como no caso dos seres animados (*τῶν ἐμψύχων*); por exemplo, o triângulo (*τρίγωνον*) está contido no retângulo (*τετραγώνω*) e a faculdade vegetativa (*θρεπτικόν*) está contida na sensitiva (*αἰσθητικῶ*). Portanto, em relação com cada um dos vivientes (*καθ' ἕκαστον ζητητέον*) deveremos investigar qual é a alma própria (*τίς ἐκάστου ψυχῆ*) de cada um deles, por exemplo, qual é a das plantas (*τίς φυτοῦ*) e qual é a do homem (*τίς ἀνθρώπου*) ou [qual é a] da fera (*[τίς] θηρίου*). E deveremos, além disso, examinar por que razão se encontram em série (*ἐφεξῆς*) do modo descrito. Sem que se dê a faculdade vegetativa (*θρεπτικοῦ*) não se dá a sensitiva

43 No original, temos: “*Constat inter Philosophos, facultatem sentiendi et ratiocinandi in nobis non facere diversas animas, sed eidem animae inesse. Unde miror te hic haerere. Eandem materiam a diversis Entelechiis adaequate informari, non est cur dicamus. Gradum novum addi Animae sensitivae congruentis putavi, quam animas racionales innumeras latere in seminibus quae non perveniant ad maturitatem humanae naturae. Si quis ostendat modum naturalem exaltationis, non dicam, hunc modum addi miraculose. Vides ergo haec a me dici per modum hypotheseos preferendae. Animam ex anima nasci, si id Traducem apellas, explicabile non est, et longe absum ab his talis concipiunt*”. Traduzimos a carta a Des Bosses na íntegra, cf. Leibniz (2013a).

(αἰσθητικόν), mesmo que a vegetativa (θρεπτικόν) se dê separada da sensitiva (αἰσθητικοῦ) nas plantas (φυτοῖς) (ARISTÓTELES, 1988 [II, 3, 414b 25-415a 5], p. 56).

Encontramos o outro elemento fundamental da *scala naturae* que agora torna graduada a série das almas dos seres animados, dos seres que possuem alma, isto é, suas almas estão *em série* (ἐφεξῆς) “gradual”. Assim, desde o *Sobre a alma* de Aristóteles estava estabelecido certa gradação “descontínua” entre os tipos de alma, ao menos é assim que o leram os escolásticos. Portanto, aquelas exigências que mencionamos na primeira nota se transformam na reafirmação, forçada ou não, de que a *História dos animais* ou parte da diferença de gênero dos seres vivos que ela estabelecia tinha de estar submetida a certa descontinuidade entre os tipos de alma: vegetativa, sensitiva e intelectual. E será este o primeiro passo, convertido “esse” Aristóteles em razão, para evitar o desacordo entre razão e fé ou, o que é o mesmo, para evitar parte das implicações teológicas associadas a ligar imediatamente (de modo contínuo) o animal homem àquelas formas ou gêneros de seres vivos (plantas e feras) e fazer perder o “*status* especial da humanidade” (BROWNE, 2011, p. 80).

Em segundo lugar, para não mencionarmos os longos e complexos comentários ao *Gênesis* de um Agostinho, Leibniz se mantém fiel ao menos à parte do que fazia a base da afirmação feita por Pedro Abelardo (1079-1142) em seu *Comentário ao De interpretatione de Aristóteles*, ou seja, ao seguinte literalismo bíblico:

[...] fariam nascer (*seminaria*) nas coisas uma natureza não obtida da criação divina, que no sétimo dia [Deus] completou as formas de todas as espécies [inclusive a humana], nas quais estão as sementes (*se-*

menaria) de [todos] os futuros [animais]; a partir do que, por conseguinte, nenhuma espécie nova seria criada (ABELARDO, 1919 [*Logica ingredientibus*], p. 420)⁴⁴.

Com efeito, para não pôr em contradição razão e revelação, lembrando inclusive a solução adota por Copérnico, o filósofo que dizia que este é o melhor dos mundos possíveis, inclusive no que diz respeito à sua contínua evolução, acaba por afirmar que se em algum momento ele falou de continuidade evolutiva entre as almas, uma continuidade que apagasse a distinção entre almas apenas sensitivas e almas sensitivas e intelectivas, entre espécies distintas, foi apenas de modo hipotético (*per modum hypotheseos preferendae*). Na *Monadologia*, § 19, tal gradação com relação às causas próximas, seres perceptíveis ou almas em geral é enunciada da seguinte maneira:

Se quisermos chamar Alma a tudo o que tem percepções e apetências no sentido geral que acabo de explicar do termo, todas as substâncias simples ou Mônadas criadas poder-se-iam chamar Almas. Mas, como o sentimento é algo mais do que uma simples percepção, concordo em ser suficiente a designação geral de Mônadas e Enteléquias para as substâncias simples possuidoras apenas desta percepção, e que se denominem Alma somente aquelas cuja percepção é mais distinta e acompanhada de memória.

Nos *Novos ensaios*, livro III, cap. XXVII, § 9, tal gradação, que deixa ainda mais claro qual o papel da memória e sentimento nas almas ditas racionais agora com relação às almas dos simples animais, é enunciada da seguinte maneira:

44 “[...] *seminaria in rerum natura non habere ex illa Dei creatione, quae die septimo specierum omnium formas complevit, in quibus semina futurorum posuit, unde iam amplius nullam novam speciem criaret*”.

[...] a consciência (*conscienciosité* – conscienciosidade) ou o sentimento do eu prova uma identidade moral ou pessoal. É nisso que distingo a incessabilidade [ou impossibilidade de cessar] da alma de um [simples] animal, da imortalidade da alma de um homem: tanto uma como a outra conservam identidade física e real, mas quanto ao homem, é conforme às normas da divina providência que a alma [humana] conserve também a identidade moral e aparente conosco mesmo, para constituir a mesma pessoa, consequentemente capaz de sentir os castigos e as recompensas (LEIBNIZ, 1984 [N.E.], p. 177).

Isso quer dizer que, com sua noção de mônada (Idem, p. 173)⁴⁵ portadora de consciência ou de sentimento do eu, Leibniz também busca resolver os problemas que havia equacionado em uma carta endereçada ao teólogo luterano o abade Gerhard Wolter Molanus (1633-1722), que recebeu a datação de mais ou menos 1679⁴⁶; principais temas do *Discurso de metafísica* e da *Teodiceia* e que reorientam a reforma do conceito de substância para a noção de um Deus, a suprema substância única, universal e necessária (*Monadologia*, § 40), que é também o regente ou monarca dos Espíritos, das almas racionais portadoras de consciência ou de sentimento do eu, tema que finaliza sua *Monadologia* (§§ 82-89).

De qualquer modo, e voltando ao que dizíamos, a descontinuidade e separação entre almas sensitivas e intelectivas de um lado e almas apenas sensitivas de outro, mais que a individualidade de todos os seres, se ajustavam perfeitamente ao tipo de história que vinha sendo praticada e que, neste caso, tinha como fundamento a verdade revelada que estabelecia a criação do homem, a sa-

45 Nesse sentido é também a causa próxima das ações que podem ser ditas morais que resolverá o problema da liberdade humana e da justiça divina.

46 Cf. nosso artigo “Leibniz e o incomparável *Manual* de Epicteto: a propósito da crítica à arte da paciência de Descartes” (PIAUÍ, 2017).

ber: “Deus disse: ‘Fervilhem as águas um fervilhar de seres vivos e que as aves voem acima da terra’” – até aqui nenhuma contradição com as afirmações feitas por Darwin – “Houve uma tarde e uma manhã: quinto dia” (Gn 1:20-24). Mas, logo em seguida “façamos o homem à nossa imagem, como nossa semelhança [...] Houve uma tarde e uma manhã: sexto dia”.

Era também com essa descontinuidade por semelhança com o divino e dessemelhança com os outros animais e por conta de a criação do homem ter sido realizada em outro dia, o sexto e não o quinto, que a adoção mais irrestrita por parte de Darwin da máxima *natura non facit saltum* se mostrava em desconformidade com a verdade da fé (Bíblia) e a verdade da razão (Aristóteles). E era certamente por isso que Darwin se viu obrigado a recomeçar; pois, se admitir essas verdades era o mesmo que afirmar que “cada espécie foi criada de maneira independente”, então ninguém conseguiria explicar porque a seleção natural deveria ser uma lei da natureza (DARWIN, 2014, p. 536). Ora, mas isso era justamente o que dizia a Bíblia e Aristóteles e reafirmavam filosofias como a de Leibniz. Trocando em miúdos, Darwin continuou exatamente de onde também Leibniz havia recuado por conta da escolástica associação entre Fé e Razão.

Assim, o princípio geral e filosófico que mostra a oposição da hipótese darwiniana com a verdade revelada e com a filosofia da história que a sustentava é o de que, mantida a existência das almas, *deve existir continuidade de evolução entre as almas dos animais em geral*. Darwin teria encontrado muitas evidências que o levavam forçosamente a defender a hipótese de que somos muito mais semelhantes aos animais do que gostaríamos de admitir, que talvez não sejamos

mais do que os pardais. Portanto, com Darwin, nosso universo ameaça deixar de ser antropocêntrico, na verdade ameaça deixar de ser judaico-greco-cristão e de tirar as bases daquela Sacra Germânica História Universal⁴⁷. Se diminuirmos seu suposto impacto, poderíamos parafrasear Hawking (2000, p. 27) e dizer que Darwin trouxe a questão do começo dos seres vivos para o domínio real da ciência, vale lembrar, para o domínio real da História Natural.

De todo modo, se Leibniz não tivesse afirmado os princípios que orientavam a Sacra História da Terra, o capítulo da *Teodiceia* de título “Discurso da conformidade da fé com a razão” assim como o “A fé e a razão, bem como seus limites distintos” dos *Novos ensaios* – que em grande medida são uma reafirmação da opinião de Lactâncio, Boécio, Abelardo, Tomás e muitos outros – perderiam todo seu sentido.

Referências

ARISTÓTELES. *History of Animals* (Historia animalium). Trad. D’Arc Wentworth. EUA: Encyclopaedia Britannica, 1952.

ARISTÓTELES. *Acerca del alma*. Trad. Tomás Calvo Martinez. Madri: Gredos, 1988.

47 Pelos mesmos motivos, o darwinista Dawkins ameaça a Sacra Anglo-Saxã História Universal. Quanto às histórias de cunho espírito-absolutistas, arriscaríamos outro palpite: que elas não deixam de ser Sacra Universal História Europeia; e, para quem está nas Américas mais ao sul, as trocas dos nomes de lugar ou da ordem dos termos não deve chegar a entusiasmar.

ARISTÓTELES. *Investigación sobre los animales*. Trad. Carlos García Gual e Julio Palli Bonet. Tomás Calvo Martínez. Madri: Gredos, 1992.

ABELARDO, P. *Philosophische schriften* ("Die logica ingredientibus", Band 21). Münster: Bernhard Geyer, 1919.

BROWNE, J. *Charles Darwin: o poder do lugar*. Trad. Otacílio Nunes. São Paulo: Aracati/Unesp, 2011.

DARWIN, C. *The origin of species*. Londres: John Murray, 1876.

DARWIN, C. *A origem das espécies*. Trad. Carlos Duarte e Anna Duarte. São Paulo: Martin Claret, 2014.

EVES, H. *Introdução à história da matemática*. Trad. Higyno H. Domingues. São Paulo: Ed. Unicamp, 2004.

HAWKING, S. W. *Uma breve história do tempo*. Trad. Maria Helena Torres. Rio de Janeiro: Rocco, 2000.

JAMMER, M. *Conceitos de força*. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto, 2011.

LEIBNIZ, G. W. Carta de Leibniz a Des Bosses (31/07/1709) [sobre as almas, as enteléquias, as mônadas, a massa e o espaço]. Trad. William de Siqueira Piauí e Juliana Cecci Silva. *Theoria – Revista eletrônica de Filosofia*, v. 5, n. 12, p. 133-40, 2013a.

LEIBNIZ, G. W. *Carta de Leibniz a Molanus sobre Deus e a alma (1679?)*. Trad. William de Siqueira Piauí e Juliana Cecci Silva. No prelo.

LEIBNIZ, G. W. *Carta de Leibniz à Princesa Sofia [Hanôver, 31 de outubro de 1705]*. Trad. e notas de Juliana Cecci Silva e William de Siqueira Piauí. Disponível em: <http://leibnizbrasil.pro.br/>. S/d. Acesso em: 30 dez. 2020.

LEIBNIZ, G. W. Carta de Leibniz ao matemático Dancicourt: sobre as mônadas e o cálculo infinitesimal. Trad. William de Siqueira Piauí e Juliana Cecci Silva. *Theoria – Revista eletrônica de Filosofia*, v. 4, n. 10, p. 174-179, 2012.

LEIBNIZ, G. W. De arte combinatoria. Trad. Mary Sol de Mora Charles. In: *Escritos matemáticos (7B)*. Espanha: Comares, 2015.

LEIBNIZ, G. W. *De arte combinatoria*. Trad. William de Siqueira Piauí, Marcos Deyvinson Damascena et al. No prelo.

LEIBNIZ, G. W. *Discours de métaphysique suivi de Monadologie et autres textes*. Paris: Gallimard, 2004.

LEIBNIZ, G. W. *Ensaio de Teodiceia*. Trad. William de Siqueira Piauí e Juliana Cecci Silva. São Paulo: Estação Liberdade, 2013b.

LEIBNIZ, G. W. *Escritos científicos*. Trad. Javier Echeverriá et al. Espanha: Comares, 2009.

LEIBNIZ, G. W. *Essais de théodicée*. Paris: GF – Flammarion, 1969.

LEIBNIZ, G. W. *Monadologia, Discurso de metafísica e outros textos*. Trad. de Mari-
lena Chauí et al. São Paulo: Abril, 1983 (Os pensadores).

LEIBNIZ, G. W. *Novos ensaios sobre o entendimento humano*. Trad. de Luiz João Baraúna. São Paulo: Abril, 1984 (Os pensadores).

LEIBNIZ, G. W. *Nouveaux essais sur l'entendement humain*. Paris: GF – Flammarion, 1990.

LEIBNIZ, G. W. *Protogaea*. Trad. Nelson Pappavero *et al.* São Paulo: Plêiade/Fapesp, 1997.

MENNA, S. H.; MARCOS, A. (Eds.). *Estudios contemporâneos sobre ética*. Argentina: Jorge Sarmiento Universitatis, 2008.

NICOLÁS, J. A. Leibniz: de la biología a la metafísica vitalista. In: ARUANA, J. (Ed.). *Leibniz y las ciencias*. Ed. Juan Arana. Madrid: Plaza y Valdés, 2013, p. 179.

PIAUÍ, W. de S. Ciência, ética e religión. In: MENNA, S. H.; MARCOS, A. (Eds.). *Estudios contemporâneos sobre ética*. Argentina: Jorge Sarmiento Universitatis, 2008.

PIAUÍ, W. de S. Da verdade estética: Baumgarten, Leibniz e Descartes. *Ágora filosófica*, ano 6, n. 2, p. 171-195, 2006.

PIAUÍ, W. de S. Leibniz e a gênese da noção de espaço: lendo o § 47 da última carta a Clarke. *Prometeus*, ano 6, n. 11, p. 9-34, 2013.

PIAUÍ, W. de S. (Org.). *Leibniz e a linguagem: línguas naturais, etimologia e história*. Curitiba: Kottler Editorial, 2019.

PIAUÍ, W. de S. Leibniz e Darwin: história, religião e biologia. *Prometeus*, v. 9, ano 9, p. 99-126, 2016.

PIAUÍ, W. de S. Leibniz e Tomás de Aquino: o princípio de individuação. *Ágora filosófica*, ano 6, n. 1, p. 117-136, 2006.

PIAUÍ, W. de S. Newton e a Teologia Natural. *Kalagatos*, v. 6, n. 11, p. 173-199, 2011a.

PIAUÍ, W. de S. Noção completa de uma substância individual e infinito em Leibniz. *Cadernos de história e filosofia da ciência*, v. 21, n. 1, p. 257-287, 2011b.

PIAUÍ, W. de S.; SILVA, J. C. Leibniz e o incomparável Manual de Epicteto: A propósito da crítica à arte da paciência de Descartes. *Prometheus*, v. 10, n. 22, p. 49-64, 2017.

PIAUÍ, W. de S.; SILVEIRA, D. S.; DAMACENA, M. D. F. A controvérsia Leibniz e Locke quanto ao conceito de pessoa moral: uma outra introdução aos *Ensaio de teodiceia*. *Revista Heliuss*, v. 3, n. 1, p. 70-103, 2020.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



DUAS EXPRESSÕES DA MORFOLOGIA NO SÉCULO XVII: A ASSINATURA DAS COISAS NATURAIS E A PALINGÊNESE

Maurício de Carvalho Ramos

Doutor em Filosofia pela Universidade de São Paulo (USP)

Professor do Departamento de Filosofia da USP

maucramos@gmail.com

Resumo

O objetivo deste artigo é formular uma noção geral de morfologia que funcione como uma metodologia para a pesquisa em história das ideias e das culturas científicas. Essa noção inspira-se na monadologia leibniziana e busca fundamentação teórica nas noções de ideia-unidade de Lovejoy e de forma simbólica de Cassirer. Os resultados obtidos provêm da aplicação desse método no estudo de dois conceitos morfológicos do século XVII: o de assinatura das coisas naturais e de palingênese. O primeiro refere-se a uma doutrina que afirma uma ligação entre as formas dos órgãos vegetais e humanos que revelam o uso terapêutico das plantas para o tratamento de doenças específicas destes últimos. Outra versão da teoria afirma que estas assinaturas são internas e devem ser procuradas por meio da análise química. A palingênese é a ressuscitação da forma essencial de um corpo que foi destruído. Ela é tratada neste artigo como um procedimento químico-alquímico aplicado à palingênese artificial das formas vegetais. A conclusão principal obtida a partir desses resultados é que a morfologia é uma ideia-unidade e uma forma simbólica que se expressou no século XVII através de uma relação dialética entre internalidade e externalidade dos seres naturais que oscila entre os domínios do mito e do conhecimento. É tal oscilação que se apresenta como um objeto da cultura científica morfológica investigada.

Palavras-chave: Morfologia. Monadologia. Doutrina das assinaturas. Palingênese. Culturas científicas.

Abstract

The objective of this article is to formulate a general notion of morphology that has the function of a methodology for researching the history of scientific ideas and cultures. This notion is inspired by Leibnizian monadology and seeks theoretical foundation in Lovejoy's notions of and Cassirer's symbolic form. The results obtained come from the application of this method in the study of two morphological concepts from the 17th century: the signature of natural things and palingenesis. The first refers to a doctrine that affirms a link between the forms of plant and human organs that reveal the therapeutic use of plants to treat specific diseases of the latter. Another version of the theory states that these signatures are internal and should be sought through chemical analysis. Palingenesis is the resuscitation of the essential form of a body that has been destroyed. It is treated in this article as a chemical-alchemical procedure applied to artificial palingenesis of plant forms. The main conclusion obtained from these results is that morphology is a idea-unity and a symbolic form that was expressed in the 17th century through a dialectical relationship between internality and externality of natural beings that oscillates between the domains of myth and knowledge. It is such an oscillation that presents itself as an object of the investigated morphological scientific cultures.

Keywords: Morphology. Monadology. Doctrine of signatures. Palingenesis. Scientific cultures.

1 Introdução: a proposição metodológica de uma morfologia geral

O que apresentarei neste artigo são alguns resultados preliminares e específicos de uma pesquisa mais geral que desenvolvo sobre a relação entre forma e vida utilizando a perspectiva da epistemologia histórica. Meu objetivo principal é propor uma morfologia geral inspirada na monadologia de Leibniz que, interpretada à luz das noções de ideia-unidade de Lovejoy e de forma simbólica de Cassirer, funcione como uma base para a compreensão epistemológica e histórica de duas expressões da morfologia do século XVII: as noções de *assinatura das coisas naturais* e de *palingênese*. A estratégia principal que adotarei é partir de uma definição mínima de morfologia concebida como um núcleo conceitual que vai se modificando na medida em que expressa, historicamente, as variações de uma ideia-unidade e, ao mesmo tempo, identifica-se com as formas ou funções simbólicas do mito ou do conhecimento.

Construirei a definição mínima de morfologia a partir de alguns elementos da noção leibniziana de forma monadológica. Para Leibniz, a extensão definida pela metafísica cartesiana não podia ser tomada como unidade dos seres naturais, pois a divisibilidade infinita do homogêneo conduz de volta à multiplicidade que se pretendia explicar (LEIBNIZ, 1974, p. 85; 1994, p. 66). A solução leibniziana do problema foi deslocar esse caráter elementar da extensão para uma *forma* imaterial dotada de uma atividade original (LEIBNIZ, 1994, p. 67). Trata-se das mônadas ou átomos metafísicos de substância que possuem algo de vital. Mas as formas monádicas seriam verdadeiras unidades apenas se

não se comunicassem com outras formas elementares. Isso gerou o problema de saber se a vida das mônadas possuía uma ontogênese natural. A resposta leibniziana é negativa, pois as mônadas só nascem por criação e morrem por aniquilamento, processos que se inscrevem na ordem sobrenatural da realidade. Qualquer influência real entre as mônadas destruiria sua unidade e, assim, foi preciso conhecer a relação entre a ontogênese física de organismos vivos fenomênicos e a ontogênese metafísica de seres vivos formais e imateriais.

Para Leibniz, a entidade formal que confere unidade ao organismo fenomênico não pode ser destruída pela morte aparente nem surgiu a partir do nascimento também aparente do animal. Tal entidade não pode, como acontece na metempsicose, existir no hiato entre a corrupção e a geração de um indivíduo orgânico. Dadas tais exigências conceituais, Leibniz estabeleceu que a unidade orgânica imaterial deveria persistir junto de um corpo orgânico desde a criação. Esta unidade decorrente da interação orgânico-expressiva entre uma mônada principal e suas mônadas subsidiárias receberia o estatuto de substância corpórea, uma entidade substancial composta que, em seus vários níveis de expressão, preservaria uma unidade real (RAMOS, 2013). Tal substância estaria na base da dimensão panorganicista do sistema leibniziano e é dela que obtenho os principais elementos para a constituição da morfologia geral.

Passo agora a definir três características principais de uma morfologia geral inspirada na riqueza heurística do sistema leibniziano. Primeiramente, tal morfologia apresenta a possibilidade de interação harmoniosa de um centro anímico imaterial com uma unidade orgânica corporal. Dito de outro modo, a

forma, como substância composta, define um corpo orgânico expressivo-fenomenico constituído por um centro dinâmico imaterial associado a um campo morfogenético. Nas várias formas de expressão histórica dessa morfologia podem comparecer diferentes níveis da referida interação, podendo tanto o centro como o campo ser reduzidos apenas a uma existência virtual. Em segundo lugar, na definição de morfologia que proponho há uma imbricação da dimensão processual com a dimensão substancial que, em alguma medida, pode evitar os problemas decorrentes da redução do orgânico à dimensão funcional ou à estrutural. Dessa maneira, a noção de forma aqui envolvida é estranha à clássica separação entre fisiologia e morfologia. Mas, dependendo das particularidades da expressão histórica dessa relação, pode haver maior anterioridade da estrutura ou da função. A terceira e última característica da morfologia geral, diretamente decorrente das duas anteriores, está em tornar inteligível um fluxo espiritual-material, capaz de expressar-se em diferentes graus de interação, ora tendo aos aspectos imateriais, ora aos materiais, mas sempre mantendo o vínculo entre ambos. Isso é possível porque a forma como substância composta mantém conceitualmente em relação dialética um organismo fenomenico e um organismo formal puro, permitindo que diversos tipos de vínculos se estabeleçam entre ambos.

Proponho a seguir uma caracterização conceitual dessa ideia de morfologia a partir dos conceitos de ideia-unidade e de forma simbólica. Como historiador das ideias, Lovejoy está especialmente interessado, “nos fatores dinâmicos persistentes, [n]as ideias que produzem efeitos na história do pensamento”

(LOVEJOY, 2005, p. 15). Tais fatores dinâmicos podem, segundo o autor, ser obtidos a partir de amplos movimentos e tendências filosóficos que funcionarão como parâmetros iniciais de construção de uma ideia-unidade. Foi o que fiz, de modo resumido, com alguns elementos da morfologia leibniziana. Entendo que ela pode persistir no tempo em função de sua capacidade de aderir consistentemente, na medida em que se afasta de sua fonte, a outros sistemas de ideias e de práticas. A partir desses elementos da história das ideias, proponho considerar a morfologia como

uma proposição simples ou ‘princípio’ [que possui] uma afinidade lógica natural para com alguns outros princípios, originalmente avançados no curso da reflexão sobre certas questões bastante diferentes, as quais conseqüentemente se aglutinaram com ela” (LOVEJOY, 2005, p. 23-4).

Aplicada à noção de morfologia aqui proposta, pode-se estabelecer uma afinidade conceitual entre uma ideia-unidade e uma forma simbólica de Cassirer, destacando primeiramente que, semelhantemente a uma forma natural, a ideia-unidade deve conter certo dinamismo que equilibra estabilidade e transformação conceituais de modo contínuo. Mas, para produzir os efeitos cognitivos que desejo, o aspecto funcional da ideia-unidade deve ser mais marcante, de modo que a constância da noção de morfologia esteja muito mais em seu modo de operar do que em seu conteúdo específico. É essa funcionalidade que aproxima a ideia-unidade da noção de forma simbólica que, assim interpretada, consiste em uma expressão autônoma particular de uma mesma atividade de

estruturação do pensamento como decorrência da função simbólica primordial do espírito humano.

A tarefa da filosofia das formas simbólicas é, em uma de suas formulações, mostrar que existe uma coerência unitária que vai desde o valor expressivo da percepção até os significados universais da linguagem e do conhecimento teórico (CASSIRER, 1998a, p. 57). Há formas simbólicas da religião, da arte, do mito e do conhecimento que vivem em mundos peculiares de imagens. Nesse sentido, interessa-me mais de perto as formas simbólicas do mito e do conhecimento ou da ciência. Na forma simbólica do conhecimento opera uma teoria sobre a formação de conceitos e de julgamentos no interior das ciências naturais que define o objeto segundo seus traços constitutivos e, nelas, o conhecimento é apreendido em sua dependência da função cognitiva. Tal função tem como objetivo essencial inserir o particular na estrutura de uma lei e de uma ordem universais (CASSIRER, 2001, p. 16-9). Já a forma do mito é regida por uma função expressiva que cria um sistema de símbolos para capturar o mundo em um sentido mais originário, um mundo em que as coisas não são percebidas como meros objetos, mas como sujeitos viventes (CASSIRER, 1998a, p. 81). Não se trata de uma percepção representativa ou conceitual do mundo, mas de uma percepção vital e participativa.

Para definir e caracterizar a ideia de morfologia, o uso metodológico que delinearei das formas do mito e do conhecimento consiste em buscar, nos casos históricos particulares, a operação conjunta e diferencial das funções cognitiva e expressiva do pensamento. Mas isso não significa fazer da morfologia uma es-

pécie de algoritmo *a priori* totalmente abstrato, já que ela possui um conteúdo mínimo originado em um sistema de pensamento historicamente dado. As formas do mito e do conhecimento são, de fato, funções abstratas sem conteúdos específicos. Elas definem as modalidades de compreensão dos fenômenos, tornando possível avaliar sincronicamente a presença do mito e da ciência nas expressões históricas particulares da morfologia. É o que farei a seguir desenvolvendo duas destas expressões, as noções de *assinatura natural* e de *palingênese*. Assim interpretadas, as considero pertencentes à história epistemológica das culturas científicas que buscaram, como desejo fazer em meu projeto mais amplo de pesquisa, compreender a vida a partir de suas formas.

2 A assinatura das coisas naturais

Segundo a doutrina da assinatura das coisas naturais, Deus marcou as criaturas com um signo ou uma assinatura que se revela externamente em seu contorno, cor, textura e outras qualidades diretamente observáveis. Elas informam o propósito particular para o qual o ente foi criado, usualmente associado a aplicações terapêuticas. Assim, há nessa doutrina a crença mais geral de que a forma externa dos entes naturais revela suas propriedades dinâmicas internas. Um exemplo particular e conhecido dessa crença encontra-se na obra *The art of simpling*, de 1656, escrita pelo botânico e herbalista britânico William Cole (1626–1662):

Embora o pecado e Satã tenham mergulhado a humanidade em um oceano de enfermidades (pois, antes da queda, o homem não estava sujeito a doenças), ainda assim a misericórdia de Deus, que está por toda parte em suas obras, faz a grama crescer sobre as montanhas e as ervas para o uso do homem; e não apenas estampou sobre elas (bem como sobre cada homem) uma forma distinta, mas também lhes deu assinaturas particulares por meio das quais um homem pode ler, mesmo em caracteres legíveis, o uso que possuem (COLES, 2004, p. 85).

O trevo da espécie *Medicago maculata*, cujas folhas possuem a forma de um coração e exibem em sua superfície uma pequena mancha com a forma e a cor desse órgão, ilustra bem a maneira pela qual o autor entende e aplica a doutrina. Para Cole, esta planta protege o coração contra os vapores deletérios do baço.

Entendo que, nas palavras de Cole, encontra-se a crença de que a forma externa da planta expressa a existência de um atributo interno que está funcionalmente ligado a um organismo de um gênero totalmente diferente, o homem. Não é por acaso que uma substância própria do reino vegetal seja ativa na fisiologia humana, já que o trevo é uma espécie de dádiva divina que, de alguma forma, modifica a economia natural para ajustar um desequilíbrio na ordem sobrenatural. Na citação anterior, Cole diz que Deus estampou sobre plantas e homens duas ordens diferentes de formas, aquelas que são intra-específicas e as assinaturas especiais, que ocorrem interespecificamente. Também podemos designar as formas regulares dos seres como fruto da providência ordinária e as assinaturas indicadoras de fármacos como fruto da providência extraordinária.

A noção de morfologia que propus inspirada em Leibniz e caracterizada pelas noções de ideia-unidade e forma simbólica deve operar como uma função

geral que sintetize os diferentes aspectos das assinaturas naturais acima apontados. Primeiramente, essa concepção de assinatura conduz-nos diretamente à interação estrutura-função que caracteriza a morfologia geral. Nas assinaturas, o aspecto funcional ganha prioridade sobre o estrutural, pois permite a hibridização de formas naturais para cumprir um propósito imediato da providência. Mas a ligação íntima entre estrutura e função não é rompida, já que as formas naturais também possuem sua autonomia garantida pela perpetuação regular da espécie. A morfologia expressa na noção de assinatura também articula as formas simbólicas do conhecimento e do mito como duas fontes heterogêneas de entendimento dos seres naturais.

Nesse sentido, a noção revela um importante aspecto dessa articulação, a saber, uma maior força do componente mítico comparativamente ao cognitivo ou científico. Isso acontece não somente em função da dimensão sobrenatural da doutrina, mas, principalmente, pela maneira como a assinatura é definida e aplicada. A forma do coração sobre as folhas do trevo tem algo de simbólico representacional, mas ela também possui um caráter substancial, pois está associada a qualidades reais da planta.

Segundo Cassirer (1998b, p. 62-3), essa característica define um traço peculiar do pensamento mítico, a saber, a atribuição de qualidades dinâmicas reais a formas que, no contexto da função cognitiva, teriam apenas uma qualidade abstrata representacional. O coração sobre a folha do trevo não só representa o órgão humano, mas também possui, em algum sentido, uma qualidade desse órgão. Além disso, o caráter expressivo da função mítica também se revela se

considerarmos que uma assinatura divina cria vínculos subjetivos e mesmo afetivos entre uma forma encontrada na natureza e as dificuldades e interesses dos homens.

Interpretando essas peculiaridades das assinaturas naturais como ideias-unidades no sentido de Lovejoy, elas podem ser pensadas como o efeito de um fator dinâmico persistente na história do pensamento. Há, usando os termos do autor, uma afinidade lógica natural entre elas e os elementos da monadologia que utilizei para definir a noção de forma geral proposta. Essa afinidade ficará mais clara no que vem logo a seguir, pois veremos um desdobramento da ideia de assinatura natural que indica sua capacidade de funcionar como um princípio aglutinador interno na história das ideias.

O próximo passo na construção e aplicação da noção geral de morfologia envolve outra interpretação da noção de assinatura. Oswald Crollius (1563-1609) escreve no prefácio de seu *Tratado das assinaturas ou a verdadeira anatomia do grande e do pequeno mundo*, de 1609, que os botânicos de sua época são ignorantes quanto à forma interna das ervas e seus estudos sobre as assinaturas levaram a “uma infinidade de vãs disputas, as quais não trariam qualquer benefício à república da Medicina” (CROLLIUS, 1633, p. 3). Para ele, as verdadeiras assinaturas estavam no interior das plantas. A peculiaridade destas *assinaturas internas* foi posta em destaque pelo historiador da ciência Allen Debus. Ele afirma que Crollius e outros químicos do século XVII

discordaram intensamente destes signos apenas através das aparências externas. Antes, eles argumentavam, as essências internas eram as

verdadeiras assinaturas e elas podiam ser reveladas no laboratório do químico” (DEBUS, 1977, p. 100).

Há dois aspectos dessa diferença entre assinaturas interna e externa que permitem interpretá-las à luz da morfologia geral.

Tal como na externa, na assinatura interna as funções simbólicas do mito e do conhecimento estão entrelaçadas de modo não-linear. À primeira vista, poderíamos pensar que um progresso do sobrenatural para o natural e do espiritual para o material domina totalmente essa relação interno-externo. Contudo, creio que, nas assinaturas externas, o caráter representacional está bem presente porque as propriedades medicinais podem ser identificadas diretamente nas plantas. Ao contrário, com a internalização da assinatura, ela aproxima-se mais das formas e das qualidades ocultas.

Com isso, o caráter representativo da forma enfraquece, tornando-se quase exclusivamente substancial. Do modo como entendo e utilizo aqui a noção de forma simbólica, na ideia de assinatura interna o pensamento mítico está muito bem representado. Mas a morfologia geral também aponta aqui para o lado cognitivo das formas ocultas dos químicos – presente, como veremos abaixo, no processo de palingênese. O movimento do externo para o interno pode ser interpretado como um dobramento da forma exterior na direção de um centro dinâmico interior. Isso significa que os caracteres com os quais estão escritas as assinaturas deixam de ser tão diretamente legíveis e, para serem lidos, passam a depender de uma tradução para outro sistema simbólico. Tal sistema é principalmente o da química e da alquimia, que, apesar de manifestarem forte expressividade, são mais abstratos e representacionais e, portanto, mais próxi-

mos das formas simbólicas do conhecimento, quando comparados com as assinaturas externas. Em segundo lugar, a forma simbólica do conhecimento está presente nas assinaturas internas pelo fato de a dimensão técnica da química e da alquimia permitir isolar, materializar e trazer a própria assinatura ao campo fenomênico. Enquanto o herbalista identifica as virtudes farmacológicas das plantas pela simples inspeção externa do vegetal, para o químico, como diz Crollius, a realidade das assinaturas deve ser demonstrada a partir de provas obtidas “pela indústria do fogo e pela faca anatômica” (CROLLIUS, 1633, p. 4). Há aqui uma tensão entre duas formas de acesso ao conhecimento prático, envolvendo dois níveis de intervenção e controle técnico dos objetos naturais. Embora não desenvolva aqui o assunto, acredito que o controle com vistas à aplicação também se traduz em controle experimental sem finalidades técnicas, sendo este último bem afim com a forma simbólica do conhecimento.

A gênese epistemológica e histórica da diferença entre assinatura externa e interna também é compreensível como o efeito da função dinâmica de uma ideia-pensamento. O conceito de forma geral como ideia-pensamento pode ser entendido como um ponto médio de expressão entre a forma monadológica e a forma-assinatura. A relação entre a internalidade real e metafísica da mônada como forma dinâmica e sua expressividade externa como fenômeno bem fundado é análoga à relação entre o caráter oculto da assinatura interna e a expressividade fenomênica da assinatura externa. É interessante notar que ao compararmos essas duas expressões da ideia-pensamento elas mostram uma inversão quanto à sua origem sobrenatural. Enquanto o conhecimento da realidade subs-

tancial das mônadas depende do conhecimento abstrato da metafísica racional fundada na teologia, o conhecimento da fonte sobrenatural providencial das assinaturas e reconhecido pela inspeção direta nas formas fenomênicas da natureza.

Em suma, com os elementos até aqui discutidos, proponho que a doutrina das assinaturas, com as variações que destaquei anteriormente, é uma expressão histórica particular da morfologia geral acima definida. A variedade que a doutrina exibe em função de seu caráter histórico torna a morfologia geral mais determinada e objetiva e, inversamente, a morfologia exerce uma função sintética sobre o entendimento dessas variações. A seguir, passarei a examinar a noção de palingênese, que será a última expressão histórica da morfologia geral que discutirei neste artigo.

3 A palingênese dos vegetais a partir da ressuscitação química

A existência da relação histórica entre assinaturas naturais e palingênese que passarei a explorar também foi apontada por Debus. Para ele,

[...] na busca por tais assinaturas, a evidência da ressuscitação de plantas de suas cinzas (palingênese) assumiu um significado especial. Como Paracelso, Joseph Duchesne rejeitou os signos externos em favor das essências internas que poderiam ser descobertas através da aplicação do fogo” (DEBUS, 1977, p. 100).

Através da noção de palingênese, a morfologia geral se expressa em um novo contexto teórico e prático no qual suas características gerais tornam-se ainda mais determinadas. Para colocar isso em evidência, começarei pelo exame do relato feito pelo químico e médico francês Joseph Duchesne, ou Quercetanus (c.1544-1609). Tal relato, tomado como prova de uma verdadeira palingênese, foi amplamente citado na literatura dos séculos XVII e XVIII (DEBUS, 1977, p. 103). Continuando a mesma tradição, também utilizarei a citação que dele faz Kenelm Digby (1603-1665) em seu *Discurso sobre a vegetação das plantas*:

Quercetanus, este mui douto e mui célebre médico do rei Henrique IV, nos conta uma história admirável de certo polonês que lhe mostrou doze vasos de vidro, selados hermeticamente, em cada um dos quais estava contida a substância de uma planta diferente, a saber, em um estava uma rosa, noutra uma tulipa e assim por diante. Ora, é preciso observar que, mostrando cada vaso, não podíamos nele notar outra coisa além de uma pequena massa de cinzas que se via no fundo do dito vaso. Mas, tão logo que ele o expunha a um doce e mediano calor, nesse mesmo instante aparecia, pouco a pouco, a imagem de uma planta que saía de sua tumba ou de sua cinza. Em cada vaso viam-se as plantas e as flores ressuscitar inteiramente, cada uma segundo a natureza da cinza na qual a sua imagem estava invisivelmente sepultada. Cada planta ou flor crescia de todas as partes em um justo e concebível tamanho e dimensão, na qual estava representada de forma umbrática suas próprias cores, figuras, tamanhos e outros acidentes semelhantes, mas com tal exatidão e singeleza que o sentido poderia enganar a razão por crer que eram plantas e flores substanciais e verdadeiras. Ora, todas as vezes que ele vinha a retirar o vaso do calor e que ele o expunha ao ar, ocorria que, vindo a resfriar-se a matéria e o vaso, via-se sensivelmente que essas plantas ou flores diminuía pouco a pouco, de tal modo que suas cores brilhantes e vivas, vindo a empalidecer, sua figura não era, então, mais do que uma sombra da morte que desaparecia subitamente e se sepultava novamente sob suas primeiras cinzas; e isto se repetia sempre, com todas as circunstâncias que eu vos assinalei, quando ele queria novamente aproximar o vaso do calor e novamente retirá-lo (DIGBY, 1667, p. 65-7).

Dentro das condições artificialmente criadas, a aplicação do calor sobre as cinzas de diferentes plantas foi capaz de tornar sensível, sob a forma de um vapor ou de uma substância etérea, a forma própria de cada uma das espécies ali representadas. A redução da planta pelo fogo não destruiu sua assinatura interna que é, neste caso, a forma própria de cada espécie utilizada no experimento. Mesmo tendo toda a aparência de uma narrativa fabulosa, Digby tenta, em seu *Discurso*, explicar racionalmente a palingênese reunindo consistentemente em uma mesma explicação a ontogênese natural e a produção artificial de vegetais por ressuscitação. Para Digby, a causa da palingênese de Quercetanus é a seguinte:

É indubitável que a maior parte da substância essencial do misto decomposto permanece em seu sal fixo e que de nenhum modo pode mudar em outra natureza. Ele sempre permanece dotado de essência (por assim dizer) com as mesmas qualidades e virtudes da planta de onde foi extraído. E porque ele contém apenas muito pouco de seu sal volátil e de suas partes de enxofre, está privado de suas cores naturais. Se encontrássemos um meio pelo qual pudéssemos conservar todas as partes essenciais ao fazermos a dissolução e a purificação, eu não poderia duvidar que, as reunindo, não se pudesse fazer aparecer uma planta inteira e perfeita, tal como cresce na natureza (DIGBY, 1667, p. 70-1).

Para o autor, o processo palingenético deveria, então, em princípio, conferir imortalidade à planta. Isso aconteceria se, ele afirma, pudéssemos transformá-la numa “substância tão fixa e permanente que ela não possa mais estar submetida à inconstância do tempo, nem à tirania das qualidades contrárias, nem a agentes exteriores que destroem todas as coisas” (DIGBY, 1667, p. 64).

Tal como entendo o texto de Digby (RAMOS, 2010), o *sal fixo* funciona como semente, ou seja, ele é um corpo simples, irreduzível pela arte da separação química e funciona como sustentáculo das substâncias essenciais do misto, ou seja, aquelas que se manifestavam na planta viva. Temos aqui um estado de fixidez que se expressa na irreduzibilidade química pelo fogo, na imutabilidade da forma própria de uma espécie orgânica e na imortalidade do corpo que pode ter seus atributos essenciais artificialmente reativados. A capacidade prolífera do sal fixo, ou seja, seu poder de expressar parcial ou completamente a planta, depende de sua capacidade de preservar as qualidades que a planta possuía em vida. A obtenção de um sal geneticamente completo dependeria, primeiramente, de uma perfeita separação ou dissolução das partes que possuem as propriedades da planta e, em segundo lugar, da purificação de tais partes por meio da eliminação dos elementos impuros.

À luz da morfologia geral que proponho, a palingênese pode ser primeiramente interpretada como uma nova expressão daquela estrutura ideal composta por um centro anímico ou dinâmico imaterial e um campo morfogenético expressivo-fenômico. Se, como eu disse, a passagem conceitual da assinatura externa para interna consiste em um desdobramento da forma exterior na direção de um centro dinâmico interior, a atribuição de qualidades prolíferas ao sal fixo dilui esse centro em suas diversas partes, que, em conjunto, constituem a expressão fenomênica de um campo morfogenético. A ação desse campo seria percebida sensivelmente cada vez que o alquimista polonês submetia o vaso sepulcral da planta a uma chama branda e sutil. A palingênese dota a morfologia

de um tipo de substancialidade que, em princípio, desloca seu contínuo material-espiritual para o pólo material. Mas, curiosamente, essa materialidade afeta a ligação íntima entre estrutura e função da morfologia deslocando-a para o pólo funcional. Como campo morfogenético difuso, a função prolífera se expande para a totalidade do sal ou das cinzas, não se concentrando em uma estrutura orgânica pontual.

Quanto à relação entre mito e conhecimento, o notório caráter fabuloso do relato de Quercetanus não inseriria a palingênese no domínio completo do primeiro? Até certo ponto, concordo que tal relato e a própria noção de palingênese possam ser legitimamente excluídas de boa parte das reconstruções racionais da história das ciências. Mas, o que ocorre em minha proposição é justamente o contrário, pois o que tenho em vista é mais uma história da das ideias e da cultura científica do que uma história da ciência.

Nesse âmbito mais alargado da história do pensamento científico, creio que se pode obter uma reconstrução ou construção epistemológica-histórica cuja objetividade baseia-se na racionalidade mais geral encontrada principalmente na ideia de forma simbólica. Mais precisamente, com base nessa metodologia, pode-se aplicar o caráter funcional da morfologia à palingênese de modo a torná-la um fato objetivo da cultura científica. Mas essa objetividade emerge tanto da função expressiva da forma do mito quando da função cognitiva do conhecimento pertencente ao campo científico. Aplicada ao surgimento da sombra da planta, a palavra “expressão” combina intimamente as formas mítica e cognitiva do pensamento. Ela é uma expressão vital que cai na categoria do pro-

digioso e da ação mágica e possui a característica mítica de não distinção dos aspectos representacionais e substanciais. Mas penso que a explicação de Digby do processo, feita dentro dos parâmetros químicos da época, traduz essa expressão prodigiosa da planta em uma causa natural cognitivamente inteligível no seio de uma física das qualidades.

Em suma, a expressão de uma planta palingenética é ao mesmo tempo subjetiva e fenomênica e, tal como definido na morfologia geral de inspiração leibniziana, representa uma forma que combina a subjetividade ligada a um centro imaterial dinâmico com a objetividade de sua expressão fenomênica como corpo orgânico.

4 Conclusão

Quanto ao método, concluo, a partir de sua breve aplicação neste artigo, que a morfologia proposta é capaz de articular casos históricos concretos na elaboração de histórias de ideias e de culturas científicas sem transformar-se em uma ontologia ou em uma metodologia pura. Para cumprir tal tarefa, sua propriedade principal consiste em atrair para o interior dessas culturas indagações, raciocínios, teorizações, experimentações, operações técnicas etc. tal como aparecem distribuídas em um amplo devir histórico e em uma ampla variação conceitual.

Acredito que a morfologia foi, para tanto, eficaz porque operou concomitantemente como método e objeto de investigação, revelando afinidades dinâmicas entre os modos de compreensão dos entes, processos e fenômenos cujo exame permite definir de maneira plástica os objetos científicos que estão ocultos na riqueza das culturas científicas. Foi o caso das assinaturas e da palingênese, cuja cientificidade transita entre o mito e o conhecimento e, portanto, são visíveis apenas no interior dessa oscilação.

Quanto aos resultados obtidos relativamente a esses dois objetos, concluo que a morfologia é uma ideia-unidade e uma forma simbólica que se expressou no século XVII com as seguintes características: (1) um conceito que coloca em relação dialética a internalidade e a externalidade das entidades naturais; (2) os polos dessa relação são ocupados por formas conceituais pertencentes a diferentes domínios de uma cultura científica que também pode ser designada como morfológica: herbalismo, farmacologia, botânica, medicina, química, alquimia e filosofia teológico-natural; (3) a continuidade e a unidade dessa cultura, que vai muito além do breve período e domínio conceitual aqui estudado, é gerada pelo referido trânsito entre mito e conhecimento: a assinatura externa é uma técnica que articula observações empíricas da morfologia comparada a concepções teológico-míticas criacionistas; a assinatura interna pertence mais ao âmbito experimental do que observacional e os elementos míticos de sua base conceitual estão contraídos e menos aparentes no domínio conceitual mais racional das qualidades ocultas substanciais; na palingênese, as entidades naturais também são compreendidas a partir dessa substancialidade dinâmica típica da

química e da alquimia do período, mas suas realizações técnicas e experimentais voltam-se para o fenômeno da ressuscitação dos seres, claramente vinculado aos mitos da continuidade da vida após a morte; (4) por fim, este último resultado permite que voltemos ao trânsito entre objeto e método presente na morfologia geral: este mito da continuidade da vida está profundamente racionalizado pela metafísica da indestrutibilidade da substância monádica, que reúne dialeticamente a internalidade dinâmica da forma e a externalidade expressiva do fenômeno. Ao ser transferida para a utilização metodológica da morfologia geral, é essa propriedade do conceito de forma monádica que faz emergir, sem extrair ou abstrair, os objetos escondidos nas culturas científicas.

Referências

CASSIRER, E. *Filosofía de las formas simbólicas* (v. 3): fenomenología del reconocimiento. Tradução de Armando Morones. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica, 1998a.

CASSIRER, E. *Filosofía de las formas simbólicas* (v. 2): el pensamiento mítico. Tradução de Armando Morones. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica, 1998b.

CASSIRER, E. *Filosofia das formas simbólicas* (v. 1): a linguagem. Tradução de Marion Fleischer, São Paulo: Martins Fontes, 2001.

COLES, W. *The Art of simpling: an introduction to the knowledge and gathering of plants*. Whitefish: Kessinger, 2004.

CROLLIUS, O. Traicté des signatures ou vray anatomie du grand & petit monde. In: CROLL, O. *La royalle chymie de Crollius*. Paris: Mathurin Henault, 1633, p. 1-124.

DEBUS, A. G. *The chemical philosophy: paracelsian science and medicine in the sixteenth and seventeenth centuries*. New York: Science History Publications, 1977.

DIGBY, K. *Discours sur la vegetation des plantes*. Paris: Chez la veuve Moer, au bas de la rüe de la Harpe, proche le Pont Saint Michel, à Saint Alexis, 1667.

LEIBNIZ, G. W. Discurso de metafísica. In: JOYAU, E. & RIBEEK, G. (Orgs.). *Newton, Leibniz*. Tradução de Marilena de Souza Chauí. São Paulo: Abril Cultural, 1974, p. 75-110 (Os Pensadores, 19).

LEIBNIZ, G. W. Système nouveau de la nature et de la communication des substances aussi bien que de l'union qu'il y a entre l'âme et le corps. In: LEIBNIZ, G. W. *Système nouveau de la nature et de la communication des substances et autres textes: 1690 – 1703*. Paris: Flammarion, 1994, p. 61-90.

LOVEJOY, A. *A grande cadeia do ser: um estudo da história de uma idéia*. Tradução de Aldo Fernando Barbieri. São Paulo: Palíndromo, 2005.

RAMOS, M. de C. O conceito de mônada orgânica. *Metatheoria*, v. 3, n. 1, p. 39-72, 2013.

RAMOS, M. de C. Vegetações artificiais: palingênese, árvores metálicas e plasmogénia. *Scientiae Studia*, v. 9, n. 4, p. 821-846, dez. 2010.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



HUME E A BIOLOGIA: ALGUMAS NOTAS

Andreh Sabino Ribeiro

Doutor em Filosofia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Professor Formador pela Universidade Aberta do Brasil (UAB) em parceria com a Universidade Estadual do Ceará (UECE)

sabinoandreh@gmail.com

Resumo

O objetivo deste artigo é identificar os vínculos mais significativos de David Hume com a Biologia. Frequentemente, isso é feito a partir de uma análise comparativa entre o filósofo escocês e Charles Darwin. Adotando uma abordagem mais ampla, ainda que sem a pretensão de ser exaustiva, levarei em conta outros aspectos da temática. Primeiramente, apresentarei brevemente a relação direta de Hume com os estudos biológicos em geral. Depois, examinarei a concepção humeana de natureza e de natureza humana, dada a pertinência desses termos para os naturalistas. Por fim, discutirei a crítica de Hume ao chamado argumento do desígnio. Defendo que pontos de contato podem ser traçados entre Hume e o darwinismo a partir de uma postura antiteleológica em comum.

Palavras-chave: David Hume. Filosofia da Biologia. Filosofia da Natureza. Antropologia Filosófica.

Abstract

The purpose of this article is to identify David Hume's most significant links with Biology. This is often done from a comparative analysis between the Scottish philosopher and Charles Darwin. Adopting a broader approach, although without intending to be exhaustive, I will take into account other aspects of the theme. Firstly, I will briefly present Hume's direct relation with biological studies in general. Secondly, I will examine the humean conception of nature and human nature, given the relevance of these terms to naturalists. Finally, I will discuss Hume's criticism of the so-called design argument. I argue that points of contact can be drawn between Hume and Darwinism from a common anti-teleological stance.

Keywords: David Hume. Philosophy of Biology. Philosophy of Nature. Philosophical Anthropology.

1 O diálogo entre Filosofia e Biologia a partir de Hume

É indiscutível que Hume valoriza as ciências naturais. O filósofo só tenta “introduzir o método experimental de raciocínio nos assuntos morais”, como estampa o subtítulo de seu *Tratado da natureza humana*, porque admira os feitos das Revoluções Científicas desde o século que o precede. Seguramente, as conquistas mais famosas são oriundas da Física, principalmente por causa da teoria newtoniana, que parecia ser à época, para muitos, a explicação definitiva e completa do funcionamento do universo¹. Todavia, não seria justo pensar que Hume tem em elevada consideração apenas a Física ou tão somente Newton.

É devido às descobertas das ciências naturais em geral que Hume reconhece que o fundamento sólido de um conhecimento está na experiência e observação “em diferentes circunstâncias e situações”, a fim de formular princípios máximos que expliquem os fenômenos (HUME, 2009, p. 22-3). Entretanto, em certos momentos, Hume deixa explícito que segue o método investigativo específico dos anatomistas. Deles, o filósofo herda a prática de “acrescentar a suas observações e experimentos” sobre os humanos o mesmo que se realiza sobre animais. O recurso é considerado “correto e útil” uma vez que a estrutura e a função das partes, seja do corpo, seja da mente, são as mesmas nos diferentes seres; de modo que “tudo aquilo que descobrimos ser verdadeiro a propósito de uma espécie é certo também para a outra” (HUME, 2009, p. 359-60).

1 Expressam essa sensação os versos do poeta Alexander Pope: “A natureza e as leis da natureza ocultavam-se nas trevas. Deus disse: ‘Faça-se Newton!’ E tudo se fez luz.” (*apud* COHEN, I. B. e WESTFALL, R. S., 2002, p. 15).

Quando Hume se considera no *Tratado* um anatomista da mente (HUME, 2009, p. 360 e 660), é no trabalho de cientistas como William Harvey (1578-1657) – cujo estudo sobre animais vivos serviu de base para descrever o sistema circulatório sanguíneo –, que o filósofo se inspira². Em sua *História da Inglaterra*, Hume afirma que a Harvey é merecida “a glória de ter feito [...] uma descoberta capital em um dos ramos mais importantes da ciência”, com “a felicidade de estabelecer de uma vez sua teoria nas provas mais sólidas e convincentes”, de modo que “a posteridade pouco acrescentou aos argumentos sugeridos por sua indústria e engenhosidade” (HUME, 1983, p. 98). A adoção do anatomista como referência metodológica é patente também na *Investigação sobre o entendimento humano*, quando Hume assevera que “não há dúvida de que, uma vez que se prove claramente que a circulação do sangue, por exemplo, ocorre em uma criatura como uma rã ou um peixe, surge uma forte presunção de que o mesmo princípio vale para todas as demais” (HUME, 2004, p. 147).

É notável ainda que Hume aceita a correspondência entre humanos e demais animais não apenas no domínio da sensibilidade, mas também no do raciocínio; pois assim como aqueles, estes são capazes de aprender pela experiência e adaptam os meios aos fins de autopreservação, buscando o prazer e evitando a dor (HUME, 2004, p. 147-52; 2009, p. 209-12). Diante das constatações acima, ao menos às vezes, a Filosofia, para Hume, está mais próxima da Biologia do que, por exemplo, a Física.

2 Certamente, outros naturalistas exercem alguma influência sobre Hume, alguns fazendo parte do seu círculo de amizades em Paris, como Buffon e Maupertuis (Ver HUME, 1932a, p. 419 e 530; 1932b, p. 82 e 205). Vale indicar que cada um destes possui sua própria “teoria da seleção natural” (MONTEIRO, 1984), chegando Charles Darwin a reconhecer Buffon como um precursor do evolucionismo (DARWIN, 2009, p. xiii).

Como um anatomista da mente – e porque “todas as ciências têm uma relação, maior ou menor, com a natureza humana”, dado que em todos os saberes o ser humano é o cognoscente – Hume assegura que sua filosofia, além de ser influenciada pelas ciências naturais, pode aprimorá-las (HUME, 2009, p. 20-2).

A contribuição de Hume para os cientistas é uma lucidez acerca dos limites do conhecimento. Então, sua filosofia serve de grande alerta quanto ao uso do próprio método experimental, contra toda formulação “presunçosa e quimérica” que se julga capaz de ir além da experiência e acessar “qualidades originais e últimas da natureza humana” (HUME, 2009, p. 23-4). Nesse sentido, mesmo que determinados resultados da pesquisa de Hume não visem auxiliar especificamente, por exemplo, a Biologia, o filósofo compreende que inclusive biólogos podem se beneficiar deles, por trazerem consciência sobre a capacidade do método científico.

Um exemplo de alerta de Hume está na crítica que faz ao chamado argumento do desígnio, que percebe na ordem e na adaptação da natureza uma finalidade predefinida. Essa ideia pode ser classificada como presunçosa e quimérica, pois, mesmo sem evidência experimental, se presume a prova definitiva para a existência do Criador. A posterior derrocada desse modelo explicativo acerca da vida e sua substituição por uma alternativa naturalista caracterizam o advento do evolucionismo de Charles Darwin, no século XIX, marco do desenvolvimento das ciências biológicas (BLACKBURN, 2009, p. 438-39). Questionar o argumento do desígnio antes disso soa um contrassenso.

Antes de tratar do debate de Hume com a cosmologia então vigente, sobre o qual se debruçam boa parte dos estudos comparativos entre o filósofo e a pesquisa darwiniana, é pertinente fazer algumas considerações terminológicas que, segundo Hume, embasam a construção de qualquer pesquisa confiável. O que se quer dizer por natureza, objeto de interesse comum entre filósofos e biólogos modernos? De que modo a natureza especificamente humana está relacionada a ela?

2 Natureza e natureza humana

O termo “natureza” é muito importante para Hume e seus contemporâneos³. O título da primeira e, para muitos, sua principal obra, *Tratado da natureza humana*, já sugere isso. Explicando melhor o que disse na seção anterior, a intenção do filósofo é levar a cabo um “aperfeiçoamento na ciência do homem” e, a partir dele, contribuir com as demais ciências. Hume admite que outros pensadores têm alguma parcela no êxito do mesmo projeto, que consiste basicamente

3 A título ilustrativo, vale notar que se fala à época – além de filosofia natural, o que corresponde hoje ao que chamamos de ciências naturais – em teologia (ou religião) natural, bem como história natural. A ideia é passar em revista todos os conhecimentos à luz da razão e da experiência. O teólogo Joseph Butler, por exemplo, tido por Hume como um precursor do projeto de reforma da ciência do homem, tem uma obra, publicada em 1736, chamada *Analogy of religion, natural and revealed, to the constitution and nature*. Entre 1749 e 1788, o biólogo Buffon publica sua *Histoire naturelle, générale et particulière*. O próprio Hume tem sua *História natural da religião*, de 1757, nomeada possivelmente a partir da obra de Buffon; e seus *Diálogos sobre religião natural*, que começaram a ser escritos em 1750, embora publicados postumamente apenas em 1779. Bem provável que, para compor as falas dos diferentes personagens nesta obra, Hume leva em conta ideias de várias figuras de seu tempo, como Butler, Buffon e Maupertuis (Ver KNOX-SHAW, 2008; MALHERBE, 1995).

em aplicar o método experimental, bem sucedido nas ciências da natureza, à Filosofia (HUME, 2009, p. 22). Uma distinção de Hume em relação a seus pares está exatamente na sua concepção de natureza.

Apesar da importância dada à natureza desde o início, somente no Livro 3 do *Tratado*, publicado em 1740, um ano após os Livros 1 e 2, que Hume problematiza o termo. Isso acontece possivelmente em resposta a questionamentos de Francis Hutcheson, uma figura de grande reputação no cenário intelectual britânico e um dos precursores da reforma da ciência do homem nomeados no *Tratado*. Antes da publicação do Livro 3 do *Tratado*, que investiga o fenômeno moral, Hume reage em carta dirigida a Hutcheson aos comentários deste sobre o referido texto. Na correspondência, encontramos sinais de uma séria divergência que marca bem a filosofia humeana. Em um trecho da carta, declara Hume:

Eu não posso concordar com o seu sentido de natural. Ele é fundado em causas finais; o que é uma consideração que me parece muito incerta e antifilosófica. Peço [que responda]: qual é o fim do homem? Ele é criado para a felicidade ou para a virtude? Para esta vida ou para a próxima? Para si mesmo ou para o seu Criador? Sua definição de natural depende da resolução dessas questões, que são infinitas e muito distantes do meu propósito.⁴

Por coerência com o projeto de construir um conhecimento referendado na experiência, isento de ideias presunçosas e quiméricas, Hume rejeita o senti-

4 Tradução minha de: "I cannot agree to your Sense of Natural. Tis founded on final Causes; which is a Consideration, that appears to me pretty uncertain & unphilosophical. For pray, what is the End of Man? Is he created for Happiness or for Virtue? For this Life or for the next? For himself or for his Maker? Your Definition of Natural depends upon solving these Questions, which are endless, & quite wide of my Purpose". (HUME, 1932a, p. 33)

do de natureza de Hutcheson⁵, eivado de finalismo. Desse modo, ao demarcar sua postura de investigador, quando enfim publica o Livro 3 do *Tratado*, Hume faz questão de dedicar algumas linhas sobre a confusão que pode ocorrer quando se alega que algo é ou não é natural.

Após ter argumentado que a distinção que fazemos entre vício e virtude é derivada de um senso moral, dispensando uma ordem objetiva e preexistente à própria atividade humana de avaliar (HUME, 2009, p. 508), Hume se posiciona sobre uma problemática comum a seu tempo: a moral é natural? Para responder a quem faz a pergunta, ele revisa os sentidos de natureza.

A definição humeana de natureza acontece por contrastes. O primeiro deles é com o milagre. Natural é o oposto a sobrenatural. É o que é da ordem do mundo humano e não do divino. Nesse sentido, vício e virtude são igualmente naturais. O segundo termo contrastante à natureza é a raridade. Natural, então, é o que ocorre frequentemente. Nessa acepção, por ser evidente que observamos com certa regularidade tanto o vício quanto a virtude, ainda que esta em menor frequência do que aquele, Hume está seguro de que ambos são naturais (HUME, 2009, p. 512-14). O terceiro e último contraste da natureza mencionado na ocasião é com o artifício. Para tratar dele, situo-o rapidamente dentro de uma querela que precede Hume.

Hutcheson dedicou boa parte de sua obra ao combate do que chama de “associações fantásticas”, ou crenças consideradas errôneas acerca da nossa verdadeira natureza, como a de que somos essencialmente egoístas e a de que a

5 Em 1742, dois anos após vir a público o Livro 3 do *Tratado*, Francis Hutcheson publica *An essay on the nature and conduct of the passions and affections, with illustrations on the moral sense*, reiterando o sentido teleológico que dá à natureza.

moralidade é uma invenção, presentes, por exemplo, na filosofia de Mandeville (GILL, 2006, p. 203-5). Este autor, inversamente a Hutcheson, entende que o vício é natural e a virtude artificial. Apesar da divergência, ambos concordam que algo não pode ser ao mesmo tempo natural e artificial, por um termo ser a negação do outro. Supõem, então, que o ser humano é capaz de criar algo à revelia da natureza, havendo também a possibilidade de ele se submeter ou não a ela, que é inalterada. Para Hutcheson, a adequação à natureza é necessariamente benéfica aos humanos, para Mandeville, prejudicial. Enquanto, para Hutcheson, a moralidade está na natureza, para Mandeville, ela está fora.

Já conforme Hume, se quiséssemos considerar que natural é apenas o que não depende da ação humana, virtudes e vícios seriam igualmente artificiais, uma vez que em ambos há sempre uma intencionalidade do agente. Por isso, Hume encara a distinção entre artifício e natureza, ou entre o que é e o que não é criado pelo ser humano, como inapropriada, rejeitando-a como critério de distinção moral, assim como faz com as demais acepções de natural. Conclui, assim, reiterando a opinião da carta transcrita acima, que “nada pode ser menos filosófico que aqueles sistemas que afirmam que virtude é o que é natural, e vício, o mesmo que não-natural” (HUME, 2009, p. 514).

Em substituição ao critério natural/não natural, em qualquer sentido, o qual pode se ligar inadvertidamente a “relações e qualidades incompreensíveis, que jamais existiram na natureza”, Hume sugere outro para distinguir a virtude do vício: prazer/desprazer. De acordo com ele, caso a contemplação de uma ação, sob uma peculiar perspectiva, nos seja agradável, naturalmente a chamamos de virtude; caso nos seja desagradável, vício. A partir deste critério, algu-

mas virtudes e vícios até podem ser classificadas como naturais, ao passo que outras virtudes e vícios, artificiais (HUME, 2009, p. 514-5).

Diferentemente de seus predecessores, para Hume, o artifício não nega a natureza. Isso porque o artifício é pensado a partir do caráter inacabado e nem sempre favorável da natureza, como expressam passagens como esta:

A natureza, portanto, confiou essa tarefa [observância de regras] inteiramente à conduta humana; não pôs na mente nenhum princípio original peculiar que nos determinasse a realizar um conjunto de ações, já que os outros princípios de nossa estrutura e constituição são suficientes para nos guiar até elas (HUME, 2009, p. 565).

Consistentemente, a mesma ideia ecoa em outras obras de Hume, como nos *Diálogos*:

A natureza parece ter formado um cálculo exacto das necessidades das suas criaturas e, como um amo rígido, forneceu-lhes poucos mais poderes ou aptidões que os que eram estritamente suficientes para suprir aquelas necessidades. Um pai indulgente teria concedido um amplo sortido de aptidões para proteção contra acidentes e para garantir a felicidade e a saúde da criatura, na mais desafortunada concorrência de circunstâncias (HUME, 2005, p. 116-7).

A severidade da natureza pode ser exemplificada pela tendência humana à parcialidade, da qual decorrem tanto o egoísmo quanto a generosidade preferencial aos mais próximos, que, em contexto de escassez de recursos, gera conflitos sociais. Não obstante o remédio para o inconveniente esteja ausente na natureza ou na sua negação, é *derivada* dela que surge uma solução, como uma versão refinada das habilidades humanas (HUME, 2009, p. 528-30). Dessa maneira, a justiça, entendida como um conjunto de regras acerca da propriedade, é uma virtude artificial, por ser uma prática decorrente de certas disposições na-

turais (egoísmo e generosidade restrita), inventada pelos humanos ao longo do tempo com o intuito de se adaptarem a novas circunstâncias (escassez de recursos) (HUME, 2009, p. 536). Ao mesmo tempo, a origem artificial da prática da justiça não impede que ela seja natural ainda em certo sentido, pois ela recebe a aprovação pública do mesmo modo que uma virtude natural ou instintiva, como a benevolência (HUME, 2009, p. 517-24). Como se percebe, a natureza humana, para Hume, mesmo que possua uma capacidade adaptativa às necessidades circunstanciais, ainda está subordinada à natureza em geral – inclusive não sendo pensada a partir do milagre, da raridade ou da arbitrariedade.

Chamo atenção aqui não tanto para o que Hume identifica no mundo como natural ou artificial, mas para a original relação que ele estabelece entre natureza e artifício. Diferentemente de seus predecessores, Hume compreende o ser humano completamente inserido na natureza. De tal modo que todas as invenções materiais e imateriais humanas obedecem aos princípios naturais, não se querendo dizer com isso que Hume ignora mudanças e variações no mundo. Pelo contrário, justamente por inserir o humano, e todas as suas realizações criativas, totalmente na natureza, Hume reconhece que fazem parte desta a mutabilidade e a variabilidade. Essa concepção serve, ao mesmo tempo, de precaução contra compromissos antifilosóficos e anticientíficos, por serem teleológicos, e de alternativa possível para a elaboração de teorias sólidas, por serem fundadas na experiência. Levando em conta essa noção de natureza, todos os fenômenos, não somente a moralidade, são tratados por Hume.

De acordo com o filósofo escocês, não experimentamos a causalidade (conexão necessária entre objetos ou eventos), mas somos levados a crer que o

mundo se comporta assim em decorrência da experiência frequente de conjunção entre objetos ou eventos. De tanto repetidamente observar e experimentar em situações diversas que, por exemplo, após o contato com o fogo se sucede o calor, humanos e demais animais atribuirão ao fogo a produção necessária de calor, de tal modo que conseguem prever este diante da aparição daquele. Diz Hume que, embora não tenhamos evidência, é irresistível à mente fazer a passagem da experiência de conjunção constante para a crença na conexão necessária (causalidade). Por conta disso, Hume considera que o hábito é um princípio ou instinto natural. Como através dele sabemos “como adequar meios a fins” e “como empregar nossos poderes naturais para produzir um efeito qualquer”, o hábito é imprescindível para a preservação da vida (HUME, 2004, p. 73-80), tanto dos humanos quanto dos demais animais (HUME, 2004, p. 147-52)⁶.

A ideia de que os humanos estão submetidos às mesmas regularidades da natureza em geral é sustentada também por Charles Darwin, que declara logo na primeira página da introdução de *A origem do homem*:

Pareceu-me suficiente indicar, na primeira edição da minha *Origem das espécies*, que por esse trabalho “uma luz seria lançada sobre a origem do homem e a sua história”; e isto implica que o homem deve ser incluído junto com os outros seres orgânicos

6 Não é propósito do presente texto discutir profunda e amplamente a teoria humeana da causalidade, muito debatida pela tradição filosófica, mas tão somente por em relevo que, para Hume, a ideia de causalidade, formada a partir de uma dimensão instintiva da mente, que é o hábito, desempenha uma função vital nos pensamentos e ações de animais humanos e não humanos. Se por um lado Hume é um cético, ao demonstrar que a causalidade não possui fundamento nem na razão nem experiência, por outro é também um naturalista, ao mostrar como incontrolavelmente cremos que eventos e objetos estão necessariamente conectados (Ver HUME, 2009, p. 216, 258, 299-300).

em qualquer conclusão geral com respeito a aparição dele nesta terra⁷.

Ao examinar a proximidade entre Hume e Darwin sob o aspecto cognitivo da natureza humana, Matos (2007) nota que este, apesar de preocupado com a origem biológica dos poderes mentais, estabelece equiparações entre animais humanos e não humanos semelhantes às de Hume, como o aprendizado pela experiência repetida e a valorização do instinto para a sobrevivência. Isso se deve pelo fato de que Darwin, como Hume, segundo Matos (2007), concebe a natureza como autogovernada por princípios atuantes sobre todos os seres, o que pode ser atestado pelo seguinte trecho: “é difícil evitar personificar a palavra natureza; mas eu quero dizer por natureza somente a ação agregada e o produto de muitas leis naturais, e por leis naturais, a sequência de eventos como verificada por nós”⁸. Focado no aspecto motivacional, Blackburn (2009) destaca, dentre outros pontos específicos de contato, que Hume e Darwin, por darem ênfase à natureza em detrimento da razão, elaboram sistemas morais baseados nas paixões, considerando a vergonha e o orgulho, por exemplo, como forças motivadoras. Uma diferença significativa entre eles, porém, reside, conforme Blackburn (2009), na valiosa lição de Hume que é natural aos humanos criar artifícios materiais e imateriais.

7 Tradução minha de: “It seemed to me sufficient to indicate, in the first edition of my ‘Origin of Species,’ that by this work ‘light would be thrown on the origin of man and his history’; and this implies that man must be included with other organic beings in any general conclusion respecting his manner of appearance on this earth” (DARWIN, 1981, p. 1).

8 Tradução minha de “it is difficult to avoid personifying the word Nature; but I mean by Nature, only the aggregate action and product of many natural laws, and by laws the sequence of events as ascertained by us” (DARWIN, 2009, p. 63).

Destaco que essa peculiaridade da natureza humana, para Hume, não torna o ser humano alheio ou superior ao restante da natureza, lembrando que é esta que dá ordens. O artifício expressa a natureza estendida a limites até então não conhecidos, mas que seriam possíveis. Desse jeito, a moralidade, para Hume, não é um ponto fixado dentro ou fora da natureza, e sim um produto derivado dela. Uma das consequências desta concepção é admitir uma dimensão dinâmica da natureza, exigindo dos seres uma constante readaptação a depender da circunstância espaço-temporal, ainda que as mudanças não se convertam em alterações fisiológicas a gerar novas espécies, como acontece no evolucionismo.

Na próxima seção, mostrarei que, consistentemente à posição de Hume quanto a outros domínios, ele julga como inapropriado se valer da característica humana de artífice como prova para a existência de um Criador que explica a ordem natural.

3 A crítica humeana ao argumento do desígnio ou sobre a origem da ordem da natural

O argumento do desígnio faz parte de uma longa tradição, que remonta à prova teleológica tomasiana da existência divina, a qual integram eminentes filósofos e cientistas do século XVII ao XIX, dentre eles Locke e Newton, designados como teístas (MONTEIRO, 1984, p. 118; 2005, p. vi-vii). O próprio Charles Darwin, por exemplo, reconhece que foi seduzido por esse modelo explicativo,

na versão de William Paley, até ter formulado sua teoria da seleção natural (DARWIN, 2000, p. 75).

Hume debate mais detidamente sobre o tal argumento nos *Diálogos sobre a religião natural*, obra de caráter peculiar. Além de ter sido publicada postumamente, seu estilo é bem distinto de praticamente todas as demais produções de Hume. Nela, de um modo teatralizado, três personagens e um narrador fictícios discutem em torno da natureza divina e a ordem do mundo. Cada um dos três debatedores no livro dá voz a uma opinião distinta sobre a origem da ordem natural. Demea representa os defensores da prova *a priori* da existência divina. Cleantes fala pelos teístas e Fílon, pelos deístas (MONTEIRO, 2005, p. vi-xiii).

Considerando a prevalente interpretação de que Hume se expressa por Fílon⁹, o desígnio é rejeitado como uma explicação válida sobre a adaptação dos seres. A analogia entre a natureza e os artifícios humanos, como o relógio, por exemplo, sugerindo que há a intenção de um criador em ambos, sobre a qual Cleantes se apoia, é fraca ou parcial, pois carece de respaldo na experiência (HUME, 2005, p. 25-6). Esse recurso argumentativo, para Hume, não passa de um forçado antropomorfismo, uma mera ilusão decorrente de uma simulação de intencionalidade dos eventos naturais. Segundo Monteiro, Hume não só critica o argumento tradicional, como também defende que, para sermos consistentes com o método experimental, a natureza precisa ser explicada por princípios inerentes a ela; uma vez que são verificáveis e mais plausíveis do que qualquer elemento transcendente (MONTEIRO, 1984, p. 118-20).

9 Ou pelo menos de modo mais frequente. Sobre a discussão de quem fala por Hume e a arquitetura como um todo dos *Diálogos*, ver Lopes (2018).

Monteiro continua sua interpretação sustentando que algo que atende a essa exigência para Hume é o hábito, pois, diferentemente do desígnio, não é uma qualidade oculta do mundo e sim um instinto. Como já visto na seção anterior, graças ao hábito, humanos e demais animais são capazes de prever – com alguma eficácia, embora sem efetiva certeza – a regularidade do mundo. A esta nos adaptamos inconscientemente e, assim, sobrevivemos; os inaptos, não. Mais alinhada a alguns naturalistas de seu convívio, como Buffon e Maupertuis, do que ao pensamento filosófico hegemônico de seu tempo, a proposta de Hume é chamada por Monteiro de uma “teoria da seleção natural”. Muito embora ela não seja evolucionista, dado que Hume jamais sugere a origem de espécies a partir de outras, a teoria humeana antecipa parcialmente o darwinismo (MONTEIRO, 1984, p. 121-5).

A percepção de que a crítica ao argumento do desígnio nos *Diálogos* representa um “protodarwinismo” é comum¹⁰. Não que se queira com isso alegar uma influência, ao menos direta, de Hume sobre Darwin. Alguns comentadores, como Pimenta (2018), defendem que apesar da diferença entre os dois projetos, a teoria darwiniana não poderia dispensar uma posição antiteleológica como a defendida por Hume nos *Diálogos*. Ainda conforme Pimenta (2018), embora para ambos os britânicos, os seres se adaptam ao ambiente através de um longo processo natural, sem a participação de uma intencionalidade divina, eles concebem a adaptação diferentemente. Para Hume, ela é repetitiva e interna,

¹⁰ Silva (2006), por exemplo, desenvolve essa leitura em discussão com vários comentadores – como Daniel Dennett e Richard Dawkins, além de João Paulo Monteiro, aqui considerado. A divergência principal entre tais intérpretes é se Hume, nos *Diálogos*, além de refutar o argumento do desígnio, oferece ou não uma alternativa a essa proposta.

não se traduzindo em mudanças fisiológicas. Já conforme Darwin, uma condição necessária para sabermos como uma forma natural, como o olho, por exemplo, se relaciona com sua função, é considerar o processo adaptacional constante da espécie, não a tomando como fixa (PIMENTA, 2018, p. 161-6). Isso quer dizer que mesmo que uma antiteleologia seja necessária, ela não é suficiente para o darwinismo.

Contra a tendência de aproximação entre Hume e Darwin, Marques (2005) afirma que a posição de Fílon-Hume, segundo a qual a ordem natural não corresponde a um projeto divino, é apenas hipotética e não categórica. Isso porque, para descartar de vez o desígnio como explicação para a natureza, faltaria justamente, além de evidências empíricas, o conceito de evolução darwiniano. Para sustentar essa interpretação, Marques (2005) enfatiza a explícita concessão parcial de Fílon ao referido argumento nas últimas páginas dos *Diálogos*. Admite o suposto porta-voz de Hume que “as causas de ordem no universo apresentam provavelmente alguma analogia remota com a inteligência humana”. Caso não seja possível dar uma melhor explicação para isso, continua Fílon, espera-se que “a pessoa mais inquisitiva, contemplativa e religiosa” aceite o argumento do desígnio, “ainda que existam inúmeras objeções contra ele” (HUME, 2005, p. 145-6). Em prol de sua tese, Marques destaca também que o argumento do desígnio vigorou na esfera acadêmica por décadas após a publicação dos *Diálogos*. Diante da situação, é questionável, de acordo com Marques, que Hume realmente o tenha refutado ou que pelo menos tenha uma alternativa plausível para ele (MARQUES, 2005, p. 139-40; 144).

Barra enxerga Hume ainda mais afastado de Darwin. Isso porque o comentarador entende que a crítica de Fílon, coadunada à tradição cética de suspensão do juízo, visa unicamente levar o leitor a perceber uma *isosthéneia* (igual força) entre as propostas explicativas acerca da ordem natural. Hume, então, nem poderia ser um crítico ao argumento do desígnio por considerar o problema realmente insolúvel (BARRA, 2011, p. 13-4).

Penso que Marques (2005) e Barra (2011), apesar de trazerem à tona pertinentes leituras do texto e do contexto em questão, não conseguem negar a existência de uma antiteleologia no filósofo escocês. Na verdade, a posição de Fílon, com exceção a da última seção dos *Diálogos*, quando ele faz concessões ao argumento do desígnio, confirma a postura antiteleológica de Hume em outros textos, como mostrei na seção anterior. Esse me parece ser um motivo convincente para preferir interpretar os *Diálogos*, obra póstuma que trata de um tema controverso e com um estilo literário incomum ao autor, à luz das outras produções de Hume ao invés de fazer o contrário.

Como expliquei anteriormente, para Hume, não existe mais do que uma única natureza, estando todos os seres sujeitos a ela. Presumindo coerência do autor, espera-se que ele conceba a explicação da ordem natural como faz com a ordem moral, sem recorrer a causas finais. Ainda que Hume não tenha formulado exatamente uma teoria da seleção natural, sua posição antiteleológica parece incontestável. Penso que o que Fílon faz é aplicar ao mundo natural a crítica genérica de Hume aos argumentos presunçosos e quiméricos, aludidos na introdução *Tratado*, assim como procede no domínio moral, no Livro 3.

Nesse sentido, compreendo que uma interpretação como a de Pimenta (2018) – a antiteleologia de Fílon-Hume é elemento necessário, embora insuficiente para o darwinismo – seja mais plausível, por ganhar força adicional com uma análise detida sobre a natureza no *Tratado*. Ainda assim, pontuo sobre o importante caráter de dinamicidade que o artifício dá à natureza, em contraste com a repetitividade que Pimenta (2018) destaca.

Justamente por não se ater à dimensão fisiológica, já que Hume é um anatomista da mente e não do corpo, é que o filósofo desenvolve um naturalismo mais sofisticado do que o de Darwin, considerando o desenvolvimento humano, como na moralidade, a partir de um refinamento dos afetos e do comportamento. Essa escolha de Hume, contudo, não o impede de ser comparado a Darwin, pois ambos explicam mudanças e variações da natureza a partir do que é estritamente acessível à experiência.

3 Conclusão

Mostrei neste artigo que Hume dialoga com a Biologia. Ele aprende com ela sobre a aplicação do método experimental por analogia entre humanos e outros animais, além de precavê-la sobre formulações anticientíficas, alicerçadas em causas finais. Ainda mais, a noção original de natureza em Hume se compatibiliza com o darwinismo: realidade sob a qual os humanos e demais seres estão submetidos, cujos fenômenos ocorrem com regularidade, ao mesmo tempo que adaptáveis às circunstâncias.

Considero que, para Hume, o argumento do desígnio é uma ideia tão presunçosa e quimérica quanto a proposta de distinção moral segundo o critério natural/não-natural. Nos dois casos, igualmente, Hume indica que a explicação filosófica-científica dos fenômenos é dada a partir da própria natureza. Consequentemente, Hume encara a mudança e a variação, presentes na noção de artifício, como nada mais do que natureza adaptada. É exagero, ainda assim, pensar que Hume seja um evolucionista, pois não cogita uma transmutação das espécies. Talvez por não dar a atenção requerida à dimensão fisiológica, já que Hume é um anatomista da mente e não do corpo, e não ter se dedicado profundamente ao estudo dos demais seres vivos como faz com o ser humano, pois seu enfoque é a natureza especificamente deste, que a pesquisa de Hume não se assemelha mais com a de Darwin.

Referências

BARRA, E. S. O. Quando criacionismo e evolucionismo tornam-se indistintos: lições a partir da crítica de David Hume às explicações da natureza em sua totalidade. *Contexto & Educação*, ano 26, n. 86, 2011, p. 4-22.

BLACKBURN, S. Is human nature natural? In: HODGE, J. & RADICK, G. (Ed.). *The Cambridge Companion to Darwin*. 2ª. edição. Cambridge: Cambridge University Press, 2009, p. 435-54.

COHEN, I. B.; WESTFALL, R. S. Introdução Geral. In: NEWTON, I. *Textos, antecedentes e comentários*. Bernard Cohen; Richard Westfall (Org.). Trad.: Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto e EDUERJ, 2002, p. 11-5.

DARWIN, C. *Autobiografia*, 1809-1882. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000.

DARWIN, C. *The descent of man, and selection in relation to sex*. Introdução de John Tyler Bonner e Robert M. May. New Jersey: Princeton University Press, 1981.

DARWIN, C. *The origin of species, by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

GILL, Michael. *The british moralists on human nature and the birth of secular ethics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

HUME, D. Diálogos sobre a religião natural. In: HUME, D. *Obras sobre religião*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 2005, p. 3-147.

HUME, D. Investigação sobre o entendimento humano. In: HUME, D. *Investigações sobre o entendimento humano e sobre os princípios da moral*. Trad. J. O. A. Marques. São Paulo: Editora UNESP, 2004, p. 151-238.

HUME, D. *The history of England from the invasion of Julius Caesar to the Revolution in 1688*, v. 6. Prefácio por W. B. Todd. Indianapolis: Liberty Fund, 1983.

HUME, D. *The letters of David Hume*, v. 1. J. Y. T. Greig (ed.). Oxford: Clarendon Press, 1932a.

HUME, D. *The letters of David Hume*, v. 2. J. Y. T. Greig (ed.). Oxford: Clarendon Press, 1932b.

HUME, D. *Tratado da natureza humana: uma tentativa de introduzir o método experimental de raciocínio nos assuntos morais*. Trad. Déborah Danowski, 2 ed. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

KNOX-SHAW, P. Hume's "farther scenes": Maupertuis and Buffon in the *Dialogues*. *Hume Studies*, v. 34, n. 2, 2008, p. 209-30.

LOPES, L. F. *A estrutura dramática dos Diálogos sobre religião natural de Hume e o problema do ateísmo*. Tese (Doutorado em Filosofia). Belo Horizonte: UFMG, 2018.

MALHERBE, M. Hume's *Natural history of religion*. *Hume Studies*, v. 21, n. 2, 1995, p. 255-74.

MARQUES, J. O. A.. A crítica de Hume ao argumento do desígnio. *Dois pontos*, v. 1, n. 2, 2005, p. 129-47.

MATOS, J. C. M.. Instinto e razão na natureza humana, segundo Hume e Darwin. *Scientiæ studia*, v. 5, n. 3, 2007, p. 263-86.

MONTEIRO, J. P. *Hume e a epistemologia*. Lisboa: Imprensa Nacional, 1984.

MONTEIRO, J. P. Introdução. In: HUME, D. *Obras sobre religião*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 2005.

PIMENTA, P. P. Seleção natural e analogia técnica em Hume e em Darwin. *Dois pontos*, v. 15, n. 1, 2018, p. 161-70.

SILVA, M. R. Hume e o argumento do desígnio. *Kriterion*, n. 113, 2006, p. 115-30.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



EL ESTATUTO DE LAS “RAZAS HUMANAS” EN CONTEXTOS MONOGENISTAS, POLIGENISTAS Y EVOLUCIONISTAS (SIGLOS XVIII Y XIX)

Gustavo Caponi

Doutor em Lógica e Filosofia da Ciência pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Professor Titular do Departamento de Filosofia, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
gustavoandrescaponi@gmail.com

Resumen

El tema de este trabajo es el lugar que el “Criterio de Buffon” desempeñó en las discusiones sobre la unidad de la especie humana. En los siglos XVIII y XIX, la capacidad de producir descendencia fértil fue muy comúnmente usada como criterio para establecer la pertenencia de dos individuos a una misma especie. Dicho criterio, consagrado por Buffon, fue, consecuentemente, muy citado en favor del monogenistas. Por lo mismo, los poligenistas siempre intentaron mostrar su insuficiencia; y para ello ofrecían ejemplos de animales y vegetales, de especies reconocidamente diferentes, que podían cruzarse produciendo descendencia fértil. Si animales de especies distintas podían cruzarse generando híbridos fértiles; entonces, el hecho de que las diferentes razas humanas fuesen entrecruzables no servía como argumento para considerarlas como parte de una misma especie. Pero, la discusión sobre la pertinencia del criterio buffoniano, fue más allá del embate entre monogenismo y poligenismo. Aunque el advenimiento del darwinismo tornó obsoleta la distinción entre esos partidos, la capacidad de producir descendencia fértil continuó siendo discutida como criterio para justificar la adscripción a una misma especie de dos individuos o linajes; y eso, como veremos, también incidió en las primeras discusiones evolucionistas sobre la unidad de la especie humana.

Palabras clave: Cruzamiento Fértil. Monogenismo. Poligenismo. Raza. Especie.

Abstract

The topic of this paper is the place that the “Buffon Criterion” played in the discussions on the unity of the human species. In the 18th and 19th centuries, the ability to produce fertile offspring was very commonly used as a criterion to establish the membership of two individuals to the same species. This criterion, enshrined by Buffon, was consequently widely cited in favor of monogenism. For this reason, polygenists always tried to show their insufficiency offering examples of animals and vegetables, of recognized different species, that could be crossed to produce fertile offspring. If animals of different species could cross each other generating fertile hybrids; then, the fact that different human races were able for intercrossing did not serve as an argument to consider them as part of the same species. But the discussion about the relevance of the Buffonian criterion went beyond the clash between monogenism and polygenism. Although the advent of Darwinism made the distinction between those parties obsolete, the capacity to produce fertile offspring continued to be discussed as a criterion to justify the adscription to the same species of two individuals or lineages; and that, as we will see, also influenced the first evolutionary discussions about the unity of the human species.

Keywords: Fertile Intercrossing. Monogenism. Polygenism. Race. Species.

Presentación

Hoy, en el Siglo XXI, no hay margen para poner en duda que las supuestas distinciones raciales que por ahí circulan, aluden, exclusivamente, a individuos, o grupos, que integran la especie que denominamos *Homo sapiens*. Esto, sin embargo, no siempre fue así. Con sólo remontarnos hasta el Siglo XVIII, ya podemos encontrarnos con pensadores muy reconocidos que negaban lo que otros definían como “unicidad del género humano”. Un ejemplo de eso lo podemos encontrar en David Hume (1753, 291*n*); que afirmaba que existían cuatro o cinco especies diferentes de hombres, de las cuales la blanca era la superior tanto desde el punto de vista moral como intelectual (SIVASUNDARAM, 2010, p. 118; SUSSMAN, 2014, p. 26). Y otro ejemplo, no menos ilustre, lo encontramos en Voltaire. Él también hablaba de distintas especies de hombre (VOLTAIRE, 1952[1734], p. 137); sosteniendo que los “blancos barbados” de Europa, “los negros lanudos” de África, “los amarillos crinados” de China, y los “hombres imberbes” de América, “no venían del mismo hombre” (VOLTAIRE, 1952[1734], p. 138). Voltaire, se diría en el Siglo XIX, era un poligenista *avant la lettre*: sostenía orígenes independientes para las diferentes razas, por eso las trataba como especies diferentes (TOMBAL, 1993, p. 861); y creo que se puede suponer que ese punto de vista era compartido por Hume.

La expresión “poligenista” se usa, fundamentalmente, para caracterizar las posiciones según la cual las razas humanas no derivan de un mismo tronco

común; y, por lo general, ella está asociada a la idea de que dichas razas constituyen especies separadas, en el mismo sentido en el que podría decirse que tigre y león constituyen especies separadas. Lo contrario a eso sería sostener la posición monogenista: la idea según la cual dichas razas humanas son variedades de una misma especie que se han formado a partir de un tronco ancestral común; análogamente a lo que ocurre con las diferentes razas de perro, o de cualquier otra especie doméstica. Dado que esa oposición se ha planteado en un contexto pre-darwinista, se tiende a presentarla en términos creacionistas: los monogenistas serían aquellos que sostienen que todas las razas humanas descienden de un mismo stock poblacional inicial creado por la divinidad; y los poligenistas serían los que hablaban de creaciones múltiples (Cf. MENARD, 2002, p. 111).

Pero, aunque en muchos casos sea eso lo que monogenistas y poligenistas están suponiendo, comúnmente su forma de plantear y de discutir el problema se limitaba a la polaridad entre la afirmación del origen único de una especie también tenida como única y la afirmación del origen separado de razas a las que se las consideraba como especies diferentes. Las teorizaciones sobre la naturaleza de ese origen único, o de esos orígenes múltiples, por lo general quedaban afuera de los temas que los naturalistas de ambos grupos se permitían polemizar. Lo que se discutía tenía que ver, sobre todo, con las razones que podían darse para afirmar o negar la unidad de la especie, y para afirmar o negar la posible derivación de las diferentes razas a partir de una cepa o tronco inicial. Las explicaciones respecto de los mecanismos que podrían

haber producido esa cepa inicial, o que pudiesen haber producido las múltiples cepas de las que hablaban los poligenistas, no eran objeto de controversia; porque parecían situarse por fuera de los límites de lo investigable. La Historia de la Naturaleza sólo terminó por hacer pie en la Historia Natural con Lyell y Darwin.

Y en lo que atañe a la afirmación, o negación, de la unidad de la especie humana, uno de los temas centrales era la cuestión del mestizaje que se daba entre las razas. Éstas se podían cruzar, dando descendencia fértil. Por eso, en este trabajo voy a centrarme, básicamente, en lo que, no sin alguna imprecisión, podría llamarse “criterio buffoniano para la distinción entre especies”; o más simplemente: “Criterio de Buffon”. Dicho criterio, basado en la capacidad de producir descendencia fértil, fue muy utilizado por los monogenistas, aunque no por todos ellos; y los poligenistas siempre intentaron mostrar su insuficiencia porque eso les daba margen para defender sus posiciones. Pero, ese criterio buffoniano no sólo fue una referencia en el contexto pre-darwiniano. Veremos que el mismo no dejó de ser motivo de controversia cuando el advenimiento de la teoría darwiniana de la filiación común tornó obsoleta la propia distinción entre monogenismo y poligenismo (Cf. HUXLEY, 1865, p. 274-5; DARWIN, 2004[1871], p. 205-6); por lo menos en lo que podríamos caracterizar como la formulación clásica de dicha polaridad. En el contexto darwiniano también se discutió si las distinciones entre razas, que seguían asumiéndose como válidas, aludían a separaciones entre especies o a meras variedades de una misma especie; y así, en el marco de la primera Biología

Evolucionaria, el criterio buffoniano continuó siendo una referencia a la cual remitirse o a la cual objetar.

Pero, antes de comenzar el recorrido por esos asuntos, quiero aprovechar estas últimas líneas de la presentación decir algo respecto de los usos que eventualmente haré de los términos "racismo" y "racista". Como se trata de términos que han sido utilizados de maneras muy diferentes, creo que no está demás aclarar que por "racismo" entenderé cualquier posición que, ante el señalamiento de particularidades fisonómicas que puedan considerarse como características de ciertos grupos humanos, quiera asociar dichas particularidades con diferencias innatas relativas a las capacidades cognitivas y disposiciones emotivas, y/o morales, de los individuos pertenecientes a dichos grupos. Y esto con independencia de cuáles sean los argumentos ofrecidos para establecer tal vinculación y de cuáles sean las consecuencias morales y políticas que de ahí pretendan derivarse. Es decir: consideraré racista a todo aquel que suponga o proponga esa vinculación entre fisonomía¹, emotividad, moralidad y cognición; y también podría hacer extensivo el rótulo a toda posición teórica y línea de acción basada en tal presunción. Pero sólo se trata de una definición, no de un reproche; y esa definición da lugar a un rótulo que pueda aplicarse con independencia de la manera en que se haya auto-percibido el sujeto rotulado.

1 Uso la expresión "fisonomía" en su sentido amplio: como aludiendo a todos los rasgos exteriores de una persona; y no sólo a sus rasgos faciales.

1 El monogenismo del Siglo XVIII

En el Siglo XVIII, el concepto de “especie biológica” no estaba tan delimitado, o establecido, como pudo venir a estarlo más tarde. Por ese motivo, las referencias que Hume y Voltaire hacen a diferentes especies de hombre pueden no ser tan significativas. Sin embargo, por lo menos en el caso de Voltaire, la toma de partido por el poligenismo queda bien clara; como también queda claro que, para él, el “hombre blanco” es una especie distinta del “hombre negro” en el mismo sentido en que el león lo es del elefante. Lo cierto, de todos modos, es que ese poligenismo propuesto por Voltaire, y quizá por Hume, no era una posición dominante; y entre los motivos para que eso fuese así no debe excluirse la condena eclesiástica: en 1537 el poligenismo fue declarado herético por el Papa Paulo III (KEMP, 2011, p. 218; GALFIONE, 2014, p. 13). Tal es así que, en 1655, cuando Isaac de la Peyrère formuló una explicación creacionista de la diversidad de razas, en la que se postulaban diversos linajes de hombres pre-adámicos creados independientemente por la propia divinidad, su posición fue condenada por la Iglesia; teniendo que abjurar de su tesis en 1657 (Cf. QUATREFAGES, 1878, p. 21; TOMBAL, 1993, p. 85; PAPAVERO *et al.*, 2001, p. 135; SIVASUNDARAM, 2010, p. 116; SUSSMAN, 2014, p. 26).

Aunque después hubo otros defensores de posiciones semejantes, como el naturalista holandés Abraham der Mijl, que sostuvo el poligenismo en su obra *De origine animallium et migratione populorum* de 1667 (PAPAVERO *et al.*,

2001, p. 136-7); por lo general, el monogenismo tendió a prevalecer (Cf. GOULD, 1988, p. 23; SIVASUNDARAM, 2010, p. 119). Pero esto fue así, quizá no tanto por la autoridad papal; sino por el hecho de que el desarrollo de la Historia Natural produjo evidencias que reforzaban la suposición de que todas variedades humanas pertenecían a una misma especie biológica; y esa posición se vio favorecida por el surgimiento de movimientos en pro de la abolición de la esclavitud (SIVASUNDARAM, 2010, p. 120). Lo que no quiere decir, entretanto, que ese monogenismo no haya estado, casi siempre, permeado de lo que caractericé como “racismo”. La suposición de que la raza a la que putativamente pertenecían los europeos era superior, moral e intelectualmente a todas las demás, aparece, de un modo más o menos más claro, en casi todos los defensores del monogenismo y de la unidad de la especie humana; no menos de lo que ocurre en el caso de los poligenistas.

La forma más cruda y directa en la que un naturalista puede expresar su monogenismo, la encontramos en la *Oratio de telluris habitabilis incremento*, cuando Linné nos dice “que Dios creó un único par de ser humano, un macho y una hembra” (1741, §8). Y esa posición se complementa con la unidad de nuestra especie que queda consignada en el *Systema Naturae* (Cf. SUSSMAN, 2014, p. 15). Allí, Linné (1788, p. 21) catalogaba una única especie humana, el *Homo sapiens*, que incluía a los cuatro grupos aludidos por Voltaire; aunque también contemplaba otros dos que las taxonomías posteriores dejarían de lado. Linné enumera las variedades *Americanus* (LINNÉ, 1788, p. 22), *Europaeus* (LINNÉ, 1788, p. 22), *Asiaticus* (LINNÉ, 1788, p. 23) y *Afer* (LINNÉ, 1788, p. 23).

Su sistema, sin embargo, que era de carácter reconocidamente artificial (LLORENTE-BOUSQUETS, 1998, p. 68) y que fuera concebido fundamentalmente como una “reglamentación” (DAUDIN, 1926, p. 35) para inventariar la naturaleza (DROUIN, 1993, p. 34), no podía dejar de considerar ejemplares de seres humanos, cuya existencia había sido registrada, pero que no respondían a las descripciones morfológicas de esos cuatro grupos más notorios. Por eso él agrega dos variedades que son *monstrosus*, que alude a ejemplares teratológicos (LINNÉ, 1788, p. 24); y *ferus*, que, conforme observa Thierry Hoquet (2007, p. 84), alude a los niños salvajes (LINNÉ, 1788, p. 21)².

Buffon, por su parte, también sustentaba el monogenismo (ROGER, 1989, p. 244; SUSSMAN, 2014, p. 17); aunque sus tesis no fuesen de cuño creacionista (Cf. CAPONI, 2010, p. 99). Para él, todas las variedades de hombre derivaban de un tronco común (Cf. FLOURENS, 1850, p. 181; ROGER, 1989, p. 243; CAPONI, 2010, p. 81). Pero si se dijese que, según Buffon, todas esas variedades pertenecían a una misma especie, se diría algo un poco más preciso que lo él verdaderamente afirmó; sobre todo porque su uso de los términos “especie” y “género” siempre fue algo incierto y oscilante (Cf. ROGER, 1989, p. 426; DORON, 2016, p. 453). En concreto, Buffon (1749, p. 529-30) sólo dice que “el género humano no está compuesto de especies esencialmente diferentes entre ellas”; agregando después que “originalmente ha habido una sola especie de hombres, que, al multiplicarse y diseminarse por toda la superficie de la tierra”, sufrió cambios causados por factores como el clima y la alimentación (BUFFON,

2 Esto lo confirma Blumenbach (1865[1811]) en su trabajo “Sobre el *Homo sapiens ferus* Linné y particularmente sobre Peter, el salvaje de Hameln”.

1749, p. 530). Siendo esos cambios los que generaron esas “variedades de la especie” (BUFFON, 1749, p. 530) a las que él también alude con el término “raza” (Cf. BUFFON, 1749, p. 372).

Lo cierto, por otra parte, es que, independientemente de esas oscilaciones suyas sobre la noción de *especie*, que se tornarían más claras en los años posteriores (Cf. CAPONI, 2010, p. 84-6; DORON, 2016, p. 464-5), Buffon, previamente, ya había llegado a esbozar un criterio para distinguir especies biológicas que fue muy influyente y que siempre funcionó como una de las cartas más altas del monogenismo. En el segundo tomo de su *Histoire Naturelle*, que precedía a aquel cuyo último capítulo fue “Variétés dans l’espèce humaine”, Buffon (1749b, p. 10-1) afirmó que, para reconocer una especie y distinguirla de las otras, se debe considerar como siendo de la misma especie a aquellos individuos que, “por la copulación”, se perpetúan y conservan la similitud de esa especie; debiéndose considerar como de especies diferentes a aquellos que, “por los mismos medios, no pueden producir nada juntos” (al respecto véase también: FLOURENS, 1850, p. 97). Y, pese a que él mismo terminó poniendo en duda la total infertilidad de híbridos como las mulas (BUFFON: 1766, p. 342-3; 1770, p. xxi-xxii), la idea de que la posibilidad de producir descendencia fértil fuese un criterio suficiente para establecer la pertenencia a una misma especie de dos individuos, se tornó muy aceptada (Cf. MAYR, 1998, p. 261); reforzando las tesis monogenistas y la idea de que todos las razas humanas componían una misma especie (Cf. FLOURENS, 1861, p. 74-5).

Se ha dicho, y no sin razón, que este criterio buffoniano para distinguir especies ya había sido formulado, a fines del Siglo XVII, por el botánico inglés John Ray³. Pero, aunque la obra de Ray fue muy leída, creo que su influencia no se aproxima, ni de lejos, a la que tuvo la obra de Buffon. Por eso me permito hablar de “criterio buffoniano”. De todos modos, creo que, en el contexto de este trabajo, eso es mucho menos importante que evitar el error de identificar ese criterio con el concepto biológico de *especie* propugnado por Dobzhansky (1935, p. 353) y Mayr (1942, p. 120) en el siglo XX. Este último, conforme insistiré hacia el final del trabajo, no alude a individuos, sino que se refiere a poblaciones (GHISELIN, 1997, p. 95): la inter-fecundidad de los individuos no es lo mismo que el no aislamiento reproductivo entre poblaciones; y eso, conforme lo veremos, será muy importante para entender la resolución que la Biología Evolucionaria del Siglo XX le dio al problema de la unidad de la especie humana.

Por lo pronto, y volviendo al Siglo XVIII, creo que también importan señalar que los reparos de Buffon para con su propio criterio para diferenciar especies, fueron compartidos por otro monogenista tan conspicuo como lo fue el alemán Johann Blumenbach (SUSSMAN, 2014, p. 18). A él le parecía que no había evidencia suficiente para descartar que, en algunos casos particulares y en contextos especiales, individuos adscritos a especies diferentes, pero próximas, pudiesen copular llegando a producir alguna descendencia (BLUMENBACH, 1865[1795], p. 189). Por eso, para defender la unidad de la especie humana,

3 Al respecto de Ray, ver: Mayr (1982, p. 256); Delavault (1998, p. 84); Ledesma Mateos (2000, p. 381); Papavero *et al.* (2001, p. 131); y Wilkins (2009, p. 66).

recurría a una suerte de principio de parsimonia de inspiración newtoniana. Según Blumenbach, las diferencias entre las variedades humanas podían ser explicadas *a la Buffon* (DORON, 2016, p. 489): en base a los efectos transgeneracionalmente acumulados del clima, de la alimentación, de las condiciones de vida, y también en virtud del propio mestizaje entre variedades previamente surgidas en virtud de esos tres primeros factores (BLUMENBACH: 1865[1795], p. 207; 1865[1806], p. 293); y era más razonable optar por esa alternativa, antes que postular actos de creación independientes.

Es decir: si la explicación *a la Buffon*, que apelaba se simples causas segunda, valía para las razas domésticas; entonces, ella también debía valer para las variedades humanas (BLUMENBACH, 1865[1795], p. 190). Y en la medida en que las causas involucradas en esa explicación eran suficientes para explicar esas variedades, era innecesario postular otras causas (BLUMENBACH, 1865[1795], p. 191). Blumenbach, como lo podemos ver, está aludiendo a las dos primeras de “las reglas del razonamiento filosófico” que Newton formula en sus *Principia*: “No debemos admitir más causas de las cosas naturales que aquellas que son verdaderas y suficientes para explicar los fenómenos” [Regla I]; y, por eso, “en la medida de lo posible, a los mismos efectos naturales debemos asignarles las mismas causas” [Regla II] (NEWTON, 1846[1726], p. 384).

De todos modos, aunque Blumenbach haya renunciado a una línea de argumentación que siempre tuvo mucho peso, su defensa de la unidad de la especie humana, basada sobre todo en consideraciones morfológicas (Cf.

DORON, 2016, p. 491), acabó siendo muy influyente; transformándose en una referencia, reconocida y perdurable, en la que los monogenistas posteriores siempre se apoyaron y a la que los poligenistas siempre aludieron como contrapunto de sus propias tesis. Así, en virtud de esas consideraciones morfológicas, Blumenbach propuso, inicialmente, cuatro grandes variedades de la especie *Homo sapiens*, que se correspondían, aproximadamente, con las variedades *Americanus*, *Europaeus*, *Asiaticus* y *Afer* del *Systema Naturae* linneano (Cf. BLUMENBACH, 1865[1775], p. 99)⁴. Posteriormente, sin embargo, él llegó a la conclusión que era más adecuado hablar de cinco variedades de hombre: la “caucasiana”; la “mongólica”; la “etíope”; la “americana” y la “malaya” (Cf. BLUMENBACH: 1865[1795], p. 264; 1865[1806], p. 303).

Es interesante, por otra parte, que, en su escrito sobre “Definición de la raza humana”, Kant (1964[1785]) tampoco aluda al tema de fecundidad de los híbridos como criterio para delimitar una especie. Ese escrito supone el monogenismo (p. 79); y alude a las cuatro variedades del primer Blumenbach: “la de los blancos, la de los indios amarillos, la de los negros y la de los americanos con piel rojo-cobrizo” (p. 70). Pero, como su tema es la justificación y la explicación entre razas, y no la propia unicidad de la especie humana, esa cuestión puede ser dejada de lado. Es interesante, además, que, aunque Kant (p. 84) haya considerado que en el surgimiento de esas variedades o razas hayan estado involucrados factores ambientales, como la composición del aire, su

4 Aludo a la tesis para obtener el grado de Doctor en Medicina que Blumenbach defendió en Göttingen, el 16 de septiembre de 1775. Esa obra tuvo ediciones posteriores. Yo aquí estoy citando las traducciones inglesas de la primera y tercera edición.

modo de pensar sobre ese tema se apartaba de lo dicho a ese respecto por Buffon y Blumenbach (DORON, 2016, p. 498). Según Kant (1964[1785], p. 83), si los cambios resultantes de ese influjo ambiental eran funcionales, o ajustados a fin; los mismos debían ser considerados como la activación de disposiciones organizacionales latentes, y comunes a toda la especie, que respondían a un principio teleológico (Cf. GALFIONE, 2014, p. 20; DORON, 2016, p. 504).

2 El monogenismo del Siglo XIX

Pero, si nos remitimos al Siglo XIX, veremos que, entre los monogenistas, el Criterio de Buffon, se consolida como base para delimitar especies en general y al hombre en particular; tal es así que lo encontramos invocado *Le Règne Animal* cuando Cuvier (1817, p. 94) cita la posibilidad de producir descendencia fértil como constituyendo la evidencia decisiva para establecer la unicidad de la especie humana (Cf. FLOURENS, 1841, p. 263). En el “Discours préliminaire” a las *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes*, de 1812, Cuvier había definido la noción de *especie* apelando, simultáneamente, a consideraciones genealógicas y morfológicas. Una especie, leemos ahí, “comprende individuos que descienden unos de otros, o de progenitores comunes, y esos que les asemejan tanto como ellos se asemejan entre sí” (CUVIER, 1992[1812], p. 112-3); siendo que dentro de la especie es posible distinguir razas o variedades producidas por los efectos de las “circunstancias” (CUVIER, 1992[1812], p. 113).

Palabra, ésta, que ya había sido usada por Lamarck (1994[1809], p. 206) en la *Philosophie Zoologique*; y que remitía al clima, a la alimentación, y a las condiciones de vida en general: los mismos factores que según Buffon habían producido las variedades de la especie humana (Cf. CUVIER, 1992[1812], p. 113-4). Y es esa misma forma de pensar la especie y la variedad que, en *Le Règne Animal*, Cuvier traslada al caso del *Homo sapiens* y sus variedades.

Es de notar, entretanto, que, en lugar de distinguir cuatro o cinco razas, como Linné o Blumenbach, él distingue sólo tres: “la blanca, o caucásica; la amarilla, o mongólica; y la negra, o etíope”. El hombre americano, sugiere Cuvier (1817, p. 99) sin mucha seguridad, parece pasible de ser adscripto a la raza mongólica. Y ahí volvemos a encontrarnos con la permanente oscilación en torno a las distinciones raciales; aun admitiendo que existen razas diferentes, se hace difícil establecer cuáles son ellas. Los recursos descriptivos de la Anatomía Comparada, aptos para establecer la distinción entre el elefante africano y el elefante asiático, parecen no encontrar caracteres distintivos a los cuales remitirse para establecer clasificaciones raciales que no pequen de arbitrariedad. De ese modo, así como en Cuvier podemos encontrar una tendencia a limitar el número de razas humanas, en otro naturalista, muy próximo a él como era Alcides D’Orbigny, verificamos una tendencia que va en sentido contrario. En su obra *El hombre americano*, que fuera publicada en 1839, este naturalista y etnógrafo divide a los pueblos originarios de Sudamérica en tres razas diferentes: la raza ando-peruana; la raza pampeana; y la raza brasilio-guaraní (D’ORBIGNY, 1959[1839], p. 28).

El inglés John Flemming, mientras tanto, era mucho más parsimonioso que D’Orbigny, pero un poco menos que Cuvier. Así, mientras éste tendía a eliminar una de las variedades de Linné, él, más o menos para la misma época, insistía en las cinco variedades de Blumenbach (FLEMMING, 1822, p. 150); señalando, además, que el carácter permanente de dichas variedades había dado lugar a la creencia de que se trataba de distintas especies del género *Homo* (FLEMMING, 1822, p. 150-1). Pero aclaraba que esa opinión había sido, en general, abandonada (p. 151); y la definición de especie que Flemming adoptaba justificaba ese abandono. Según él: el término “especie” era “universalmente empleado para caracterizar un grupo, consistente de individuos que poseen el mayor número de propiedades comunes, y que producen progenie fértil sin restricciones” (p. 148).

Por su parte, asumiendo un monogenismo de inspiración claramente religiosa (PRICHARD, 1855[1847], p. 5), y siendo también un decidido abolicionista (SIVASUNDARAM, 2010, p. 120), James Cowles Prichard (1855[1847], p. 5-9) se remitía a Buffon, y a la autoridad de Cuvier, para establecer a la capacidad de producir progenie fértil en cruzamiento, como siendo el criterio básico e indiscutible para establecer la pertenencia a una misma especie de dos grupos o individuos; subrayando, además, que eso se aplicaba con claridad, y sin restricciones, al caso de las diferentes variedades de *Homo sapiens* (PRICHARD, 1855[1847], p. 24). Las cuales, sostenía Prichard (p. 69), se habían producido por los efectos acumulados, a lo largo de generaciones, del clima, la alimentación y las condiciones de vida. En lo que atañe a eso,

Prichard razonaba como Buffon y Blumenbach (DORON, 2016, p. 506). Y se asemejaba más a Buffon que a Blumenbach, o a Cuvier, por el hecho de no pretender abarcar la variedad de las razas humanas en una sinopsis escueta de ítems bien definidos y delimitados.

Pero, si se trata de ilustrar la gravitación del Criterio de Buffon, creo que no se puede dejar de mencionar a Arthur de Gobineau; que, además, también aceptaba la idea de que sólo había tres razas fundamentales o primordiales (HOCHMANN, 2018, p. 113): la blanca, la negra, y la amarilla (GOBINEAU, 1853, p. 245-6), considerando que la los pueblos malayos y americanos eran parte de la raza mongólica (GOBINEAU, 1853, p. 188 y p. 246 *n.1*). De convicciones decididamente racistas, en su muy mencionado *Essai sur l'inégalité des races humaines*, Gobineau (1853, p. 234) señaló “la objeción derivada de la ley que rige la generación de los híbridos” como siendo una de las dos únicas razones valederas para recusar el poligenismo y aceptar, muy a su pesar, el monogenismo (Cf. PICHOT, 2000, p. 310). La otra era “la interpretación más frecuente del texto bíblico” (GOBINEAU, 1853, p. 234). Gobineau era, en efecto, católico; cosa que lo comprometía con el monogenismo papal (Cf. MAGNOLI, 2009, p. 24; SUSSMAN, 2014, p. 15) y con la idea de que todos los seres humanos tienen un alma (PICHOT, 2000, p. 310). Dicha alma, sin embargo, no definía las capacidades intelectuales de las diferentes razas.

Éstas, según él decía, eran “intelectualmente desiguales” (GOBINEAU, 1853, p. 259); y eso se expresaba en la atrofia de ciertas facultades y en el mayor desarrollo de otras. Como ocurriría con los negros, cuyas “facultades

pensantes”, según Gobineau (1853, p. 351), serían “mediocres o incluso nulas”; pero cuyas capacidades de desiderativas y volitivas eran, en compensación, muy intensas, contando también con sentidos que se habían “desarrollado con un vigor desconocido entre las otras razas”⁵. Así, aunque monogenistas, las tesis de Gobineau podían haber llegado a servir para los mismos objetivos políticos a los que también podían llegar a servir las tesis poligenistas que estaban reverdeciendo para esa misma época del otro lado del Atlántico (Cf. SIVASUNDARAM, 2010, p. 121). Pero, antes de examinar ese poligenismo norteamericano, quiero referirme a lo que quizá cabría describir como dos avatares tardíos del monogenismo: uno es el de Pierre Flourens y el otro el de Armand de Quatrefages.

Pero, en el caso de Pierre Flourens, el calificativo de “tardío” puede ser exagerado. Es verdad que lo encontramos defendiendo el monogenismo en 1861; es decir: cuando la irrupción del darwinismo, que él recusa de plano (Cf. FLOURENS, 1864), ya amenaza la configuración de saber en la que la polémica con el poligenismo tenía sentido. Pero, esa amenaza apenas había despuntado en el horizonte de la Historia Natural; y, en su mayor parte, ese universo disciplinar todavía continuaba desarrollándose conforme el canon, en gran medida cuvieriano, que la regía desde las primeras décadas del siglo. En esa coyuntura, por lo tanto, no tiene nada de sorprendente que un personaje como Flourens defendiese el monogenismo sin aludir a las cuestiones que, a ese

5 En toda Europa, durante la Segunda Guerra Mundial, y un poco antes, el pensamiento de Gobineau será muy citado por los promotores de leyes antisemitas (HOCHMANN, 2018, p. 118).

respecto, podía plantear el darwinismo. Un poco distinto es el caso de Armand de Quatrefages. Su monogenismo, defendido aún en 1878, hasta podría merecer el rótulo de “extemporáneo”.

Seguidor de Cuvier (Cf. FLOURENS, 1841), aunque mostrando siempre una gran afinidad con muchas tesis de Buffon (Cf. FLOURENS, 1850), Flourens (1861, p. 71) asume que las variedades fundamentales de la especie humana son tres: la caucásica, la etíope y la mongólica; inclinándose también a pensar que las razas americana y malaya son partes de la mongólica (FLOURENS, 1861, p. 71). Y para él, sin desestimar las evidencias morfológicas que pueden darse en defensa de la unidad de la especie humana (FLOURENS, 1861, p. 71-3), el argumento más decisivo en favor de esa tesis venía dado por “la fecundidad continua” de todas las razas humanas (FLOURENS, 1861, p. 74). Según él decía: “la fecundidad continua da la especie; la fecundidad restringida da el género” (FLOURENS, 1861, p. 14). La primera es la que se registra entre todas las razas de una misma especie doméstica; o entre todas las razas de hombre. La segunda es la que se registraría entre especies como el perro y el lobo, o el tigre y el león (Cf. FLOURENS, 1841, p. 264-5; 1850, p. 96-7; 1864, p. 108-9).

La defensa que Quatrefages hace del monogenismo, bien como sus impugnaciones del poligenismo y del darwinismo, se encuentran ampliamente expuestas en *L'espèce humaine*, de 1878. Allí, después de insistir en lo que vengo llamando “criterio buffoniano” (QUATREFAGES, 1878, p. 22-8), él subraya el mestizaje irrestricto de las razas humanas, concluyendo que no hay ninguna razón para dudar que todas ellas sean parte de la misma especie (p. 63-4); y su

explicación de la formación de esas razas sigue la misma línea de razonamiento de Buffon, que además continuó siendo la de todos los monogenistas (p. 185). Al decir de Quatrefages las razas se formaban por "simple influencia del medio y la herencia" (QUATREFAGES, 1878, p. 183); aunque la acumulación hereditaria de los efectos mesológicos siempre estuviese limitada por la constancia del típico específico (p. 193). Quatrefages (1878, p. 93) era "fijista"; aunque un poco menos recalcitrante que Flourens (Cf. GRIMOULT, 1998, p. 134). A diferencia de este último, no negaba de plano el hecho de la evolución; pero, a la manera de todo cuvieriano estricto, negaba que el origen de los seres organizados pudiese ser asunto de las Ciencias Naturales (QUATREFAGES, 1892, p. 291-2). Por otra parte, y en esto sí se distanciaba claramente de Flourens, Quatrefages era definitivamente racista; no menos que Gobineau. Para Flourens (1861, p. 75) el alma humana garantizaba la igualdad moral e intelectual de todas las razas; para Quatrefages (1878, p. 333) la desigualdad moral e intelectual entre las razas era un hecho incontestable (Cf. SÁNCHEZ ARTEAGA, 2008, p. 112).

3 La reacción poligenista: un sueño americano

Aunque todo indica que no es necesario negar el monogenismo para abrazar el racismo, aun así es difícil resistirse a la tentación de asociar el poligenismo norteamericano con la legitimación de la esclavitud (GOULD,

1988, p. 57); que sólo fue legalmente abolida, en todo el territorio estadounidense, después del fin de la guerra civil iniciada en 1861 y finalizada en 1865. Lo cierto, sin embargo, es que los autores poligenistas evitaron, por lo general, cualquier toma de partido explícita en favor de esa institución (Cf. GOULD, 1988, p. 57; SIVASUNDARAM, 2010, p. 121-2). Lo de ellos, como se dice en estos casos, era la ciencia y no la política (GOULD, 1988, p. 57). Además, y como bien lo explica Stephen Jay Gould, el poligenismo no tuvo un papel protagónico en la defensa de la esclavitud (Cf. GOULD, 1988, p. 58). La mayor parte de los poligenistas eran *hombres de fe* que incluso intentaban mostrar la compatibilidad entre sus tesis y la Biblia; como ya lo había hecho Peyrère en el siglo XVII (Cf. SUSSMAN, 2014, p. 30). Pero, el esclavismo abrevaba en una ideología tradicionalista en la que la religión era muy importante; y los pastores protestantes nunca gustaron de lecturas de la Biblia que se apartasen demasiado de la literalidad. Con lo cual el monogenismo tenía las de ganar; sobre todo porque en su marco también podían encontrarse argumentos para defender la esclavitud (Cf. GOULD, 1988, p. 58). Piénsese, si no, en Gobineau y en Quatrefages.

Lo que quizá sí quepa decir, es que la problemática racial americana constituía un clima favorable a la formulación de tesis poligenistas. La propia abolición de la esclavitud, que en algunos estados comenzó a darse a fines del XVIII, planteaba problemas políticos y sociales respecto del estatuto político y civil de los negros libertos; y, en esos casos, las ideas que justifican cualquier semejante a un doble estándar siempre encuentran espacio. En ese sentido, el

poligenismo venía muy bien. De hecho, el defensor más prestigioso de ese poligenismo americano de mediados del Siglo XIX, que fue el naturalista suizo Louis Agassiz (GOULD, 1988, p. 27; SUSSMAN, 2014, p. 32), podría contarse entre los anti-esclavistas defensores de una libertad tutelada, y sin igualdad de derechos, para los negros (GOULD, 1988, p. 32-4). Agassiz estaba radicado en Estados Unidos desde 1846 (LLORENTE-BOUSQUETS *et al.*, 2016, p. 73); y, siendo profesor de la muy *yankee* Harvard desde 1847 (GOULD, 1988, p. 27; LLORENTE-BOUSQUETS *et al.*, 2016, p. 75), él no podía comprometerse con la defensa explícita de la esclavitud (Cf. SIVASUNDARAM, 2010, p. 122). Pero, aun allí, él podía defender tesis racistas que no dejarían de suscitar algunas simpatías y adhesiones. Eso es lo que hace en su escrito de 1850: “The diversity of origins of the human race” (AGASSIZ, 1850).

Se trata de una defensa del poligenismo cuyos argumentos, pretendía Agassiz (1850, p. 113), nada tenían que ver con cuestiones morales y políticas relativas a la situación de los negros (Cf. AGASSIZ, 1850, p. 113). Con todo, en las últimas páginas de ese mismo trabajo, él hace algunas consideraciones que son muy reveladoras respecto de sus posiciones frente a tales asuntos (Cf. GOULD, 1988, p. 31-2; MENARD, 2002, p. 110-1; SUSSMAN, 2014, p. 32-3). “Afirmar que todas las razas poseen las mismas capacidades, gozan de los mismos poderes y muestran las mismas disposiciones naturales, y que como resultado de dicha igualdad tienen derecho a ocupar la misma posición en la sociedad humana”, dice Agassiz ahí, sería “una parodia filantrópica y filosófica” (1850, p. 143). Por eso, en lugar de tratar a todas las razas en pie de

igualdad, debía educárselas y otorgárseles funciones sociales en virtud de las capacidades y disposiciones de cada una de ellas (AGASSIZ, 1850, p. 145). Y el poligenismo no sólo daba buenos razones para explicar esas supuestas diferencias a las que Agassiz alude; sino que también reforzaba la idea de que las mismas eran irreversibles.

Pero aquí, el trasfondo político e ideológico de las tesis de Agassiz, nos interesa menos que la inserción de sus tesis en el saber de la Historia Natural en la cual las mismas se afirman y a cuyo desarrollo estarían llamadas a contribuir. Y, en ese sentido, es importante subrayar que ese texto de Agassiz es una defensa del poligenismo en la que el Criterio de Buffon no es cuestionado y en el cual la propia unidad de la especie humana no es discutida (GOULD, 1988, p. 30). Lo que Agassiz (1850, p. 114) quiere cuestionar, en ese escrito de 1850, es sólo su unidad de origen; y lo hace por consideraciones relativas a la distribución y a las características distintivas de las diferentes “razas” (AGASSIZ, 1850, p. 135-6). Para eso, él ataca los argumentos, también de raigambre buffoniana, que pretendían explicar las características distintivas de esas “razas” en virtud de los efectos del clima y de las condiciones de vida en general (Cf. AGASSIZ, 1850, p. 138). En ese sentido, sus consideraciones sobre las razas humanas ya anticipan las tesis sobre las relaciones de las relaciones entre los animales y el ambiente, que se exponen en el *Essay on classification* (AGASSIZ, 1857) y en *De l'espèce* (AGASSIZ, 1869). En ambas obras Agassiz intenta mostrar que las contingencias del medio no pueden explicar las formas de los seres vivos.

Lo que puede resultar extraño es la idea de que se pueda sostener el poligenismo sin necesariamente negar la unidad de la especie. En general las dos cosas van juntas; y hasta el propio Agassiz, conforme lo veremos un poco más adelante, acabará sosteniendo las dos tesis. Pero, “The diversity of origins of the human race” aún no lo hace: ahí él afirma la diversidad de orígenes de las razas humanas sin negar la unidad de la especie; cosa que a nosotros, que pensamos a los taxones como linajes puede desconcertarnos. Pero eso es así porque, aunque no lo queramos o no lo sepamos, pensamos *a la Darwin*. Pero eso no era el caso de Louis Agassiz. Para él, conforme quedaría claramente consignado en el *Essay on classification* (AGASSIZ, 1857, p. 7-8) y en *De l'espèce* (AGASSIZ, 1869, p. 8-9), las especies y los órdenes taxonómicos superiores eran, literalmente, *categorías del pensamiento divino*.

Eso implicaba que la adscripción de un espécimen a una especie equivalía a decir que dicho espécimen era un ejemplo, una instancia, un caso, de ese concepto desde siempre presente en la mente del *creador*. Así, decir que Sócrates era un hombre, implicaba suponer que él tenía los atributos que definen *lo que es ser un hombre para Dios*. Allí nada se diría sobre la filiación o la genealogía de Sócrates; ni tampoco se negaría que Aristóteles también tuviese esos atributos propios de todo hombre, aunque también tuviese otros atributos que lo diferenciarían de Sócrates. Semejantemente, decir que las razas negra y blanca representan diferentes variedades de hombre no implica afirmar su origen común; sino afirmar que ambas poseen las características esenciales de la especie humana. Sin tampoco negar que entre ellas existan diferencias más o

menos importantes. Y, conforme lo acabamos de ver, Agassiz pensaba que esas diferencias eran muy importantes e inexplicables por el recurso a los efectos acumulados del clima, la alimentación y las condiciones de vida. Nótese, además, que si se acepta la forma en que Agassiz está pensando las categorías taxonómicas, deberíamos aceptar que: si la divinidad crease en otro planeta a seres vivientes con los atributos morfológicos y mentales que son definitorios del hombre; entonces, esos seres también serían parte de la especie *Homo sapiens*.

Pero, en el momento en que Agassiz escribe “The diversity...”, ya había un naturalista americano que estaba cuestionado el Criterio de Buffon y la unidad de la especie humana: era Samuel George Morton (Cf. MENARD, 2002, p. 110); al cual Agassiz, como veremos después, terminará siguiendo. Morton, que también era un poligenista “no esclavista”, había conquistado bastante notoriedad debido a ciertos trabajos de Craneometría realizados sobre aborígenes americanos (MORTON, 1839) y sobre cráneos encontrados en monumentos y ruinas del antiguo Egipto (MORTON, 1844)⁶. Pero no es a eso que quiero referirme aquí, sino a sus tesis sobre los criterios para distinguir especies. Pienso, particularmente, en “Hybridity in animals considered in reference to the question of the unity of human species”: una extensa memoria, publicada en dos partes, en la que Morton (1847a; 1847b) pasa revista a casos reconocidos, o simplemente reportados, de especies consideradas diferentes

6 En *La falsa medida del hombre*, Stephen Jay Gould (1988, p. 35-45) hace un muy buen examen de esos trabajos de Morton. También se puede leer el artículo sobre Morton que Gould (1978) publicó en *Science*.

pero que, con mayor o menor frecuencia, serían capaces producir híbridos fértiles. Evidencias, ésas, que le permiten concluir que “el mero hecho de que las múltiples razas humanas produzcan, al cruzarse, una progenie más o menos fértil, no constituye, en sí mismo, una prueba de la unidad de la especie humana” (MORTON, 1847b, p. 212). Pero, para que su posición quedase totalmente articulada, Morton precisaba proveer un criterio para distinguir especies que sustituyese al propuesto por Buffon; y es así que, tres años más tarde, él llega a la idea de la especie como “forma orgánica primordial” (MORTON, 1850, p. 82).

Morton reconoce, entretanto, que no es fácil decir cuáles son las formas orgánicas primordiales; pero sugiere que, “si ciertos tipos orgánicos ahora existentes pueden ser rastreados en la noche de los tiempos, mostrándose como siendo similares a como ahora los vemos”, sería “razonable considerarlos como originarios”, en vez de suponer que son “la mera derivación accidental de una cepa patriarcal aislada de la cuál nada sabemos” (MORTON, 1850, p. 82). Y es importante resaltar que lo que Morton entendía por “noche de los tiempos” no tiene que ver con las profundidades del tiempo geológico; sino con cosas mucho más recientes. Él se remite, concretamente, a los monumentos de Egipto y Asiria (MORTON, 1850, p. 82); de los cuales provenían los cráneos cuyas mediciones había presentado en *Crania Aegyptiaca* (MORTON, 1844). Y de esas mediciones se desprendía que, en el antiguo Egipto, la raza caucásica y la negra ya estaban presentes como formas separadas (MORTON, 1844, p. 158); lo que, como observa Gould (1978, p. 506) podía citarse como evidencia del origen

independiente de ambos grupos. Morton observa, además, que en esos tiempos, la posición social de los negros “era la misma de ahora, la de sirvientes y esclavos” (MORTON, 1844, p. 158). Se podía concluir, por lo tanto, que negros y caucásicos eran “formas orgánicas primordiales”.

Esta puede parecernos una forma demasiado *naif* de argumentar. Pero esa es una impresión que nos produce la asociación de la temporalidad evolutiva con la temporalidad geológica, más que con la temporalidad histórica, que el darwinismo nos impuso. En el contexto en el que Morton escribe, su forma de argumentar es aún pertinente. Piénsese que, veinte años después, Pierre Flourens todavía podía pretender invalidar las tesis darwinianas diciendo:

Desde Egipto, fueron enviadas momias de hombres. Los hombres de hoy son los de entonces. Fueron enviadas momias de animales: de perros, de bueyes, de cocodrilos, de ibis, etc. Todos esos animales son los mismos que los de hoy. Les tres mil años transcurridos desde que ellos vivieron nada cambiaron. (FLOURENS, 1864, p. 22).

Y en base a esas mismas observaciones, Morton podría concluir que esos perros, bueyes, cocodrilos, e ibis, iguales a los de hoy, son formas orgánicas primordiales; tanto como lo serían las diferentes *especies de hombres*, no obstante su posible mestizaje. Estas últimas, debido a esa posibilidad de entrecruzamiento fértil, conforme la línea de razonamiento por las que Morton nos quiere conducir, serían, “especies próximas”. Según él, en efecto, decimos que dos especies de un mismo género son *remotas* cuando “entre ellas nunca se producen híbridos”; que son *afines* cuando producen “progenie estéril”; y que

son *próximas* cuando producen “progenie fértil” (MORTON, 1850, p. 82). Siendo obvio que Morton quiere llevarnos a la conclusión de que las razas humanas no son variedades de una especie; sino “especies próximas” que integran un mismo género. Él, sin embargo, no explicita esa conclusión; como sí lo harán Josiah Nott y George Gliddon (1854, p. 81) en *Types of Mankind*.

Estos últimos no sólo retoman la idea de forma orgánica primordial; sino que también adoptan la distinción entre especies remotas, afines y próximas; apoyándose en ella para afirmar que, del mismo modo en que cabía decir que “el caballo, el burro, la cebra y la cuaga” son especies diferentes, también cabría decir que “el judío, el teutón, el eslavo, el mongol, el australiano, el negro de la costa, el hotentote, etc.”, son especies diferentes (NOTT & GLIDDON, 1854, p. 81). Pero las equinas son especies afines y las especies que cabe distinguir dentro del género humano serían especies próximas. Esto, en efecto, es lo que el propio Nott (1854a, p. 397) puntualiza en un capítulo de autoría individual, también incluido en *Types of Mankind*; en donde además se aclara que no todas esas especies del género *Homo*, son igualmente próximas entre sí. Por eso, en algunos casos, la hibridación, si continúa a lo largo de muchas generaciones, podría llevar a la extinción (NOTT, 1854a, p. 397). Así, el temor a la hibridación, que permea la obra de Gobineau (PICHOT, 2000, p. 339; HOCHMANN, 2018, p. 116), encuentra una justificación muy clara en el poligenismo americano (Cf. SIVASUNDARAM, 2010, p. 121; SUSSMAN, 2014, p. 38).

Nott y Gliddon (1854, p. 85), por otra parte, tampoco dejan de recurrir a la evidencia del antiguo Egipto, mostrando una figura, datada en 3.300 años, en

la cual la raza roja, de los propios egipcios, aparece representada junto a otras tres razas también muy bien diferenciadas: la amarilla; la negra y la blanca. Siguiendo a Morton, eso ratificaría su carácter de formas orgánicas primordiales. Pero, aun ratificando decididamente la existencia de distintos tipos primordiales de hombre, o de distintas especies de hombre, Nott y Gliddon (1854, p. 86-7) reconocían que, las distinciones entre esas razas o tipos humanos que se habían hecho hasta ese momento padecían, todas ellas, de alguna arbitrariedad; siendo necesarias investigaciones ulteriores para poder articular una clasificación bien fundamentada del género humano. Y, en ese sentido, consideraban que el Sketch de Louis Agassiz (1854) – “Of the natural province of the animal world and their relation to the different types of man” –, que había sido incluido en *Types of Mankind*, constituía una importantísima contribución para la comprensión de la Historia Natural del género humano.

Types of Mankind fue, definitivamente, el gran libro del poligenismo americano (SUSSMAN, 2014, p. 34); y aunque la mayor parte de los capítulos fueron escritos por Nott y Gliddon, y otros por Nott (1854a; 1854b) individualmente, el volumen también incorpora contribuciones de otros autores: un capítulo de William Usher (1854) sobre cuestiones geológicas y paleontológicas relativas al origen del hombre; una memoria de Henry Patterson (1854) sobre la vida y la obra de Morton; y, la más importante de todas, que es la de Agassiz. En esta última, el poligenismo es defendido en virtud de consideraciones biogeográficas asociadas con la teoría de los centros de creación (Cf. QUATREFAGES, 1878, p. 115; GOULD, 1988, p. 28). En ese

momento, se sabía que la idea de un único centro de creación, como la expuesta por Linné (1741) en su *Oratio de telluris habitabilis incremento*, no podía explicar la distribución actual de los seres vivos (LLORENTE-BOUSQUETS *et al.*, 2016, p. 88-9); y, para responder a esa dificultad, sin imaginar siquiera la alternativa de una biogeografía evolucionista como la que Darwin (1859) vendría a proponer cinco años más tarde, Agassiz pensó que lo más económico, sería postular ocho actos de creación diferentes, cada uno de los cuales comportaría su propia dotación de razas o tipos humanos *ad-hoc* (Cf. AGASSIZ, 1854, p. *lxxv*).

Pero, a diferencia de lo que ocurría en 1850, en este escrito de 1854, el naturalista de Harvard ya ha cerrado filas con Morton, y también con Nott y Gliddon, en lo que atañe al Criterio de Buffon y a la unidad de la especie humana (AGASSIZ, 1854, p. *lxxiv*). Ahora, y tal cual lo continuaría haciendo en *De L'espèce* (AGASSIZ, 1869, p. 263-4), él recusa ese criterio de forma explícita y trata a las razas como especies diferentes (AGASSIZ, 1854, p. *lxxiv*) que se cruzan como ocurre con otras especies (AGASSIZ: 1854, p. *lxxiv*; 1869, p. 263; 1938[1869], p. 625). Ellas constituyen “formas orgánicas primordiales” (AGASSIZ, 1854, p. *lxxiv*); y, atendiendo a lo que después Agassiz diría en el *Essay* de 1857, y también en *De L'espèce*, se podría incluso decir que esas “formas orgánicas primordiales” se refieren a diferentes categorías del pensamiento divino. Categorías que se habrían manifestado en actos de creación también independientes.

Así, sin mayor conmiseración por Occam, por Newton, o por Blumenbach, Agassiz (1854, p. *lxxvii*) consideró que esos centros de creación habían producido estos ocho dominios de florifaunísticos: [1] *Ártico*; [2] *Asiático*; [3] *Europeo*; [4] *Americano*; [5] *Africano*; [6] *Malayo*; [7] *Australiano*; y [8] *Polinesio*. Pero, mientras el dominio *Asiático* sólo incorporaba a la raza mongólica, y el dominio europeo sólo al "Hombre Blanco"; el dominio *africano* incorporaba seis razas diferentes y el dominio *australiano* otras dos (AGASSIZ, 1854, p. *lxxviii*). El porqué de ese desequilibrio no queda claro; pero creo que es una exigencia de los criterios morfológicos usados para establecer las distinciones raciales. Aparentemente, si negamos que el malayo y el mongol pertenecen a la misma raza, y afirmamos que constituyen dos especies diferentes; entonces, con el mismo criterio, tampoco podemos dejar de negar que los papuanos y los aborígenes australianos constituyen dos razas, o especies, distintas. Lo que, en definitiva no tiene nada de raro: en una misma región puede haber distintas especies, o tipos, de hombre; como también puede haber distintas especies, o tipos, de cánidos: como coyotes y lobos que incluso pueden aparearse dando un híbrido fértil. Con la ayuda de un dios siempre solícito a la hora de solventar derroches ontológicos, la administración de la finitud se simplifica bastante.

4 Las razas humanas en el evolucionismo del Siglo XIX

Pero, incluso antes de que la Guerra de Secesión comenzase, iba ocurrir algo que acabaría con la configuración epistémica en la que la oposición entre

monogenistas y poligenistas podía funcionar de la forma en que lo venía haciendo. En cierto sentido, la teoría de la filiación común que Darwin (1859) promovía en *On the origin of species* imponía algo así como una *victoria pírrica* del monogenismo. Todas las especies compartían un ancestro común; todas derivaban de un mismo tronco común y eso valía también para todas las variedades de hombre. Aunque, a la manera del poligenismo, se pudiese llegar a pensar que esas variedades eran especies diferentes (DARWIN, 2004[1871], p. 205). Pero, aun cuando se aceptase esta última alternativa, había un elemento de monogenismo que se preservaba: desde Buffon en adelante, los monogenistas venían considerando a las variedades humanas desde una perspectiva genealógica, mientras que los poligenistas lo hacían desde una perspectiva tipológica; y es darwinismo validó el modo genealógico de pensar, invalidando el modo tipológico de hacerlo.

Antes de Darwin, toda la Taxonomía seguía, en sus grandes líneas, esa misma forma tipológica de pensar seguida por Agassiz; aunque sin comprometerse necesariamente con las tesis teológicas de éste. Los taxones eran considerados como referidos a tipos morfológicos u organizacionales; sin que entrase en consideración nada que pudiese tener que ver con su filiación. La taxonomía de Cuvier (1817) era la expresión más típica, acabada e influyente de esa forma de pensar (Cf. CAPONI, 2011a)⁷. Pero, cuando se analizaba las variedades internas a una especie, el punto de vista genealógico podía llegar a

7 La taxonomía cuvieriana considera los taxones como tipos organizacionales, como tipos fisiológicos (Cf. RUSSELL, 1916, p. 40; GHISELIN, 1983, p. 115; GUILLO, 2003, p. 92; CAPONI, 2008, p. 36).

tener algún espacio. Éstas solían ser pensadas como linajes derivados de un tronco ancestral común; y, en el caso del monogenismo, eso era lo que se hacía cuando las razas humanas entraban en consideración: tal como se ve, con mucha claridad, en el caso de Buffon (Cf. DORON, 2016, p. 453). Es más, si nos remitiésemos al propio Cuvier, y a su definición de especie que presentamos en la sección anterior, hasta podríamos decir que ese elemento genealógico también estaba en presente ahí.

El poligenismo, en cambio, excluía de plano esa forma de pensar, equiparando las variedades humanas a tipos de origen independiente. Esos tipos, o especies, debían clasificarse como próximos; pero sólo por consideraciones morfológicas o fisiológicas, que no tenían implicaciones genealógicas. Y eso fue algo que el darwinismo ya no permitió hacer: bajo su égida, las mismas consideraciones morfológicas que permitían clasificar dos especies como próximas, también llevaban a pensarlas como derivadas de un tronco común (Cf. GHISELIN, 1983, p. 103; BOWLER, 1996, p. 7; CAPONI, 2011b, p. 3;). Así, cuanto mayor fuese esa proximidad morfológica, mayor debería ser la proximidad genealógica (DARWIN: 1859, p. 413; 2004[1871], p. 208). La semejanza se había transformado en índice de proximidad genealógica (SOBER, 2008, p. 265; RICHARDS, 2009, p. 183); que era todo lo que el poligenismo no quería reconocer.

Lo cierto, de todos modos, es que, puestos ante la alternativa de pensar a las razas humanas como variedades de una misma especie, o como especie de un mismo género, no pocos darwinistas optaron por la segunda alternativa. Las

razones de eso pudieron ser, en muchos casos, de tipo ideológico. El pensamiento racista parece encajar mejor con esa última forma de pensar. Como también se podría pensar que el poligenismo encaja mejor con el racismo que el monogenismo; aunque ya sepamos que la mayor parte de los monogenistas también fueron racistas. No viene mal recordar eso porque lo cierto es que, en realidad, el pensar a las razas como variedades tampoco parece ser antídoto para el racismo. Las ideologías se pueden valer de una u otra posición teórica para validarse, e incluso pueden propiciar la formulación y la aceptación de esas posiciones; pero, en última instancia no dependen de ellas, pudiendo sobrevivirlas. Además, en el caso que nos ocupara tampoco hay que pasar por alto las dificultades que los primeros evolucionistas tuvieron con la noción de *especie*. Esas dificultades llevaron a buscar un ablandamiento de esa noción que permitió que algunas naturalistas pensasen a las razas humanas como especies diferentes.

Esas dificultades se hacen evidentes en las hesitaciones de Darwin con relación a esa noción (DOBZHANSKY, 1966, p. 38; MAYR, 1992, p. 43; RICHARDS, 2010, p. 78). Las mismas han generado muchas controversias entre los historiadores e intérpretes de la obra de Darwin que han indagado sobre cuál era el entendimiento que éste realmente tenía respecto de ese concepto (RICHARDS, 2010, p. 78). Pero, independientemente de poder aceptar o no algunas de las respuestas que han sido dada a la cuestión, lo cierto es que Darwin fue muy oscilante y elusivo en lo que respecta al asunto; y eso contribuyó a que los evolucionistas, en general, adoptasen posiciones variadas,

y no muy claras, frente al asunto. Darwin (1859, p. 51), además, tampoco fue muy claro respecto de cómo establecer una diferencia clara entre la distinción variedad-especie y la distinción especie-género⁸. Ese problema que ya lo había hecho dudar a Buffon, tampoco dejó de hacerlo dudar a Darwin (RICHARDS, 2010, p. 87); que osciló entre diferentes respuestas a la cuestión. Propiciando, incluso, la idea de que él estuviese pensando que las especies fuesen clases artificiales (WILKINS, 2009, p. 169; RICHARDS, 2010, p. 79).

Ese error, entretanto, es bastante comprensible. Hasta Darwin las especies habían sido pensadas, o bien como tipos constantes, o bien como clases artificiales (Cf. MAYR: 1982, p. 265; 1992, p. 40); no concibiéndose esa tercera posibilidad que consiste en pensarlas como entidades individuales (Cf. GHISELIN, 1974; HULL, 1976). Podía parecer, entonces, que si se impugnaba la primera alternativa, se tenía que sostener la segunda; que tampoco era satisfactoria. Además, en la forma clásica, tipológica, de pensar las especies, éstas tendieron a ser consideradas como entidades constantes que establecían topes inamovibles para los procesos de cambio; suponiéndose también que esos topes, que definían el contorno de cada especie, establecían límites nítidos entre las diferentes especies. Así, si se quería ir en contra de la existencia de esos topes o restricciones, la alternativa de negar o ablandar o desdibujar los límites entre las especies parecía ofrecerse como un expediente razonable (MAYR, 1982, p. 269); y resignar o relativizar el Criterio de Buffon era un paso en esa dirección que Darwin (1859, p. 276) acabó dando (STAMOS, 2007, p. 111;

8 Al respecto de esta última cuestión, véase: Ghiselin (1983, p. 115); Stamos (2007, p. 133); Richards (2008, p. 271); y Wilkins (2009, p. 142).

WILKINS, 2009, p. 150). Para él, en todo caso, ese criterio podía ser un elemento de juicio significativo para justificar el establecimiento de un límite entre dos especies en particular (STAMOS, 2007, p. 115); pero, por sí sólo, no era algo decisivo, ni de validez general. La posibilidad de que, en muchos casos, el cruzamiento entre individuos de dos especies diese lugar a un híbrido fértil, no podía descartarse (DARWIN: 1859, p. 254; 2004[1871], p. 200).

Además, en lo que atañe a su posición frente al Criterio de Buffon, Darwin no estaba solo, ni tampoco solamente mal acompañado por los poligenistas. Thomas Huxley (1893[1859], p. 3) ya había tomado una posición semejante en su comentario sobre la contribución de Darwin a la comunicación que éste y Wallace (DARWIN & WALLACE, 1977[1858]) habían hecho, el primero de julio de 1858, ante la *Linnean Society* de Londres⁹. Siendo significativo que, treinta años después, el propio Alfred Russel Wallace (1889, p. 185) continuase sosteniendo esa posición de Darwin sin considerarla demasiado problemática. Pero, en lo que respecta al asunto que aquí estamos discutiendo, que es el estatuto de las razas humanas, creo que hay pocos autores cuyas ideas nos puedan resultar más relevantes que las de Ernst Haeckel. Según este célebre evolucionista, cuyas imprecisiones sobre el concepto de especie eran aún mayores que las de Darwin (Cf. HAECKEL, 1947[1868], p. 216), la fertilidad de los híbridos era más la regla que la excepción

9 Sobre las circunstancias de esa presentación conjunta, ver mi artículo: “Definitivamente no estaba ahí: la ausencia de la teoría de la selección natural en *Sobre la tendencia de las variedades a apartarse indefinidamente del tipo original* de Alfred Russel Wallace” (CAPONI, 2009, p. 56).

(HAECKEL, 1947[1868], p. 217); y eso tenía consecuencias para su modo de entender las variedades humanas.

Semejantemente a lo que ocurría en el marco de oposición monogenismo-poligenismo, en el contexto evolucionista también ocurría que la relativización del Criterio de Buffon facilitaba, o abría la puerta, a la posibilidad de negar la unidad de la especie humana; aunque no por eso se negase el parentesco y la filiación común de esas variedades a las que se pasaba a considerar como especies que integraban un mismo género. Eso lo vemos en el propio Darwin (2004[1871], p. 47) que, al igual que Thomas Huxley, tampoco llega a afirmar la unidad de la especie, dejando abierta la posibilidad de que las variedades reconocidas fuesen especies diferentes derivadas de un mismo ancestro (Cf. HUXLEY, 1865, p. 275; DARWIN, 2004[1871], p. 201). Pero es Haeckel (1947[1868], p. 544) quien, de forma más decidida, se afirma en la relativización o ablandamiento del Criterio de Buffon para, a partir de ahí, afirmar que las principales variedades humanas eran especies distintas que se integraban en el género *Homo* y que no estaban separadas por barreras biológicas que impidiesen su mestizaje.

Este género, sostenía en efecto Haeckel (1947[1868], p. 544), estaba dividido en doce especies diferentes; entre las cuales se contaban: la especie negra; la especie hotentote; la especie australiana; la especie americana; la especie malaya y la especie mongólica. Pero, esas especies, que compartían un ancestro común, al que Haeckel (1947[1868], p. 553) denomina *Homo primigenius*, también incluían diversas razas que, sumadas, llegaban a treinta y

seis (cf. PICHOT, 2000, p. 328). La especie mediterránea, por ejemplo, incluía cuatro razas: los caucásicos; los vascos; los semitas; y los indogermanos. Y es claro que, según Haeckel, esas especies y razas habían alcanzado diferentes “grados” de evolución (Cf. RICHARDS, 2008, p. 269). Para él, al igual que para otros seguidores suyos como Louis Büchner (1886, p. 181), la especie Mediterránea sería superior a las demás y, liderada por la raza indogermánica, estaba imponiéndose en su inevitable lucha con las demás (HAECKEL, 1947[1868], p. 550-2). Pero, también hay que decir que, en lo que atañe a eso, la posición de Haeckel no difiere demasiado de la de Darwin (Cf. GOULD, 1988, p. 20; SÁNCHEZ ARTEAGA, 2007, p. 384; RICHARDS, 2008, p. 270). Lo que Haeckel plantea en relación a las diferentes especies del género *Homo*, Darwin lo aplica, quizá con un poco menos de énfasis o de entusiasmo, para esas diferentes razas que él no sabe si tratar como distintas especies de un género, o como distintas variedades de una misma especie (DARWIN, 2004[1871], p. 211-2).

Pero, si consideramos la poca claridad que los evolucionistas del Siglo XIX tenían respecto del concepto de *especie* y sobre la distinción entre especies y variedades; quizá haya que decir que, para ellos, la opción entre tratar a las razas humanas como especies o como variedades, no revestía mayor importancia teórica. En algún sentido, la cuestión parecía ser puramente terminológica. Distinto era el caso, en cambio, de la cuestión relativa al monofiletismo o polifiletismo del grupo constituido por las variedades o especies que consideramos humanas (Cf. DARWIN, 2004[1871], p. 205). Si

consideramos que todas las razas humanas han surgido de un stock inicial a partir del cual después divergieron; entonces, sostendremos lo que en el lenguaje de la Biología actual, caracterizaríamos como el monofiletismo del grupo que dichas razas componen. Pero, si consideramos que ellas surgieron de dos o más stocks diferentes, aunque seguramente muy emparentados, sostendremos lo que hoy describiríamos como el polifiletismo del grupo. En este último caso, la morfología, la emotividad y las capacidades emotivas que consideramos como propias de nuestra especie, o de nuestro género, habrían evolucionado paralelamente, dándose también ciertas convergencias más o menos estrechas.

Esta última alternativa, de todos modos, no fue una posición que encajase muy bien en el darwinismo (Cf. DARWIN, 2004[1871], p. 207). Ella no se llevaba bien con los supuestos metodológicos generales de la teoría propuesta por Darwin. Según los mismos, conforme ya lo vimos, la explicación más obvia de la semejanza es siempre la filiación común: la evolución paralela, o la convergencia, sobre todo cuando involucra estructuras complejas es siempre considerada como muy improbable. Algo así como una alternativa a ser considerada sólo cuando la evidencia es demasiado contraria a la explicación por herencia desde un ancestro compartido. Y subrayo que esa forma de pensar, que prefiere explicar la semejanza por filiación antes que por evolución paralela o convergencia, continúa rigiendo en la Biología Evolutiva actual. A ella alude el principio de parsimonia de la Sistemática Filogenética. Según el mismo, entre dos reconstrucción posibles de los pasos evolutivos que

llevaron a una semejanza entre dos linajes, aquella que supone “el menor número de orígenes independientes de caracteres compartidos es la solución preferida” (WILEY & LIEBERMAN, 2011, p. 153).

Lo cierto, sin embargo, es que no faltaron naturalistas que, en el caso de las razas humanas, rompieron con esa regla; o quizá haya que decir que creyeron encontrar razones para no atenerse a la alternativa más *estrictamente darwiniana*. Un ejemplo de eso lo podemos encontrar en Florentino Ameghino (Cf. CAPONI, 2017, p. 161-211). Éste, al igual que Haeckel, no le daba mayor importancia al concepto de especie (AMEGHINO, 1915[1884], p. 137); ni pensaba que se pudiese establecer una diferencia importante entre la distinción especie-género y la distinción variedad especie (AMEGHINO, 1915[1884], p. 133). Él, además, tampoco consideraba que el criterio buffoniano fuese decisivo a la hora de delimitar especies (AMEGHINO, 1915[1884], p. 136). Pero, a diferencia de Haeckel, Ameghino (1907, p. 222) no pensaba que, en la actualidad, el género *Homo* estuviese representado por doce especies; sino sólo por sólo cuatro: la caucásica, la mongólica, la amerindia, y la negra. Esta última, sin embargo, se distinguiría de las otras por haber evolucionado a partir de una forma pre-humana putativamente distinta de aquella de la cual habrían evolucionado las demás. Por eso Ameghino (1917[1915], p. 186) la llamaba *Homo alter* (Cf. SALGADO & AZAR, 2003, p. 14). Ese “otro hombre” habría evolucionado en África, donde no existirían condiciones propicias para el progreso de la humanización (Cf. SALGADO & AZAR, 2003, p. 16). Por eso, en

lo que atañe a las características humanas, su evolución se había estancado o ralentizado¹⁰.

Pero, el caso más típico, y más conocido, de afirmación del polifiletismo del género humano, lo encontramos en Paul Broca. Inicialmente, éste célebre antropólogo físico francés (Cf. GOULD, 1988, p. 72), que fue un firme impulsor de estudios craneométricos de marcado tinte racista y sexista (BROCA, 1861), sostuvo un poligenismo muy afín al promovido por Agassiz (Cf. BROCA, 1864, p. 63-4). Pero posteriormente, la adopción de un tímido e indeciso evolucionismo no darwiniano (BROCA, 1870, p. 237-8), lo llevó a postular un polifiletismo que operaba como sucedáneo de ese poligenismo (Cf. CONRY, 1974, p. 64). Según Broca (1870, p. 234), las diferencias osteológicas de los distintos linajes humanos, hacían pensar que los mismos "descendían de varias cepas diferentes". Sus tesis sobre hibridación inter-específica, que habían sido desarrolladas en un contexto poligenistas (BROCA, 1864, p. 66), también le servían después de su hesitante conversión al evolucionismo.

Colofón

Importa decir, entretanto, que ese contexto teórico en el cual Haeckel o Ameghino podían tratar a las razas como especies se desmoronaría en el Siglo

¹⁰ Ameghino negaba, en efecto, lo que hoy definiríamos como el carácter monofilético del género *Homo*. Para él, ese género era más un *grado* que un *clado*. O mejor, era como un intervalo dentro de un gradiente al cual se podía llegar por vías paralelas y por el cual se podía ascender en niveles diferentes. El *Homo alter* había llegado ahí por una vía diferente de la recorrida por otras especies del género; pero no había avanzado demasiado por la escala de la humanización.

XX; y eso tendría que ver con el surgimiento de un nuevo modo de conceptualizar las especies. Las mismas pasarían a ser consideradas, conforme lo señale en la presentación, en términos poblacionales (Cf. SIMPSON, 1951, p. 287): como poblaciones que guardan ciertas relaciones biológicas entre sí. Y eso es lo más importante, no obstante las dificultades conceptuales que plantee la caracterización y delimitación de la naturaleza de tales relaciones. En la nueva perspectiva, las especies son agrupamientos o linajes de poblaciones cuyos procesos evolutivos están interconectados; pero son relativamente independientes de los procesos evolutivos que se dan en otros linajes o agrupamientos semejantes. Y eso es lo que Simpson intentaba consignar en su Concepto Evolutivo de Especie (Cf. CAPONI, 2013, p. 399). Según el mismo, una especie es “un linaje filético (una secuencia ancestro-descendiente de poblaciones entrecruzables) que evoluciona independientemente de los otros linajes, y tiene un papel evolutivo separado y unitario, con sus propias tendencias” (SIMPSON, 1951, p. 289). Pero, para entender cómo eso pudo incidir en el debate sobre el estatuto de las razas humanas conviene considerar otro de esos conceptos poblacionales de especie que fueron propuestos en la Biología Evolutiva del Siglo XIX. Aludo al Concepto Biológico de Especie.

Según la enunciación del mismo que Mayr propuso: “las especies son grupos de poblaciones naturales entrecruzables que están reproductivamente aisladas de otros grupos semejantes” (2007[1963] p. 205; 2000, p. 17). Y, ante esa formulación, no es difícil pensar que estamos, nuevamente, ante el Criterio de Buffon; pero, teniendo en cuenta lo que acabo de decir sobre el modo de

conceptualizar las especies que comenzaría a darse en el Siglo XX, no debemos pasar por alto que Mayr está refiriéndose poblaciones y no a individuos. El Criterio de Buffon se aplicaba a seres vivos individuales: si un coyote y una loba copulaban, y de ahí surgía un híbrido capaz de reproducirse; entonces, teníamos que ambos eran parte de la misma especie. En cambio, el concepto de Mayr alude a poblaciones. Así, en el caso del coyote y la loba, en lugar de llevarnos a considerar la fertilidad de los híbridos que puedan resultar de sus apareamientos, ese concepto nos pide que consideremos si las poblaciones de lobo y coyote están separadas por algún tipo de barrera reproductiva que tienda a evitar o a dificultar el flujo genético entre ellas.

El aislamiento reproductivo aquí en cuestión es, en efecto, de nivel poblacional, y puede darse por una multiplicidad de mecanismos que se puedan clasificar en tres grandes tipos: barreras que impiden o dificultan el apareamiento (*v.g.* incompatibilidades en comportamientos y temporadas de apareamiento); barreras que precigóticas que obstaculizan la fertilización (actuando, por ejemplo sobre polen y esperma); y barreras postcigóticas que inviabilizan o esterilizan a la progenie resultante del cruzamiento (COYNE & ORR, 2004, p. 28-9). Así, aunque existan poblaciones *Canis lupus* y de *Canis latrans* coexistiendo en la misma área geográfica, y aunque no existan barreras pre o postcigóticas que impidan que del eventual apareamiento de un coyote y una loba surja un híbrido fértil, puede decirse que se trata de dos especies diferentes. Aunque se trate de especies cuya separación evolutiva sea incipiente, y aun relativamente imperfecta, el hecho de que las poblaciones de

Canis lupus y de *Canis latrans*, pese a los múltiples solapamientos de sus áreas de distribución, se mantengan separadas, sólo puede explicarse porque algún factor que, en circunstancias habituales, obstaculiza el apareamiento entre individuos de uno y otro linaje. Y eso ya nos permite hablar de dos especies diferentes.

Es cierto que el concepto biológico de especie ha sido objeto de muchos cuestionamientos (Cf. CAPONI, 2013, p. 397). Sobre todo porque su aplicación se restringe a linajes de organismos en donde existe la reproducción sexual (Cf. CAPONI, 2013, p. 398). Pero, como ese es claramente el caso de los homínidos, dichas objeciones no se aplican al caso que aquí nos ocupa. En realidad, el Concepto Biológico de Especie puede considerarse como una aplicación restringida del concepto evolutivo de especie propuesto por Simpson y hoy reivindicado por autores como: Wiley (1981, p. 25); Mayden (2002, p. 184); Richards (2007, p. 219); y De Queiroz (2011, p. 27). El Concepto Biológico de Especie alude a un tipo de aislamiento evolutivo entre linajes, o grupo de poblaciones, que puede darse cuando estamos ante seres vivos de reproducción sexual y que consiste en esos mecanismos, recién aludidos, que dificultan el flujo genético desde y hacia afuera de ese grupo o linaje de poblaciones. Por eso, en la medida en que todos los homínidos se reproducen sexualmente, su aplicabilidad en nuestro linaje es incuestionable. Cabe preguntarse, sin riesgo de impertinencia, si entre esos linajes que Haeckel trataba como especies del género *Homo* existe algún mecanismo de aislamiento reproductivo como el que

seguramente existe entre *Canis lupus* y de *Canis latrans*; y si no concluimos que no lo hay, podemos estar seguros que todos ellos pertenecen a la misma especie.

La pregunta, sin embargo, aunque pertinente, es puramente retórica. Esos linajes que Haeckel pretendía clasificar en doce especies y treinta y seis razas, no están separados por ningún mecanismo de aislamiento reproductivo. Donde sea y como sea que dos poblaciones de tales linajes se encuentren, los apareamientos habrán de ocurrir, y no de forma excepcional, u ocasional. El mestizaje resultante, además, no tendrá límites ni topes postcigóticos. La llegada a América de europeos, a partir de fines del Siglo XV, y después de africanos fue el mayor experimento a gran escala que mostró eso, aun cuando los linajes amerindios hayan pasado por un largo periodo de aislamiento geográfico. Pero antes de eso, no había habido migración, conquista o intercambio comercial que no acabase en profuso flujo genético, por no decir otra cosa. Y, a partir de la segunda mitad del Siglo XIX, en el que Darwin, Haeckel y Ameghino escribían, esas migraciones, conquistas e intercambios comerciales se transformaron en constantes y globales, sin que tampoco surgiese la más mínima sospecha de la existencia de algún mecanismo de aislamiento reproductivo. Por eso, las dudas de Darwin sobre la unidad de la especie humana ya no tienen cabida: no hay duda razonable al respecto. Y por duda razonable entiendo una duda basada en el propio conocimiento científico vigente.

Lo más interesante del caso, sin embargo, es que si se sigue la misma forma de razonar que hoy nos lleva a no poder poner en duda la unidad de la

especie humana; también puede llegar a concluirse que la propia distinción entre razas es problemática. Si lo que nos sirve para establecer distingos entre linajes no son consideraciones tipológicas sobre poseer o no poseer ciertos atributos morfológicos, y si en lugar de ello tenemos que atender a lo que siguiendo a Simpson tendríamos que caracterizar como un aislamiento evolutivo; entonces, para poder hablar de razas, tendríamos que poder hablar de linajes cuya evolución ha sido y es lo suficientemente independiente como para dar soporte a una partición taxonómica no arbitraria y coherente. Pero, por diversas razones, eso no parece ser tan fácil. Sin embargo, el examen de esas razones y la discusión sobre el “estatuto de las razas” en la Biología Evolutiva actual, ya es algo que excede los límites de este trabajo (Cf. TEMPLETON, 2016; CAPONI, 2020).

Referencias

AGASSIZ, L. The diversity of origins of the human races. *The Christian Examiner*, 49, p. 110-45, 1850.

AGASSIZ, L. Of the natural provinces of the animal world and their relation to the different types of man. In: NOTT, J. & GLIDDON, G. *Types of mankind*. Philadelphia: Lippincott, Grambo & Co., p. lviii-lxxviii, 1854.

AGASSIZ, L. Essay on classification. In: AGASSIZ, L. *Contributions to the Natural History of the United States of America*, Vol. I. Boston: Little, Brown & Co., p. 1-232, 1857.

AGASSIZ, L. *De L'espèce et de la classification en Zoologie*. Paris: Baillièrè, 1869.

AGASSIZ, L. Permanência dos traços característicos nas diferentes espécies humanas. Apêndice de AGASSIZ, E. & AGASSIZ, L. *Viagem ao Brasil, 1865-1866*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, p. 621-6, 1938[1869].

AMEGHINO, F. Notas preliminares sobre el *Tetraprothomo argentinus*. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires (Serie 3)*, Tomo IX, p. 105-240, 1907.

AMEGHINO, F. *Filogenia: principios de clasificación transformista basados sobre leyes naturales y proporciones matemáticas*. Buenos Aires: La Cultura Argentina, 1915[1884].

AMEGHINO, F. Origen y emigraciones de la especie humana. *Doctrinas y descubrimientos*. Buenos Aires: La Cultura Argentina, p. 167-212, 1917[1915].

BLUMENBACH, J. On the natural variety of mankind. 1°Ed. In: BENDYSHE, T. (ed.). *The anthropological treatises of Johann Friedrich Blumenbach*. London: Longman, Green, Longman, Roberts and Green, p. 65-144, 1865[1775].

BLUMENBACH, J. On the natural variety of mankind. 3°Ed. In: BENDYSHE, T. (ed.). *The anthropological treatises of Johann Friedrich Blumenbach*. London: Longman, Green, Longman, Roberts and Green, p. 145-276, 1865[1795].

BLUMENBACH, J. Contributions to Natural History Part I. 2°Ed. In: BENDYSHE, T. (ed.). *The anthropological treatises of Johann Friedrich Blumenbach*. London: Longman, Green, Longman, Roberts and Green, p. 277-324, 1865[1806].

BLUMENBACH, J. Contributions to Natural History Part II. In: BENDYSHE, T. (ed.). *The anthropological treatises of Johann Friedrich Blumenbach*. London: Longman, Green, Longman, Roberts and Green, p. 325-40, 1865[1811].

BOWLER, P. *Life's splendid drama*. Chicago: Chicago University Press, 1996.

BROCA, P. *Sur le volumen et la forme du cerveau*. Paris: Hennuyer, 1861.

BROCA, P. *On the phenomena of hybridity in the genus Homo*. London: Longman, Green, Longman& Roberts, 1864.

BROCA, P. Sur le transformisme. *Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris*, 2^o serie, Tome 5, p. 168-242, 1870.

BÜCHNER, L. *Lugar del hombre en la naturaleza*. Barcelona: Granada y Cia, 1886.

BUFFON. *Historie Naturelle Générale et Particulière*, Tome III. Paris: L'Imprimerie Royale, 1749a.

BUFFON. *Historie Naturelle Générale et Particulière*, Tome II. Paris: L'Imprimerie Royale, 1749b.

BUFFON. *Historie Naturelle Générale et Particulière*, Tome XIV. Paris: L'Imprimerie Royale, 1766.

BUFFON. *Historie Naturelle des Oiseaux*, Tome I. Paris: L'Imprimerie Royale, 1770.

CAPONI, G. *Georges Cuvier: un fisiólogo de museo*. México: Limusa, 2008.

CAPONI, G. Definitivamente no estaba ahí: la ausencia de la teoría de la selección natural en *Sobre la tendencia de las variedades a apartarse indefinidamente del tipo original* de Alfred Russel Wallace. *Ludis Vitalis* 17(32), p. 55-73, 2009.

CAPONI, G. *Buffon*. México: UAM, 2010.

CAPONI, G. Las taxones como tipos: Buffon, Cuvier y Lamarck. *História, Ciência, Saúde* 18(1), p. 15-31, 2011a.

CAPONI, G. *La segunda agenda darwiniana*. México: Centro Lombardo Toledano, 2011b.

CAPONI, G. Las especies son linajes de poblaciones microevolutivamente interconectadas. *Principia*, 17(3), p. 395-418, 2013.

CAPONI, G. *El darwinismo de Ameghino*. Florianópolis: NEL-UFSC, 2017.

CAPONI, G. ¿Qué es, si es que es algo, una raza humana? *Principios*, 27(54), p. 87-132, 2020.

CONRY, Y. *L'introduction du darwinisme en France au XIX^e siècle*. Paris: Vrin, 1974.

COYNE, J. & ORR, A. *Speciation*. Sunderland: Sinauer, 2004.

CUVIER, G. *Le Règne Animal*, Tome I. Paris: Deterville, 1817.

CUVIER, G. *Discours préliminaire aux Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes*. Paris: Flammarion, 1992[1812].

DARWIN, C. *On the origin of species*. London: Murray, 1859.

DARWIN, C. *The descent of man, and selection in relation to sex*. London: Penguin, 2004[1871].

DARWIN, C. & WALLACE, A. On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection. In: BARRETT, P. (ed.). *The collected papers of Charles Darwin*, Vol. II. Chicago: The University of Chicago Press, p. 3-18, 1977[1858].

DAUDIN, H. *De Linné à Lamarck: méthodes de la classification et idée de série en Botanique et en Zoologie (1740-1790)*. Paris: Félix Alcan, 1926.

DE QUEIROZ, K. Branches in the lines of descent: Charles Darwin and the evolution of the species concept. *Biological Journal of the Linnean Society*, 103, p. 19-35, 2011.

- DELAVAUULT, R. *Les précurseurs de la Biologie*. Paris: Editions Corsaire, 1998.
- DOBZHANSKY, T. A critique of the species concept in Biology. *Philosophy of Science*, 2(3), p. 344-55, 1935.
- DOBZHANSKY, T. La idea de especie después de Darwin. In: BARNETT, A. (ed.). *Un siglo después de Darwin*. Madrid: Alianza, p. 37-82, 1966.
- D'ORBIGNY, A. *El hombre americano*. Buenos Aires: Editorial Futuro, 1959[1839].
- DORON, C.-O. *L'homme altéré*. Ceyzérieu: Champ Vallon, 2016.
- DROUIN, J.-M. *L'Écologie et son histoire*. Paris: Flammarion, 1993.
- FLEMMING, J. *Philosophy of Zoology*, Vol. II. London: Hurst, Robinson & Co., 1822.
- FLOURENS, P. *Analyse raisonnée des travaux de Georges Cuvier*. Paris: Paulin, 1841.
- FLOURENS, P. *Historie des travaux et des idées de Buffon*. Paris: Hachette, 1850.
- FLOURENS, P. *Ontologie Naturelle*. Paris: Garnier, 1861.
- FLOURENS, P. *Examen du livre de M. Darwin sur L'origine des espèces*. Paris: Garnier, 1864.
- GALFIONE, M. La intervención kantiana en el debate de las razas de finales del Siglo XVIII. *Scientiae Studia*, 12(1), p. 11-43, 2014.
- GHISELIN, M. A radical solution to the species problem. *Systematic Zoology*, 23, p. 536-44, 1974.
- GHISELIN, M. *El triunfo de Darwin*. Madrid: Cátedra, 1983.
- GHISELIN, M. *Metaphysics and the origin of species*. Albany: SUNY Press, 1997.

- GOBINEAU, A. *Essai sur l'inégalité des races humaines*, Tome I. Paris: Didot, 1853.
- GOULD, S. Morton's ranking of races by cranial capacity. *Science*, 200, p. 503-9, 1978.
- GOULD, S. *La falsa medida del hombre*. Buenos Aires: Hyspamerica, 1988.
- GRIMOULT, C. *Évolutionisme et fixisme en France: histoire d'un combat, 1800-1882*. Paris: CNRS, 1998.
- GUILLO, D. *Les figures de l'organisation*. Paris: PUF, 2003.
- HAECKEL, E. *Historia de la creación de los seres organizados según leyes naturales*. Buenos Aires: Editorial Americana, 1947[1868].
- HOCHMANN, J. *Théories de la dégénérescence*. Paris: Odile Jacob, 2018.
- HOQUET, T. *Buffon/Linné*. Paris: Dunod, 2007.
- HULL, D. Are species really individuals? *Systematic Zoology*, 25, p. 174-91, 1976.
- HUME, D. Of national characters. In: HUME, D. *Essays and treatises on several subjects*, Volume I. London: Millar, p. 277-300, 1753.
- HUXLEY, T. The methods and results of Ethnology. *The Fortnightly Review*, 1, p. 257-77, 1865.
- HUXLEY, T. The darwinian hypotesis. In: HUXLEY, T. *Darwiniana*. New York: Appleton, p. 1-21, 1893[1859].
- KANT, I. Definición de raza humana. In: KANT, I. *Filosofía de la Historia*. Buenos Aires: Nova, p. 68-87, 1964[1785].
- KANT, I. *Antropología*. Madrid: Alianza, 1991[1798].

KEMP, K. Science, Theology and monogenesis. *American Catholic Philosophical Quarterly*, 85(3), p. 217-36, 2011.

LAMARCK, J. *Philosophie Zoologique*. Paris: Flammarion, 1994[1809].

LEDESMA MATEOS, I. *Historia de la Biología*. México: AGT, 2000.

LINNÉ, C. *Oratio de telluris habitabilis incremento*. Leiden: Cornelius Haak, 1741.

LINNÉ, C. *Systema Naturae*, Tomus I (Editio decimo tertia). Leipzig: George E. Beer, 1788.

LLORENTE-BOUSQUETS, J. *La Búsqueda del Método Natural*. México: Fondo de Cultura Económica, 1998.

LLORENTE-BOUSQUETS, J.; JUÁREZ-BARRERA, F.; BUENO-HERNANDEZ, A. *El creacionismo de Louis Agassiz y sus concepciones biogeográficas*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2016.

MAGNOLI, D. *Uma gota de sangue*. São Paulo: Contexto, 2009.

MAYDEN, R. On biological species, species concepts and individuals in the nature world. *Fish & Fisheries*, 3, p. 171-96, 2002.

MAYR, E. *Systematics and the origin of species*. Cambridge: Harvard University Press, 1942.

MAYR, E. *The growth of biological thought*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

MAYR, E. *Una larga controversia: Darwin y el darwinismo*. Barcelona: Crítica, 1992.

MAYR, E. The Biological Species Concept. *In: WHEELER, Q. & MEIER, R. (eds.). Species concepts and Phylogenetic Theory.* New York: Columbia University Press, p. 17-29, 2000.

MAYR, E. Species concepts and their application. *In: RUSE, M. (ed.). Philosophy of Biology.* Amherst: Prometheus, p. 203-13, 2007[1963].

MENARD, L. Morton, Agassiz, and the origins of scientific racism in the United States. *Journal of Black in Higher Education* 34, p. 110-3, 2002.

MORTON, S. *Crania americana.* Philadelphia: Pennington, 1839.

MORTON, S. *Crania aegyptiaca.* Philadelphia: Pennington, 1844.

MORTON, S. Hybridity in animals considered in reference to the question of the unity of humans species, part 1. *American Journal of Science*, 3, p. 39-50, 1847a.

MORTON, S. Hybridity in animals considered in reference to the question of the unity of humans species, part 2. *American Journal of Science*, 3, p. 203-12, 1847b.

MORTON, S. On the value of the word 'species' in Zoology. *Proceedings of the Academia of Natural Sciences of Philadelphia*, 5, p. 81-2, 1850.

NEWTON, I. *Mathematical Principles of Natural Philosophy.* New York: Daniel Adee, 1846[1726].

NOTT, J. Hybridity of animals viewed in connection with the natural history of mankind. *In: NOTT, J. & GLIDDON, G. Types of mankind.* Philadelphia: Lippincott, Grambo & Co., p. 372-410, 1854a.

NOTT, J. Comparative Anatomy of Races. *In: NOTT, J. & GLIDDON, G. Types of mankind.* Philadelphia: Lippincott, Grambo & Co., p. 411-65, 1854b.

NOTT, J. & GLIDDON, G. *Types of mankind*. Philadelphia: Lippincott, Grambo & Co., 1854.

PAPAVERO, N.; PUJOL-LUZ, J.; LLORENTE-BOUSQUETS, J. *Historia de la Biología Comparada*, Vol. IV. México: UNAM, 2001.

PATTERSON, H. Memoir of the life and scientific labors of the late Samuel George Morton, MD. In: NOTT, J. & GLIDDON, G. *Types of mankind*. Philadelphia: Lippincott, Grambo & Co., p. xvii-lviii, 1854.

PICHOT, A. *La société pure: de Darwin a Hitler*. Paris: Flammarion, 2000.

PRICHARD, J. *The Natural History of Man*, Vol. I. London: Baillière, 1855[1847].

QUATREFAGES, A. *L'espèce humaine*. Paris: Baillière, 1878.

QUATREFAGES, A. *Darwin et ses précurseurs français*. Paris: Félix Alcan, 1892.

RICHARDS, R. Solving the species problem: Kitcher and Hull on sets and individuals. In: RUSE, M. (ed.). *Philosophy of Biology*. Amherst: Prometheus, p. 215-27, 2007.

RICHARDS, R. *The tragic sense of life*. Chicago: Chicago University Press, 2008.

RICHARDS, R. Classification in Darwin's *Origin*. In: RUSE, M. & RICHARD, R. (eds.). *Cambridge companion to the Origin of Species*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 173-93, 2009.

RICHARDS, R. *The species problem*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

ROGER, J. *Buffon*. Paris: Fayard, 1989.

RUSSELL, E. *Form and function*. London: Murray, 1916.

SALGADO, L. & AZAR, P. Nuestro lugar entre los primates: un resumen de las principales ideas de Florentino Ameghino sobre la evolución humana. *Saber & Tiempo*, 15, p. 5-18, 2003.

SÁNCHEZ ARTEAGA, J. M. La racionalidad delirante: el racismo científico en la segunda mitad del Siglo XIX. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 27(100), p. 388-98, 2007.

SÁNCHEZ ARTEAGA, J. M. La biología humana como ideología: el racismo biológico y las estructuras simbólicas de dominación racial a fines del Siglo XIX. *Theoria*, 61, p. 107-24, 2008.

SIMPSON, G. The species concept. *Evolution*, 5(4), p. 285-98, 1951.

SIVASUNDARAM, S. Race, empire, and Biology before Darwinism. In: ALEXANDER, D. & NUMBERS, R. (eds.). *Biology and Ideology*. Chicago: Chicago University Press, p. 114-38, 2010.

SOBER, E. *Evidence and evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.

STAMOS, D. *Darwin and the nature of species*. Albany: SUNY, 2007.

SUSSMAN, R. *The myth of race*. Cambridge: Harvard University Press, 2014.

TEMPLETON, A. La evolución y el concepto de raza humana. In: LOSOS, J. & LENSKI, R. (eds.). *Cómo la evolución configura nuestras vidas*. Barcelona: Buridán, p. 447-66, 2016.

TOMBAL, D. Le polygenisme aux XVIIe et XVIIIe siècles. *Revue belge de philosophie et d'histoire*, 71(4), p. 850-74, 1993.

USHER, W. Geology and Paleontology, in connection with the Natural History of Mankind. In: NOTT, J. & GLIDDON, G. *Types of mankind*. Philadelphia: Lip-pincott, Grambo & Co., p. 327-71, 1854.

VOLTAIRE. *Traité de Métaphysique*. In: VOLTAIRE. *Philosophie*. Paris: La Renaissance du Livre, p. 135-79, 1952[1734].

WALLACE, A. *Darwinism*. New York: Macmillan, 1889.

WILEY, E. *Phylogenetics*. New York: Wiley, 1981.

WILEY, E. & LIEBERMAN, B. *Phylogenetics*. New York: Wiley, 2011.

WILKINS, J. *Species*. Berkeley: University of California Press, 2009.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



O PAPEL DOS FÓSSEIS NA TEORIA DA PROGRESSÃO DOS ANIMAIS DE LAMARCK

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins

Doutora em Genética e Biologia Molecular pela UNICAMP

Professora do Departamento de Biologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP

lacpm@ffclrp.usp.br

Resumo

Sabe-se que a teoria “evolutiva” de Lamarck proposta entre 1800 e 1820 teve um baixo impacto e uma mínima aceitação em sua época. Ela foi considerada especulativa e Lamarck tem sido criticado por não ter oferecido uma fundamentação empírica para vários aspectos de sua teoria. Uma das críticas feitas às teorias evolutivas na época era a ausência de formas intermediárias entre espécies fósseis e atuais. O objetivo do presente artigo é averiguar de que modo os fósseis foram utilizados para fundamentar as mudanças geológicas, a gradação dos animais ou mesmo a transformação das espécies na teoria de Lamarck. Além disso, se as críticas mencionadas acima se aplicam à sua proposta. Esta pesquisa levou à conclusão de que os estudos de Lamarck sobre os fósseis contribuíram para o seu conhecimento na época. Do ponto de vista empírico, eles forneceram fundamentação para alguns aspectos de sua teoria como as mudanças na crosta terrestre. Por outro lado, a semelhança entre formas fósseis e viventes sugeriu que as espécies poderiam ter se modificado e não se extinguido. Porém, nas obras em que apresentou sua teoria evolutiva relacionada aos animais, Lamarck praticamente não retomou essas evidências e nem as explorou detalhadamente. Ou seja, não utilizou fatos que lhe eram acessíveis, na época, e que teriam sido de grande importância para a fundamentação de sua teoria. Nesse sentido, algumas das críticas recebidas eram cabíveis.

Palavras-chave: Lamarck. Empirismo. Evolucionismo. Geologia. Século XIX.

Abstract

Lamarck's “evolutionary” theory proposed between 1800 and 1820 had a low impact and minimal acceptance in his time. It was generally regarded as speculative and devoid of empirical foundation. Among the criticisms towards the evolutionary theories at Lamarck's time was the absence of intermediate forms between fossil and living species. This paper aims to elucidate in which way Lamarck used the fossils to support the geological changes, the gradation of animals or even the transmutation of species in his theory. Furthermore, to elucidate whether the criticisms mentioned above apply to his proposal or not. The research led to the conclusion that Lamarck's studies contributed to increasing the knowledge of fossils at the time. Departing from an empirical point of view, they provided grounds for some aspects of his theory, such as the changes in the earth crust. On the other hand, the similarities between fossil and living forms suggested that the species could have changed and not become extinct. However, in the works in which he presented his evolutionary theory related to the animals, Lamarck practically did not return to these pieces of evidence or even explore them in detail. In other words, he did not use some facts that were accessible to him at the time, and which would have been of great importance for the foundation of his theory. In that sense, some of the criticisms received were appropriate.

Keywords: Lamarck. Empiricism. Evolutionism. Geology. 19th century.

1 Introdução

Durante o reinado de Louis XVI, o naturalista Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744-1829) dedicou-se a vários campos de estudo como a química e a meteorologia, mas destacou-se principalmente por seu trabalho de botânica. Sua obra *Flore française*¹ [sic] em três volumes, publicada em 1779, foi bem recebida pela comunidade científica. Ele ocupou a prestigiada posição de *Botânico do Jardim du Roi*. Nessa época, ele acreditava que as espécies eram fixas². Porém, um dos desdobramentos da Revolução Francesa foi o fechamento da *Academie des Sciences de Paris* e a reorganização do *Jardin du Roi* que se transformou no *Muséum National d'Histoire Naturelle*. Lamarck foi designado pela Convenção para a função de professor de “insetos, vermes e animais microscópicos”³ do *Muséum* (LANDRIEU, 1908, p. 63), que assumiu em 1794 e

1 Além de ser escrita em francês e não em latim, a inovação introduzida por Lamarck nessa obra que teve mais de uma edição, foi o uso de chaves dicotômicas para auxiliar na identificação das plantas encontradas na França, eliminando grandes grupos de plantas em cada estágio através de características mútuas exclusivas. Esse método era mais fácil para identificar vegetais do que o sistema artificial de Linné baseado nas diferenças sexuais entre as plantas (MARTINS, 2007, p. 34-5).

2 Embora a maior parte dos naturalistas da época acreditasse que as espécies eram fixas, Barthelemy Faujas de Saint-Fond (1741-1819), Bernard Germain Lapepède (1756-1825) e Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844), colegas de Lamarck no *Muséum d'Histoire Naturelle* de Paris, viam com simpatia a possibilidade da transmutação das espécies (BURKHARDT, 1984, p. xvi).

3 São os nossos atuais invertebrados, aliás, uma denominação dada por Lamarck que também organizou esse grupo de animais que até então eram classificados como “animais sem sangue”. Até a época de Lamarck se seguia a classificação de Aristóteles que incluía os animais com sangue (fluido vermelho) e animais sem sangue (fluidos brancos) que também foi adotada por Lineu. De acordo com Lamarck, os naturalistas modernos adaptaram essa classificação, dividindo os animais em animais com sangue vermelho e animais com sangue branco (LAMARCK, 1809, vol. 1, p. 117). Lamarck organizou os invertebrados nos seguintes grupos em ordem decrescente de perfeição em: Moluscos, Cirrípédios, Anelídeos, Crustáceos, Arac-

exerceu até sua morte. Entre suas atribuições estavam a organização das coleções do Museu⁴ e o ensino de um curso anual (primeira e única atividade didática da vida de Lamarck). As coleções incluíam formas fósseis e viventes. Sua relação anterior com os invertebrados era seu interesse em coleções de conchas e contato com o amigo de Jean Guillaume Brugière (1749-1798), um *expert* em moluscos⁵ (MARTINS, 2007, p. 45-6).

De acordo com alguns autores como Richard W. Burkhardt (1984, p. xxii), o trabalho com as coleções do *Muséum* foi um dos fatores que contribuíram para a mudança de posição de Lamarck em relação às espécies. As conchas fósseis comparadas com conchas de espécies viventes, apresentavam uma semelhança que parecia indicar que as conchas modernas eram descendentes modificadas das fósseis (MARTINS, 2007, p. 31). A partir de 1800, ele defendeu que as espécies vegetais e animais surgiram por sucessivas modificações ao longo do tempo, de forma lenta e gradual. Suas concepções sobre a transmutação das espécies aparecem em diversas obras publicadas entre 1800 e 1820⁶.

nídeos, Insetos, Vermes, Radiários, Pólipos e Infusórios (LAMARCK, 1809, vol. 2, p. 127).

- 4 Em 1793, as coleções de “animais inferiores” do Museu continham cerca de 1.500 indivíduos. Trinta anos depois, quando Lamarck concluiu a maior parte de seu trabalho de organização do *Muséum* essas coleções contavam com 40.000 amostras, representando 20.000 espécies (LANDRIEU, 1908, p. 64; MARTINS, 2007, p. 223).
- 5 De acordo com Burkhardt, no ano em que iniciou seu estudo sobre “animais microscópicos, insetos e vermes”, Lamarck teve contato com o trabalho de Brugière e de Guillaume Antoine Olivier (1756-1814), que estavam retornando de uma expedição à Pérsia e Império Otomano e no ano seguinte com os estudos de anatomia comparada de Cuvier (BURKHARDT, 1995, p. 114).
- 6 Essas obras incluem os discursos de abertura ministrados no curso de Zoologia no *Muséum*, a saber: *Discours d’ouverture: An VIII* (1800); *An X* (1802); *An XI* (1803) e 1806, publicados por Alfred Giard em 1907; os livros *Système des animaux sans vertèbres* (1801); *Recherches sur l’organisation des corps vivans* (1802a); *Philosophie zoologique* (1809), o primeiro volume da *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (1815) e *Système analytique des connaissances positives de*

Sabe-se que a teoria “evolutiva”⁷ de Lamarck teve um baixo impacto e uma mínima aceitação na ocasião de sua proposta. Não apenas em sua época, mas em diferentes momentos históricos ela tem sido considerada especulativa por diversos autores (CORSI, 1988, p. 170; MARTINS & MARTINS, 1996a, p. 181). Charles Coulston Gillispie comenta a respeito:

Entretanto, apesar da maior elegância formal da última apresentação, sua teoria falhou em obter aceitação. Os mais competentes para julgá-la, os próprios cientistas colegas de Lamarck, consideraram seus empreendimentos teóricos aberrações embaraçosas de um observador dadivoso, que deveriam ser passadas por cima em silêncio. ‘Eu sei muito bem’, uma vez ele observou amargamente, ‘que poucos se interessarão por aquilo que eu estou propondo; e dentre aqueles que lerem este ensaio, a maior parte pretenderá encontrar nele apenas sistemas, opiniões vagas, de nenhuma forma fundamentadas no conhecimento exato. Eles dirão isso: mas eles não escreverão isso’⁸. Cuvier e Lamarck foram capazes de colaborar na verdadeira taxonomia. Mas

l’homme (1820). As concepções geológicas e paleontológicas de Lamarck estão presentes em *Hydrogéologie* (1802b), “Prodrome d’une nouvelle classification des coquilles” (1799), *Mémoires sur les fossiles des environs de Paris* (1802-1806), artigos para dicionários científicos da época como “Conchyliologie” e “Coquillage”, publicados no *Nouveau Dictionnaire d’Histoire naturelle de Déterville* e em seus dois tratados de invertebrados (LAMARCK, 1801; 1816-1822).

- 7 O termo aparece entre aspas porque embora atualmente possamos nos referir à “teoria evolutiva de Lamarck”, em sua época a palavra “evolução” tinha outra conotação. Significava o desenvolvimento do indivíduo desde o ovo até a fase adulta, o que entendemos hoje por ontogênese. Assim, Lamarck utilizava outros termos para se referir à sua teoria como aperfeiçoamento, progressão, desenvolvimento, progresso, mutação, mudança; e diversas expressões compostas, como “composição crescente da organização”, “composição progressiva da organização”, “progressão na composição da organização”, “mudanças progressivas da organização”, “desenvolvimento progressivo”, “avanço da organização”, “progresso da composição” etc. (MARTINS, 2007, p. 13). Como ele também não empregava termos como “transformação” ou “transformismo”, alguns autores preferem utilizar termos que Lamarck utilizava. Michael J. S. Hodge, por exemplo, se refere à proposta de Lamarck como “ciência dos corpos vivos” (HODGE, 1971). Optamos por utilizar o termo “progressão” para nos referir à teoria de Lamarck.
- 8 Em nota de rodapé Gillispie indica a fonte da citação: *Recherches sur l’organisation des corps vivants* (1802, p. 69). Essa citação aparece na p. 55 da edição que reproduz integralmente a obra original e utilizamos neste artigo (LAMARCK, 1986[1802a]).

eles nunca puderam concordar acerca da estrutura da natureza (GILLISPIE, 1958, p. 389)

Lamarck tem sido criticado por não oferecer uma fundamentação empírica para vários aspectos de sua teoria⁹. Ao se dirigir aos naturalistas que admitiram que as espécies viventes se originaram a partir de modificações produzidas nas formas fósseis durante a longa sucessão de anos, devido a mudanças nas circunstâncias locais¹⁰, Georges Léopold Nicolas Frédéric. Barão de Cuvier (1769-1832), estava se referindo implicitamente a Lamarck. Ele iniciou indagando: “Por que as raças atuais não seriam modificações de raças antigas encontradas entre os fósseis, modificações essas produzidas pelas circunstâncias locais e mudanças climáticas [...] na longa sucessão de anos?” (CUVIER, 1812, p. 73). E continuou:

No entanto, pode-se responder, em seu próprio Sistema. Se as espécies mudaram gradativamente, dever-se-ia encontrar os traços dessas modificações graduais. Entre o paleotério e as espécies de hoje dever-se-ia descobrir algumas formas intermediárias – e até o presente isso não ocorreu (CUVIER, 1812, p. 74; 1826, p. 59).

E acrescentou ironicamente:

Por que as entranhas da terra não conservaram monumentos de uma genealogia tão curiosa? Não seria por que as espécies de outrora eram tão constantes como as nossas, ou ao menos, a catástrofe que as des-

9 Por exemplo, o surgimento dos primeiros seres vivos e dos seres vivos mais simples por geração espontânea, o surgimento e o desaparecimento de órgãos ou partes durante o processo evolutivo etc. No presente artigo iremos nos concentrar em um desses aspectos, as relações entre as mudanças geológicas e os fósseis na teoria de Lamarck. Sobre outros aspectos de sua teoria ver, por exemplo, Martins (1994; 1997a).

10 Esta crítica foi feita de modo implícito nessa obra, mas juntamente com outras aparece de modo explícito, após a morte de Lamarck no *éloge* de autoria de Cuvier (1835).

truiu não lhes deixou um tempo para livrá-las de suas variações? (CUIVIER, 1826, p. 59).

Para Cuvier, as variações nas espécies ocorriam dentro de certos limites fixados pela natureza (CUIVIER, 1812, p. 74; 1826, p. 59), nunca ultrapassando o âmbito de variedades.

Várias décadas após a morte de Lamarck, o médico e naturalista Jean Armand de Quatrefages de Bréau (1810-1892), que não era um evolucionista, o elogiou por ter atribuído aos fósseis “o sentido que aí se buscou mais tarde e por ter resolvido os problemas de forma bastante nítida e positiva com sua teoria” (QUATREFAGES, 1870, p. 56). Apesar disso, considerava que os fatos paleontológicos estavam em desacordo com o surgimento gradual das espécies (QUATREFAGES, 1870, p. 121; MARTINS, 2007, p. 349) contrariando o que admitia Lamarck e posteriormente Darwin. Ou seja, na maioria dos casos estudados, havia uma ausência de formas intermediárias entre dois tipos mais afastados do que gêneros ou famílias (QUATREFAGES, 1870, p. 195). Curiosamente, ao mesmo tempo, Quatrefages reconhecia que na época de Lamarck os dados paleontológicos eram incompletos (QUATREFAGES, 1870, p. 133; MARTINS, 2007, p. 331-2).

Consideramos relevante comentar brevemente sobre a visão de ciência dominante na França na época em que Lamarck deixou suas contribuições. Nessa época, conviviam dois tipos de empirismo: o empirismo mais amplo como admitia Etienne Bonnot, abbé de Condillac (1714-1780), seguidor de John Locke

(1632-1704) e Isaac Newton (1642-1727)¹¹, e o empirismo mais restrito dos ideólogos¹² como Pierre Jean Georges Cabanis¹³ (1757-1808), Antoine Destutt de Tracy (1754-1836) e Constantin-François de Volney (1757-1820), por exemplo (LE ROY, 1947, p. xxxii). Condillac recomendava que se devia ater aos fatos evitando a especulação. Ele propôs que o estudo dos fatos deveria ser seguido pela sua sistematização e correlação para criar um sistema, o que chamamos atualmente de teoria (CONDILLAC 1947[1749], v. 1, p. 207; MARTINS & MARTINS, 1996a, p. 182).

O discurso metodológico¹⁴ de Lamarck, ou seja, como ele sugeria que se devia proceder na pesquisa, presente em várias partes de suas obras indica que ele era seguidor de Condillac ao qual se referia respeitosamente, recomendando que seu método deveria ser seguido (LAMARCK, 1806, p. 562; MARTINS &

11 Como Locke e Newton, Condillac considerava que a ciência da natureza, a física, deve ser sempre fundamentada em fatos: na observação e no experimento. Esses fatos se contrapõem à teoria ou à hipótese. É preciso evitar ser levado pela imaginação ou pela tentativa de tudo deduzir apenas a partir da razão. Ele criticava o racionalismo cartesiano. Todo conhecimento provém da experiência e só pode ser justificado por ela (MARTINS, 2007, p. 252). Condillac criticava os sistemas (teorias) baseados em hipóteses ou suposições imaginárias (CONDILLAC, 1947[1749], vol. 1, p. 121; MARTINS, 2007 p. 255). As hipóteses não serviam para fundamentar o sistema, mas eram úteis, desde que não fossem confundidas com a verdade (CONDILLAC, 1947[1749], vol. 1, p. 123; MARTINS, 2007, p. 256).

12 Os ideólogos eram seguidores de Condillac, porém mais radicais que ele, pois não admitiam a utilização de hipóteses. Ver a respeito em Picavet (1891).

13 Ver a respeito do empirismo de Cabanis em Cabanis (1803).

14 Sob o ponto de vista metodológico, é possível distinguir dois aspectos. O primeiro é o que o autor afirma estar fazendo ou o que deve ser feito, o seu discurso metodológico. O segundo aspecto é o que se pode extrair pela análise da própria prática do autor, ou seja, a sua metodologia prática, a descrição do seu efetivo procedimento ao desenvolver a sua pesquisa. A prática pode ser coerente com o discurso metodológico, ou não (MARTINS & MARTINS, 1996a; MARTINS 2007, p. 223).

MARTINS, 1996a, p. 182; MARTINS & MARTINS, 1996 b, p. 118). Lamarck assim se expressou:

Para o homem não existem realmente verdades positivas (quer dizer, aquelas com as quais ele possa contar solidamente), a não ser os fatos que ele pode observar, e não as consequências deles tiradas; apenas a existência da natureza que lhe apresenta esses fatos, assim como as leis que regem os movimentos e as mudanças de suas partes. Fora disso, tudo é incerteza; embora certas consequências, teorias, opiniões etc., tenham uma probabilidade muito maior do que outras (LAMARCK, 1809, vol. 1, p. xxii).

Desse modo, haveria um domínio de certeza total, sobre os fatos positivos e as leis; e um domínio de probabilidade e incerteza, nas teorias e opiniões. Lamarck distinguia, em sua própria obra, a existência tanto de verdades positivas quanto de 'simples opiniões'. O domínio dos conhecimentos positivos abrangeria os 'fatos físicos e morais', ou seja, aquilo que se conhece diretamente sobre o mundo externo (físico) e sobre um tipo especial que será esclarecido mais adiante (MARTINS & MARTINS, 1996b, p. 117-8). Dentre os fatos positivos admitidos por Lamarck em sua teoria estão as variações das condições de vida na Terra ao longo do tempo e a existência de uma gradação e progressão dos animais (MARTINS & MARTINS, 1996b, p. 136).

Embora valorizasse os fatos, Lamarck considerava que a pesquisa não devia se restringir apenas à sua descrição. Era preciso ir além das observações, em busca de causas. Essas causas são proporcionadas pelas *leis* da natureza¹⁵. Embora não sejam mais 'fatos' no sentido de meras descrições, pertencem ainda

15 As leis procuravam explicar os fatos. A respeito das quatro leis da progressão dos animais de Lamarck ver, por exemplo, Martins (1997b).

ao domínio 'positivo', pois são generalizações diretas de fatos observados (MARTINS, 2007, p. 228). No entanto, Lamarck incluiu também no estudo das causas certos elementos inobserváveis: os fenômenos internos e microscópicos dos corpos estudados (LAMARCK, 1820, p. 81). Ele tinha consciência de que a base de tudo era o conhecimento factual: enquanto um fato ou experimento não fosse contrário a uma teoria, ela podia ser aceita (MARTINS, 2007, p. 228-9). A utilização de hipóteses era permitida desde que ficasse claro tratar-se de hipóteses.

O objetivo do presente artigo é, a partir da análise de diversas obras originais de Lamarck, averiguar de que modo os fósseis foram utilizados para fundamentar as mudanças geológicas e a gradação dos animais, ou mesmo, a transmutação das espécies em sua teoria. Além disso, considerando a visão de ciência dominante na época bem como a visão epistemológica de Lamarck, se as críticas a que nos referimos no início desta Introdução eram procedentes.

2 As mudanças geológicas e os fósseis

Desde o século XVII os estudos mineralógicos e geológicos indicavam que havia uma grande sucessão regular de estratos na Terra. No entanto, seu significado era ainda muito discutido. Embora houvesse muita discussão sobre o assunto no final do século XVIII e início do século XIX, época em que Lamarck desenvolveu seu trabalho, ainda não existia consenso sobre alguns aspectos

como: as causas dos estratos geológicos, as fases pelas quais a Terra teria passado (história geológica); a existência de seres vivos diferentes no passado; a possibilidade da transmutação dos seres vivos (MARTINS & BAPTISTA, 2007, p. 285).

Apesar de discordarem sob muitos aspectos, Lamarck concordava com Cuvier em que o estudo dos fósseis poderia trazer esclarecimentos sobre a história da Terra (LAMARCK, 1802b, p. 64-5; CUVIER, 1812, p. 56). Em diversas obras Lamarck discutiu sobre os fósseis e seu significado. Mas o que ele entendia por fóssil? Em suas palavras: “Dou o nome de fóssil aos restos de corpos vivos alterados pela longa permanência sobre a terra ou sob as águas, mas cuja forma e organização são ainda reconhecíveis” (LAMARCK, 1801 [Ano IX]¹⁶, p. 403)¹⁷.

Na obra em que apresentou sua teoria da Terra, Lamarck comentou sobre os locais em que os fósseis podiam ser encontrados:

Os fósseis são encontrados nas porções secas do globo terrestre, mesmo no meio dos continentes e em grandes ilhas. Eles ocorrem não apenas em locais muito distantes dos oceanos, em consideráveis altitudes

16 Os discursos de abertura do curso de Zoologia são identificados conforme a nova contagem de anos, vigente na França, após a Revolução francesa, depois abolida por Napoleão Bonaparte (MARTINS, 2007, p. 49. Neste artigo estamos utilizando as duas notações).

17 Essa mesma definição pode ser encontrada na sua obra *Hydrogéologie*: “Todos os naturalistas conhecem esses restos tão antigos de animais e vegetais que se encontram no seio da terra e em sua superfície, e que ainda conservam sua verdadeira forma. É a estes despojos de corpos organizados que dei o nome de fósseis” (LAMARCK, 1802b, p. 55). Lamarck acrescentou que esse nome não deveria incluir, como faziam alguns naturalistas, as substâncias brutas e minerais que constituem a massa e particularmente, a crosta exterior do globo. Ossos de animais vertebrados, restos de moluscos, crustáceos, equinodermas, partes lenhosas de vegetais seriam fósseis desde que após longo tempo sob a água ou enterrados na terra conservassem sua forma e traços de sua organização (LAMARCK, 1802b, p. 56).

e no interior das montanhas. Uma vez que algumas pessoas parecem ter dúvidas de que fósseis marinhos possam ser encontrados no alto de montanhas, diversos autores publicaram fatos¹⁸ que reuni sobre este assunto” (LAMARCK, 1802b, p. 56).

Para corroborar a presença de fósseis nesses locais, Lamarck se referiu ao testemunho de vários autores. Por exemplo, Georges Louis Leclerc, Conde de Buffon (1707-1888) e Robert de Lamanon (1752-1757) que apontaram a existência de fósseis de animais marinhos nos Pirineus e nos Alpes a 900, 1000, 1200 ou mesmo 1500m acima do nível do mar (LAMARCK, 1802b, p. 52-3). Nesse sentido, Lamarck foi fiel ao seu discurso metodológico, apresentando fatos positivos, obtidos pela observação.

Lamarck mencionou que esses fósseis de animais marinhos estavam dispostos em camadas e que o fato de serem encontrados na superfície ou em profundidade era um forte indício de que a crosta terrestre havia sofrido mudanças¹⁹. Em suas palavras:

Em muitos lugares os fósseis enterrados no solo estão dispostos em camadas que se estendem por diversas milhas ou mesmo milhares de milhas. São encontrados na parte externa da crosta terrestre; em profundidades consideráveis; no fundo de poços e nas minas mais profundas. Resumindo, o número desses restos orgânicos marinhos é tão espantoso que seria difícil acreditar que o oceano pudesse apresentar uma vida tão rica. Isso torna evidente que cada parte desnuda da superfície do globo foi outrora, durante um tempo muito longo fundo de mar (LAMARCK, 1802b, p. 61-2).

18 Esses estavam entre os “grandes fatos” oferecidos pela natureza que deviam ser levados em consideração (LAMARCK, 1802b, p. 7).

19 Para Lamarck, todas as coisas no mundo estavam sujeitas a mudanças. Essas mudanças não diziam respeito apenas à forma e natureza, mas também à massa e situação (LAMARCK, 1802b, p. 67).

Mas como saber se esses fósseis eram restos de animais marinhos? Nesse sentido, Lamarck argumentou que a maior parte das conchas fósseis coletadas se assemelhava às conchas de moluscos que viviam no oceano e eram conhecidas no presente (LAMARCK, 1802b, p. 63-4).

Os fósseis de animais marinhos encontrados em terra, no ver de Lamarck, indicavam que o oceano permaneceu durante longos períodos em locais diferentes daqueles em que se encontra no presente o que era um indício de que a crosta terrestre sofreu modificações, assim como as espécies (LAMARCK, 1802b, p. 65). Fazer a diferenciação entre as formas fósseis e viventes em conchas pelágicas (que vivem no fundo dos oceanos), conchas litorâneas, conchas ocasionalmente terrestres e formas fluviais, que muitas vezes se encontravam misturadas, contribuía para o conhecimento das mudanças que tivessem ocorrido na superfície terrestre (LAMARCK, 1802b, p. 64-5).

Apesar de Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) já ter se dedicado a diferenciar conchas pelágicas e litorâneas e Bruguière ter se referido à existência de depósitos de conchas fósseis de moluscos em minas de carvão, moluscos esses que teriam vivido em grandes profundidades no oceano, nessa época ainda se questionava a existência de fósseis pelágicos²⁰ (CAROZZI, 1964, p. 305).

20 Um dos naturalistas que fazia esse questionamento foi Cuvier. A seu ver, era impossível saber com certeza se algum fóssil de molusco com concha tinha alguma espécie correspondente viva. Assim, era problemático dar o nome de conchas pelágicas, quer dizer, de alto mar, aos amonitas, belenitas e afirmar que se suas formas vivas não eram conhecidas, elas deviam estar em profundezas inacessíveis (CUVIER, 1812, p. 59; 1826, p. 31-2). Ele estava discordando de Lavoisier e Lamarck embora não mencionasse seus nomes. Porém na *Hydrogéologie* Lamarck respondeu, sem mencionar o nome de Cuvier, do seguinte modo: “Sabe-se bem que todos os seres vivos que habitam as grandes profundezas dos mares, devem ser dificilmente conhecidos pelo homem que se propõe a observá-los, mas negar sua existência por esse motivo não me parece razoável. Foram encontrados moluscos que não vivem próximo à costa

Os fósseis pelágicos e litorâneos, segundo Lamarck, deveriam se encontrar em camadas diferentes em um mesmo banco ou montanha, uma vez que deveriam ter sido depositados em épocas muito diferentes. Muitas vezes essas camadas e os fósseis que continham poderiam ter se misturado devido ao movimento nas águas oceânicas, correntes, ação dos vulcões etc. (LAMARCK, 1802b, p. 71-2). Assim, apesar de não se referir ao conjunto de fósseis relacionados a um determinado estrato ou à sucessão de diferentes faunas e floras (HODGE, 1971, p. 332), Lamarck tinha uma noção sobre os estratos. Contudo, confiava muito pouco neles, por acreditar que podiam sofrer graves alterações posteriores (MARTINS, 2007, p. 178).

Nesse sentido, a afirmação de Marcel Landrieu de que Lamarck “não tinha consciência nem da superposição de terrenos estratificados nem de seus fósseis característicos” (LANDRIEU, 1908, p. 190), nos parece um pouco exagerada. Lamarck sabia da existência dos estratos e conhecia aqueles que se encontravam na região da Bacia de Paris, como veremos na próxima seção deste artigo. Além disso, tinha conhecimento geológico sobre os vulcões do Maciço Central, embora esse conhecimento provavelmente não se estendesse aos Alpes e Pirineus. Em sua juventude escalou várias montanhas dos Alpes marítimos, possivelmente para fazer observações meteorológicas, mas aparentemente não se ateuve à sua estrutura (CAROZZI, 1964, p. 294). De acordo com Landrieu, a maioria dos fósseis provenientes dos Alpes e Pirineus descritos por Lamarck

[...]. Nas maiores profundidades atingidas foram encontrados [moluscos gastrópodes marinhos como] *Mitra*, *Murex* [...] (LAMARCK, 1802b, p. 71-2). Ele concordava com Bruguière sobre a existência de pólipos e moluscos com conchas pelágicos e litorâneos.

em *Hydrogéologie* foi obtida por intermédio de outros estudiosos como J. M. L. Defrance²¹ (LANDRIEU, 1908, p. 204).

O próprio Cuvier comentou que até o início da década de 1810 os estudiosos haviam prestado pouca atenção a essas camadas superpostas que continham os restos de animais e plantas e às relações existentes entre elas. Questões como: Existem animais e plantas característicos de certas camadas? Quais as espécies que surgiram primeiro? Essas espécies viveram nos mesmos locais em que se encontram? permaneciam sem resposta (CUVIER, 1812, p. 52-3). Segundo Gregory, no início do século XIX embora o conhecimento sobre os minerais tivesse progredido, pouco se sabia sobre a composição e textura das rochas. A distinção entre uma rocha e formação geológica ou grupos de estratos não tinha sido completamente estabelecida (GREGORY, 1921, p. 100).

Pelas razões mencionadas, consideramos que seria mais justo dizer que o conhecimento de Lamarck sobre os estratos tinha algumas limitações compatíveis com os conhecimentos disponíveis em sua época.

Na época havia duas explicações para a presença de conchas marinhas fósseis no continente: o dilúvio universal ou uma catástrofe súbita como um grande terremoto que teria atingido a superfície do globo em sua totalidade (LAMARCK, 1802b, p. 66). Lamarck discordava de ambas. Ele era contrário à existência de uma catástrofe universal que teria destruído tudo ou mesmo às grandes revoluções do globo admitidas por Cuvier²². Em suas palavras:

21 Defrance reuniu uma grande coleção de fósseis do período Terciário coletados na região de Grignon.

22 Cuvier se dedicou principalmente ao estudo dos “animais superiores” (vertebrados). Ele acreditava que as lacunas paleontológicas deviam à ocorrência de grandes revoluções no

Mas como uma catástrofe, que nada poderia ser além de uma reviravolta que misturou e confundiu tudo, ser capaz de isolar os depósitos de fósseis observados em tantos países diferentes? E, além disso, como poderia tal catástrofe explicar o transporte desses amontoados de conchas marinhas para o meio dos continentes? Enfim [durante] esse suposto transporte seria possível a preservação das várias camadas resultantes dos diversos depósitos que se formaram durante a permanência do mar, em sua superposição original?

Eu poderia perguntar ainda como a hipótese da catástrofe universal poderia explicar a preservação de conchas tão delicadas as quais o menor movimento quebraria que, entretanto, se apresentam agora em grande quantidade entre outros fósseis, em perfeitas condições? (LAMARCK, 1802b, p. 75-6).

Lamarck acrescentou o que no ver de Albert Carozzi, historiador da geologia, é o melhor argumento contra a ocorrência de uma catástrofe universal e a extinção:

Além disso, os animais que vivem normalmente ao longo da costa ou nas margens do oceano teriam necessariamente se extinguido, uma vez que não existiriam mais essas costas e encontrá-los-íamos nas profundezas. Se esse fosse o caso, não encontraríamos fósseis de *conchas litorâneas* que são na realidade os mais numerosos e abundantes (LAMARCK, 1802b, p. 76-7).

Em sua visão uniformitarista Lamarck podia admitir apenas catástrofes cujos efeitos fossem limitados, semelhantes ao que se observava na natureza:

globo, por que, como mencionamos na Introdução deste artigo, se as espécies tivessem mudado gradativamente entre os *paleotheria* e as espécies atuais deveria haver formas intermediárias, o que não acontecia (CUVIER, 1826, p. 59). Essas revoluções que alteraram a superfície do globo teriam afetado mais os quadrúpedes terrestres do que os animais marinhos. Desse modo, era possível comparar os fósseis desses animais com as formas viventes e identificar as “espécies perdidas”, isto é, extintas (CUVIER, 1821, p. 58).

As únicas catástrofes que o naturalista pode admitir como razoáveis são as elevações locais e parciais geradas por agentes geograficamente restritos como erupções vulcânicas, furacões, enchentes locais e assim por diante. Essas catástrofes são razoavelmente aceitáveis porque são semelhantes àquelas que se observa realmente, e sua ocorrência é possível. Entretanto os efeitos de catástrofes locais são limitados [...]. Catástrofes são admissíveis porque observamos análogas (LAMARCK, 1802b, p. 83).

Conforme Burkhardt, a posição de Lamarck contrária à extinção das espécies se baseou em dois tipos de argumento: 1) o equilíbrio da natureza era tal que as espécies não se perderam; 2) era inconcebível um mecanismo natural pelo qual muitas espécies poderiam ter se tornado extintas (BURKHARDT, 1995, p 131).

Lamarck escreveu também verbetes para dicionários científicos da época como o *Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle* de Déterville²³. Em “Conchyliologie²⁴” e “Coquillage” voltou a chamar a atenção para a importância do estudo de conchas fósseis para a geologia e para o esclarecimento de questões de história natural. Em “Conchyliologie”, ele comentou:

As conchas podem, por si próprias levar ao conhecimento do estado principal da organização dos animais que as apresentam, porque nesses envoltórios pétreos enterrados e conservados por muito tempo no solo sobre o qual vivemos, o geólogo pode encontrar monumentos que esclarecem sobre as mudanças singulares que são operadas na superfície de nosso globo, se ele determinar com precisão o gênero e a

23 Ambos se encontram no volume 7 da segunda edição desta obra. A primeira edição desta obra foi publicada em 2 volumes em 1803 e 1804. Devido ao sucesso obtido, foi feita uma segunda edição revista, corrigida e aumentada com 36 volumes, publicada entre 1816 e 1819. As citações neste artigo se referem à segunda edição desta obra e estão no volume 7, publicado em 1817. Na edição original, encontram-se no volume 3, publicado em 1803.

24 Ele deu essa denominação à parte da zoologia que trata das relações entre o animal e a concha que produziu bem como suas relações com a geologia (LAMARCK, 1817b[1803], p. 412).

espécie da concha fóssil observada, e sobretudo os lugares próprios de habitação do animal do qual provieram (LAMARCK 1817b[1803], p. 413).

As mudanças geológicas, de acordo com Lamarck, seriam graduais e contínuas, e não uma sucessão de alterações bruscas, como as grandes revoluções do globo admitidas Cuvier. Como Lamarck, Cuvier também atribuía importância ao estudo dos fósseis e relacionava os fósseis de animais terrestres²⁵ à história da Terra (CUVIER, 1826, p. 3). Porém, ao se propor a desvendar a história das revoluções do globo, divergia de Lamarck:

Em minha obra *Ossements fossiles* propus reconhecer a quais animais pertenciam os restos de ossos contidos nas camadas superficiais do globo. Tratava-se de procurar percorrer um caminho em que apenas alguns passos tinham sido dados. Antiquário de uma espécie nova, precisei aprender [...] como restaurar esses monumentos de revoluções passadas e a decifrar seu sentido; tive que recolher e relacionar em sua ordem primitiva os fragmentos que os compõem; reconstruir os seres antigos a que pertencem; reproduzir em suas proporções e características; compará-los enfim aos que vivem hoje em dia [...] (CUVIER, 1826, p. 1).

As mudanças que ocorreram na crosta terrestre no ver de Lamarck tinham sido produzidas por causas naturais, e não sobrenaturais, como a interpretação bíblica literal. Ele considerava importante averiguar se as conchas fósseis encontradas eram mesmo marinhas, para saber se o mar realmente cobriu regiões que são no presente continentes. Ele retomou os argumentos que havia

25 Embora admitisse que as conchas fósseis indicavam que a crosta terrestre tinha sofrido modificações, principalmente em relação aos oceanos, Cuvier considerava que as modificações nessas conchas eram leves. Porém, as grandes revoluções do globo poderiam ser melhor percebidas considerando sua ação sobre os quadrúpedes terrestres podendo provocar sua extinção e que isso era mais fácil de demonstrar (CUVIER, 1826, p. 30-1).

apresentado nas publicações anteriores. Estes diziam respeito às relações entre fósseis de moluscos marinhos e as mudanças que teriam ocorrido na crosta terrestre; semelhança entre formas fósseis e viventes, contrariando a extinção. Acrescentou argumentos contrários à existência de uma catástrofe universal. Além disso, apresentou uma sistemática de conchas bastante detalhada (LAMARCK 1817b[1803], p. 423-8).

No verbete “Coquillage” Lamarck enunciou as características que permitem diferenciar e classificar as conchas em terrestres, fluviais ou marinhas. Enfatizou que essa diferenciação era importante para o estudo do significado dos fósseis e das mudanças geológicas, pois essas conchas poderiam pertencer inicialmente a camadas diferentes de um mesmo banco ou montanha, mas que podiam ter se misturado devido ao movimento das águas oceânicas, ação dos vulcões etc. (LAMARCK, 1817c[1803], p. 553-5).

Pode-se dizer que nessas obras, dentro da visão de ciência presente em seu discurso metodológico, Lamarck documentou com fatos obtidos pela observação, a partir de conchas fósseis de moluscos marinhos a existência de mudanças na crosta terrestre, incluindo o deslocamento da bacia oceânica. Apresentou também evidências de que as espécies fósseis eram semelhantes às espécies que viviam nos oceanos. Adicionalmente, apresentou fortes argumentos contrários a existência de uma catástrofe universal, alegando que um evento deste tipo impediria tanto a preservação dessas conchas de moluscos fósseis como sua manutenção em camadas.

3 Os fósseis dos arredores de Paris

Nas diversas memórias que publicou (de 1802 a 1806) sobre os fósseis da bacia de Paris, Lamarck apresentou descrições detalhadas dos diferentes gêneros e espécies encontrados. Ele mencionou que esses fósseis, preservados no calcário, podiam ser encontrados em diferentes locais como em Grignon e nas proximidades de Reims, em Courtagnon²⁶. Ele procurou tornar suas informações mais acessíveis para os diferentes leitores: “Para a comodidade dos sábios estrangeiros, exprimi em latim a determinação dos gêneros e espécies; mas acrescentei algumas observações bastantes concisas em francês” (LAMARCK, 1802c, p. 307).

A maior parte das informações contidas nas “Mémoires sur les fossiles des environs de Paris” (“Memória sobre os fósseis dos arredores de Paris”) é de natureza taxonômica, como descreveremos mais adiante. No entanto, em uma delas Lamarck ao comentar sobre a descoberta de uma nova espécie de *Trigonia* assim se expressou:

Assim, para o naturalista que se ocupa do estudo dos moluscos, e que procura descobrir as novas conchas, a fim de diminuir as lacunas que impedem de completar sua história, encontrar um belenita, amonita, [...] enfim uma trigonia viva ou no estado fresco, seria uma descoberta muito satisfatória para ele [...] (LAMARCK, 1804, p. 351).

26 O contato mais direto de Lamarck com a região em que os fósseis se encontravam foi a Bacia de Paris cujos depósitos sedimentares são horizontais. Ele se concentrou no movimento vertical das rochas sedimentares (CAROZZI, 1964, p. 295).

Como Lamarck defendia que as espécies se modificavam ao longo do tempo, encontrar formas viventes correspondentes às fósseis seria extremamente importante para corroborar a sua teoria. Seria melhor, no entanto, encontrar formas intermediárias entre as fósseis e as viventes. A ausência dessas formas intermediárias como vimos na Introdução deste artigo, era uma das principais críticas que se fazia às teorias que admitiam a transmutação das espécies na época. O ponto de partida seria nas palavras de Lamarck:

A determinação das características genéricas ou específicas dos animais cujos restos fósseis encontramos em todas as partes secas dos continentes e grandes ilhas de nosso globo seria, por suas várias relações, extremamente útil ao progresso da história natural (LAMARCK, 1805, p. 222).

Nesse sentido, nessas memórias ele se concentrou principalmente na descrição das formas fósseis. No caso do gênero *Venus*, iniciou descrevendo as formas viventes:

O gênero das vênus [*sic*] é um dos mais belos que se conhece entre os moluscos testáceos bivalvos; ele apresenta numerosas espécies [...]. Devemos a *Linneus* que levou em consideração os três dentes cardeais de cada valva, o conhecimento da verdadeira característica deste gênero. [...] As vênus são conchas marinhas, livres, regulares, orbiculares ou transversas, e agradavelmente variáveis em suas cores. Suas valvas são iguais [e estão] reunidas por um ligamento elástico, coriáceo ou córneo [...] (LAMARCK, 1806a, p. 61).

A seguir, passou a descrever de forma mais sucinta, os gêneros fósseis em latim e depois em francês. Mencionou o lugar em que se encontram; quem os identificou etc. No caso do gênero *Venus* comentou que foram descritas duas espécies diferentes: *Venus mutabilis* e *Venus obliqua*.

No caso de *Ostrea* (ostra), a descrição em latim foi:

Testa bivalvis, inoequivalvis, rudis, adhoerens; cardine edentulo. Fossula cardinalis majoris valvae oetatat crescens. Ligamentum semi-internum. Impressio muscularis única (LAMARCK, 1806b, p. 156).

4 Os animais dotados de conchas descritos na *Histoire naturelle*

Nas seções anteriores temos uma pequena amostra de uma das contribuições de Lamarck para a zoologia, a taxonomia e paleontologia de invertebrados. Nesse sentido, ele desenvolveu um sistema de classificação natural baseado nos estudos anatômicos de Cuvier. Mesmo seus críticos posteriores (inclusive o próprio Cuvier), mostraram grande respeito e admiração por seu trabalho de sistematização dos invertebrados. Suas ideias a respeito também estão no *Système des animaux sans vertèbres* (1801), mas foram mais detalhadas nos sete volumes da *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (1815-1822), que é uma expansão da primeira.

Na *Histoire naturelle*, Lamarck tratou dos vários grupos de invertebrados, dentre os quais o grupo dos “Conchíferos”²⁷ que, particularmente, nos interessa. Nesse grupo, ele incluiu animais que apresentam conchas e que atualmente fa-

27 Ele descreveu esses animais como animais moles, não articulados, fixos, bivalvos (que possuem duas conchas), desprovidos de cabeça e olhos, boca nua, escondida, desprovida de partes duras, manto envolvendo todo o corpo, formando dois lóbulos lameliformes como a ostra, por exemplo. Seu habitat é aquático (água doce ou salgada). A classe dos conchíferos possui 19 famílias e 2 ordens (LAMARCK, 1817a[1803], p. 410). Atualmente, não se utiliza essa denominação.

zem parte do *phylum* Mollusca. Intercalou espécies fósseis e espécies viventes, insistindo na importância do conhecimento sobre as conchas fósseis. Para reparar algumas omissões, consagrou a esse ponto um suplemento de 50 páginas no sétimo e último volume (MARTINS, 2007, p. 46).

Nos dois volumes que dedicou aos moluscos com conchas Lamarck (1818; 1819) descreveu espécies viventes e fósseis dentro de cada gênero informando onde se encontram e quem as identificou. Por exemplo, no gênero *Crassatella* apresentou 11 espécies atuais e 9 fósseis. Sugeriu a existência de uma possível relação entre *Crassatella sulconatta* (forma atual e encontrada na Nova Zelândia) e *Crassatella tumida* (fóssil de Grignon). Ao descrever a forma fóssil comentou: “Seu análogo vivo parece ser a *Crassatella sulconatta*” (LAMARCK, 1818, p. 484).

Lamarck voltou a se referir ao caso de *Trigonia*, um gênero que havia abordado anteriormente (LAMARCK, 1804). Explicou que este gênero tinha sido estabelecido por Bruguière em 1799, a partir do exame de um fóssil²⁸. Comentou que durante muito tempo só se conhecia as formas fósseis desses animais, *Trigonia scabra*, *Trigonia crenulata*, *Trigonia áspera*, *Trigonia daedalea* e *Trigonia costata*, que teriam vivido outrora, nas profundezas dos oceanos. Suas conchas são angulosas e apresentam sulcos em sua parte externa. As formas fósseis podiam ser encontradas em terrenos de xisto, de formação antiga ou em terre-

28 O fóssil que Bruguière tinha examinado tinha apenas uma valva cuja charneira possuía dois dentes. Ele não sabia que a outra valva tinha quatro dentes de modo a permitir o encaixe entre as duas valvas (LAMARCK, 1819, p. 62).

nos argilosos em montanhas juntamente com outros fósseis como os amonitas²⁹. Todavia, em uma viagem à Nova Zelândia em 1802, François Auguste Péron (1775-1810) havia encontrado uma espécie vivente do gênero. Isso surpreendeu muitos naturalistas que acreditavam que as *Trigonia* estivessem extintas³⁰.

Lamarck explicou que as formas viventes se distinguem das formas fósseis por seu formato quase orbicular, aspecto perolado no interior das conchas e por viver em regiões menos profundas (LAMARCK, 1819, p. 62) bem como por suas dimensões. Ele assim se referiu à forma vivente – a *Trigonia margaritacea*³¹:

A *Trigonia margaritacea* habita os mares da Nova Zelândia, Ilha King e outros lugares. Concha preciosa, descoberta por Péron, verdadeira trigonia, mas pertencente a uma divisão particular do gênero. [...] Comprimento 42 a 46mm. É a única espécie [do gênero] viva conhecida (LAMARCK, 1819, p. 63).

Essa espécie, que difere das fósseis em seu formato e ornamentação, conforme os catastrofistas, deveria ter desaparecido há cerca de 70 a 350 milhões de anos (GOULD, 1968, p. 41, 43).

Nessa obra, Lamarck (1819) descreveu detalhadamente formas fósseis e viventes. Apontou semelhanças e diferenças entre as formas fósseis e viventes em seu formato, ornamentação e dimensões e apresentou o caso de uma forma fóssil e sua correspondente vivente, atendo-se principalmente à sua descrição e

29 Os amonitas são moluscos extintos que viveram em grande quantidade nos mares no Mesozoico.

30 De acordo com Stephen Jay Gould, no sistema de William Smith (1769-1839), as espécies de *Trigonia* serviram como indicadores de várias formações do Secundário (atualmente, Mesozoico) e não se encontravam nos estratos acima do calcário. Seu desaparecimento no Cretáceo coincidiu com o desaparecimento dos amonitas (GOULD, 1968, p. 42).

31 Gould (1968) se refere à *Trigonia margaritacea* (forma vivente) de Lamarck como *Neotrigonia margaritacea*. Em 1912, o gênero *Trigonia* foi renomeado por Cossmann como *Neotrigonia*.

classificação. Entretanto, não fez menção a formas intermediárias entre as espécies fósseis e as atuais.

5 Os fósseis nas obras de zoologia em que Lamarck apresentou sua teoria

Como vimos, nas obras em que Lamarck tratou especificamente dos fósseis de moluscos marinhos com conchas ou em *Hydrogéologie*, ele os relacionou às mudanças geológicas e argumentou que sua presença contrariava a hipótese de uma catástrofe universal ou de grandes revoluções que destruiriam tudo. Percebeu que muitos deles eram semelhantes às formas que viviam no presente e deu alguns exemplos de formas fósseis com correspondentes viventes. Porém, nas obras em que apresentou sua teoria da progressão dos animais³², ele não discutiu em detalhes sobre a relação entre os fósseis e as mudanças geológicas, a principal causa das mudanças das espécies e nem deu exemplos de formas vivas correspondentes às fósseis que corroborariam a sua teoria. Nessas obras, ele destacou principalmente as relações entre mudanças nas circunstâncias e mudanças nos animais.

No discurso de abertura do curso de Zoologia de 1806, ele sugeriu que mudanças nas circunstâncias poderiam provocar mudanças nos animais, porém sem se referir às mudanças geológicas³³:

32 Por exemplo, *Recherches sur l'organisation des corps vivants*, e *Philosophie zoologique*.

33 Essas ideias aparecem também nas *Recherches sur l'organisation des corps vivants* e na *Philosophie zoologique* (vol. 1, 1809, p. 62).

Aqueles que observaram muito e consultaram as grandes coleções, puderam se convencer que à medida que as circunstâncias de habitação, de exposição, de clima, de hábito de vida, etc. venham a mudar, as características de tamanho, de forma, de proporção entre partes, de cor, de consistência, de duração, de agilidade e indústria para os animais, mudam proporcionalmente (LAMARCK, 1907[1806], p. 549).

Durante o século XVIII a exploração geográfica permitiu que vários objetos naturais se tornassem conhecidos. De um modo geral, a diversidade de plantas e animais foi relacionada ao clima (JORDANOVA, 1984, p. 66). Buffon também se referiu ao efeito das mudanças climáticas sobre as variações nos animais. Além disso, relacionou as mudanças na crosta terrestre e climáticas com os fósseis em sua obra *Théorie de la Terre*, publicada em 1749 (CAROZZI, 1964, p. 297).

Nos dois volumes da *Philosophie zoologique*, provavelmente sua obra mais conhecida, ao abordar a questão das espécies, Lamarck dedicou apenas seis páginas para discutir sobre a relação existente entre fósseis, espécies atuais e mudanças geológicas.

Ele admitiu que a extinção poderia ter acontecido no caso de alguns animais terrestres como o *Paleotherium*, *Megatherium*, descritos por Cuvier, mas pela ação do homem. Contudo isso não se aplicava aos animais marinhos e pequenos animais terrestres que existiam em grande quantidade. Ele voltou a se referir a semelhança que havia entre as espécies fósseis e viventes de moluscos com concha (LAMARCK, 1809, vol. 1, p. 76-7), porém sem dar exemplos. Com base nessa semelhança, ele retomou a hipótese da modificação das espécies ao longo do tempo. Ele assim se expressou:

Ora, se uma quantidade dessas conchas fósseis mostra diferenças que nos permitem, conforme as opiniões admitidas, considerá-las como análogas às espécies vizinhas que conhecemos, segue-se daí que essas espécies façam parte das espécies perdidas? Por que, por outro lado seriam perdidas, desde que o homem não pôde operar sua destruição? Não será possível, ao contrário, que os indivíduos fósseis de que se trata pertencessem a espécies ainda existentes que tivessem se modificado e dado origem às espécies que ainda vivem que encontramos como suas vizinhas? As considerações que se seguem e nossas observações no decorrer dessa obra tornarão essa suposição bastante provável (LAMARCK, 1809, vol. 1, p. 77-8).

Aqui Lamarck, dentro da concepção de ciência que defendia, considerou adequadamente a modificação das espécies fósseis como hipótese. Contudo, poderia ter dado exemplos de conchas fósseis semelhantes às formas vivas como por exemplo, *Crassatella tumida* (fóssil de Grignon) e *Crassatella sulconatta* (forma atual e encontrada na Nova Zelândia) ou o caso das *Trigonia* fósseis e a *Trigonia margaritacea* (forma vivente). Casos como esses ofereceriam argumentos fortes contra a extinção.

Ele se referiu às mudanças que a superfície terrestre está sujeita ao longo do tempo e que podiam ser observadas pelo homem: locais elevados se degradavam pela ação do sol, das águas pluviais, etc.; os rios, riachos e mares variava em sua forma, profundidade, local. Ele considerou também as mudanças climáticas. Essas mudanças seriam extremamente lentas e exporiam as espécies a circunstâncias diferentes fazendo com que elas tivessem novas necessidades que modificariam seus hábitos, os quais por sua vez modificariam suas partes do corpo ou órgãos (LAMARCK, 1809, vol. 1, p. 78-9).

Voltou a negar a existência de uma catástrofe universal, contrária ao que se podia observar na natureza, e a defender a existência de catástrofes locais como tremores de terra, erupções vulcânicas (LAMARCK, 1809, vol. 1, p. 80). Em suas palavras: “As *catástrofes locais* tais como aquelas que produzem tremores de terra, os vulcões [...] são bastante conhecidas, e se pode observar as desordens que produzem nos locais em que ocorrem” (LAMARCK, 1809, vol. 1, p. 80). Nesse ponto, ele poderia ter retomado os argumentos contrários à catástrofe universal, inclusive utilizando conchas fósseis e viventes.

Enfim Lamarck poderia ter utilizado mais fatos encontrados em seus estudos geológicos e paleontológicos anteriores para corroborar sua teoria, mas não o fez. Nessa e em outras obras em que apresentou sua teoria da progressão dos animais (LAMARCK, 1986[1802a]; 1815; 1820) ele não se deteve nesse aspecto. Dedicou-se a outros aspectos como a escala animal, por exemplo (MARTINS, 1997a). Nesse caso, fundamentou cuidadosamente a degradação ou aperfeiçoamento em relação aos aparelhos, sistemas e órgãos essenciais dos grandes grupos taxonômicos, conforme o sentido considerado, na escala animal. Porém em relação à sequência cronológica na formação dessa escala cautelosamente ele a apresentou como uma possibilidade uma vez que ela não estava fundamentada em fatos positivos, ou seja, estabelecidos pela observação (MARTINS, 2007, p. 311), ou seja, foi fiel a seu discurso metodológico.

6 Considerações finais

Em primeiro lugar, devemos concordar com Quatrefages em relação à relevância dos estudos de Lamarck para o conhecimento sobre os fósseis bem como para o estudo dos invertebrados na época.

Como vimos em outros trabalhos, Lamarck forneceu uma fundamentação empírica para alguns aspectos de sua teoria. Porém, houve casos em que ele não foi coerente com seu discurso metodológico. Por outro lado, há aspectos da teoria de Lamarck que poderiam dispensar um apoio empírico direto como a geração espontânea, por exemplo, se ele recorresse a alguns princípios gerais que delimitam o tipo de teoria que ele admite, não do ponto de vista metodológico, mas do ponto de vista ontológico e metafísico³⁴ que aparecem em alguns pontos de sua obra (MARTINS, 2007, p. 314). Todavia, isso não se aplica ao aspecto da teoria que abordamos neste artigo.

Levando em conta a concepção de ciência defendida por Lamarck, nas obras em que tratou dos fósseis, ele utilizou adequadamente as conchas fósseis de moluscos marinhos encontrados em regiões distantes do mar para mostrar que a crosta terrestre sofreu mudanças. Apresentou bons argumentos contra a existência de uma catástrofe universal e extinção dos moluscos marinhos com conchas. Além disso, apresentou a sugestão de que as espécies tivessem se modificado ao indicar semelhanças entre formas fósseis e viventes dos mesmos.

³⁴ O problema é que Lamarck não defendia uma teoria baseada em princípios gerais e abstratos, que não são de natureza factual, mas sim metafísica. Além disso, esse tipo de teoria era rejeitado não apenas por Condillac, mas pelos ideólogos de um modo geral (MARTINS & MARTINS, 1996b, p. 196; MARTINS, 2007, p. 323).

Nesse sentido, fez o uso de hipóteses, conforme recomendado por Condillac. Porém, ele poderia ter retomado essas evidências nas obras posteriores em que apresentou sua teoria da progressão dos animais explorando-as mais detalhadamente.

Nessas obras, ele poderia ter mostrado a continuidade dos fósseis, empregando fósseis de moluscos e moluscos vivos encontrados nas coleções do *Museum d'Histoire Natural*. Poderia também ter mostrado por que eles não poderiam ser extintos, inclusive utilizando espécies de *Trigonia* antigas e atuais, por exemplo. Ou seja: ele não utilizou fatos que lhe eram acessíveis, na época, e que teriam sido de grande importância para a fundamentação de sua teoria (MARTINS, 2007, p. 312). Caso assim procedesse, ele conferiria à sua teoria uma melhor fundamentação empírica, dentro da concepção de ciência que defendia. Nesse sentido, algumas das críticas recebidas foram cabíveis.

Por outro lado, críticas como por exemplo, a não utilização da estratigrafia para documentar sua teoria da progressão dos animais não nos parecem justas. Os estudos estratigráficos tiveram um impulso a partir da década de 1820 quando Lamarck já estava cego e com sérios problemas de saúde. Além disso, pode-se dizer que o interesse principal de Lamarck nos fósseis dizia respeito muito mais às mudanças que ocorriam nas espécies do que na sucessão de diferentes faunas e floras e caracterização de épocas geológicas.

Outro aspecto que conferiria uma melhor fundamentação empírica para a teoria de Lamarck seria a apresentação de uma forma intermediária entre formas atuais e fósseis de alguns gêneros que ele mencionou como *Trigonia* e *Cras-*

selata. Caso ele dispusesse dessa evidência, responderia às objeções de Cuvier e Quatrefages mencionadas na Introdução deste artigo. Mas será que Lamarck tinha à sua disposição alguma forma intermediária entre a *Trigonia* fóssil e a vivente?

Em nossa pesquisa, não encontramos nenhuma informação a esse respeito.

Lamarck sabia da importância em oferecer uma fundamentação empírica para a sua teoria. Porém, iniciou seus estudos zoológicos por volta dos cinquenta anos e durante sua vida se deparou com muitos problemas financeiros e de saúde. Em 1818, quando estava concluindo o 5º volume de sua obra *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, ele já não conseguia realizar suas atividades no *Muséum d' Histoire naturelle*. Em 1820, completamente cego, concluiu e publicou uma obra de síntese filosófica, o *Système analytique des connaissances positives de l'homme* e prosseguiu seu trabalho, com auxílio de sua filha Corneille. Em 1822, graças a essa ajuda, conseguiu concluir o sétimo e último volume da *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (MARTINS, 2007, p. 33-4). Assim, é possível até que dispusesse dessa evidência tão importante e que não tenha tido tempo de utilizá-la. Talvez se ele tivesse tido mais tempo e saúde, pudesse ter utilizado essa e outras evidências na obra que ele planejava desenvolver sob o título de *Biologie* (LAMARCK, 1809, vol. 1, p. xviiij) que não se concretizou.

Agradecimentos: A autora agradece o apoio recebido da FAPESP que viabilizou esta pesquisa.

Referências

BUFFON, G. L. L., Comte de. *Théorie de la Terre*. In: BUFFON. *Histoire naturelle générale et particulière avec la description du Jardin du Cabinet du Roi*. V. 1. Paris: L'Imprimerie royale, 1749.

BURKHARDT, R. W. Lamarck, evolution, and the politics of science. *Journal of the History of Biology*, v. 3, p. 275-98, 1970.

BURKHARDT, R. W. The zoological philosophy of J. B. Lamarck. In: LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. *Zoological Philosophy*. Tradução de Hugh Elliot. Chicago: University of Chicago, 1984, p. xv-xxxix.

BURKHARDT, R. W. *The spirit of system: Lamarck and evolutionary biology*. Cambridge, MA: Belknap of Harvard University, 1995[1977].

CABANIS, P. J. G. *Du degré de certitude de la Médecine*. Nouvelle édition. Paris: Crapelet, 1803 [An XI].

CAROZZI, A. V. Lamarck's theory of the Earth: Hydrogéologie. *Isis*, v. 55, p. 293-307, 1964.

CONDILLAC, É. B., abbé de. *Traité des systèmes*. In: LE ROY, G. (Ed.). *Oeuvres philosophiques de Condillac*. V. 1. Paris: Presses Universitaires de France, 1947[1749].

CORSI, P. The importance of French transformist ideas for the second volume of Lyell's principles of geology. *British Journal for the History of Science*, v. 11, n. 3, p. 221-44, nov. 1978.

CORSI, P. *The age of Lamarck*. Berkeley: University of California, 1988.

CUVIER, G. L. N. F., Baron. Discours préliminaire. In: CUVIER, G. L. N. F., Baron. *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes*. Vol. 1. Paris: Deterville, 1812, p. 1-116.

CUVIER, G. L. N. F., Baron. *Discours sur les révolutions du globe terrestre*. Paris: Chez G. Dufour et Ed. Octagne, 1826.

CUVIER, G. L. N. F., Baron. Éloge de M. De Lamarck. *Mémoires de l' Academie Royale des Sciences de l' Institut de France*, v. 13, p. i-xxxii, 1835.

DESTUTT DE TRACY, A. L. C., Conde. *Éléments d'idéologie*. 3. ed. Paris: Mme. V. Courcier, 1817. 4 vols.

GILLISPIE, C. C. Lamarck and Darwin in the History of Science. *American Scientist*, v. 46, p. 388-409, 1958.

GOULD, S. J. *Trigonia* and the origin of species. *Journal of the History of Biology*, v. 1, p. 41-56, 1968.

GREGORY, H. E. History of geology. *The Scientific Monthly*, v. 12, n. 2, p. 97-126, Feb. 1921.

HODGE, M. J. S. Lamarck's science of living bodies. *British Journal of the History of Science*, v. 5, p. 323-52, 1971.

JORDANOVA, L. *Lamarck, past master*. Oxford: Oxford University Press, 1984.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M. Chevalier de. *Flore française*. Paris: L'Imprimerie Royale, 1779[1778]. 3 vols.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. Prodrome d'une nouvelle classification des coquilles comprenant une rédaction appropriée de caractères génériques et l'établissement d'un grand nombre de genres nouveaux. *Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle de Paris*, v. 1, p. 63-91, 1799.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. *Système des animaux sans vertèbres*. Paris: Chez L'Auteur au Muséum d'Histoire naturelle; Deterville, 1801 [An IX].

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. *Recherches sur l'organisation des corps vivants*. Paris: Fayard, 1986[1802a].

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. *Hydrogéologie*. Paris: Chez l'Auteur; Agasse, Maillard, 1802b [An X].

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. Mémoires sur les fossiles des environs de Paris, comprenant la détermination des espèces qui appartiennent aux animaux marins sans vertèbres, et dont la plupart sont figurés dans la collection des vélins du Muséum. *Annales du Muséum d' Histoire Naturelle*, v.1, p. 299-312, 1802c.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. Conchifères. In: DÉTERVILLE, J. F. (Ed.). *Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle, appliquée aux arts, à l'agriculture, à l'économie rurale et domestique, à la médecine etc.* Par une Société de Naturalistes et Agriculteurs. 2ème ed. V. 7. Paris: Déterville, 1817[1803], p. 409-11.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. Conchiliology. In: DÉTERVILLE, J. F. (Ed.). *Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle, appliquée aux arts, à l'agriculture, à l'économie rurale et domestique, à la médecine etc.* Par une Société de Naturalistes et Agriculteurs. 2ème ed. V. 7. Paris: Déterville, 1817[1803], p. 412-28.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. Coquillage. In: DÉTERVILLE, J. F. (Ed.). *Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle, appliquée aux arts, à l'agriculture, à l'économie rurale et domestique, à la médecine etc.* Par une Société de Naturalistes et Agriculteurs. 2ème ed. V. 7. Paris: Déterville, 1817, p. 547-56.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. Mémoires sur les fossiles des environs de Paris, comprenant la détermination des espèces qui appartiennent aux animaux marins sans vertèbres, et dont la plupart sont figurés dans la collection des vélins du Muséum. *Annales du Muséum d' Histoire Naturelle*, v. 3, p. 347-56, 1804.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. Mémoires sur les fossiles des environs de Paris, comprenant la détermination des espèces qui appartiennent aux animaux marins sans vertèbres, et dont la plupart sont figurés dans la collection des vélins du Muséum. *Annales du Muséum d' Histoire Naturelle*, v. 4, p. 212-22, 1805.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. Mémoires sur les fossiles des environs de Paris, comprenant la détermination des espèces qui appartiennent aux animaux marins sans vertèbres, et dont la plupart sont figurés dans la collection des vélins du Muséum. *Annales du Muséum d' Histoire Naturelle*, v. 7, p. 53-62, 1806a.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. Mémoires sur les fossiles des environs de Paris, comprenant la détermination des espèces qui appartiennent aux animaux marins sans vertèbres, et dont la plupart sont figurés dans la collection des vélins du Muséum. *Annales du Muséum d' Histoire Naturelle*, v. 7, p. 156-8, 1806b.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. Discours d'ouverture des cours de Zoologie donnés dans le Muséum d' Histoire naturelle (an VIII, an X, an XI et 1806). In: GIARD, A. (Ed.). *Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique*. [Série 5], v. 40, p. 443-595, 1907.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. *Philosophie zoologique*. 2 vols. Paris: Dentu; Chez L' Auteur, au Muséum d' Histoire Naturelle (Jardin des Plantes), 1809.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*. 7 vols. Paris: Verdière, 1815-1822.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*. V. 5. Paris: Chez Déterville/Verdière, 1818.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*. V. 6. Paris: Chez L' Auteur. Au Jardin du Roi, 1819.

LAMARCK, J.-B. P. A. de M., Chevalier de. *Système analytique des connaissances positives de l'homme*. Paris: Chez l' Auteur, au Jardin du Roi, 1820.

LANDRIEU, M. Lamarck, le fondateur du transformisme: sa vie son oeuvre. *Mémoires de la Société Zoologique de France*, v. 31, p. 1-469, 1908.

LE ROY, G. Introduction a l'oeuvre philosophique de Condillac. In: LE ROY, G. (Ed.). *Oeuvres philosophiques de Condillac*. V. 1. Paris: Presses Universitaires de France, 1947, p. vii-xxxv

MARTINS, L. A.-C. P. O papel da geração espontânea na teoria da progressão dos animais de J. B. Lamarck. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, n. 11, p. 57-65, 1994.

MARTINS, L. A.-C. P. A cadeia dos seres vivos: a metodologia e epistemologia de Lamarck. In: ALVES, I. M.; GARCIA, E. M. (Eds.). *Anais do VI Seminário de História da Ciência e Tecnologia da Sociedade Brasileira de História da Ciência*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de História da Ciência, 1997a, p. 40-6.

MARTINS, L. A.-C. P. Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. *Epistémé. Filosofia e História da Ciência em Revista*, v. 2, n. 3, p. 33-54, 1997b.

MARTINS, L. A.-C. P. *A teoria da progressão dos animais de Lamarck*. Coleção Scientiarum Historia et Teoria, v. 1. Rio de Janeiro: FAPESP/Booklink, 2007.

MARTINS, L. A.-C. P.; BAPTISTA, A. M. H. Lamarck, evolução orgânica e tempo. *Filosofia e História da Biologia*, v. 2, p. 279-96, 2007.

MARTINS, L. A.-C. P.; MARTINS, R, de A. Lamarck's method and metaphysics. *Jahrbuch für Geschichte und Theorie der Biologie*, v. 3, p. 181-99, 1996a.

MARTINS. L. A.-C. P.; MARTINS, R. de A. A metodologia de Lamarck. *Trans/Form/Ação*, v. 19, p. 115-38, 1996b.

PICAVET, F. *Les idéologues. Essai sur l'histoire des idées et des théories scientifiques, philosophiques, religieuses, etc. en France depuis 1789*. Paris: Félix Alcan, 1891.

QUATREFAGES, A. *Charles Darwin et ses précurseurs Français*. Paris: Baillière, 1870.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



**RESENHA DO LIVRO *ARISTÓTELES E O ESTUDO DOS SERES VIVOS* (SÃO PAULO: EDITORA LIVRARIA DA FÍSICA, 2015),
DE ROBERTO DE ANDRADE MARTINS**

Carlos Roberto Souza de Aquino

Graduado em Ciências Biológicas pela UECE
Professor da disciplina de Biologia no Ensino Médio (Fortaleza)
professorbetoaquino@gmail.com

Os objetivos do trabalho de Roberto de Andrade Martins nesse livro são resumidos pelo próprio autor como se seguem:

1. Uma visão geral, não aprofundada, sobre os estudos de Aristóteles a respeito dos seres vivos (especialmente sobre animais);
2. Uma certa reparação histórica quanto à importância dos estudos de Aristóteles sobre os seres vivos, que, segundo o autor, não teve a mesma relevância em comparação a outras áreas em que Aristóteles também deixou escritos;
3. Ser um ponto de partida para o aprofundamento dos estudos de leitores que se interessem pelas áreas de Biologia e Filosofia.

Ao longo do livro, com linguagem acessível e citações originais, Martins apresenta Aristóteles visitando diferentes momentos da vida e do trabalho do Estagirita.

Inicialmente, apresenta Aristóteles como um naturalista despertando após o casamento e deslocamento para a ilha de Lesbos, que, nas palavras do autor, se demonstrava um palco fértil e instigante para o estudo dos seres vivos, assunto diferente do que experimentara nos anos em que passou na academia de Platão.

Na primeira parte do livro (Capítulos 1 e 2), Martins traz à tona a infância, os estudos na Academia de Platão e os motivos da saída de Aristóteles dela. Teve a preocupação também de mostrar sua genealogia familiar, suas amizades, que mais tarde irá resgatar, levantando a possibilidade de Aristóteles ter recebido informações de amigos sobre animais que não existiam em sua região, mas que em seus escritos havia descrito e analisado em detalhes. Relata, ainda, como as obras de Aristóteles chegaram até os dias de hoje e cita que o volume de obras do filósofo sobre os seres vivos é equivalente ao somatório das obras sobre Física e Lógica, indicando a vasta produção de Aristóteles sobre o tema.

Na demonstração da importância do estudo dos seres vivos por Aristóteles, Martins busca mostrar a metodologia, as indagações, os objetivos e as conclusões do filósofo ao longo dos demais capítulos do livro. Ademais, mesclando sua análise com as citações originais do filósofo, Martins rebuscou citações relevantes e às vezes curiosas, quando, por exemplo, traz a crítica de Aristóteles aos que pensavam que elefantes dormiam de pé; traz a descrição minuciosamente correta sobre os camaleões; traz a descrição do processo de cópula dos polvos; traz a defesa do filósofo de que baleias e golfinhos são mamíferos e não peixes, descrevendo, inclusive, o ato de amamentação dos mesmos; e o curioso caso da

presença de olhos sob a pele em toupeiras, confirmada apenas no século XIX; entre outros.

Dessa maneira, Martins destaca um Aristóteles que descreve, compara, busca respostas e critica crenças. Ao citar fragmentos das traduções de textos do filósofo, faz conhecer um pouco da metodologia e da busca pelas generalizações: “[...] nenhum animal possui tanto presas quanto chifres [...]” (*Historia Animalium*, 501a8-22).

A análise dos cílios das aves e répteis e suas ausências na pálpebra inferior demonstram o nível de detalhamento nas descrições. A percepção da presença de cílios na pálpebra inferior de macacos, como nos humanos, mostra a comparação de uma mesma característica com um número elevado de animais.

A tentativa de compreensão das diferenças entre as características em distintos animais evidencia que a preocupação não é apenas a de descrever, mas sim de entender as causas pelas quais os animais apresentam suas estruturas. Martins, nesse ponto, insere uma explicação suficiente sobre a teoria das causas de Aristóteles, dando embasamento e minimizando o anacronismo nas interpretações das conclusões do filósofo por leitores atuais que, porventura, desconheçam tal teoria.

O tamanho do trabalho de Aristóteles sobre o tema será novamente evidenciado quando Martins apresenta a classificação dos seres vivos segundo o filósofo, o que indica um número excepcionalmente grande de animais descritos e analisados. A análise dos seres vivos chegava a níveis de profundidade e ge-

neralizações do tipo: *qual função é comum a todos os seres vivos? Como explicar as funções vitais?*

Há um destaque no livro para as explicações sobre a reprodução dos seres vivos. Nesse aspecto, a explicação de Aristóteles sobre o calor vital é oportuna e, em alguns pontos, de certa forma, também poética, quando, por exemplo, Aristóteles compara o calor das estrelas e do sol na defesa de que o sêmen seria a causa formal. O estudo detalhado do desenvolvimento de embriões de aves, confirmados até hoje em detalhes, demonstram a avidez do filósofo sobre o conhecimento profundo dos seres vivos.

Martins finaliza o livro com um capítulo sobre os equívocos de Aristóteles, lembrando que a metodologia utilizada em alguns estudos da época poderia justificar as descrições equivocadas, embora, ainda desse modo, fossem fiéis ao que se observava; em outras, porém, é razoável admitir erros na interpretação de informações recebidas, erros no complemento de alguns textos do filósofo que foram danificados ou mesmo erros aos quais todas as pesquisas estão sujeitas.

O trabalho de Martins, nesse livro, contrasta com a apresentação das metodologias educacionais apresentadas em livros de Biologia destinados à educação de alunos do Ensino Médio brasileiro, uma vez que minimizam a descrição da metodologia científica e dos procedimentos de grandes experimentos. Carregados de informações prontas, despertam pouco interesse pela descoberta e pelos caminhos árduos do conhecimento, deixando, por muitas vezes, a impressão de que as informações corretas são conseguidas facilmente.

Aristóteles aparece poucas vezes nos livros de Biologia do Ensino Médio e mesmo os professores da disciplina conhecem pouco sobre os trabalhos do filósofo, que finda por ser apresentado nas aulas de Filosofia com um enfoque em outras áreas que não a Biologia. Nesse sentido, o trabalho de Martins, nessa obra, ao descrever um pouco da rotina e da metodologia de Aristóteles, salvo melhor juízo, parece ser um choque de realidade para aqueles que desconhecem ou já esqueceram os duros e laboriosos caminhos para a produção do conhecimento.

Em conclusão, a obra figura como um livro acessível e conciso sobre aquele que com dedicação e reflexão demonstrou ser possível dar passos seguros em direção à compreensão dos fenômenos biológicos.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



LAMARCK, J.-B.
FILOSOFIA ZOOLOGICA, VOL. I, PT. 1, CAP. 1
(SOBRE AS PARTES DA ARTE
NAS PRODUÇÕES DA NATUREZA)¹

Kall Lyws Barroso Sales (Tradutor)

Doutor em Estudos da Tradução pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Professor do Curso de Letras (Francês) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

kallyws@gmail.com

FILOSOFIA
ZOOLOGICA

PRIMEIRA PARTE.

Considerações sobre a história natural dos animais: suas características, suas relações, sua organização, sua distribuição, sua classificação e suas espécies.

PRIMEIRO CAPÍTULO.

Sobre as partes da arte nas produções da natureza.

Em todo lugar na natureza, onde quer que o ser humano trabalhe para adquirir conhecimentos, ele se vê obrigado a empregar métodos particulares: 1º

1 Em nossa tradução, utilizamos como textos de partida duas edições da obra *Philosophie Zoologique: ou expositions des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux*, tomo primeiro, uma publicada pela Imprimerie de Duminil-Lesueur, em 1809 (<http://google.com/books/reader?id=xiNiAAAACAAJ>), e outra publicada pela editora F. Savy, em 1873 (<https://books.google.com/books?id=ZzkfONqn9dQC>), ambas em domínio público. Além disso, traduzimos alguns termos utilizados na obra por termos atuais específicos do léxico das Ciências Biológicas. Por exemplo, traduzimos o termo “*corps vivans*” por seres vivos e os termos “*corps organisés*” e “*corps naturels*” por organismos.

para colocar em ordem objetos, infinitamente numerosos e variados, que ele analisa; 2º para distingui-los, sem confusão, na imensa amplitude desses objetos, tanto o grupo daqueles que ele tem algum interesse de conhecer quanto cada um deles em particular; 3º Enfim, para comunicar e transmitir a seus semelhantes tudo aquilo que ele aprendeu, observou e refletiu sobre eles. Contudo, os métodos que o ser humano emprega nestas perspectivas constituem o que eu chamo de *partes da arte* nas ciências naturais, partes que precisamos evitar confundir com as leis e os atos próprios da natureza.

Do mesmo modo que é necessário distinguir, nas ciências naturais, o que pertence à arte do que é próprio da natureza, é necessário, também, distinguir, nestas ciências, dois interesses bastante diferentes que nos impulsionam a conhecer as produções naturais que podemos observar.

Um deles é, efetivamente, um interesse ao qual chamo de *econômico*, pois ele tem sua origem nas necessidades econômicas e de uso do ser humano, relativas às produções da natureza que ele pretende empregar em seu uso. Nesta perspectiva, ele se interessa apenas pelas produções que lhe possam ser úteis.

O outro, muito diferente do primeiro, é o *interesse filosófico*, que nos impulsiona a conhecer a natureza em si, em cada uma de suas produções, a fim de apreender seu funcionamento, suas leis, suas operações e de formar uma ideia de tudo que ela faz existir; em uma palavra, aquele que obtém este tipo de conhecimento é, verdadeiramente, naturalista. Nesta perspectiva, particularmente destinada a um grupo muito pequeno, os que se dedicam a ela se interessam igualmente a todas as produções naturais que podem observar.

Primeiramente, as necessidades econômicas e de uso fizeram vislumbrar as diferentes *partes da arte* empregadas nas ciências naturais. Quando começamos a sentir o interesse de estudar e conhecer a natureza, estas partes da arte nos ofereceram assistência neste estudo. Assim estas partes da arte são de uma utilidade indispensável, seja para nos ajudar a conhecer objetos particulares, seja para facilitar o estudo e o avanço das ciências naturais, seja, enfim, para que possamos nos reconhecer em meio à enorme quantidade de objetos que compõem nosso objetivo principal.

Atualmente, o *interesse filosófico* oferecido pelas ciências das quais é questão, ainda que geralmente menos sentido do que o que se refere às nossas necessidades econômicas, nos força a separar tudo o que pertence a arte do que é particular à natureza e de restringir, nos limites possíveis, a consideração que devemos conceder aos primeiros objetos para dar aos segundos toda a importância que merecem.

As partes da arte, nas ciências naturais são as seguintes:

1º As distribuições sistemáticas, sejam gerais ou particulares:

2º As classes;

3º As ordens;

4º As famílias;

5º Os gêneros;

6º A nomenclatura, seja das diversas divisões, seja de objetos particula-

res.

Estas seis partes, geralmente empregadas nas ciências naturais, são unicamente produtos da arte que precisamos usar para organizar, dividir e para nos colocar a estudar, comparar, reconhecer e citar as produções naturais observadas. A natureza não fez nada de semelhante, e, no lugar de confundir nossas obras com as suas, devemos reconhecer que as *classes*, as *ordens*, as *famílias*, *gêneros* e as *nomenclaturas* são meios de nossa invenção, dos quais não poderíamos prescindir, mas que precisamos empregar com critério, submetendo-os a princípios estabelecidos, a fim de evitar modificações arbitrárias que destrua todas as suas vantagens.

Sem dúvida, era indispensável *classificar* as produções da natureza e estabelecer dentre elas diferentes tipos de divisões, tais como as classes, as ordens, as famílias e os gêneros; enfim, era necessário determinar o que classificamos de espécies e assegurar nomes específicos a estes diversos tipos de objeto. Os limites de nossas faculdades nos exigem isso, e, para nós, são necessários meios como este para nos ajudar a fixar nossos conhecimentos sobre esta multiplicidade prodigiosa de organismos [*corps naturels*] que podemos observar e que são infinitamente diversificados entre si.

Porém estas classificações, das quais várias foram tão felizmente imaginadas pelos naturalistas, assim como as divisões e subdivisões que apresentam, são meios artificiais. Nada disso, repito, se encontra na natureza, apesar do fundamento que parecem lhes dar certas porções da série natural que nos são conhecidas, e que parecem ser isoladas. Também podemos assegurar que, entre suas produções, a natureza não formou realmente nem classes, nem ordens,

nem famílias, nem gêneros, nem espécies constantes, formou apenas indivíduos que sucedem uns aos outros e que parecem com aqueles que os produziram. Porém, estes indivíduos pertencem a raças infinitamente diversificadas que se diversificam sob todas as formas e em todos os graus de organização, e que cada uma se conserva sem mutação, desde que nenhuma causa de mudança aja sobre elas.

Exponhamos alguns desdobramentos sucintos sobre cada uma das seis partes da arte empregadas nas ciências naturais.

As distribuições sistemáticas. Chamo distribuição sistemática, seja geral, seja particular, toda série de animais ou de vegetais que não está conforme à ordem da natureza, ou seja, que não representa, seja sua ordem por completo, seja alguma porção desta ordem, e, conseqüentemente, que não é fundado sobre a consideração das relações bem determinadas.

Estamos, agora, perfeitamente fundamentados para reconhecer que uma ordem estabelecida pela natureza existe entre suas produções em cada reino dos seres vivos [*corps vivans*]: esta ordem é aquilo no qual cada um destes seres [*corps*] foi formado em sua origem.

Esta mesma ordem é única, essencialmente sem divisão em cada reino orgânico e pode ser conhecida por nós com a ajuda do conhecimento das relações particulares e gerais que existem entre os diferentes objetos que fazem parte destes reinos. Os seres vivos [*corps vivans*] que se encontram nas duas extremidades desta ordem têm essencialmente entre eles o mínimo de relação e apresentam em sua organização e sua forma, as maiores diferenças possíveis.

É esta mesma ordem que deverá substituir, a medida em que a conhecemos, estas distribuições sistemáticas ou artificiais que nos forçamos a criar para organizar de uma maneira cômoda os diferentes organismos [*corps naturels*] que observamos.

Em efeito, com relação aos organismos [*corps organisés*] diversos, reconhecidos pela observação, pensamos inicialmente apenas na comodidade e na facilidade das distinções entre estes objetos, e estivemos tanto tempo buscando a ordem da natureza por sua distribuição que não suportávamos nem sua existência.

Daqui nasceram as classificações de todas as espécies, dos sistemas e dos métodos artificiais, tão fundamentados em considerações arbitrárias que estas distribuições sofreram em seu princípio e em sua natureza mudanças quase tão frequentes quanto são os autores que se ocuparam delas.

Com relação às plantas, o *sistema sexual* de Lineu, mesmo sendo engenhoso, apresenta uma *distribuição sistemática* geral; e com relação aos insetos, a *entomologia* de Fabricius oferece uma *distribuição sistemática* particular.

Houve a necessidade de que a *filosofia* das ciências naturais tivesse feito, nestes últimos anos, todos os progressos que conhecemos, para que fossemos, enfim, convencidos, pelo menos na França, da necessidade de estudar o *método natural*, ou seja, de buscar em nossas distribuições, a ordem que é própria da natureza, pois esta ordem é a única que permanece estável, independente de toda arbitrariedade, e digna, portanto, da atenção do naturalista.

Entre os vegetais, o método natural é extremamente difícil de se estabelecer, por causa da obscuridade que reina nas características de organização interior destes seres vivos [*corps vivans*], e nas diferenças que podem oferecer as plantas das diversas famílias. Entretanto, desde as sábias observações de M. Antoine-Laurent de Jussieu, demos um grande passo na botânica até o método natural; numerosas famílias foram formadas a partir da consideração das relações. Mas ainda falta determinar solidamente a disposição geral de todas estas famílias entre si e, por conseguinte, a disposição da ordem inteira. Na verdade, encontramos o início desta ordem, porém o meio e, sobretudo, o fim desta mesma ordem ainda se encontram à mercê do arbitrário.

Não acontece o mesmo com relação aos animais, sua organização, muito mais pronunciada, oferece diferentes sistemas mais fáceis de apreender, permite que avancemos o trabalho sobre eles. Também a ordem da natureza, no reino animal, é esboçada em suas massas principais, de uma maneira estável e satisfatória. Apenas os limites das classes, de suas ordens, das famílias e dos gêneros são ainda expostos ao arbitrário.

Se ainda formamos *distribuições sistemáticas* entre os animais, estas distribuições, pelo menos, são apenas particulares, como aquelas dos objetos que pertencem a uma classe. Assim, até hoje, as distribuições que fizemos dos *peixes* e das *aves* ainda são distribuições sistemáticas.

Com relação aos seres vivos [*corps vivans*], quanto mais descemos do geral para o particular, menos as características que servem para a determinação

das relações são essenciais e, então, é mais difícil reconhecer a ordem da natureza.

As classes: Damos o nome de *classe* ao primeiro tipo de divisão geral que estabelecemos em um reino. As outras divisões que formamos entre estas recebem outros nomes: falaremos delas daqui a pouco.

Quanto mais nossos conhecimentos sobre as relações entre objetos que compõem um reino são avançados, mais *as classes* que estabelecemos para dividir primariamente este reino são boas e parecem naturais. Não obstante, os limites destas classes, mesmo os melhores, são evidentemente artificiais: por isso elas sempre sofrerão variações do arbitrário da parte dos autores, tanto que os naturalistas não concordarão com alguns princípios da arte e não se submeterão a eles.

Assim, mesmo que a ordem da natureza seja perfeitamente conhecida dentro de um reino, *as classes* que seremos obrigados a estabelecer para dividi-lo constituirão sempre divisões verdadeiramente artificiais.

Não obstante, sobretudo no reino animal, várias dessas divisões parecem realmente formadas pela própria natureza e, sem dúvida, durante muito tempo, será difícil acreditarmos que os mamíferos, que as aves, etc. não são classes bem isoladas, formadas pela natureza. Isso não passa de uma ilusão e é, por sua vez, um resultado dos limites de nossos conhecimentos com relação aos animais que existem ou que já existiram. Quanto mais avançam nossos conhecimentos de observação, mais adquirimos provas de que os limites das classes, mesmo daquelas que parecem as mais isoladas, são apagadas por novas descobertas. Os

ornitorrincos e as *equidnas* já parecem indicar a existência de animais intermediários entre as aves e os mamíferos. Quanto as ciências naturais não ganhariam se a vasta região da Nova Holanda e outras fossem mais conhecidas.

Se as *classes* constituem o primeiro tipo de divisão que conseguimos estabelecer em um reino, as divisões que poderemos formar entre os objetos que pertencem à classe não podem ser classes, pois é devidamente inconveniente estabelecer classes dentro de uma classe. Entretanto, o que fizemos: Brisson, em sua obra *Ornithologie* [*Ornitologia*], dividiu a classe das aves em diferentes classes particulares.

Da mesma forma que a natureza é regida por leis, a arte, por sua vez, deve estar sujeita a regras. Caso elas não apareçam, ou que elas não sejam seguidas, seus produtos serão falhos e seu objeto será falho.

Alguns naturalistas modernos introduziram a prática de dividir uma classe em diversas subclasses e outros aplicaram esta ideia com relação aos gêneros; de forma que eles não formam apenas subclasses, mas, além disso, subgêneros e, em breve, nossas distribuições apresentarão subclasses, subordens, subfamílias, subgêneros e subespécies. Isso é um abuso imprudente da arte que destrói a hierarquia e a simplicidade das divisões que Lineu havia proposto e que haviam sido adotadas de modo geral.

A diversidade dos objetos que pertencem a uma classe, seja de animais, seja de vegetais, é, algumas vezes, tão grande que é necessário estabelecer várias divisões e subdivisões entre os objetos desta classe. Porém, o interesse da ciência exige que as partes da arte tenham sempre a maior simplicidade possível.

vel, a fim de facilitar o estudo. Ora, este interesse permite, sem dúvida, todas as divisões e subdivisões necessárias, mas ele se opõe a que cada divisão tenha uma denominação particular. É preciso colocar um fim aos abusos de nomenclaturas, sem que a nomenclatura se torne um assunto mais difícil de conhecer do que os próprios objetos que devemos considerar.

As *ordens*: devemos dar o nome de *ordem* às divisões principais e de primeiro tipo que dividem uma classe, e se estas divisões oferecem os meios de formar outras subdividindo-as, estas subdivisões não serão mais ordens, seria mais conveniente dar outro nome para elas.

Por exemplo, a classe dos moluscos apresenta a facilidade de estabelecer entre estes animais duas grandes divisões principais: alguns tem cabeça, olhos etc., e se reproduzem por acasalamento e outros não tem cabeça, nem olhos e não necessitam de acasalamento para se reproduzir. Os moluscos *cefálicos* e os moluscos *acefálicos* devem ser considerados como duas ordens desta classe. Entretanto cada uma destas ordens pode se separar em várias divisões. Ora, esta consideração não é um motivo que possa permitir darmos o nome de *ordem*, nem sequer *subordem* a qualquer uma destas divisões. Assim, estas divisões que separam as ordens podem ser consideradas como secções, como de grandes famílias suscetíveis de ser ainda subdivididas.

Conservemos dentro das partes da arte a grande simplicidade e a bela hierarquia estabelecida por Lineu e, se precisarmos subdividir várias vezes as *ordens*, quer dizer, as principais divisões de uma classe, formamos estas subdivi-

sões, desde que necessárias, e não determinaremos a elas nenhuma denominação particular.

As ordens que dividem uma classe devem ser determinadas por características importantes que se estendem a todos os objetos compreendidos em cada ordem; mas não devemos determinar para eles nenhum nome particular aplicável a estes objetos em si. A mesma coisa deve acontecer com relação às *secções* que a necessidade obrigará formar entre as ordens de uma classe.

As famílias: Damos o nome *família* a porções da ordem da natureza, reconhecidas em um ou em outro reino dos seres vivos [*corps vivans*]. Estas porções da ordem natural são, por um lado, menores do que as classes e as ordens e, por outro lado, são maiores que os gêneros. Porém, por mais naturais que sejam as famílias, todos os gêneros que elas abrangem são agrupados por suas verdadeiras relações, os limites que as circunscrevem são artificiais. Por isso, na medida em que estudaremos as produções da natureza e que observaremos outras novas, veremos, da parte dos naturalistas, perpétuas variações nos limites das famílias. Alguns dividem uma família em diversas famílias, outros reúnem diversas famílias em apenas uma e, por fim, outros ainda acrescentam uma família já conhecida, aumentando-a e ampliando os limites que lhe foram atribuídos.

Se todas as raças (o que chamamos de *espécies*) que pertencem a um reino de seres vivos [*corps vivans*] fossem perfeitamente conhecidas, e se as verdadeiras relações que se encontram entre cada uma destas raças, bem como entre as diferentes massas que elas formam, fossem semelhantes, de modo que a aproximação destas raças e a colocação de seus diversos grupos fossem conforme às

relações naturais destes objetos, então as classes, as ordens, as seções e os gêneros seriam famílias de diferentes grandezas, pois todas estas divisões seriam porções grandes ou pequenas da ordem natural.

No caso que eu acabei de citar, nada, sem dúvida, seria mais difícil do que determinar os limites entre as diferentes divisões, pois o arbitrário as faria variar sem parar e só concordaríamos naquelas em que as lacunas da série se mostrassem para nós evidentemente.

Felizmente, para a execução da arte, é importante introduzir em nossas distribuições que há tantas raças de animais e de vegetais que ainda nos são desconhecidas e que não conheceremos, porque os lugares que elas habitam e outras circunstâncias nos colocarão sempre obstáculos e que as lacunas que resultam deles, sejam de animais ou de vegetais, nos oferecerão, durante muito tempo, e talvez para sempre, meios de limitar a maior parte de divisões que precisaremos formar.

O uso e um tipo de necessidade exigem que determinemos a cada família, como a cada gênero, um nome particular aplicável aos objetos que fazem parte dela. Como resultado, as variações nos limites das famílias, sua extensão e sua determinação serão, sempre, uma causa de mudança em sua nomenclatura.

Os gêneros: damos o nome de gênero a reuniões de raças, ditas espécies, agrupadas de acordo com a consideração de suas relações que constituem tantas pequenas séries limitadas por suas características que escolhemos arbitrariamente para as circunscrever.

Quando um gênero é bem definido, todas as raças ou espécies que ele compreende se parecem pelas características mais essenciais e mais numerosas, que devem ser classificadas naturalmente umas ao lado das outras e só se diferem por características de menor importância, mas que são suficientes para distingui-las.

Assim, os gêneros bem definidos são realmente pequenas *famílias*, ou seja, verdadeiras porções da própria ordem da natureza.

Mas, da mesma forma que as séries, às quais damos o nome de *famílias*, são suscetíveis de variar em seus limites e extensão pelas opiniões dos autores que trocam arbitrariamente as considerações que eles empregam para formá-las. Também, os limites que circunscrevem os *gêneros* são igualmente expostos a estas variações infinitas, porque os diferentes autores trocam, segundo sua vontade, as características empregadas para sua determinação. Ora, como os gêneros exigem que um nome particular seja determinado a cada um deles, e que cada variação na determinação de um gênero resulta, quase sempre, na mudança de nome, é difícil exprimir quantas mutações perpétuas dos gêneros prejudicam o avanço das ciências naturais, bloqueiam a sinonímia, sobrecarregam a nomenclatura, e tornam o estudo destas ciências difícil e desagradável.

Quando os naturalistas vão consentir em se submeter aos princípios da convenção para se ajustarem de uma maneira uniforme no estabelecimento dos gêneros etc.? Porém, seduzidos pela consideração das relações naturais que eles reconhecem entre os objetos que eles aproximaram, quase todos acreditam que os *gêneros*, as *famílias*, as *ordens* e as classes que eles estabelecem estão realmente

na natureza. Eles não prestam atenção que as boas séries, que eles conseguem estabelecer com a ajuda do estudo das relações, estão, na verdade, na natureza, pois são grandes e pequenas porções de sua ordem, porém, as linhas de separação, que são importantes para estabelecer as distâncias e dividir a ordem natural, não estão nela.

Conseqüentemente, os gêneros, as famílias, as diversas seções, as ordens e as classes são, verdadeiramente, *partes da arte*, por mais naturais que sejam as séries bem elaboradas que constituem estas diferentes divisões. Sem dúvida o estabelecimento delas é necessário e seu objetivo é de uma utilidade evidente e indispensável, mas, para não destruí-las, por abusos recorrentes, todas as vantagens que estas partes da arte obtêm, é necessário que cada uma delas esteja sujeita a princípios, a regras, uma vez estabelecidas, e que, em seguida, todos os naturalistas se submetam.

A nomenclatura: aqui se trata da sexta parte da arte que precisamos empregar para o avanço das ciências naturais. Chamamos de *nomenclatura* o sistema dos nomes com que designamos, sejam objetos particulares, como cada raça ou espécie de corpo vivo, sejam diferentes grupos destes objetos, como a cada gênero, cada família e cada classe.

A fim de designar claramente o objeto da nomenclatura, que envolve apenas os nomes dados às espécies, aos gêneros, às famílias e às classes, devemos distinguir a nomenclatura de outra parte da arte que chamamos *tecnologia*, esta sendo unicamente relativa às denominações que damos às partes dos organismos [*corps naturels*].

“Todas as descobertas, todas as observações dos naturalistas cairiam, necessariamente, no esquecimento e seriam perdidas pelo uso da sociedade, se os objetos que eles observaram e determinaram não tivessem recebido cada um nome que possa servir para designá-los quando falamos deles ou quando os citamos” (Dictionnaire de botanique, art. Nomenclature).

É evidente que a *nomenclatura*, em história natural, é uma parte da arte e um meio necessário de ser empregado para fixar nossas ideias sobre as produções da natureza observadas e para poder transmiti-las, sejam estas ideias, sejam nossas observações sobre os objetos concernentes a elas.

Sem dúvidas, esta parte da arte deve ser submetida, como as outras, a regras convencionadas e seguidas. É preciso, contudo, observar que os abusos que ela oferece no emprego que fazemos dela, e do qual temos tantas razões para nos queixarmos, são provenientes, principalmente, daqueles que foram introduzidos e que se multiplicaram todos os dias ainda nas outras partes da arte já citadas.

Com efeito, o defeito de regras convencionadas, relativas à formação dos *gêneros*, das *famílias* e das *classes*, expõe estas partes da arte a todas as variações do arbitrário, a *nomenclatura* experimenta uma série de mutações sem limites. Ela jamais poderá ser fixa enquanto este defeito perdurar e a *sinonímia*, que já é uma vasta imensidão, ela crescerá e se tornará mais e mais incapaz de reparar uma tal desordem que anula todas as vantagens da ciência.

Se consideramos que todas as linhas de separação que podemos traçar na série de objetos que compõem um dos reinos dos seres vivos [*corps vivans*] são

realmente artificiais, exceto aquelas que resultam de lacunas a preencher, isso não aconteceria. Mas, não pensamos nisso, não se questionava isso e, até agora, os naturalistas não tinham em vista estabelecer distinções entre os objetos, o que vou tentar colocar em evidência.

Efetivamente, para chegarmos a adquirir e conservar o uso de todos os organismos [*corps naturels*] que estão a nosso alcance, dos quais podemos nos servir para nossas necessidades, sentimos que uma determinação exata e precisa de características próprias de cada um destes corpos era necessária e, conseqüentemente, era preciso pesquisar e determinar as particularidades de organização, de estrutura, de forma, de proporção, etc., que diferenciam os diversos organismos [*corps naturels*], a fim de poder, a todo tempo, reconhecê-los e distingui-los uns dos outros. É isso que alguns naturalistas, para examinar os objetos, conseguiram, até certo ponto, executar.

“Esta parte dos trabalhos dos naturalistas é a mais avançada: fizemos, com razão, depois de, mais ou menos, um século e meio, esforços imensos para aperfeiçoá-la, porque ela nos ajuda a conhecer o que foi novamente observado, e nos lembrar o que já conhecíamos e porque ela deve fixar os conhecimentos dos objetos cujas propriedades são, ou serão, reconhecidas no caso de nos serem úteis.”

Mas os naturalistas se detinham demais no emprego de todas as considerações com relação às linhas de separação que eles podiam obter para dividir a série geral, seja de animais ou de vegetais, se preocupando, quase que exclusivamente, com este tipo de trabalho, sem considerá-lo sob seu verdadeiro ponto

de vista, e sem pensar em se entenderem, quer dizer, estabelecer previamente regras de convenção para limitar a extensão de cada parte desta grande empresa e para fixar os princípios de cada determinação, muitos abusos foram cometidos: Cada um deles, modificando arbitrariamente as considerações para a formação das classes, das *ordens* e dos *gêneros*, de diversas classificações diferentes são, sem cessar, apresentadas ao público, os gêneros sofrem, continuamente, mutações sem limites, e as produções da natureza, seguindo este caminho desconsiderado, mudam, perpetuamente, de nome.

“Disso resulta que, atualmente, a *sinonímia*, em história natural, é de uma extensão assustadora, que, cada dia, a ciência se obscurece mais e mais, que ela se cobre de dificuldades quase insuperáveis, e que o mais belo esforço do ser humano para estabelecer os meios de reconhecer e distinguir tudo o que a natureza oferece a sua observação e a seu uso se transforma em um imenso dédalo no qual todos estremecem, e com razão, de se afundarem” (Discurso de abertura do curso de 1986, p. 5 e 6).

Aqui estão as consequências da omissão de distinguir o que pertence realmente à natureza e de não nos preocuparmos de encontrar regras convencionais para determinar menos arbitrariamente as divisões que são importantes de estabelecer.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



LAMARCK, J.-B.
FILOSOFIA ZOOLOGICA, VOL. I, PT. 1, CAP. 2
(IMPORTÂNCIA DA CONSIDERAÇÃO DAS RELAÇÕES)¹

Rodrigo Barros Gewehr (Tradutor)

Doutor em Psicanálise e Psicopatologia pela Université Paris Diderot
Professor no Instituto de Psicologia e na Pós-graduação em Filosofia da UFAL
rodrigo.gewehr@ip.ufal.br

CAPÍTULO II.

Importância da consideração das relações.

Dentre os seres vivos [*corps vivans*], deu-se o nome de *relação* [*rapport*], entre dois objetos considerados comparativamente, a traços de analogia ou de semelhança, tomados no conjunto ou na generalidade de suas partes, mas atribuindo maior valor às mais essenciais. Quanto mais esses traços possuem conformidade e extensão, mais as *relações* entre os objetos que apresentam [esses traços] são consideráveis. Eles indicam uma espécie de parentesco entre os seres vivos [*corps vivans*] que estão neste caso, e fazem sentir a necessidade de apro-

1 Em nossa tradução, utilizamos como textos de partida duas edições da obra *Philosophie Zoologique: ou expositions des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux*, tomo primeiro, uma publicada pela Imprimerie de Duminil-Lesueur, em 1809 (<http://google.com/books/reader?id=xiNiAAAACAAJ>), e outra publicada pela editora F. Savy, em 1873 (<https://books.google.com/books?id=ZzkfONqn9dQC>), ambas em domínio público. Além disso, traduzimos alguns termos utilizados na obra por termos atuais específicos do léxico das Ciências Biológicas. Por exemplo, traduzimos o termo "*corps vivans*" por seres vivos e os termos "*corps organisés*" e "*corps naturels*" por organismos.

ximá-los em nossas distribuições, proporcionalmente à grandeza de suas relações.

Que mudança as ciências naturais não sofreram em sua marcha e progresso, desde que se começou a prestar uma atenção séria à consideração das *relações*, e sobretudo desde que se determinou os verdadeiros princípios que dizem respeito a estas relações e seu valor!

Antes dessa mudança, nossas distribuições botânicas estavam totalmente à mercê do arbitrário e da assistência de sistemas artificiais de todos os autores; e no reino animal, os animais sem vértebras, que abrangem a maior parte dos animais comuns, ofereciam, na sua distribuição, os conjuntos mais díspares, uns sob o nome de *insetos*, outros sob o nome *vermes*, apresentando animais os mais distintos e mais distantes entre si sob a consideração das relações.

Felizmente, o cenário agora mudou a este respeito; e doravante, se se continua a estudar a história natural, seus progressos estão garantidos.

A consideração das *relações naturais* impede toda arbitrariedade de nossa parte nas tentativas que fazemos para distribuir metodicamente os organismos [*corps organisés*]; ela mostra a lei da natureza que nos deve dirigir no método natural; ela força as opiniões dos naturalistas a se reunir no que diz respeito ao lugar que atribuem, inicialmente, às massas principais que compõem sua [*leur*] distribuição e, em seguida, aos objetos particulares dos quais estas massas são compostas; ela enfim lhes obriga a representar a ordem mesma seguida pela natureza ao dar existência a suas produções.

Desta feita, tudo que diz respeito às relações que os diferentes animais possuem entre si, deve-se constituir como o mais importante objeto de nossas pesquisas, antes de toda a divisão e de toda a classificação entre eles.

Ao citar aqui a consideração das *relações*, não se trata somente daquelas que existem entre as espécies, mas é igualmente questão de fixar as *relações gerais* de todas as ordens que aproximam ou afastam as massas que se devem considerar comparativamente.

As *relações*, ainda que muito diferentes em valor a depender da importância das partes que as compõem, podem no entanto estender-se até a conformação das partes exteriores. Se elas [as relações] são de tal modo consideráveis que, não somente as partes essenciais mas até mesmo as partes exteriores não oferecem nenhuma diferença determinável, então os objetos considerados são apenas indivíduos de uma mesma espécie; mas se, apesar da extensão das relações, as partes exteriores apresentam diferenças perceptíveis [*saisissables*], todavia sempre menores que as semelhanças essenciais, nesse caso os objetos considerados são espécies diferentes de um mesmo gênero.

O importante estudo das relações não se limita a comparar classes, famílias, ou mesmo espécies entre si, para determinar as relações que se encontram entre esses objetos, ele abarca também a consideração das partes que compõem os indivíduos; e ao comparar entre si os mesmos tipos de partes, este estudo encontra um modo sólido de reconhecer ou a identidade de indivíduos de uma mesma raça, ou a diferença que existe entre as raças distintas.

Com efeito, notou-se que as proporções e as disposições das partes de todos os indivíduos que compõem uma espécie ou uma raça mostravam-se sempre as mesmas, e por esta via pareciam sempre se conservar. Disso se concluiu, com razão, que a partir do exame de algumas partes separadas de um indivíduo, poder-se-ia determinar a qual espécie conhecida ou nova para nós essas partes pertencem.

Este método [*moyen*] é bastante favorável ao avanço de nossos conhecimentos sobre o estado das produções da natureza no momento em que observamos. No entanto, as demarcações que dele resultam só podem ser válidas por um tempo limitado, pois as próprias raças mudam o estado de suas partes, na medida em que as circunstâncias que influem sobre elas variam consideravelmente. A bem da verdade, tendo em vista que essas mudanças só ocorrem numa lentidão enorme que nos torna sempre insensíveis a elas, as proporções e as disposições das partes parecem sempre as mesmas ao observador, que efetivamente nunca as vê mudar; e quando ele encontra [proporções e disposições das partes] que sofreram tais mudanças, como ele não as pôde observar, supõe que as diferenças que percebe tenham sempre existido.

Não é menos verdade que, comparando partes do mesmo tipo que pertencem a indivíduos diferentes, determina-se fácil e seguramente as relações próximas ou distantes que se encontram entre essas partes, e que na sequência se reconhece se essas partes pertencem a indivíduos da mesma raça ou de raças diferentes.

Somente a consequência geral é que apresenta defeito, tendo-se chegado a ela de maneira muito inconsiderada. Terei mais de uma ocasião de o provar no curso desta obra.

As *relações* são sempre incompletas quando elas incidem apenas sobre uma consideração isolada, ou seja, quando elas são determinadas tão somente a partir da consideração de uma parte tomada separadamente. Mas mesmo que incompletas, as relações fundadas sobre a consideração de apenas uma parte são, ainda assim, tanto maiores quanto mais essencial a parte que as compõe, *et vice versa*.

Existem, pois, graus determináveis entre as relações reconhecidas, e graus [*valeurs*] de importância entre as partes que podem viabilizar essas relações. A bem da verdade, este conhecimento teria ficado sem aplicação e sem utilidade se, nos seres vivos [*corps vivans*], não se tivesse discernido as partes mais importantes daquelas que são menos [importantes]; e se entre essas partes importantes, que são de diferentes tipos, não se tivesse encontrado o princípio capaz de estabelecer entre elas valores não arbitrários.

As partes mais importantes, e que devem fornecer as principais *relações*, são, nos animais, as essenciais à conservação da vida; e nos vegetais, aquelas que são essenciais à sua regeneração.

Assim, nos animais, será sempre a partir da *organização* interior que se determinará as principais relações; e nos vegetais, será sempre na parte da *frutificação* que se procurará as relações que podem existir entre esses diferentes seres vivos [*corps vivans*].

No entanto, tendo em vista que entre uns e outros, as partes mais importantes a se considerar na pesquisa das relações são de tipos diferentes, o único princípio conveniente de se utilizar para determinar, sem arbitrariedade, o grau de importância de cada uma dessas partes, consiste em considerar ou o maior emprego que a natureza faz delas, ou a importância mesma da faculdade resultante para os animais que possuem esta parte.

Nos animais, para os quais a organização interior fornece as principais relações a considerar, três tipos de órgãos especiais são escolhidos entre os demais, com razão, como os mais apropriados a fornecer as relações mais importantes. Eis aqui sua indicação, de acordo com a ordem de importância:

1. *O órgão do sentimento*. Os nervos, tendo um centro de relação único como nos animais que possuem um cérebro, ou múltiplo, como naqueles que possuem uma medula longitudinal nodosa.

2. *O órgão da respiração*. Os pulmões, as guelras e as traqueias.

3. *O órgão da circulação*. As artérias e as veias, possuindo muitas vezes um centro de ação que é o *coração*.

Os dois primeiros destes órgãos são os mais frequentemente utilizados pela natureza e são, por conseguinte, mais importantes que o terceiro, ou seja, que o *órgão da circulação*; pois este desaparece depois dos crustáceos, enquanto os dois primeiros se estendem ainda aos animais de duas classes após os crustáceos.

Enfim, entre os dois primeiros, é o órgão do sentimento que tem maior valor para as relações, pois ele produz a mais importante das faculdades animais; e, além disso, sem este órgão a ação muscular não ocorreria.

Se tivesse que falar dos vegetais, nos quais as partes essenciais à sua regeneração são as únicas que fornecem os caracteres principais para a determinação das relações, eu apresentaria essas partes na sua ordem de valor ou importância da seguinte maneira:

1. O embrião, seus acessórios (os cotilédones, o perisperma), e o grão que o contém;
2. As partes sexuais das flores, tais como o pistilo e os estames;
3. Os involúcros das partes sexuais; a corola, o cálice, etc.;
4. Os involúcros do grão, ou o pericarpo;
5. Os corpos reprodutivos que não possuem nenhuma exigência de fecundação.

Tais princípios, em sua maioria reconhecidos, dão às ciências naturais uma consistência e uma solidez que não possuíam anteriormente. As relações que se determinam quando conformadas a estes princípios não estão de forma alguma sujeitas às variações da opinião; nossas distribuições gerais tornam-se obrigatórias [*forcées*] e à medida que nós as aperfeiçoamos com a ajuda destes meios, tanto mais elas se aproximam da ordem mesma da natureza.

Com efeito, foi após ter-se percebido a importância da consideração das relações que se viu nascer os ensaios que foram realizados, sobretudo nos últimos anos, para determinar o que se denomina como *método natural*; método que

é tão somente um esboço traçado pelo homem da marcha seguida pela natureza para fazer existir suas produções.

Agora, em França, não se presta mais atenção a esses sistemas artificiais fundados sobre caracteres que comprometem as *relações* naturais entre os objetos sujeitos a elas; sistemas que davam lugar a divisões e distribuições prejudiciais ao avanço de nossos conhecimentos sobre a natureza.

Em relação aos animais, estamos agora convencidos, com razão, de que é unicamente de sua organização que as relações naturais podem ser determinadas entre si. Consequentemente, é sobretudo da anatomia comparada que a zoologia tomará todas as luzes necessárias para a determinação dessas relações. No entanto, é importante observar que são particularmente os fatos o que devemos recolher dos trabalhos dos anatomistas que se debruçaram a descobri-los, e nem sempre as consequências que eles tiram dessas descobertas, pois com muita frequência essas descobertas são tributárias de perspectivas que poderiam nos distanciar e nos impedir de apreender as leis e o verdadeiro plano da natureza. Aparentemente, a cada vez que o homem observa qualquer fato novo, ele se vê condenado a ser sempre lançado em algum erro ao querer atribuir-lhe a causa, tão fecunda é sua imaginação na criação de ideias, e por que ele é demasiado negligente em guiar seus julgamentos pelas considerações de conjunto que as observações e os outros fatos recolhidos podem lhe oferecer.

Quando nos ocupamos das *relações naturais* entre os objetos, e que tais relações são bem consideradas; as espécies sendo aproximadas a partir desta consideração, e reunidas por grupos entre certos limites, formam o que denomina-

mos *gêneros*. Os gêneros aproximados do mesmo modo a partir da consideração das relações, e reunidos também por grupos de uma ordem que lhes é superior, formam o que denominamos *famílias*. Estas famílias, por sua vez, igualmente aproximadas, e com base na mesma consideração, compõem as *ordens*. Estas, pelos mesmos meios, dividem primeiramente as *classes*². Por fim, estas últimas partilham cada reino em suas principais divisões.

Portanto, são sempre as *relações naturais* bem consideradas que devem nos guiar nas classificações [*assemblages*] que formamos ao determinar as divisões de cada reino em *classes*, de cada classe em *ordens*, de cada ordem em *seções* ou *famílias*, de cada família em *gêneros*, e de cada gênero em diferentes espécies, se for o caso.

Estamos perfeitamente fundamentados para pensar que a série total dos seres que fazem parte de um reino distribuído em uma ordem de todo sujeita à consideração das relações representa a *ordem mesma da natureza*. No entanto, como o mostrei no capítulo anterior, é importante salientar que os diferentes tipos de divisões que precisam ser estabelecidos nesta série para se poder conhecer mais facilmente seus objetos não pertencem de forma alguma à natureza, e são de fato artificiais, ainda que ofereçam porções naturais da ordem mesma que a natureza instituiu.

Se acrescentamos a essas considerações que, no reino animal, as relações devem ser determinadas principalmente a partir da organização, e que os princípios que se devem empregar para fixar essas relações não devem deixar a me-

2 Grifo nosso.

nor dúvida sobre seu fundamento, teremos, em todas essas considerações, bases sólidas para a *filosofia zoológica*.

Sabemos que toda ciência deve ter sua *filosofia*, e que é somente por esta via que ela faz progressos reais. Em vão os naturalistas consumirão seu tempo a descrever novas espécies, a apreender todas as nuances e pequenas particularidades de suas variações para ampliar a lista imensa de espécies inscritas; numa palavra, a instituir gêneros vagamente, modificando sem cessar o emprego das considerações para caracterizá-los; se a filosofia da ciência é negligenciada, seus progressos serão sem realidade e a obra inteira permanecerá imperfeita.

Com efeito, foi somente depois da iniciativa de se fixar as relações próximas ou distantes que existem entre as diversas produções da natureza, e entre os objetos inclusos nos diferentes recortes que formamos entre essas produções, que as ciências naturais obtiveram alguma solidez em seus princípios, e uma *filosofia* que as constitui como verdadeiras ciências.

Quantas vantagens para seu aperfeiçoamento nossas distribuições e nossas classificações obtiveram do estudo continuado das relações entre os objetos!

De fato, foi estudando essas relações que eu reconheci que os animais *infusórios* não podem mais ser associados aos pólipos na mesma classe; que os *radiatas* não devem tampouco ser confundidos com os pólipos; que as [classes] que são moles [*mollasses*], tais como as medusas e outros gêneros avizinados ao que mesmo Lineu e Bruguière classificavam entre os moluscos, aproximam-se essencialmente dos equinodermos e devem formar com estes uma classe particular.

Foi ainda estudando as relações que me convenci de que os *vermes* formavam um recorte isolado, compreendendo animais muito diferentes dos que constituem os *radiatas*, e mais ainda os pólipos; que os aracnídeos não podiam mais fazer parte da classe dos insetos; e que os *cirrípodes* não eram anelídeos nem moluscos.

Enfim, foi estudando as relações que eu cheguei a operar uma série de reorganizações [*redressements*] essenciais na própria distribuição dos moluscos, e que reconheci que os *pterópodes* que, por suas relações, são bastante avizinhadados, mesmo se distintos, dos gastrópodes, não devem ser posicionados entre os gastrópodes e os cefalópodes; mas sim que é preciso coloca-los entre os moluscos acéfalos dos quais eles são próximos e os gastrópodes – estes *pterópodes* não possuindo olhos, como todos os acéfalos, e quase sem cabeça, a *hyale* não sendo mais que uma aparência. Vejam no sétimo e último capítulo desta primeira parte a distribuição particular dos moluscos.

Quando, entre os vegetais, o estudo das relações entre as diferentes famílias reconhecidas nos tiver esclarecido mais, e nos tiver feito conhecer melhor a posição que cada uma deles deve ocupar na série geral, então a distribuição desses seres vivos [*corps vivans*] não deixará ao arbitrário onde se agarrar, e tornar-se-á mais conforme a ordem mesma da natureza.

Assim, a importância do estudo das *relações* entre os objetos observados é tão evidente que devemos agora olhar este estudo como o principal entre os que podem fazer avançar as ciências naturais.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



LAMARCK, J.-B.
FILOSOFIA ZOOLOGICA, VOL. I, PT. 1, CAP. 3
(DA ESPÉCIE ENTRE OS SERES VIVOS, E DA IDEIA QUE NÓS
DEVEMOS DAR A ESSA PALAVRA)¹

Amanda Sousa Silvino (Tradutora)

Doutora em Ambiente e Sociedade pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
amandasilvino@gmail.com

CAPÍTULO III.

*Da espécie entre os seres vivos, e da ideia que nós devemos dar a essa
palavra.*

Não é um objeto fútil determinar positivamente a ideia do que devemos formar a partir do que são chamadas de espécies entre os seres vivos [*corps vivans*], e procurar se é verdade que as espécies têm constância absoluta, são tão antigas quanto a natureza, e existiram todas originalmente como as observamos hoje; ou se, sujeitas às mudanças das circunstâncias que podem ter ocorrido

1 Em nossa tradução, utilizamos como textos de partida duas edições da obra *Philosophie Zoologique: ou expositions des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux*, tomo primeiro, uma publicada pela Imprimerie de Duminil-Lesueur, em 1809 (<http://google.com/books/reader?id=xiNiAAAACAAJ>), e outra publicada pela editora F. Savy, em 1873 (<https://books.google.com/books?id=ZzkfONqn9dQC>), ambas em domínio público. Além disso, traduzimos alguns termos utilizados na obra por termos atuais específicos do léxico das Ciências Biológicas. Por exemplo, traduzimos o termo "*corps vivans*" por seres vivos e os termos "*corps organisés*" e "*corps naturels*" por organismos.

contra elas, embora com extrema lentidão, não mudaram seu caráter e forma como resultado dos tempos.

O esclarecimento desta questão não interessa apenas ao nosso conhecimento zoológico e botânico, mas também é essencial para a história da terra [*histoire du globe*].

Vou salientar em um dos capítulos a seguir que cada espécie recebeu a influência das circunstâncias nas quais por muito tempo se encontravam os hábitos que conhecemos, e que esses próprios hábitos influenciaram as partes físicas² de cada indivíduo da espécie, a ponto de terem alterado essas partes e as vinculado aos hábitos adquiridos [*habitudes contractées*]. Vejamos primeiro a ideia que nós formamos a partir do que chamamos de espécie.

Tem sido chamado de espécie, qualquer grupo de indivíduos semelhantes que foram produzidos por outros indivíduos como eles.

Esta definição está correta; visto que todo indivíduo vivente se parece sempre, com muita proximidade, com aqueles de quem ele vem. Mas acrescenta-se a essa definição, a suposição de que os indivíduos que compõem uma espécie nunca variam em seu caráter específico [*caractère spécifique*], e que, conseqüentemente, a espécie tem uma constância absoluta na natureza.

É só essa suposição que me proponho contestar, porque evidências óbvias obtidas pela observação constataam que ela é infundada. A suposição quase geralmente aceita de que os seres vivos [*corps vivans*] são constantemente distin-

2 Enquanto o termo “hábitos”, em francês “*les habitudes*”, refere-se ao comportamento das espécies face às condições ambientais, o termo “partes”, em francês “*les parties*”, refere-se aos corpos desses indivíduos que compõem as espécies. Optou-se aqui por traduzir “*les parties*” como “as partes físicas” com o intuito de destacar o significado do termo.

tos em caracteres invariáveis, e que a existência dessas espécies é tão antiga quanto a da própria natureza, foi estabelecida em uma época em que não havia evidências observadas, e quando as ciências naturais ainda eram praticamente incipientes. Ela é negada diariamente aos olhos daqueles que viram muito, que durante muito tempo observaram a natureza, e que têm consultado frutuosamente as grandes e ricas coleções de nossos museus.

Além disso, todos aqueles que estiveram fortemente envolvidos no estudo da história natural sabem agora que os naturalistas estão extremamente constrangidos na determinação de quais objetos devem olhar como espécies. Na verdade, não sabendo que as espécies realmente têm apenas uma consistência relativa à duração das circunstâncias em que todos os indivíduos que as representam se encontraram, e que alguns desses indivíduos, tendo variado, constituem raças que se matizam com as de outras espécies relacionadas, os naturalistas decidem arbitrariamente, dando, alguns como variedades, outros como espécies, indivíduos observados em diferentes países e em diferentes situações. Como resultado, a parte do trabalho que diz respeito à determinação das espécies, torna-se dia após dia mais imperfeita, ou seja, mais embaraçosa e mais confusa.

Na verdade, nós percebemos, depois de muito tempo, que existem coleções de indivíduos que são tão semelhantes em sua organização, bem como no conjunto de suas partes físicas, e que são mantidas no mesmo estado, de geração em geração, desde que as conhecemos, que acreditamos estar autorizados a

olhar para essas coleções de indivíduos tanto como semelhantes quanto constituídas de espécies invariáveis.

Ora, sem levar em conta que indivíduos de uma espécie devem se perpetuar sem variar, enquanto as circunstâncias que afetam seu modo de vida não variem essencialmente, e que as precauções existentes se conciliam com estas regenerações sucessivas de indivíduos semelhantes, nós supusemos que cada espécie era invariável e tão antiga quanto a natureza, e que teve sua criação particular por parte do autor supremo de tudo o que existe. Sem dúvida, nada existe exceto pela vontade do sublime autor de todas as coisas. Mas podemos atribuir-lhe regras na execução de sua vontade, e fixar o modo que ele seguiu a este respeito? Seu poder infinito não poderia criar uma ordem de coisas que deu sucessivamente existência a tudo o que vemos, bem como a tudo o que existe e que não conhecemos?

Certamente, qualquer que seja a sua vontade, a imensidade de seu poder é sempre a mesma; e de qualquer forma que esta vontade suprema tenha sido cumprida, nada pode diminuir sua grandeza.

Respeitando assim os decretos desta infinita sabedoria, eu me detenho dentro dos limites de um simples observador da natureza. Então, se eu conseguir distinguir algo na marcha que ela seguiu para operar suas produções, direi, sem medo de me enganar, que agradou ao autor que ela tivesse essa habilidade e poder.

A ideia que nós estabelecemos de espécie entre os seres vivos [*corps vivans*] era bastante simples, fácil de entender, e confirmada pela constância da

semelhança da forma dos indivíduos que a reprodução ou geração perpetuava: assim ainda se encontram para nós um enorme número destas supostas espécies que vemos todos os dias.

No entanto, quanto mais avançamos no conhecimento das diferentes organizações dos corpos, os quais cobrem quase todas as partes da superfície da Terra, mais nosso constrangimento cresce em determinar o que deve ser encarado como uma espécie, e mais ainda para limitar e distinguir os gêneros.

À medida que coletamos as produções da natureza, à medida que nossas coleções ficam mais ricas, vemos quase todos os vazios se preencherem, e nossas linhas divisórias desaparecem. Nós nos encontramos reduzidos a uma determinação arbitrária, que às vezes nos leva a apreender as menores diferenças das variedades para formar o caractere do que chamamos de espécie, e às vezes nos leva a declarar variedade de tal espécie indivíduos um pouco diferentes, que outros consideram como constituindo uma outra espécie particular.

Repito, quanto mais nossas coleções se enriquecem, mais nos deparamos com evidências de que tudo é mais ou menos matizado, que as diferenças notáveis desaparecem, e que o mais comum da natureza é deixar à nossa disposição para estabelecer distinções, que apenas minuciosas particularidades e, de certa forma, pueris.

Quantos gêneros, entre animais e plantas, são de tal extensão, pela quantidade de espécies que os reportamos, que o estudo e a determinação dessas espécies são agora quase impraticáveis! Espécies e seus gêneros, dispostos em séries e aproximados de acordo com a consideração de suas relações naturais,

têm, com aqueles vizinhos, tão pequenas diferenças, que elas se misturam, e que essas espécies se confundem, de alguma forma, umas às outras, sem deixar quase nenhuma maneira de fixar, pela expressão, as pequenas diferenças que as distinguem.

Apenas aqueles que têm há muito tempo e fortemente se engajado na determinação das espécies, e que consultaram ricas coleções, podem saber até que ponto as espécies, entre os seres vivos, se sobrepõem umas às outras, e puderam nos convencer que, nos lugares onde enxergamos espécies isoladas, isto apenas é desta forma porque nos faltam outras que sejam mais próximas, e que nós ainda não coletamos.

Não quero dizer que os animais que existem formam uma série muito simples, e em todos os lugares igualmente matizada; mas eu digo que eles formam uma série ramificada, irregularmente graduada, e que não tem nenhuma descontinuidade em suas divisões, ou que, pelo menos, nem sempre a teve, se é verdade que, na esteira de algumas espécies perdidas, ela se encontre em algum lugar. Como resultado, as espécies que se encontram na ponta de cada ramo da série geral têm, pelo menos de um lado, outras espécies vizinhas que se matizam com ela. Isto é o que o estado bem conhecido das coisas me coloca agora ao alcance para demonstrar.

Não preciso de nenhuma hipótese nem de nenhuma suposição para isso: eu o atesto de todos os observadores naturalistas.

Não somente muitos gêneros, mas ordens inteiras, e às vezes até mesmo classes, já nos apresentam partes quase completas do estado das coisas que acabei de indicar.

Porém, quando, nestes casos, nós organizamos as espécies em série, e que todas elas estão bem colocadas de acordo com suas relações naturais, se você escolher uma, e em seguida, saltando sobre várias outras, você pegar uma outra um pouco distante, essas duas espécies, comparadas, oferecê-lo-ão grandes diferenças entre elas. Foi assim que começamos a ver as produções da natureza que estavam mais ao nosso alcance. Assim, as distinções genéricas e específicas eram muito fáceis de estabelecer. Mas agora que nossas coleções são muito ricas, se você seguir a série que citei anteriormente da espécie que você escolheu primeiro, para a que você tomou em segundo lugar, e que é muito diferente da primeira, você chega de nuance em nuance, sem ter percebido as distinções dignas de serem notadas.

Pergunto: qual é o zoólogo ou botânico experiente, que não está familiarizado com o fundamento que acabei de expor?

Como estudar agora, ou poder determinar de uma forma sólida as espécies, entre essa multitude de pólipos de todas as ordens, radiatas, vermes, e sobretudo insetos, onde somente os gêneros borboleta, traça, mariposa, mosca, vespa, gorgulho, longicórneo, escaravelho, cetonia, etc., já oferecem tantas espécies que avizinham-se, matizam-se, quase se confundem umas com as outras?

Que multidão de conchas os moluscos não nos apresentam de todos os países e de todos os mares, que escapam aos nossos meios de distinção, e esgotam nossos recursos a esse respeito!

Voltemos até os peixes, aos répteis, às aves, aos próprios mamíferos, vocês verão, exceto as lacunas que ainda estão por serem preenchidas, por toda parte nuances que ligam entre si espécies vizinhas, os próprios gêneros, e não deixam mais quase nenhum ponto de apoio à nossa atividade para [se] estabelecer boas distinções.

A botânica, que considera outra série que compõe os vegetais, não oferece ela, em suas diversas partes, um estado de coisas perfeitamente semelhante?

De fato, quais as dificuldades que não estamos experimentando agora no estudo e determinação das espécies, nos gêneros de líquen, fucus, carrapicho, grama, piperacea, eufórbia, érica, hieracium, solanum, gerânio, mimosa, etc., etc.?

Quando formamos esses gêneros, nós não conhecíamos mais que um pequeno número de espécies, e então era fácil distingui-las; mas agora que quase todas as lacunas estão preenchidas entre elas, nossas diferenças específicas são necessariamente minuciosas e muitas vezes insuficientes. Para este estado de coisas bem constatado, vejamos quais são as causas que podem ter ocorrido; vejamos se a natureza possui os meios para fazê-lo, e se a observação pôde nos esclarecer sobre isso.

Muitos fatos nos evidenciam que, à medida que os indivíduos de uma de nossas espécies mudam de situação, de clima, de modo de ser ou hábito, eles re-

cebem influências que mudam pouco a pouco a consistência e proporções de suas partes físicas, sua forma, suas faculdades, sua própria organização; de forma que tudo neles participa, ao longo do tempo, das mutações que eles experimentaram.

No mesmo clima, situações e exposições muito diferentes, simplesmente fazem variar primeiro os indivíduos que se encontram expostos; mas, ao longo do tempo, a diferença contínua nas situações dos indivíduos de quem falo, que vivem e se reproduzem sucessivamente nas mesmas circunstâncias, trazem neles diferenças que se tornam, de certa forma, essenciais ao seu ser; de modo que, como resultado de muitas gerações que se sucederam, esses indivíduos, que originalmente pertenciam a outra espécie, são no final transformados em uma nova espécie, distinta da outra.

Por exemplo, que as sementes de uma gramínea, ou de qualquer outra planta natural para uma pradaria úmida, sejam transportadas, por circunstância qualquer, primeiro na inclinação de uma colina próxima, onde o solo, embora mais alto, ainda será fresco o suficiente para permitir que a planta preserve sua existência, e que em seguida, depois de lá ter vivido, e lá se regenerado muitas vezes, ela alcança, mais e mais, o solo seco e quase árido de uma costa montanhosa; se a planta conseguir lá sobreviver, e lá se perpetuar por gerações seguidas, ela será então tão modificada, que os botânicos que a encontrarão a constatarão como uma espécie particular. A mesma coisa acontece com os animais em que as circunstâncias os forçaram a mudar de clima, de modo de vida e de hábitos: mas, para estes, as influências das causas que eu acabo de citar exigem ain-

da mais tempo do que no que diz respeito às plantas, para operar mudanças significativas sobre os indivíduos.

A ideia de abraçar, sob o nome de espécie, uma coleção de indivíduos semelhantes, que se perpetuam por gerações, e que têm assim existido, tão antigos quanto a natureza, eliminou a necessidade de que indivíduos de uma mesma espécie não pudessem se unir, em seus atos de geração, com indivíduos de uma espécie diferente.

Infelizmente, a observação provou, e ainda prova todos os dias, que essa consideração não é de toda fundada; porque híbridos, muito comuns entre os vegetais, e os acasalamentos que observamos frequentemente entre indivíduos de espécies muito diferentes entre os animais, têm mostrado que os limites entre essas espécies pretendidas constantes, não eram tão sólidas quanto imaginávamos.

Na verdade, muitas vezes não resulta nada desses acasalamentos singulares, especialmente quando são muito díspares, e então os indivíduos que vêm deles são, em geral, inférteis: mas também, quando as disparidades são menores, sabemos que os defeitos em questão não ocorrem mais. No entanto, isso por si só é suficiente para criar mais e mais variedades que se tornam raças, e que, com o tempo, constituem o que nós nomeamos de espécies.

Para julgar se a ideia que nós formamos de espécie há algum fundamento real, vamos voltar às considerações que eu já expus; elas nos mostram:

1) Que todos os organismos [*corps organisés*] da nossa terra são verdadeiras produções da natureza, que ela tem sucessivamente executado ao longo de muito tempo;

2) Que, em sua marcha, a natureza começou, e ainda recomeça todos os dias, a formar os organismos [*corps organisés*] mais simples, e que ela forma diretamente apenas estes, quer dizer, esses primeiros rascunhos de organização, que nós designamos pela expressão de *gerações espontâneas*;

3) Que os primeiros rascunhos do animal e do vegetal que estão sendo formados nos locais e circunstâncias adequadas, as faculdades de uma vida inicial e um movimento orgânico estabelecido, necessariamente desenvolveram, pouco a pouco, os órgãos, que com o tempo se diversificaram, bem como as [suas] partes;

4) Que a capacidade de aumentar cada parte do organismo [*corps organisé*] sendo inerente aos primeiros efeitos da vida deu lugar aos diferentes modos de multiplicação e regeneração dos indivíduos; e que, por esse meio, o progresso adquirido na composição da organização e na forma e diversidade das partes, foi preservado;

5) Que, com a ajuda de tempo suficiente, as circunstâncias que eram necessariamente favoráveis, as mudanças que todos os pontos da superfície do globo

sofreram sucessivamente em seu estado, em poucas palavras, do poder que possuem as novas situações e os novos hábitos para modificar os órgãos dos corpos dotados da vida, todos aqueles que existem agora foram imperceptivelmente formados como os vemos;

6) Finalmente, que depois de uma ordem semelhante de coisas, os seres vivos [*corps vivans*] tendo experimentado cada uma das mudanças mais ou menos grandes no estado de sua organização e partes, o que é chamado de espécie entre eles tem sido imperceptível e sucessivamente assim formada, não possui apenas que uma constância relativa em seu estado, e não pode ser tão antiga quanto a natureza.

Mas, digamos, que quando quiséssemos supor que com a ajuda de muito tempo e de uma variação infinita nas circunstâncias, a natureza pôde pouco a pouco formar os diversos animais que conhecemos, não nos deteríamos, nesta suposição, pela única consideração da diversidade admirável que se percebe no *instinto* dos diferentes animais, e pelas maravilhas de todos os gêneros que apresentam suas diversas *competências*?

Ousaremos levar o espírito do sistema ao ponto de dizer que é a natureza que, sozinha, criou essa surpreendente diversidade de meios, truques, habilidades, precauções, paciência, da qual a *competência* dos animais nos oferece tantos exemplos? O que observamos a este respeito, apenas na classe dos insetos, não são mil vezes mais que o suficiente para nos fazer sentir que os limites do poder

da natureza não permitem que ela mesma produza tantas maravilhas, e forçar o filósofo mais obstinado a reconhecer que aqui a vontade do autor supremo de todas as coisas era necessária, e bastou por si só para fazer existir tantas coisas admiráveis?

Sem dúvida, seria imprudente, ou ainda totalmente insensato, reivindicar limites ao poder do primeiro autor de todas as coisas; mas, unicamente por isso, ninguém pode ousar dizer que esse poder infinito não quisesse que a própria natureza mostrasse o que ela queria.

Sendo assim, se eu descobro que a própria natureza opera todas as maravilhas que acabo de citar; que ela criou a organização, a vida, o próprio sentimento; que ela multiplicou e diversificou, dentro de limites que não nos são conhecidos, os órgãos e faculdades dos organismos [*corps organisés*] os quais ela apoia e propaga a existência; que criou nos animais, somente pela via da vontade, que estabelece e direciona os hábitos, a fonte de todas as ações, de todas as faculdades, das mais simples às que constituem o instinto, a competência finalmente o raciocínio; não deverei reconhecer nesse poder da natureza, quer dizer, na ordem das coisas existentes, a execução da vontade de seu autor sublime, que pôde ter desejado que ela tivesse essa faculdade?

Admirarei menos a grandeza do poder desta primeira causa de tudo, se ele quis que as coisas fossem assim? Se, pelos atos de sua vontade, ela ocupou-se e se ocupa ainda continuamente dos detalhes de todas as criações particulares, de todas as variações, de todos os desenvolvimentos e aperfeiçoamentos, de

todas as destruições e de todas as renovações; em suma, de todas as mutações que geralmente correm nas coisas que existem?

No entanto, eu espero provar que a natureza possui os meios e as faculdades necessárias para produzir ela mesma o que admiramos nela.

Mas, ainda objetamos tudo isso que vemos anunciado, relativo ao estado dos seres vivos [*corps vivans*], uma constância inalterável na conservação de sua forma; e pensamos que todos os animais cuja história nos foi transmitida, depois de dois ou três mil anos, são sempre iguais, e não perderam nada, nem adquiriram nada no desenvolvimento de seus órgãos e na forma de suas partes.

Além disso, essa aparente estabilidade passa, depois de muito tempo, por uma verdade de fato, nós apenas tentamos registrar evidências particulares de um relatório sobre as coleções de história natural do Egito descritas pelo Sr. Geoffroy. Os relatores se expressam da seguinte forma:

“A coleção tem antes isso de particular, que podemos dizer que ela contém animais de todos os séculos. Já faz muito tempo que nós procuramos saber se as espécies mudam de forma ao longo do tempo. Essa questão, fútil em aparência é, entretanto, essencial à história da terra [*l’histoire du globe*], e consequentemente, à solução de mil outras questões, que não são estranhas, aos mais sérios objetos da veneração humana.”

“Nunca estivemos tanto ao alcance de decidi-la para um grande número de espécies admiráveis e para milhares de outras. Parece que a superstição dos antigos Egípcios foi inspirada pela natureza, em vistas a deixar um monumento de sua história.”

“Não podemos, continuam os relatores, dominar os impulsos de sua imaginação, visto que nós ainda vemos conservados com os detalhes dos ossos, os mínimos pelos, e perfeitamente reconhecível, tal animal que havia, há dois ou três mil anos, em Tebas ou Mênfis, de sacerdotes ou altares. Mas sem nos perdermos em todas as ideias que essa aproximação faz surgir, limitar-nos-emos a vos expor de que resulta desta parte da coleção do senhor M. Geoffroy que esses animais são perfeitamente semelhantes aos de hoje” (Anais do Museu de Hist. Natur., vol. I, p. 235 e 236).

Eu não me recuso a acreditar na conformidade de semelhança desses animais com indivíduos da mesma espécie que vivem hoje. Assim, os pássaros que os egípcios adoravam e embalsamaram, há dois ou três mil anos, ainda são bastante semelhantes aos que vivem atualmente neste país.

Seria certamente muito singular que isso fosse de outra forma, já que a posição do Egito e seu clima ainda são muito próximos daquela época. Logo, os pássaros que vivem lá se encontram ainda nas mesmas circunstâncias em que estavam, e não puderam ser forçados a mudar seus hábitos.

Além disso, quem não sente que os pássaros que podem facilmente se locomover e escolher os lugares que lhes convêm, estão menos sujeitos que outros animais às variações das circunstâncias locais, e por conseguinte [são] menos perturbados em seus hábitos.

Não há nada, de fato, na observação que acaba de ser relatada, que seja contrária às considerações que expus sobre este assunto, e, acima de tudo, que prove que os animais dos quais se tratam existiram o tempo todo na natureza;

ele prova somente que eles frequentam o Egito há dois ou três mil anos atrás; e qualquer homem que tenha algum hábito de refletir, e ao mesmo tempo de observar isso que a natureza nos mostra dos monumentos de sua antiguidade, aprecia facilmente o valor de uma duração de dois ou três mil anos em relação a ela.

Também, pode-se garantir que essa aparência de estabilidade das coisas na natureza, será sempre tida, da vulgaridade dos homens, por realidade; porque em geral, julgamos tudo apenas que em relação a si mesmo.

Para o homem que, a este respeito, não julga que apenas pelas mudanças que ele mesmo vê, os intervalos dessas mutações são estados estacionários que o parecem sem delimitação, devido à curta existência dos indivíduos de sua espécie. Assim, como o esplendor de suas observações, e as notas que de fato ele foi capaz de tomar em seus registros, não se estende e não volta que há alguns milhares de anos, o que é uma duração infinitamente grande em relação a ele, mas muito pequena em relação àqueles que veem as grandes mudanças que estão ocorrendo na superfície do globo; tudo lhe parece estável no planeta que ele habita, e ele está inclinado a repelir os indícios acumulados dos monumentos ao seu redor, ou enterrados no chão que ele pisa sob seus pés, que apresentam-lhe por toda parte.

As grandezas, em extensão e duração, são relativas: que o homem queira representar essa variedade, ele então se restringirá em suas decisões ao que diz respeito à estabilidade que ele atribui, na natureza, ao estado das coisas que lá observa (ver em minhas *Recherches sur les corps vivans*, o apêndice, p. 141).

Para aceitar a mudança imperceptível das espécies, e as mudanças que experimentam os indivíduos, à medida que são forçados a variar seus hábitos, ou a adquirir novos, não estamos reduzidos à única consideração de espaços de tempo demasiado pequenos que nossas observações podem abraçar para nos permitir perceber essas mudanças; pois além desta indução, muitos fatos recolhidos ao longo dos anos, esclareceram suficientemente a questão que eu examino, para que ela não permaneça indecisa; e posso dizer que agora nossos conhecimentos de observações estão muito avançados para que a solução buscada não seja evidente.

De fato, além de conhecermos as influências e as sequências das fecundações heteróclitas, nós sabemos positivamente hoje que uma mudança forçada e sustentada, nos habitats, e nos hábitos e modos de vida dos animais, opera, após um tempo suficiente, uma mutação notável nos indivíduos que se encontram expostos a ela.

O animal que vive livremente nas planícies onde geralmente pratica corridas rápidas; o pássaro cujas necessidades o colocam a atravessar sem cessar grandes espaços no ar; ao se encontrarem trancados, um nas jaulas de um zoológico ou em nossos estábulos, o outro em nossas gaiolas ou em nossos viveiros, são submetidos, com o tempo, a influências marcantes, sobretudo depois de uma série de renovações do estado que os fez adquirir novos hábitos.

O primeiro perde em grande parte sua leveza, sua agilidade; seu corpo engorda, seus membros diminuem em força e flexibilidade, e suas faculdades não são mais as mesmas; o segundo se torna pesado, mal pode voar, e ganha

mais carne em todas as suas partes. No sexto capítulo desta primeira parte, terei a oportunidade de provar, por fatos bem conhecidos, o poder de mudança das circunstâncias, para dar aos animais novas necessidades, e levá-los a novas ações; destas novas ações repetidas para resultar em novos hábitos e novas propensões; finalmente, aquele que emprega mais ou menos frequentemente tal ou tal órgão para modificar esse órgão, seja fortalecendo, desenvolvendo e estendendo, ou tornando enfraquecido, emagrecendo, atenuando e até mesmo fazendo-o desaparecer.

Em relação às plantas, veremos a mesma coisa no que diz respeito ao resultado das novas circunstâncias no modo de vida e no estado de suas partes; de forma que não ficaremos mais surpresos ao ver as mudanças consideráveis que operamos naquelas que cultivamos há muito tempo.

Assim, entre os seres vivos [*corps vivans*], a natureza, como eu já disse, nos oferece somente, de forma absoluta, indivíduos que se sucedem uns aos outros por gerações, e que vêm uns dos outros; mas as espécies, entre elas, têm unicamente uma consistência relativa, e são invariáveis apenas temporariamente.

Contudo, para facilitar o estudo e o conhecimento de tantos corpos diferentes, é útil dar o nome da espécie a toda coleção de indivíduos semelhantes, que a geração perpetua no mesmo estado, desde que as circunstâncias de sua situação não mudem o suficiente para variar seus hábitos, seus caracteres e sua forma.

Das chamadas espécies perdidas.

Ainda é uma questão para mim saber se os meios que a natureza tomou para garantir a conservação das espécies ou das raças, foram tão insuficientes, que raças inteiras estão agora dizimadas ou perdidas.

No entanto, os restos fósseis que encontramos enterrados no solo em tantos lugares diferentes, nos oferecem os restos de uma multitude de animais diversos que existiram, e entre os quais se encontram apenas em número muito pequeno dos quais conhecemos agora análogos vivos perfeitamente semelhantes.

Podemos então concluir, com alguma aparência de fundamento, que as espécies que encontramos no estado fóssil, e das quais nenhum indivíduo vivo e completamente semelhante nos é conhecido, não existem mais na natureza? Ainda há tantas porções da superfície da terra onde não penetramos, tantas outras que os homens capazes de observar não atravessaram senão rapidamente, e tantas outras ainda, como as diferentes partes do fundo do mar, nas quais temos poucos meios para reconhecer os animais que ali se encontram, que esses diferentes lugares poderiam bem esconder espécies que não conhecemos.

Se existem espécies realmente perdidas, estas não devem estar, sem dúvida, que entre os grandes animais que vivem nas regiões secas da terra, onde o homem, pelo império absoluto que lá exerce, foi capaz de destruir todos os indivíduos de algumas daquelas que ele não quis conservar nem reduzir à domesticação. Daí a possibilidade de que animais do gênero paleotério, anoplotério, megalonix, megatério, mastodonte do Sr. Cuvier, e algumas outras espécies de

gêneros já conhecidos, não existam mais na natureza: contudo, só há ali uma simples possibilidade.

Mas os animais que vivem no seio das águas, sobretudo das águas marinhas, e, além do que, todas as raças de pequeno tamanho que habitam a superfície da terra, e respiram o ar, estão protegidas da destruição de sua espécie pelo homem. Sua multiplicação é tão grande, e os meios que possuem de evitar suas perseguições ou armadilhas são tais, que não há forma alguma para que ele possa destruir a espécie inteira de qualquer um desses animais.

Só existem, portanto, os grandes animais terrestres que possam estar expostos, por parte do homem, à aniquilação de sua espécie. Assim pode ter ocorrido este fato; mas sua existência ainda não está totalmente comprovada.

No entanto, entre os restos fósseis que encontramos de tantos animais que existiram, existe lá um número muito grande que pertence a animais cujos análogos vivos e perfeitamente semelhantes não são conhecidos; e entre estes, a maioria pertence aos moluscos de concha, de modo que são somente as conchas que nos restam desses animais.

Ora, se muitas dessas conchas fósseis se mostram com diferenças que não nos permitem, de acordo com opiniões aceitas, olhá-las como análogas de espécies vizinhas as quais conhecemos, segue-se necessariamente que essas conchas pertencem a espécies realmente perdidas? Por que, então, estariam elas perdidas, visto que o homem não pôde operar sua destruição? Não seria possível, pelo contrário, que os indivíduos fósseis em questão pertencessem a espécies que ainda existem, mas que desde então mudaram, e deram origem às es-

pécies vizinhas atualmente vivas que encontramos? As considerações seguintes, e nossas observações no curso deste livro, tornarão essa suposição altamente provável.

Todo homem observador e instruído sabe que nada está constantemente no mesmo estado na superfície do globo terrestre. Tudo, com o tempo, sofre mutações diversas mais ou menos rápidas, dependendo da natureza dos objetos e das circunstâncias. Os lugares altos se degradam perpetuamente pelas ações alternativas do sol, das águas pluviais e ainda outras causas; tudo o que de lá se solta é arrastado para os lugares baixos; os leitos de riachos, rios, até os mares, variam em suas formas, profundidade e imperceptivelmente se deslocam; em poucas palavras, tudo na superfície da terra muda de situação, forma, natureza e aspecto, e nem mesmo os climas e suas variadas regiões são mais estáveis.

Agora, se, como eu tentarei fazê-los enxergar, as variações nas circunstâncias trazem para os seres vivos, e especialmente para os animais, mudanças em suas necessidades, hábitos e modos de vida; e se essas mudanças dão lugar a mudanças ou a desenvolvimentos nos órgãos e na forma de suas partes, deve-se sentir que imperceptivelmente todo e qualquer ser vivo [*corps vivant*] deve variar sobretudo em suas formas ou seus caracteres externos, ainda que essa variação se torne perceptível somente depois de um tempo considerável.

Que não nos surpreendamos mais se, entre os muitos fósseis encontrados em todas as partes secas do mundo, e que nos oferecem os restos de tantos animais que já existiram, há tão poucos dos quais reconhecemos os análogos viventes.

Se há, pelo contrário, algo que deva nos surpreender, é encontrar entre esses muitos restos fósseis de seres que já foram vivos, alguns cujos análogos ainda existentes nos sejam conhecidos. Este fato, que nossas coleções fósseis constata, deve nos fazer supor que os restos fósseis dos animais dos quais conhecemos análogos vivos, são fósseis menos antigos. A espécie à qual cada um deles pertence não teve ainda, sem dúvida, o tempo de variar em alguma de suas formas.

Os naturalistas que não perceberam as mudanças que ao longo do tempo a maior parte dos animais está sujeita a sofrer, querendo explicar os fatos relativos aos fósseis observados, bem como às reviravoltas reconhecidas nos diferentes pontos da superfície da terra, supuseram que tinha acontecido uma catástrofe universal em relação ao globo da terra; que moveu tudo, e destruiu uma grande parte das espécies que existiam.

É uma pena este meio conveniente de sair do constrangimento, quando se quer explicar as operações da natureza cujas causas não foram compreendidas, tenha fundamento apenas na imaginação que a criou, e não pode ser apoiada por qualquer evidência.

Catástrofes locais, como as produzidas por tremores de terra, vulcões e outras causas particulares, são bastante conhecidas, e pôde-se observar os distúrbios que elas causaram nos lugares onde ocorreram.

Mas por que supor, sem provas, uma catástrofe universal, quando o funcionamento da natureza mais conhecida, é suficiente para dar razão a todos os fatos que observamos em todas as suas partes?

Se considerarmos, por um lado, que em tudo o que a natureza opera, não faz nada abruptamente, e que em todos os lugares ela age lentamente e em graus sucessivos, e por outro lado, que as causas particulares ou locais de distúrbios, reviravoltas, deslocamentos, etc., podem dar razão a tudo o que observamos na superfície da nossa terra, e, no entanto, estão sujeitos às suas leis e a seu funcionamento geral, reconheceremos que não é de forma alguma necessário assumir que uma catástrofe universal veio derrubar e destruir uma grande parte das próprias operações da natureza.

Aqui está o suficiente sobre um assunto que não oferece nenhuma dificuldade para ser entendido. Consideremos agora as generalidades e os caracteres essenciais dos animais.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).