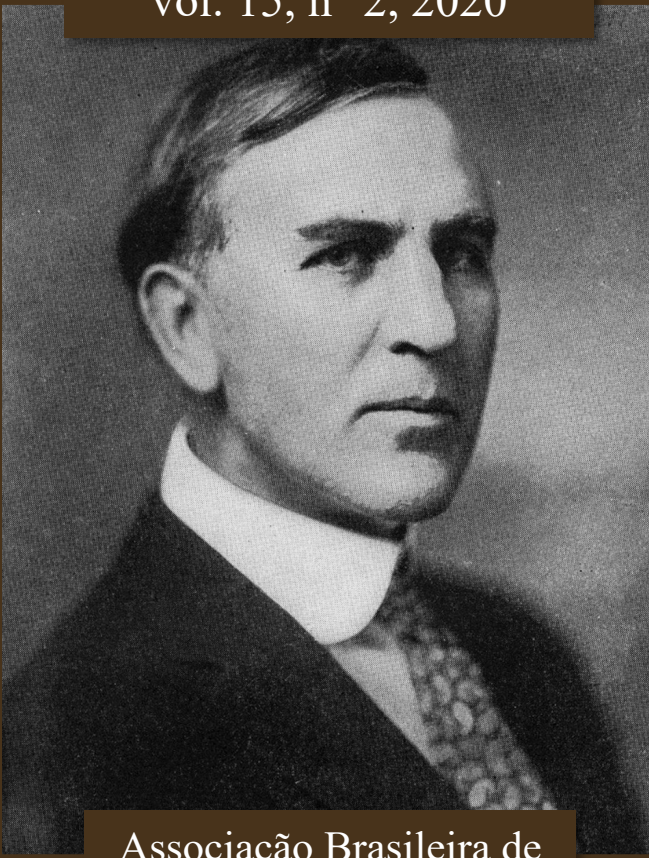


ISSN 1983-053X

Filosofia e História da
Biologia
vol. 15, nº 2, 2020



Associação Brasileira de
Filosofia e História da
Biologia – ABFHiB

 **FAPESP**

BOOKLINK

Filosofia e História da Biologia 15.2

Filosofia e História da Biologia

Volume 15, número 2

Jul.-Dez. 2020

Associação Brasileira de Filosofia e
História da Biologia – ABFHiB
<http://www.abfhib.org>

DIRETORIA DA ABFHiB (GESTÃO 2019-2021)

Presidente: Ana Maria de Andrade Caldeira (UNESP-Bauru)

Vice-Presidente: Maurício de Carvalho Ramos (USP)

Secretaria: Frederico Felipe de Almeida Faria (UFSC)

Tesoureira: Viviane Arruda do Carmo (GHTB/USP)

Conselheiros: Aldo Mellender de Araújo (UFRGS)

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (FFCLRP-USP)

Maria Elice Brzezinski Prestes (USP)

Nelio Marco Vincenzo Bizzo (USP)

A Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB) foi fundada no dia 17 de agosto de 2006, durante o *IV Encontro de Filosofia e História da Biologia*, realizado na Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo, SP. O objetivo da ABFHiB é promover e divulgar estudos sobre a filosofia e a história da biologia, bem como de suas interfaces epistêmicas, estabelecendo cooperação e comunicação entre todos os pesquisadores que a integram.

Filosofia e História da Biologia

Editoras: Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (FFCLRP-USP)

Maria Elice Brzezinski Prestes (USP)

Editor associado: Roberto de Andrade Martins (UNIFESP)

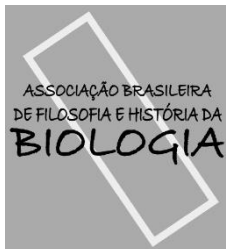
Conselho editorial: Aldo Mellender de Araújo (UFRGS), Ana Maria de Andrade Caldeira (UNESP), Charbel Niño El-Hani (UFBA), Douglas Allchin (UM-EUA), Garland E. Allen (Washington University in St. Louis, USA), Gustavo Caponi (UFSC), Marisa Russo (UNIFESP), Marsha L. Richmond (WSU-EUA), Maurício de Carvalho Ramos (USP), Nadir Ferrari (UFSC), Nelio Bizzo (USP), Pablo Lorenzano (UBA, Argentina), Palmira Fontes da Costa (UNL, Portugal), Ricardo Waizbort (Instituto Oswaldo Cruz), Sander Gliboff (IU-EUA), Susana Gisela Lamas (UNLP, Argentina).

ISSN 1983-053X

Filosofia e História da Biologia

Volume 15, número 2

Jul.-Dez. 2020



**Filosofia e História
da Biologia**

V. 15, n. 2, jul.-dez. 2020

Homepage:

<https://www.revistas.usp.br/fhb>

<http://www.abfhib.org/FHB/index.html>

e-mail da revista:

fil-hist-biol@abfhib.org

ABFHiB

Associação Brasileira de Filosofia e
História da Biologia

Caixa Postal 11.461

05422-970 São Paulo, SP

<http://www.abfhib.org/>

admin@abfhib.org

Copyright © 2020 Filosofia e
História da Biologia

Nenhuma parte desta revista
pode ser utilizada ou
reproduzida, em qualquer meio
ou forma, seja digital, fotocópia,
gravação, etc., nem apropriada
ou estocada em banco de dados,
sem a autorização da ABFHiB.

Editoras executivas:

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins

Maria Elice Brzezinski Prestes

Assistência de edição:

Tatiane Barbosa Martins

Editoração:

Fabio Fiss

Filosofia e História da Biologia. Vol. 15, número 2 (jul.-dez. 2020). São Paulo, SP: ABFHiB, 2020.

Semestral

x, 152 p.; 21 cm.

ISSN 1983-053X

1. Biologia – história. 2. História da biologia. 3. Biologia – filosofia. 4. Filosofia da biologia. I. Martins, Lilian Al-Chueyr Pereira. II. Prestes, Maria Elice Brzezinski. III. Martins, Roberto de Andrade. IV. Filosofia e História da Biologia. V. Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia, ABFHiB.

CDD 574.1 / 574.9

Filosofia e História da Biologia é indexada por:

Clase - <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

Historical Abstracts - <http://www.ebscohost.com/academic/historical-abstracts>

Isis Current Bibliography - <http://www.ou.edu/cas/hsci/isis/website/index.html>

Latindex-<http://www.latindex.unam.mx/buscaador/ficRev.html?opcion=1&folio=20393>

Philosopher's Index - <http://philindex.org/>

Sumário

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins e Maria Elice Brzezinski Prestes “Editorial”	vii
Adriano Perin, Érica Mastella Benincá e Mariana Nunes Teixeira “O anímico mecânico e o visível orgânico: a moderna abordagem do ser vivo no mecanicismo e na história natural” “The mechanical animic and the organic visible; the mod- ern approach of the living being in mechanicism and natural history”	137
Felipe de Lara Janz e Francisco Assis de Queiroz “Aspectos histórico-filosóficos acerca do julgamento da Lei de Biossegurança no Supremo Tribunal Federal e as pesquisas científicas com células tronco embrionárias no Brasil” “Historical-philosophical aspects of Biosafety Law judg- ment in the Supreme Federal Court and scientific research with embryonic stem cells in Brazil”	159
Osmar Cavassan e Veridiana de Lara Weiser “Eugen Warming: um dinamarquês desvenda o cerrado brasileiro” “Eugen Warming: a Danish unveils the Brazilian cerrado”	179

Rodrigo Bileri de Almeida	195
“A isonomia das espécies: uma perspectiva biológico-evolucionista para o biocentrismo”	
“The isonomy of species: a biological-evolutionist perspective for biocentrism”	
Tatiane Barbosa Martins e Lilian Al-Chueyr Pereira Martins	225
“Clements e o conceito de clímax”	
“Clements and the concept of clímax”	
William deJong-Lambert	257
“...this Brazilian venture...’ A brief biography of Theodosius Dobzhansky before his arrival in Brazil”	
“... este empreendimento brasileiro...’ Uma breve biografia de Theodosius Dobzhansky antes de sua chegada ao Brasil”	

EDÍTORIAL

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins
Maria Elice de Brzezinski Prestes

O volume 15, número 2, dá continuidade à nova fase de *Filosofia e História da Biologia* que passou juntamente com *Kbronos e Intelligere* a fazer parte dos periódicos do Centro Interunidade de História da Ciência (CHC) e a integrar o Portal de Revistas USP.

Com o intuito de promover a discussão de temas de interesse para a área em que se insere e suas interfaces epistêmicas, este fascículo apresenta seis artigos. Os temas neles abordados situam-se em termos cronológicos nos séculos XIX e XXI e compreendem história da evolução, história da genética, história da ecologia, bioética e filosofia da biologia.

Adriano Perin, Érica Mastella Benincá e Mariana Nunes Teixeira discutem sobre a abordagem dos seres vivos pelos teóricos do mecanicismo e da história natural, procurando esclarecer sobre os precedentes da autonomia científica posteriormente concedida à biologia.

Felipe de Lara Janz e Francisco Assis de Queiroz tratam do julgamento da Lei de Biossegurança no Supremo Tribunal Federal e o impacto sobre as pesquisas com células-tronco embrionárias no Brasil.

Osmar Cavassan e Veridiana de Lara Weiser abordam a carreira e interesses profissionais de Eugenius Warming, principalmente seus estudos sobre o cerrado.

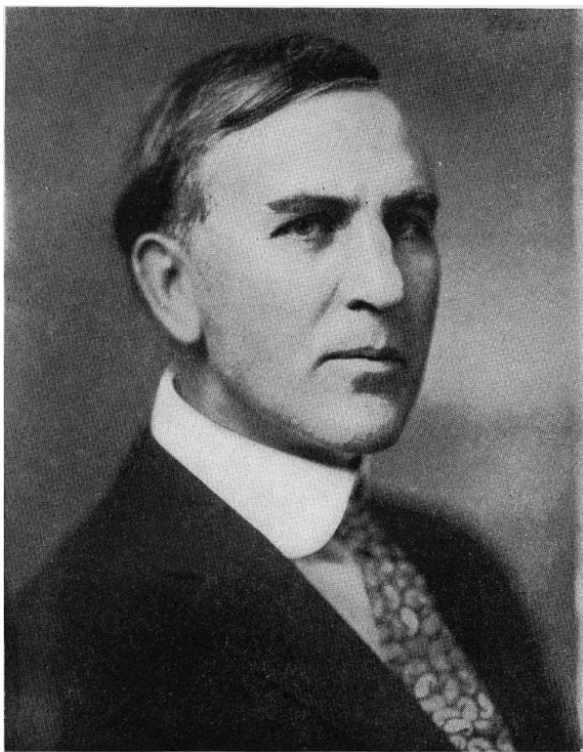
Rodrigo Bilieri de Almeida procura esclarecer se o antropocentrismo está fundamentado nos conhecimentos da Biologia Evolutiva ou se a racionalidade da Biologia Evolutiva se

aproxima do biocentrismo, a partir da análise dos argumentos de ambas as partes.

Tatiane Barbosa Martins e Lilian Al-Chueyr Pereira Martins analisam o desenvolvimento do conceito de clímax de Frederic Edward Clements nas três primeiras décadas do século XX e como essa contribuição foi recebida pela comunidade científica da época.

William deJong-Lambert discute sobre a vida e trabalho de Theodosius Dobzhansky no período que antecedeu suas visitas ao grupo de Dreyfus no Brasil.

Gostaríamos de agradecer a todos aqueles que participaram direta ou indiretamente deste volume em todas as etapas de sua organização, incluindo autores de artigos e particularmente àqueles que atuaram como árbitros pelos cuidadosos pareceres, contribuindo assim para a concretização dos objetivos da Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB).



Frederic Edward Clements (1874-1945)
Disponível em: [Wikimedia.org/wikipedia/commons](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Frederic_Edward_Clements.jpg)

O anímico mecânico e o visível orgânico: a moderna abordagem do ser vivo no mecanicismo e na história natural

Adriano Perin *

Erica Mastella Benincá **

Mariana Nunes Teixeira ***

Resumo: Este artigo aborda a consideração dos seres vivos pelos teóricos do mecanicismo e da história natural, com o objetivo de esclarecer os precedentes da autonomia científica posteriormente concedida à biologia. A primeira seção pondera sobre a abordagem mecanicista, quanto à sua substituição moderna da teoria animista e às suas especificações no pensamento de René Descartes (1596-1650) e Robert Boyle (1627-1691). A segunda seção toma em apreço a metodologia de observação do visível levada a cabo pelos teóricos da História natural, quanto aos elementos que possibilitaram o seu surgimento, à sua estrutura, ao seu caráter observacional assistemático e ao seu método específico. A conclusão apresentada é a de que as abordagens de mecânica e observacional dos seres vivos nos séculos XVII e XVIII contribuíram para a posterior constituição da biologia como campo de estudo.

Palavras-chave: Mecanicismo; História natural; Domínio orgânico; Idade moderna; Biologia

The mechanical animic and the organic visible: the modern approach of the living being in mechanism and natural history

* Instituto Federal de Santa Catarina - *Campus* Criciúma. Rodovia SC 443, 845, Km 1, Vila Rica, CEP 88813-600, Criciúma/SC. E-mail: adriano.perin@ifsc.edu.br.

** Instituto Federal de Santa Catarina - *Campus* Criciúma. Rodovia SC 443, 845, Km 1, Vila Rica, CEP 88813-600, Criciúma/SC. E-mail: erica.beninca@ifsc.edu.br.

*** Instituto Federal de Santa Catarina - *Campus* Criciúma. Estudante do Curso Técnico Integrado em Edificações. Rodovia SC 443, 845, Km 1, Vila Rica, CEP 88813-600, Criciúma/SC. E-mail: marianinha.lhu@gmail.com.

Abstract. This paper aims at considering the Modern authors of mechanism and natural history theories account of living beings trying to shed some light on the roots of biology as an autonomous science. First, it discusses the replacement of the mechanistic approach by animism focusing on René Descartes (1596-1650) and Robert Boyle (1627-1691) thinking. Second, it deals with natural history methodology of observing the visible. The research led to the conclusion that the 17th and 18th centuries mechanical and observational approaches of living beings contributed to the constitution of biology as a study field.

Key-words: Mechanicism; Natural history; Organic domain; Modern age; Biology

1 INTRODUÇÃO

A justificação dos seres vivos pode ser admitida como uma necessidade que abismou a existência humana desde os seus primórdios, que perpassa os diferentes períodos históricos dessa existência e, ainda e sempre, a acompanha e acompanhará. Neste artigo, investiga-se a justificação dos seres vivos na Modernidade quanto (i.) à sua equiparação/redução a criações humanas, nos autores que compreendem o mecanicismo, e (ii.) ao questionamento dessa investida, nos autores que problematizam a especificidade dos seres vivos na tradição da história natural.

A seção 2 é, então, dedicada à discussão da abordagem mecanicista. Num primeiro momento, especifica-se a teoria animista como núcleo de explicação dos seres vivos na Antiguidade e na Idade média. A fim de dar conta desse propósito, são apresentadas as posições dos principais pensadores desses períodos sobre a necessidade da compreensão de cada ser vivo a partir da atuação de um princípio motriz (*psychê* ou *anima*) da sua gênese e do seu desenvolvimento.

Num segundo momento, o mecanismo é apresentado como revide, na Modernidade, a tal teoria animista. Parte-se da consideração da amplitude de significado do termo “mecanicismo”. Garante-se que essa amplitude se deve à inexistência de uma consideração científica dos seres vivos (biologia) até o final do século XVIII. Aborda-se, por conseguinte, as duas principais contribuições no contexto do mecanicismo: a teoria dos animais-máquina, de René Descartes (1596-1650), e o holismo motor do universo, de Robert Boyle (1627-1691). Essa primeira seção se encerra com a colocação das restrições do mecani-

cismo e das reações a essas restrições. Assim, apresenta-se o questionamento aos racionalistas modernos quanto à consideração da formação dos corpos orgânicos a partir do movimento da matéria e da sua suposta organicidade mecânica. Nesse questionamento, apresenta-se o dinamismo como um intento intermediário de ligação do mecânico e do anímico e antecipa-se o vitalismo como teoria de estruturação da abordagem não mecanicista da história natural.

A seção 3 é dedicada à consideração dos seres vivos pelos teóricos da História Natural. Garante-se a história natural como uma abordagem enciclopédica (classificatória), constituída a partir da observação do visível. Concebe-se que essa abordagem não apenas sucedeu o mecanicismo, mas mesmo o procedeu e o acompanhou em termos de necessidade de categorização. Defende-se, assim, que, embora ela tenha tido mérito a partir da constatação das restrições das justificativas do mecanicismo, o seu surgimento se deu em função do método do fazer científico que caracteriza o pensamento moderno como um todo.

Inicialmente apresenta-se as invenções tecnológicas modernas, o sucesso das ciências físicas e as viagens exploratórias como elementos seminais para o progresso científico da história natural nos séculos XVII e XVIII. Justifica-se que esses três elementos possibilitaram a passagem do mecanicismo ao vitalismo. A nova tecnologia do visível, o progresso da sua teoria em termos da categorização do observável e as novidades observadas são, então, justificados como elementos motrizes de transferência dos seres vivos a uma nova ótica do científico: a organicidade observável. Especifica-se essa nova perspectiva quanto ao pensamento de Paul-Joseph Barthez (1734-1806), Denis Diderot (1713-1784) e Johann Friedrich Blumenbach (1752-1840) e defende-se que, a partir desses autores, a história natural se constitui como um empreendimento coevo a explicações mecanicistas, mas que prioriza a descrição do concreto e do visível. A seguir, discute-se a história natural quanto à especificidade da sua estrutura, à possibilidade das suas investigações assumirem caráter de sistema e ao método adotado por ela. Argumenta-se que a história natural foi estruturada principalmente a partir da observação do visível e que, para tal, ela adotou quatro variáveis: forma, quantidade, distribuição e grandeza. Defende-se que, em termos de representação visível dos seres vivos,

uma caracterização sistêmica da história natural atribui a tal representação negligência, arbitrariedade e relatividade. Com isso, concebe-se que seu método apresenta uma oposição característica ao sistema.

A seção 4 apresenta algumas considerações sobre o que foi discutido no artigo.

2 A CONSIDERAÇÃO MECANICISTA DOS SERES VIVOS NA MODERNIDADE

2.1 Mecanicismo: um termo polissêmico

Durante a Antiguidade e a Idade Média, homens, animais e plantas eram concebidos como animados ou dotados de auto-organização. De acordo com uma justificativa peculiar desses períodos do pensamento ocidental, todos esses seres seriam “vivos” justamente por possuírem um princípio motor que explicaria sua origem e seu desenvolvimento. Esse princípio foi concebido como *psychē* ou *anima*. Tem-se, então, em Platão, a definição de um ser dotado de tal princípio como *sōma empsychon*: um corpo com uma alma nele contida. (Platão, [Século IV], 2014, p. 208). Em Aristóteles (Nasc-morte), por sua vez, encontra-se a consideração de que a *psychē* é causa e princípio de algo que vive como soma. (Aristóteles, [séc. IV]. 2006, p. 222). Em Tomás de Aquino (1225-1274):

Os seres vivos considerados em conjunto, formam certo gênero de ser; portanto, ao estudá-los, a primeira coisa a fazer é considerar o que eles têm em comum [...]. O que eles têm em comum é um princípio de vida ou alma [anima]. (Aquino, [1268]. 1994, p. 2)

Pode-se dizer que que as concepções antigas e medievais sobre os seres vivos têm em comum que cada ser natural e o cosmo como um todo possuem forças internas de vários tipos responsáveis pelos vários fenômenos naturais. (Ramos, 2010, p. 164). Tal consideração está expressa no termo “animismo”, porque tais forças dos seres vivos são concebidas como sendo geradas por um elemento imaterial assumido como sua alma (*psychē* ou *anima*).

Essa visão animista passou a ser criticada por pensadores da Idade moderna.¹ Nesse sentido, cabem os seguintes questionamentos: 1. É viável tentar explicar o mundo a partir de uma visão orgânica, análoga ao organismo humano? 2. Será que uma visão tão subjetiva não é mais suscetível a cometer erros na compreensão do mundo tal como ele é? A partir dessas questões, René Descartes (1596-1650) desenvolveu um tipo de mecanicismo², que envolvia um reducionismo.

O reducionismo mecanicista expressava a ideia de que a compreensão do todo seria possível apenas por meio de uma análise progressiva de seus níveis de organização mais simples. Mayr explicou:

Os mecanicistas [...]consideravam que todos os fenômenos vivos deviam ser analisados até os elementos componentes de nível mais inferior, para mostrar que não restava resíduo algum após tudo ter sido explicado em termos de física e química. (Mayr, 2005, p. 84)

Em relação à presença da alma nos animais Descartes explicou:

É também digno de nota que há vários animais que testemunham em algumas de suas ações mais indústria do que nós. Vê-se, no entanto, que de modo algum a testemunham em muitas outras, de modo que, aquilo que eles fazem melhor do que nós, não prova que eles possuem espírito, pois, de acordo com isso, eles o teriam mais do que qualquer um de nós e fariam melhor todas as coisas. Prova, antes, que eles não o têm e que é a natureza que neles age, segundo a disposição de seus órgãos, assim como se vê que um relógio, composto apenas por rodas e molas, pode contar as horas e medir o tempo com

¹ De acordo com John H. Zammito, a tentativa de reabilitação do animismo levada a cabo pelo médico e químico alemão Georg Ernst Stahl (1659-1734) talvez tivesse escapado dessa crítica. Stahl admitia que dado que as “coisas vivas” (matéria ‘animada’) não poderiam ser entendidas como passivas, então “[...] apenas um princípio interno de auto-organização e manutenção garantiria o sentido dos fenômenos observados empiricamente”. Stahl teria optado pelo termo “anima”, ou ‘alma’ para sua própria exposição, mas ofereceu como sinônimos [desse termo] a noção hipocrática antiga de *physis* e numerosos outros. (Zammito, 2018, p. 25).

² Ao abordar o mecanicismo, é importante ter em mente que o termo pode se referir a diferentes pensamentos que surgiram durante a Idade Moderna, numa época em que o que chamamos hoje de “biologia” estava em uma espécie de “processo de formação”. O nascimento dessa ciência, de fato, constitui um acontecimento marcante da segunda metade do século XVIII e início do século XIX

mais precisão do que nós com toda nossa prudência. (Descartes, [1637], 2018, pp. 109-110)

Ora, para Descartes, a única diferença que poderia ser assumida entre seres autômatos e seres autônomos seria que os segundos apresentam uma organização mais complexa, já que seus corpos estão subordinados às leis da mecânica impostas por Deus. Nas palavras de Descartes:

Ouso dizer que não somente encontrei em pouco tempo o meio de satisfazer-me acerca das principais dificuldades que costumam ser tratadas em filosofia, mas também que notei certas leis que Deus estabeleceu de tal modo na natureza, cujas noções ele imprimiu em nossas almas, as quais, depois de refletir muito sobre elas, não poderíamos duvidar que não fossem exatamente observadas em tudo que existe ou que se faz no mundo. (Descartes, [1637], 2018, p. 97)

Descartes considerava que tais leis não deviam ser questionadas por conta de sua natureza divina. De acordo com Marjorie H. Greene e David Depew:

Ao negar qualquer singularidade aos seres vivos, Descartes também invoca considerações mecânicas no sentido de engenharia. Notoriamente, os animais para ele são meras máquinas, autômatos. [...] No entanto, projetados como são por um Deus infinito, os animais são máquinas infinitamente mais engenhosas do que as de nossa criação. Mas ainda assim são máquinas, cujos propósitos, presumivelmente, somente Deus sabe. É melhor não questionar, mas apenas seguir as operações mecânicas uma a uma. (Greene & Depew, 2004, p. 37)

No século XVII Nicolas Malebranche (1638-1715) comentou:

Então, nos animais, não há, como conceber ordinariamente, nem inteligência nem espíritos. Eles comem sem prazer, choram sem dor, crescem sem saber disso; eles nada desejam, temem e sabem; se eles agem de um modo que demonstra inteligência, é porque Deus, criando-os para preservá-los, fez os seus corpos de um modo tal que eles mecanicamente evitam o que é capaz de destruí-los. (Malebranche, [1694] 1980, p. 495)

Juntamente com a tentativa de negar qualquer organicidade dos animais, tem-se a negação da sua dor. Como resultado, a insensibilidade mecanicista estaria presente em qualquer prática que conside-

rasse esses seres vivos. A vivisseccção de um cachorro (Fig. 1), apresentada por Johannes Walaeus (1604-1649) em 1647 exemplifica tal indiferença.

Uma segunda noção de mecanicismo, de caráter mais amplo, foi introduzida por Robert Boyle (1627-1691) na Inglaterra, no final do século XVII. Para Boyle, a natureza seria análoga a um mecanismo motorizado, que se movia de forma autônoma a partir do movimento de suas partes. Em suas palavras:

A natureza é um ser mais sábio, que não faz nada em vão; que não perde de vista os seus fins; que (das coisas que ela pode fazer) faz sempre aquilo que é o melhor a fazer; e ela faz isso mediante os meios mais diretos ou abreviados, sem empregar quaisquer coisas de modo supérfluo, nem dependendo necessariamente das coisas; ela instrui e inclina todos os seus feitos para preservar a si mesma (Boyle, [1686], 1996, p. 32)

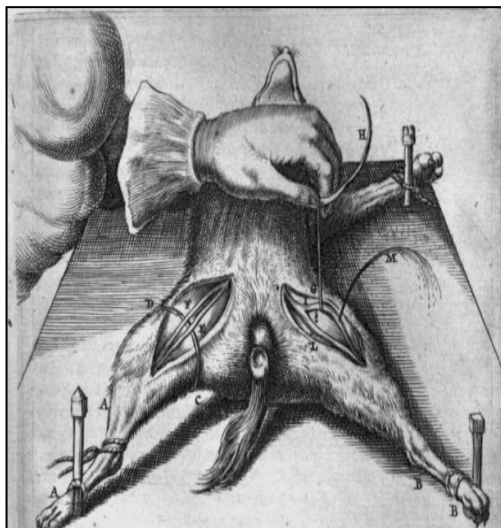


Fig. 1. Vivisseccção de um cachorro

Fonte: Walaeus, Johannes. *Epistola prima de motu chyli et sanguinis*, 1655, p. 541.

As partes desse mecanismo teriam sido planejadas por um artesão, Deus, para que executasse determinadas ações em situações específicas. Boyle assim se expressou:

Todas as coisas foram tão habilmente inventadas que, quando o motor é acionado, prosseguem de acordo com o projeto inicial do artífice. Os movimentos [...] não exigem (como aqueles dos bonecos) a interposição peculiar do artífice, ou de qualquer agente inteligente [...], mas desempenham suas funções em ocasiões particulares, em virtude da invenção geral e primitiva de todo o mecanismo. (Boyle,[1686] 1996, p. 13).

Ambas as versões utilizam analogias a maquinários, mas de formas diferentes. Enquanto Descartes interpretava os organismos vivos como engenhos, comparando seu funcionamento ao funcionamento de criaturas humanas, Boyle considerava a natureza, no seu todo, uma grande máquina dependente do bom funcionamento de suas partes. Em ambos os casos, nota-se a presença divina, ora criadora, ora idealizadora dos autômatos orgânicos, da grande máquina natural.

Além das posições acima exemplificadas, o mecanicismo apresentava condições favoráveis para o cultivo de outras opiniões e pontos de vista. Segundo Wilson Frezzatti Jr., os significados de mecanicismo podem variar de acordo com a visão levada em consideração:

Em uma visão muito ampla, o mecanicismo é identificado com o determinismo, ou seja, com a ideia de que os fenômenos vitais se produzem segundo uma ordem determinada e que as condições de sua aparição seguem a lei da causalidade. Ainda numa visão ampla, o mecanicismo pode significar simplesmente a negação a causas transcendentes. Há aqueles que se denominam mecanicistas porque consideram os seres vivos como máquinas compostas por roldanas, polias, tubos pneumáticos etc. (Frezzatti Jr., 2003, p. 439).

A ideia de reduzir o ser orgânico à natureza não viva, de modo a conservar a objetividade e a conseqüente diminuição de erros nas explicações sobre os temas biológicos, desenvolveu-se ao longo da Modernidade. Porém, ao mesmo tempo, tal ideia começou a mostrar falhas na justificação de alguns fenômenos essenciais para o entendimento da vida como, por exemplo, a geração e origem dos seres vivos. Afinal, como a matéria poderia se organizar de uma forma tão

específica e complexa, como a dos animais e plantas, partindo dessa concepção mecanicista?

2.2 O mecanicismo e a geração dos seres vivos

É fascinante a capacidade de reprodução dos seres organizados. Como é possível que um ser gere outro idêntico a si, ainda que, de certa forma, diferente? Como se dá a conservação das espécies e, ao mesmo tempo, a variabilidade? Se seres vivos surgem apenas de outros seres vivos, qual é a origem deles? Responder a essas questões foi o desafio que levou ao enfraquecimento da realidade reducionista imposta pelo mecanicismo e à necessidade de buscar alternativas a ela.

De fato, a explicação cartesiana para a formação dos corpos orgânicos a partir da movimentação da matéria não foi convincente para vários pensadores e naturalistas modernos. Afinal, como poderia apenas a matéria em movimento criar formas tão específicas e complexas como animais e plantas? Como explicar a impossibilidade de uma leoa gerar uma zebra? Ou seja, a exclusividade de um ser em conceber apenas indivíduos de sua espécie? Ora, a visão mecânica podia até justificar o funcionamento dos seres vivos, mas encontrava sérios obstáculos para explicar sua origem e geração³. No século XVII Ralph Cudworth (1617-1688) comentou que Descartes não havia explicado por que uma espécie não poderia ser formada a partir da semente de outra. (Cudworth, 1678; Ramos, 2010, pp. 22-23).

2.3 Reações ao mecanicismo

Como antes dito, a linha de pensamento mecanicista, principalmente a cartesiana, apresentava problemas ao explicar os fenômenos da geração, reprodução e a origem dos seres vivos por si só. Ao negar

³ Essa dificuldade também pode ser referida à adoção do mecanicismo na biologia contemporânea, adoção essa que teve seu auge nas décadas de 1980/1990, com o neodarwinismo, o sequenciamento genético, o escaneamento cerebral e a inteligência artificial. Com tais conhecimentos, esperava-se que a vida pudesse ser explicada por meio de mecanismos moleculares e neurais. No entanto, o que se obteve foi uma “avalanche de dados” que não explicam como os organismos adquirem suas formas ou herdaram seus instintos. (Sheldrake, 2013, pp. 13-14).

a ação de forças especiais de formação, o mecanicismo se vê pressionado a encontrar uma explicação que funcionasse de acordo com suas principais ideias, a saber, a subordinação do mundo dos seres organizados às leis mecânicas. É nesse contexto que surgiram outras teorias e concepções, algumas a partir do próprio mecanicismo, como o “dinamismo”, que preparou o terreno para o surgimento do “vitalismo”, outra concepção nas discussões da época.

O “dinamismo” surge como outra forma de mecanicismo, a partir da filosofia natural de Isaac Newton (1643-1727), que concebia a noção de uma força de atração que atuaria nos seres vivos. Ainda assim, esse pensamento não fugia à ideia de subordinação às leis naturais e matemáticas do mecanicismo tradicional. Por outro lado, o organismo já não era mais visto como uma máquina complexa, mas como um sistema dinâmico de substâncias ordenadas por forças de atração. No dinamismo, nota-se a tentativa de “fusão” ou “mediação” entre o extremo mecânico e o anímico, uma necessidade que viria a ser fixada com o surgimento do vitalismo. (Ramos, 2010, pp. 29-30).

O vitalismo traz a impossibilidade da redução dos seres vivos ao mecânico, às leis da física e da matemática. Segundo essa concepção, os organismos possuem uma força vital que garante a manutenção das espécies e a diversidade dentro e fora delas, assim como a continuidade do ciclo da vida. O domínio dos seres vivos passou a ter mais autonomia, uma vez que as forças vitais não poderiam ser subordinadas às leis da mecânica.

Na Faculdade de Medicina de Montpellier na metade do século XVIII, o vitalismo considerava que a matéria era dotada de um princípio de sensibilidade, regulado por leis não-mecânicas, que seria responsável pelo controle do movimento vital. Para Théophile de Bordeu (1722-1776), por exemplo, esse princípio: regulava “a incessante agitação e vibração a que o corpo vivo está submetido até suas mínimas partes” e “o conjunto das funções por meio de leis vitais diferentes das leis que regem os corpos não vivos”. (Bordeu, *apud*, Ramos, 2010, p. 33).

A ideia da existência de forças vitais independentes da física e da química pareceu promissora ao procurar solucionar questões que o mecanicismo não conseguia resolver. Johann Friedrich Blumenbach (1752-1840), por exemplo, concebia a *visus formativus*, uma força que

teria a função de gerar gradativamente e conservar a estrutura do ser vivo a partir da matéria seminal (Ramos, 2010, p. 34).

Teorias vitalistas como a de Blumenbach surgiram a partir da rejeição de outra teoria de cunho mecanicista, a pré-formação dos germes, formulada no final do século XVII. Segundo ela, todos os organismos existentes são pré-formados, ou seja, concebidos num único ato de criação. Esses organismos conteriam em si, também, os organismos que viriam a existir, completamente formados, ainda que em tamanho reduzido, e encaixados uns nos outros.

3 A CONSIDERAÇÃO DOS SERES VIVOS PELOS TEÓRICOS DA HISTÓRIA NATURAL

3.1 O surgimento da história natural

Antes do estabelecimento da biologia como ciência, os conteúdos acerca do mundo dos seres vivos se reuniam na história natural⁴, que contava com aderências metafísicas, teológicas e estéticas e apresentava uma metodologia essencialmente descritiva e de tendência enciclopédica (Santos, 2012, p. 21)⁵.

Para Foucault, a história natural nada mais é do que a nomeação do visível. Daí sua aparente simplicidade e esse modo de proceder que, de longe, parece ingênuo, por ser tão simples e imposto pela evidência das coisas. (Foucault, 2007, p. 181).

De acordo com Foucault, a metodologia descritiva do visível segue o procedimento indutivo proposto por Francis Bacon, no *Novum Organum*.

⁴ De acordo com Leonel dos Santos, “história natural” é um termo genérico utilizado na Modernidade que compreende as reflexões e doutrinas sobre os seres vivos, termo esse que remonta à obra *Historia Naturalis* de Plínio, o Velho (23-79 A. D.) (Santos, 2012, p. 21).

⁵ Conforme Michel Foucault: “Pretende-se fazer a história da biologia do século VIII, mas não se leva em conta que a biologia não existia e que a repartição do saber que nos é familiar há mais de 150 anos não pode valer para um período anterior” (Foucault, 2007, pp. 174-175).

O que as ciências precisam é de uma forma de indução que desmembre e analise a experiência e estabeleça conclusões necessárias baseadas em exclusões e rejeições apropriadas. Se a formade ajuizamento dos lógicos tem sido tão difícil e exigiu tanto esforço intelectual, que tamanho maior esforço deveríamos despende nesse outro ajuizamento que é inferido a partir não apenas das bases da mente, mas também das entranhas da natureza. (Bacon, [1620], 2000, p. 17)

Nas próximas seções discutiremos sobre o surgimento e o desenvolvimento da história natural. Primeiro, serão exploradas algumas situações que facilitaram o estudo dos seres vivos. Em seguida, o vitalismo será abordado de forma mais detalhada, a partir de Barthez, Diderot e Blumenbach. Por fim, serão discutidas as mudanças no modo de fazer história natural: a passagem da influência semântica à pura descrição do visível.

3.2 Amplitude e precisão na consideração dos seres vivos

Os séculos XVII e XVIII foram de grande importância para as ciências da vida. Foi nesse período que se manifestou uma “curiosidade nova”, que conferiu uma maior amplitude e precisão a essas áreas do conhecimento. Isso foi possível por vários motivos, mas podemos considerar três deles como principais: os privilégios novos da observação, o prestígio das ciências físicas e as grandes viagens de pesquisa ou exploração. (Foucault, 2007, pp. 171-172).

O desenvolvimento de instrumentos como o microscópio facilitou o trabalho dos naturalistas, tornando possível a visualização de novas realidades, como o mundo dos microrganismos, com as contribuições do século XVII de Robert Hooke (1635-1703) e a Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723).

A publicação da descrição de um microrganismo está entre as contribuições de Hooke. Em, *Micrographia* (1665), ele ilustrou as vistas microscópicas dos tecidos de vários “objetos biológicos”, como esponjas, algas, superfícies de folhas, cabelos, etc. Já Leeuwenhoek observou e descreveu os espermatozoides de animais, glóbulos vermelhos, protozoários e leveduras (Gest, 2004, p. 270).

Nesse contexto, não é descartada, ainda que discreta, a presença do mecanicismo cartesiano. Este pode ser considerado um instrumento de transferência desse método de racionalidade física ao âmbito dos seres vivos.

O terceiro elemento que inovou a consideração dos seres vivos foi o crescente interesse econômico pela agricultura e curiosidade em relação a animais e plantas exóticos, entre outros motivos, como o incentivo à organização de viagens exploratórias para pesquisa, como as de Tournefort⁶ (1656-1708) e Adanson⁷ (1727-1806), ao Oriente médio e ao Senegal, respectivamente. (Foucault, 2007, p. 172).

3.2.1 A passagem do mecanicismo ao vitalismo

O conflito entre mecanicismo e vitalismo já mencionado anteriormente, também representa um momento importante na história natural. Segundo Foucault, essa transição de um domínio de ideias para outro foi decisiva. Em suas palavras:

O mecanicismo cartesiano, que constituiu mais tarde um obstáculo, teria sido primeiro como que o instrumento de uma transferência, e teria conduzido, um pouco à sua revelia, da racionalidade mecânica à descoberta desta outra racionalidade que é a do ser vivo. (Foucault, 2007, p. 172).

A ascensão do vitalismo ocorreu século XVIII, com o declínio do mecanicismo cartesiano. A nova linha de pensamentos assumiu várias formas, apresentando diversas respostas às mesmas questões. O único modo de precisar o seu significado, enquanto proposta teórica de consideração dos seres vivos, parece ser, então, a sua especificação nas abordagens apresentadas pelos seus principais autores. Vejamos três deles.

Barthez, médico de Montpellier, defendia que não se pode atribuir os movimentos voluntários e involuntários do corpo humano a uma só entidade, mas sim, assumir dois princípios diferentes, de natureza oculta e cuja ação não seria mecânica. Barthez definiu tais entidades como: a “alma pensante” e o “princípio da vida”. O princípio da vida seria responsável por produzir vários movimentos nos órgãos do

⁶ Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708) introduziu a concepção do gênero como uma hierarquia perceptiva e mnemonicamente privilegiada imediatamente superordenada às espécies. (Atran, 1987, p. 202).

⁷ Michel Adanson (1727-1829) contribuiu para a taxonomia ao introduzir grupos equivalentes à ordem e família. (Martins da Silva et al, 2014, p. 28).

corpo, de modo a permitir a ação das funções vitais e, portanto, deveria ser (Waisse; Amaral; Alfonso-Goldfarb, 2011, p. 632).

Já para Denis Diderot (1713-1784), a matéria, fundamento das coisas naturais, seria dotada de um princípio de sensibilidade. Esse princípio, junto ao de energia, seria responsável pelas ações e reações dos seres. A memória, qualidade específica associada a esses dois princípios em alguns animais, como na espécie humana, seria responsável por guardar o registro das ações, possibilitando a reprodução dos efeitos da sensibilidade experimentados com antecedência de forma habitual, em situações semelhantes. Nas palavras de Camargo:

Pela memória o animal é capaz de agir e reagir habitualmente, reproduzir os efeitos da sensibilidade que experimentou, comunicando-se com os outros animais através de sons e gestos. Pela memória o animal é capaz de refletir. A organização peculiar à memória torna possível também a fundação de signos e a comunicação de sentimentos através da expressão articulada. (Camargo, 2016, p. 102).

Joahann Friedrich Blumenbach (1752-1840), por sua vez, propôs o termo *Bildungstrieb* (*Nisus formativus*), uma espécie de impulso presente em todos os seres vivos, desde seu nascimento que lhes atribui sua forma e a preserva ao longo da vida. Esse impulso também seria responsável pela restauração da forma, em caso de lesões. Blumenbach considerou, ainda, o *Bildungstrieb* como uma das primeiras causas de toda geração, nutrição e reprodução. (Blumenbach, 1789, pp. 12-13; Richards, 2000, p. 18).

Apesar dessas variações, pode-se dizer que a abordagem vitalista como um todo defendia, essencialmente, a autonomia da natureza e a irredutibilidade de seus domínios. Em todas as suas nuances, encontra-se a premissa principal da existência de uma força constante que regula as atividades vitais dos organismos.

3.2.2 A constituição da história natural

Não se deve considerar que história natural tenha surgido pela necessidade de solucionar os problemas que a física cartesiana não conseguia resolver porque, “a história natural de Ray, Jonston e Christophe Knaut, é contemporânea ao cartesianismo e não de seu fracasso”. (Foucault, 2007, p. 176). De acordo com Foucault, foi a partir da primeira metade do século XVII que a história natural passou a ser mais natural do que histórica. Antes, o naturalista buscava compilar a

maior quantidade de informações possíveis, normalmente obtidas por meio de pura observação e análise, desde detalhadas descrições dos componentes visíveis de um organismo (o caule de uma planta, a pata de um quadrúpede, etc.) às lendas, às virtudes e aos simbolismos atribuídos a ele. Ou seja, “[a] história de um ser vivo era esse ser mesmo, no interior de toda a rede semântica que o ligava ao mundo”. (Foucault, 2007, pp. 176-177).

Nas obras de Ulisse Aldrovandi (1522-1605) sobre os animais, por exemplo, é possível encontrar emblemas e símbolos, fábulas, hieróglifos, provérbios e presságios a eles relacionados. Aldrovandi promoveu, ainda, uma expansão da história natural enciclopédica, apresentando novos elementos à descrição dos seres orgânicos. O naturalista incluiu uma ilustração do esqueleto de uma raposa (Fig. 2), por exemplo, junto a outros trabalhos com base nos estudos anatômicos, o que não era comum na época. Nesse sentido, William Ashworth comentou:

Aldrovandi realmente fez muitos estudos anatômicos de animais, e foi um dos primeiros a fazê-lo, sendo que xilogravuras de esqueletos de vários espécimes estão espalhadas por toda a sua enciclopédia. É bastante apropriado que ele seja creditado por isso. (Ashworth, 1996, p. 33).

Com o passar do tempo, subtraiu-se a simbologia e as histórias, assim como as atribuições humanas feitas às plantas e aos animais, valorizando-se mais e mais a descrição, pura e fiel, do que é concreto, visível. A partir dos esqueletos de Aldrovandi, a história natural deixaria para trás as lendas, as superstições, as simbologias e as virtudes (elementos históricos, no sentido tradicional), e passaria a priorizar o que no ser vivo é palpável: sua forma, anatomia, hábitos e costumes, do nascimento até a morte. Nas palavras de Foucault:

Os documentos dessa nova história não são outras palavras, textos ou arquivos, mas espaços claros onde as coisas se justapõem: herbários, coleções, jardins; o lugar dessa história é um retângulo intemporal, onde, despojados de todo comentário, de toda linguagem circundante, os seres se apresentam uns ao lado dos outros, com suas superfícies visíveis, aproximados segundo seus traços comuns e, comisso, já virtualmente analisados e portadores apenas de seu nome. (Foucault, 2007, p. 179).

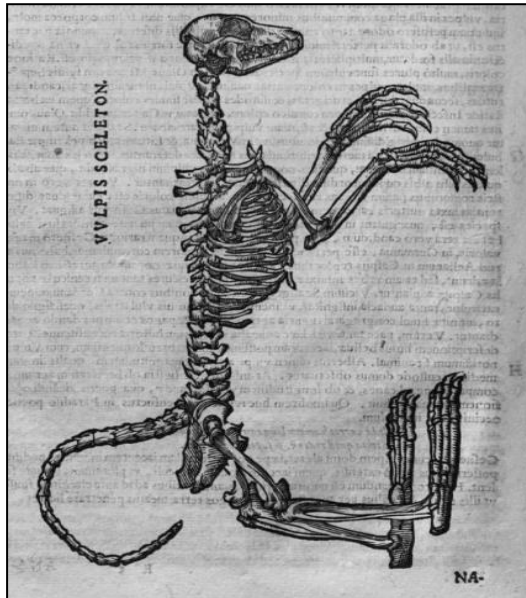


Fig. 2: Esqueleto da raposa

Fonte: Aldrovandi, Vlyssis. *De quadrupedibus digitatis viviparis*, 1637, p. 198.

3.3 A abordagem da história natural: estrutura, sistema e método

Vimos nas seções anteriores como os seres vivos eram considerados pela história natural e como alguns dos teóricos que contribuíram para o desenvolvimento, as bases para a biologia, como a conhecemos hoje. Mas, como era o método de análise dos naturalistas modernos? Por quais mudanças ele passou após a “reforma” na maneira de classificar informações úteis e inúteis? O que restou da exclusão das atribuições semânticas aos seres vivos?

A seguir, trataremos do objeto de estudo dos naturalistas modernos, que se basearam principalmente na observação do visível. Também abordaremos o conflito entre sistema e método – de acordo com a visão de Michel Foucault.

Para os adeptos dessa nova forma de fazer História Natural, algumas informações obtidas pelos sentidos (como o sabor, pelo paladar) seriam incertas, ou limitadas, tornando difícil chegar a uma análise universal. O tato se limitava à designação de diferentes texturas e a observação se encarregava do restante, ainda que nem tudo que oferecesse fosse utilizável. (Foucault, 2007, pp. 181-182).

Mesmo ao microscópio, que teria a capacidade de compensar as restrições da visão humana, ampliando as possibilidades de visibilidade ao permitir o acesso às estruturas mais reduzidas dos objetos, não foi requerido ultrapassar os limites do domínio da visibilidade, mas resolver o problema da manutenção das formas visíveis na sucessão das gerações (Foucault, 2007, p. 183).

Enquanto objeto de estudo da história natural: a estrutura ou a extensão da constituição dos seres vivos, envolvia quatro elementos: a forma, a quantidade, a distribuição e a grandeza. Juntos eles permitiriam uma descrição perfeita e universal de um ser específico, que permitiria reconhecê-lo imediatamente.

O conhecimento da estrutura facilitava a transcrição das características dos seres vivos à linguagem. Uma predefinição de tudo que é necessário ser observado e anotado certamente ajudava a organizar a maneira de distribuir informações sobre uma determinada espécie de planta, num livro sobre botânica, por exemplo.

Dada a enorme diversidade natural, um sistema de classificação, facilitaria muito o trabalho dos naturalistas. No sistema, se escolhe um conjunto finito e relativamente limitado de traços, a serem estudados em todos os indivíduos que os apresentam levando em conta sua constância e variação. São esses traços que irão definir o caráter (Foucault, 2007, p. 192).

O método utiliza uma forma de organização não por uma estrutura de variáveis predefinidas, mas pelas semelhanças “generalizáveis” entre certos seres, as quais são reveladas a longo prazo. Escolhe-se uma espécie de planta, ou animal, e faz-se sua descrição detalhadíssima. O processo irá se repetir nas próximas espécies analisadas, com a diferença de que serão excluídas as características repetidas a cada nova descrição, progressivamente revelando todas as desigualdades entre um ser vivo e outro. O agrupamento e a classificação das espécies são feitos a partir das semelhanças primordiais que indicam a

relação de parentesco entre os corpos analisados. (Foucault, 2007, p. 196).

Porém devido à grande quantidade de espécies o método exigiria um estudo *ad infinitum* para que se organizasse tudo de modo realmente efetivo. Para evitar o problema, Foucault sugere:

Admite-se que as grandes famílias [...] reconhecidas e cujas primeiras descrições definiram, como que às cegas, seus traços gerais. São esses traços comuns que se estabelecem agora de maneira positiva; depois, cada vez que se encontrar um gênero ou uma espécie que [...] os apresenta, bastará indicar por qual diferença eles se distinguem dos outros que lhes servem como que de circuito natural. (Foucault, 2007, p. 196-197).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa mostrou que o mecanicismo envolve uma polissemia que reflete o caráter físico-matemático das ciências nos primórdios da Modernidade. e que a história natural constituiu o primeiro impulso de questionamento desse caráter no que tange à consideração dos seres vivos.

Considerou-se que, em Descartes e Boyle, houve uma tentativa-mecanicista de entender o ser vivo. Apesar de suas explicações terem apresentado diferenças (Descartes comparava o funcionamento dos organismos vivos a autômatos e Boyle considerava a natureza, em seu todo, uma grande máquina que dependia do bom funcionamento de suas partes), ambos se valiam da dependência última a um ser divino como fundamento de explicação.

No que diz respeito à justificação dos seres vivos pelos teóricos da história natural, assegurou-se que essa vertente apresentava uma metodologia para justificação dos seres vivos que, a pesar de não excluir e mesmo se valer da abordagem mecanicista, tomava como princípio norteador um elemento que não poderia estar presente na tentativa de redução desses seres ao mecânico: a observação do visível.

Foucault na condição de intérprete do desenvolvimento histórico das ciências na Modernidade, apresenta uma posição particular sobre a consideração dos seres vivos, a qual não é consensual entre os historiadores da ciência: a biologia não existiu antes do século XIX. Neste trabalho, defendeu-se que, não obstante as abordagens mecâni-

ca e observacional dos seres vivos nos séculos XVII e XVIII terem individualmente contribuído para a posterior constituição da biologia como campo de estudo, a constituição científica da biologia como ciência só seria efetivada, no século seguinte, a partir da congruência dessas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Santa Catarina, pelo financiamento da pesquisa, por meio do edital 02/2019/PROPMI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDROVANDI, Vlyssis. *De quadrupedibus digitatis viviparis*. Bologna: Nicolaum Tebaldinum, 1637.
- AQUINO, Tomás de. *Commentary on Aristotle's De Anima*. [1268]. Trad. Kenelm Foster; Silvester Humphries. South Bend: St Augustine's Press, 1994.
- ARISTÓTELES. *De anima*. [Sec. IV a. C.]. Trad. Maria Cecília Gomes dos Reis. São Paulo: Ed. 34, 2006.
- ASHWORTH, William B. Emblematic natural history of the Renaissance. Pp. 17-81, *in*: JARDINE, Nicholas; SECORD, James A.; SPARY, Emma C. (eds.). *Cultures of natural history*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- ATRAN, Scott. Origin of the species and genus concepts: an anthropological perspective. *Journal of the History of Biology*, **20** (2): 195-279, 1987.
- BACON, Francis. *The new organon*. [1620]. JARDINE, Lisa; SILVERTHORNE, Michael (eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- CAMARGO, David Ferreira. *Desenvolvimento da ideia de sensibilidade em Diderot: o sonho de d'Alembert e o paradoxo sobre o comediante*. São Carlos, 2016. Dissertação (mestrado em Filosofia) – Universidade federal de São Carlos.
- BOYLE, Robert. *A free enquiry into the vulgarly received notion of nature*. DAVIS, Edward B.; HUNTER, Michael (eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- DESCARTES, René. *Discurso do método & Ensaios* [1637]. Trad. César Augusto Battisti, Érico Andrade, Guilherme Rodrigues Neto, *Ma-*
Filosofia e História da Biologia, v. 15, n. 2, p. 137-157, 2020.

- risa Carneiro de Oliveira Franco Donatelli, Pablo Rubén Mariconda, Paulo Tadeu da Silva. São Paulo: UNESP, 2018.
- FOUCAULT, Michel. *As palavras e as coisas*. Trad. Salma Tannus Muchail. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- FREZZATI JR. Haeckel e Nietzsche: aspectos da crítica ao mecanicismo no século XIX. *Scientiae Studia*, **1** (4): 435-461, 2003.
- GEST, Howard. The discovery of microorganisms revisited. *ASM News*, **70** (6): 269-274, 2004.
- GREENE, Marjorie Hatfield; DEPEW, David. *The philosophy of biology: an episodic history*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- JACOB, Francois. *A lógica da vida: uma história da hereditariedade*. Trad. Ângela Lourenio de Souza. 2 ed. Rio de Janeiro: Graal, 2001.
- MALEBRANCHE, Nicolas. *The search after truth*. Trad. Thomas M. Lennon; Paul J. Olscamp. Columbus: the Ohio State University Press. 1980.
- MARTINS-DA-SILVA, Regina Célia Viana; FERNANDES, M. M.; MARGALHO. L. F. *Noções morfológicas e taxonômicas para identificação botânica*. Belém: Embrapa, 2014.
- MAYR, Ernst. *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. Trad. Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- PLATÃO, *Sofista*. [Séc. IV a. C.] Trad. Edson Bini. São Paulo: Edipro, 2014.
- RAMOS, Maurício de Carvalho. *O ser vivo*. São Paulo: Martins Fontes, 2010.
- RAMOS, Maurício de Carvalho. Uma abordagem filosófica dos problemas da biologia em seu contexto histórico: Mecanicismo e Vitalismo. Pp. 161-172, in: CARVALHO, Marcelo; CORNELLI, Gabriele. *Filosofia: conhecimento e linguagem*. Cuiabá: Central de texto, 2013.
- RICHARDS, Robert J. Kant and Blumenbach on the Bildungstrieb: a historical misunderstanding. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, **31** (1): 11–32, 2000.
- SANTOS, Leonel Ribeiro. A formação do pensamento biológico de Kant. Pp. 17-81, in: MARQUES, Ubirajara Rancan de Azevedo (org.). *Kant e a biologia*. São Paulo: Barcarolla, 2012.

- SHELDRAKE, Rupert. *Uma nova ciência da vida: a hipótese da causação formativa e os problemas não resolvidos da biologia*. Trad. Marcelo Borges. São Paulo: Cultrix, 2013.
- WAISSE, Silvia; AMARAL, Maria Thereza Cera Galvão do; ALFONSO-GOLDFARB, Ana M. Raízes do Vitalismo francês: Bordeu e Barthez, entre Paris e Montpellier. *História, Ciências, Saúde*, **18** (3): 625-640, 2011.
- WALAEUS, Johannes. Epistola prima de motu chyli et sanguinis. Pp. 531-565, *in*: BARTHOLIN, Thomas. *Anatomia reformata*. The Hague: Adrianus Vlacq, 1655.
- ZAMMITO, John H. *The gestation of German biology: philosophy and physiology from Stahl to Schelling*. Chicago and London: The University of Chicago Press, 2018

Data de submissão: 17/12/2019

Aprovado para publicação: 01/08/2020

Aspectos histórico-filosóficos acerca do julgamento da Lei de Biossegurança no Supremo Tribunal Federal e as pesquisas científicas com células tronco embrionárias no Brasil

Felipe de Lara Janz *
Francisco Assis de Queiroz **

Resumo: Em 2008, o Supremo Tribunal Federal (STF) decidiu pela improcedência da Ação Direta de Inconstitucionalidade, sobre o art. 4º da Lei de Biossegurança e a conseqüente aprovação do uso de células tronco embrionárias (CTE) no Brasil. Diante disso, as pesquisas com células tronco embrionárias foram autorizadas, gerando assim enormes expectativas a respeito da descoberta e do desenvolvimento de novas terapias, a fim de curar e/ou auxiliar no tratamento de diversas doenças. Passados mais de dez anos, este trabalho busca analisar os votos proferidos pelos juízes da Corte, a fim de identificar quais fatores foram mais preponderantes na escolha de tais decisões e em quais etapas encontram-se as pesquisas com células tronco embrionárias no Brasil. Nota-se, através das discussões feitas em audiência pública, pela mídia e votação no plenário do STF, que a ideia de progresso, do utilitarismo, do imediatismo e a confiança na ciência foram determinantes na aprovação da nova Lei. Apesar do aumento de recursos aplicados posteriormente, as promessas terapêuticas iniciais ainda não foram estabelecidas, as pesquisas realizadas são, na maioria, experimentais. As células tronco embrionárias foram, em boa parte, substituídas por células adultas reprogramadas e as dificuldades

* Universidade de São Paulo. Pós-doutorando na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Endereço: R. Dr. Seng, 152, CEP: 01331-020, São Paulo, SP. E-mail: fljanz@gmail.com.

** Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de História. Endereço: Rua do Lago, 717, CEP: 05508-900, São Paulo, SP. E-mail: frantota@uol.com.br.

técnicas de isolamento, manutenção e diferenciação *in vitro* destas células somam-se como barreiras a serem ainda transpostas.

Palavras-chave: Células tronco embrionárias; Lei de Biossegurança; Biotecnologia, História da Ciência.

Historical-philosophical aspects of Biosafety Law judgment in the Supreme Federal Court and scientific research with embryonic stem cells in Brazil

Abstract: In 2008, the Federal Supreme Court (FSC) decided that the Direct Action of Unconstitutionality, regarding art. 4 of the Biosafety Law and the consequent approval of embryonic stem cells (ESC) in Brazil. Therefore, research with embryonic stem cells was authorized, thus generating huge expectations regarding discovering and developing new therapies to cure and assist in several diseases. After more than ten years, this work aims to analyze the votes cast by the Court's judges, to identify which factors were most prevalent in choosing such decisions and in which stages the research with embryonic stem cells in Brazil is. Through the discussions held in public hearing, by the media and voting in the plenary session of the FSC, the idea of progress, utilitarianism, immediacy, and confidence in science was decisive in the approval of the new Law. Despite the increase in resources applied later, there was no implementation of the initial therapeutic promises. The research carried out is mostly experimental. In most cases, reprogrammed adult cells replace embryonic stem cells. Technical difficulties of isolation, maintenance and differentiation *in vitro* of these cells are barriers yet to overcome.

Keywords: Embryonic stem Cells; Biosafety Law; Biotechnology, History of Science.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho propõe-se a investigar, sob uma perspectiva histórico-filosófica, um importante fato relacionado à ciência e biotecnologia em nosso país: a votação da Lei 11.105/2005, conhecida como Lei de Biossegurança, no Supremo Tribunal Federal (STF), que liberou as pesquisas com células tronco embrionárias em 2008.

As descobertas feitas ao redor do mundo nas últimas duas décadas acerca das características celulares e moleculares das células tronco embrionárias (CTE) tornaram-nas uma potencial ferramenta terapêutica para diversos tipos de doenças, até então, sem tratamento definitivo. Mas se de um lado avista-se a cura para males, outrora infundáveis, temos na contramão aspectos bioéticos, religiosos,

jurídicos e científicos que se configuram como entraves para o desenvolvimento das pesquisas. Sabe-se que para a obtenção das células tronco embrionárias é necessária a destruição do embrião e, daí, surgem questionamentos e discussões que podem envolver diversos setores da sociedade, como de fato ocorreu no Brasil, onde a decisão final coube a máxima instância jurídica do país, o STF.

Para cumprir nossos objetivos, iniciamos com a exposição dos conceitos gerais sobre as células tronco e, em seguida, analisamos a legislação já existente sobre o tema em nosso país e a, então promulgada, Lei de Biossegurança. Percorremos o caminho de debates realizados com destaque para a primeira audiência pública realizada pelo STF até culminar na votação realizada na Suprema Corte. Relevância foi dada à análise dos votos proferidos pelos juízes, em 2008, a fim de identificar quais argumentos foram mais preponderantes em cada sentença. Por fim, traçamos um panorama da atual situação das pesquisas com células tronco embrionárias no Brasil.

Dentre os principais questionamentos que permearam as discussões, tanto as dos ministros da Suprema Corte quanto as dos autores deste artigo destacam-se: o embrião, mesmo sendo extracorpóreo e fertilizado *in vitro*, já se configura como vida? A vida humana iniciar-se-ia desde o momento da fecundação, configurando-se, assim, a formação de um novo indivíduo, único e singular, que dessa forma deveria ser tutelado juridicamente pelo Estado? Poderiam as células tronco embrionárias serem trocadas por células tronco adultas com equivalência terapêutica nas pesquisas laboratoriais? O avanço científico e tecnológico em nome de um possível progresso satisfaz a aprovação de tal lei? Qual o papel da mídia, do mercado e de setores da sociedade civil em todo este processo? Os princípios bioéticos da autonomia, beneficência e não maleficência foram respeitados?

Outras indagações importantes que nortearam a pesquisa bibliográfica deste trabalho, no período após a aprovação da lei, foram: em quais etapas encontram-se as pesquisas com células tronco embrionárias no Brasil passados mais de 10 anos da votação? Por que as pesquisas com células tronco embrionárias não avançaram como anunciado?

Foi utilizado neste trabalho, como fonte histórica, uma cópia digitalizada com todos os votos preferidos pelos ministros da Corte,

na íntegra, disponibilizada pelo setor de comunicação do STF após contato via sítio e correio eletrônicos. Também foram feitas pesquisas de revisão bibliográfica em bancos de dados científicos eletrônicos, como Scielo e Pubmed, para coleta de artigos científicos, bem como a utilização de livros que disponibilizaram o arcabouço teórico para a discussão sobre o tema em questão.

2 CÉLULAS TRONCO: SEMIÓTICA E CLASSIFICAÇÃO

A primeira utilização do termo célula tronco em comunicação científica foi feita por Ernst Haeckel (1834-1919), então professor na Universidade de Jena. Haeckel referiu-se em suas palestras (1868) a organismos unicelulares - que se acreditava serem ancestrais filogenéticos de organismos multicelulares - como *Stammzellen* (células tronco). Em 1877, ele aplicou o nome *Stammzelle* para descrever o óvulo fertilizado como a célula de origem de todas as outras células de um organismo animal ou humano (Haeckel, 1877, p. 410).

Atualmente as células tronco são definidas como aquelas capazes de autorrenovação ilimitada ou prolongada através de divisões mitóticas assimétricas e passíveis de originar pelo menos um tipo celular em estágio mais avançado de diferenciação (Till & McCulloch, 1980). Elas são divididas em dois grandes grupos que dizem respeito ao seu local de origem: podem ser embrionárias, quando são derivadas da massa celular interna do embrião; e adultas, que são aquelas localizadas em estado mais diferenciado na maioria dos tecidos do organismo adulto (Vogel, 2000, p. 1418-1419).

Os embriões dos quais as células tronco embrionárias humanas são derivadas têm cerca de 4 a 5 dias e estão no estágio denominado de blastocisto (Odorico, Kaufmann & Thomson, 2001, pp. 193-194). As células tronco embrionárias são pluripotentes dotadas de grande plasticidade e uma ilimitada capacidade de proliferação *in vitro* sob estímulos, além da possibilidade de formar células derivadas dos três folhetos embrionários em cultura. Estas propriedades fazem com que estas células tenham se tornado a grande celeuma da biomedicina atual, com potenciais aplicações em especialidades variadas, sobretudo na área de medicina regenerativa (Maehle, 2011).

Contudo, a extração da massa celular interna que compõe o embrião na sua fase blastocística requer a destruição do mesmo por

meios físico-químicos. Outra característica importante é que para obtenção de uma única cultura proveniente deste tipo de células é necessária à utilização de um grande número de embriões devido à dificuldade do processo de isolamento e cultivo das mesmas (Deb & Sarda, 2008, p. 2). Estes fatos levantam uma série de discussões científicas, éticas, jurídicas e religiosas sobre a utilização ou não deste tipo de célula.

3 ASPECTOS DA “VELHA” E DA “NOVA” LEI DE BIOSSEGURANÇA

A Lei nº 8.974 promulgada em 1995, tratada aqui como “velha” Lei de Biossegurança, proibia a manipulação genética de células germinais e todo tipo de clonagem humana. Isso significava que era proibida a utilização de embriões humanos para produção de células tronco embrionárias, mesmo que para fins terapêuticos. A mesma Lei proibia o armazenamento e a manipulação de embriões humanos destinados a servir como material biológico. Essa mesma Lei concedia, em outro escopo legal, à Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTN-Bio), competência para autorizar a liberação de organismos geneticamente modificados (OGMs ou transgênicos) sem a necessidade de estudo prévio de impactos ambientais (Costa, 2009, p. 20).

Percebe-se que a legislação brasileira sobre biossegurança tratou desde o início, em um mesmo dispositivo legal, de dois temas distintos: uso de organismos geneticamente modificados – organismos vivos alterados por meio de engenharia genética – e, também, das atividades que utilizam embriões e células tronco embrionárias deles derivadas.

A Lei 11.105/2005 ou “nova” Lei de Biossegurança surge em substituição à Lei 8.974/1995. Nota-se que inicialmente o tema “organismos geneticamente modificados” era de maior importância para a esfera política: as grandes safras de soja transgênica no país e os problemas ambientais, por ela causados, contribuíram para a celeridade na criação de tal lei. Até então, o Governo Federal utilizava medidas provisórias para permitir, excepcionalmente, o plantio e a comercialização da soja transgênica no país (Cesarino, 2006, p. 185).

Entretanto, quando a tramitação do projeto de Lei de Biossegurança chegou na Câmara dos Deputados para apreciação e votação, todo o debate principal foi polarizado para a questão da liberação do

uso de embriões humanos e produção de células tronco embrionárias. A atuação dos grupos de pressão, formados por bancadas políticas associadas com a mídia, foi decisiva para tal inversão de prioridades. Segundo Said Farhat (2007) (*apud* Guedes e Vital, 2017, p. 378), um grupo de interesse é todo e qualquer conjunto de pessoas (físicas ou jurídicas) interligadas (formal ou informalmente) que se utiliza de meios humanos e materiais para atingir objetivos semelhantes. Quando esse conjunto de pessoas passou a agir no sentido de impor seus propósitos a toda sociedade, elas passaram formar um grupo de pressão. Agora o objetivo de tais grupos estava voltado para a possível liberação das células tronco embrionárias enquanto as discussões sobre os transgênicos ficaram em segundo plano, conforme relatam Rodrigo Dolabella, José Cordeiro de Araújo e Carmen Rachel Faria (2005).

As votações nas duas casas do Congresso Nacional aconteceram sob um forte aspecto emocional, com a presença planejada de cidadãos, inclusive crianças, portadores de doenças degenerativas, a pressionar, pela presença ou pelos discursos, os parlamentares que estavam a analisar a matéria. Agricultores/ruralistas e ambientalistas, naquele momento, deram vez a outra categoria de protagonistas, que agia como massa de manobra capaz de sensibilizar a opinião pública e os parlamentares em torno de esperanças, neles estimuladas pelas lideranças dos setores sociais interessados na aprovação do projeto de lei (Tagli-alena, 2006). Assim, em realidade, os transgênicos “pegaram carona” no tema células tronco (Dolabella, Araújo & Faria, 2005).

Em março de 2005, o projeto de Lei nº 11.105 foi aprovado na Câmara dos Deputados e sancionado pelo Presidente da República Luís Inácio Lula da Silva. Dias depois da sua regulamentação, o Procurador-Geral da República, Cláudio Fonteles, encaminhou ao Supremo Tribunal Federal um parecer favorável à Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI nº. 3.510) para suprimir o artigo 5º da Lei que permitia o uso de células tronco embrionárias para fins de pesquisas e terapias. Entendendo que a vida começa desde a concepção, Fonteles argumentou que tal artigo feria os princípios constitucionais do direito à vida e da dignidade da pessoa humana.

Art. 5º - É permitida, para fins de pesquisa e terapia, a utilização de células-tronco embrionárias obtidas de embriões humanos produzidos

por fertilização in vitro e não utilizados no respectivo processo [...] (Brasil, 2005)

4 PRIMEIRA AUDIÊNCIA PÚBLICA DA HISTÓRIA DO STF

Após aceitar o requerimento da Ação Direta de Inconstitucionalidade, o ministro relator Carlos Ayres Britto, diante de matéria: “de saliente importância, por suscitar numerosos questionamentos e múltiplos entendimentos a respeito da tutela do direito à vida” (STF, 2005), determinou a realização de audiência pública, que além de subsidiar os ministros do STF, possibilitaria maior participação da sociedade civil, dotando de maior legitimidade a decisão que fosse a ser tomada.

Tal decisão apoiou-se na Lei nº 9.868 de 1999, parágrafo 1º do seu artigo 9º, que estabelece:

Em caso de necessidade de esclarecimento de matéria ou de notória insuficiência das informações existentes nos autos, poderá o relator requisitar em audiência pública, ouvir depoimentos de pessoas com experiência e autoridade na matéria” (Brasil, 1999)

A indagação principal apontada pelo relator foi: “quando se inicia a vida e a partir de que etapa do desenvolvimento embrionário o embrião é pessoa humana merecedora da proteção do Estado?” Como citaria o próprio ministro mais tardiamente em seu parecer na corte: “no que tange à questão do início da vida a Constituição brasileira é de um silêncio de morte”.

Ocorreu então, em 2007, a primeira audiência pública da história do STF. Dela participaram diversos personagens, dentre pesquisadores e outras autoridades cientificamente reconhecidas na matéria, indicados pelo proponente, pelos requeridos e pelos *amici curiae*. Contudo a pergunta inicial proposta pelo ministro relator sobre o momento do início da vida não teve uma resposta definitiva.

Percebe-se que a audiência pública tem a indubitável vantagem de propiciar a abertura da interpretação constitucional que, por vias clássicas, limita-se à inferência dos juízes e aos procedimentos formalizados. Seu principal objetivo é, portanto, fomentar a democratização de dado processo constitucional. Outro fato importante a ressaltar é que, após essa primeira, as audiências tornaram-se bem mais frequentes, em

consonância com o crescimento do ativismo judiciário praticado pela Suprema Corte. Nos dias atuais, o STF tem se posicionado, não raramente, sobre temas diversos, muitas vezes adentrando nas esferas dos poderes Legislativo e Executivo. Adiciona-se a tudo isso a maior exposição midiática do Tribunal e de seus ministros, sobretudo a partir da transmissão ao vivo, pela TV Justiça, dos julgamentos ocorridos nas sessões plenárias, algo que já se incorporou ao cotidiano nacional (Monteiro, 2011).

5 PLACAR DA VOTAÇÃO

A votação iniciou-se em março de 2008, foi paralisada por um pedido de vistas e finalizada em maio do mesmo ano. Para seis ministros, portanto a maioria da Corte, o artigo 5º da Lei de Biossegurança não mereceu reparo. Votaram neste sentido os ministros Ayres Britto, Ellen Gracie, Carmen Lúcia, Joaquim Barbosa, Marco Aurélio e Celso de Mello.

Os ministros Cezar Peluso e Gilmar Mendes também disseram que a lei é constitucional, mas pretendiam que o Tribunal declarasse a necessidade de que as pesquisas fossem rigorosamente fiscalizadas do ponto de vista ético por um órgão centralizado.

Outros três ministros disseram que as pesquisas podem ser feitas, mas somente se os embriões ainda viáveis não forem destruídos para a retirada das células tronco embrionárias. Esse foi o entendimento dos ministros Menezes Direito, Ricardo Lewandowski e Eros Grau.

6 ANÁLISE DOS VOTOS PRFERIDOS NA CORTE

O ministro Ayres Britto, relator da ADI 3510, votou pela total im procedência da mesma, fundamentou seu parecer em dispositivos da Constituição Federal (CF) que garantem o direito à vida, à saúde, ao planejamento familiar e à pesquisa científica. Destacou, também, o espírito de “sociedade fraternal” preconizado pela CF, ao defender a utilização de células tronco embrionárias nas pesquisas para cura de doenças.

Qualificou a Lei de Biossegurança como um “perfeito” e “bem concatenado bloco normativo”. No seu entender, uma visão o ovo ou zi-

gato é a primeira fase do embrião humano, mas representa uma realidade distinta da pessoa natural, porque ainda não tem cérebro formado. Baseado em uma teoria genético-desenvolvimentista que expressa seus argumentos para dizer que a vida somente passará a existir quando o embrião se tornar sensível, isto é, quando o seu tecido nervoso estiver formado, o que dará ao feto sensações de dor e de prazer. Não obstante, a posição do Ministro, apoiou-se também na teoria natalista, considerando que o indivíduo será merecedor de proteção apenas após a concretização do nascimento com vida: “as pessoas físicas ou naturais seriam apenas as que sobrevivem ao parto, dotadas do atributo de personalidade civil”, descrito no artigo 2º do Código Civil (STF, 2008, p. 169).

A ministra Ellen Gracie votou a favor das pesquisas com células tronco embrionárias e afirmou que o uso dos embriões para fins científicos é: “infinitamente mais útil e nobre do que o descarte vão dos mesmos”. Argumentando em seu voto que: “a improbabilidade da utilização desses pré-embriões na geração de novos seres humanos também afasta a alegação de violação ao direito à vida”. Emprestou a definição de pré-embrião da legislação britânica, a qual permite a manipulação científica dos embriões oriundos da fertilização *in vitro*, desde que não transcorridos 14 dias contados do momento da fecundação (fase de pré-embrião). Em consonância com o relator a juíza conclui: “nem se lhe pode opor a garantia da dignidade da pessoa humana, nem a garantia da inviolabilidade da vida, pois, segundo acredito, o pré-embrião não acolhido no seu ninho natural de desenvolvimento, o útero, não se classifica como pessoa” (STF, 2008, p. 212).

Para o ministro Joaquim Barbosa a ideia do progresso da ciência foi preponderante; segundo o juiz a proibição das pesquisas com células embrionárias, segundo os termos da lei, significa: “fechar os olhos para o desenvolvimento científico e os benefícios que dele podem advir”. Nesse sentido o juiz assegura que legislação brasileira segue os critérios mínimos que têm sido exigidos por outros países que permitem a pesquisa envolvendo células tronco embrionárias. Para Joaquim Barbosa: “resulta cristalino que não é todo e qualquer embrião que poderá ser objeto de pesquisa científica, assim como não há obrigação alguma de que os genitores doem os seus embriões para a pesquisa” (STF, 2008, p. 465).

O ministro Cezar Peluso ressaltou que as pesquisas com células tronco embrionárias não ofendem o direito à vida porque os embriões congelados não equivalem a pessoas. Segundo o juiz: “os embriões isolados não são, já do ponto de vista biológico, portadores de vida atual, nem podem equiparar-se ou equivalerem a pessoas perfeitas, sequer no plano moral”; portanto, “não vejo como nem por onde a regra impugnada, que lhes dá análogo valor e qualificação ao incorporá-los na experiência jurídica, mutile ou ofenda o chamado direito à vida, objeto da tutela constitucional” (STF, 2008, p. 504).

O ministro Marco Aurélio em seu voto favorável às pesquisas com células tronco embrionárias afirmou que: “embriões usados para fins de pesquisa são obtidos de fertilização in vitro não há o que se discutir viabilidade, ou seja, a capacidade deles se tornarem humanos” (STF, 2008, p. 544). Segundo seu entendimento: “se não há útero e tem-se a confirmação dos doadores ou genitores que não vão implantá-los não há como haver a formação de um feto”. Também advertiu para o risco de o STF assumir o papel de legislador, ao propor restrições a uma lei que, segundo ele, fora aprovada com apoio de 96% dos senadores, 85% dos deputados federais e da maioria popular. Apoiando-se no pensamento rousseauiano de soberania popular, o juiz ressalta que: “diante da dúvida, recorre-se à maioria, não como certeza, mas como possibilidade, como preferível, como argumento convincente” (STF, 2008, p. 541).

O ministro Celso de Mello proferiu voto favorável às pesquisas centrado no imediatismo da utilização das células tronco embrionárias para aquelas pacientes sem tratamento: “permitirá a esses milhões de brasileiros, que hoje sofrem e que hoje se acham postos à margem da vida, o exercício concreto de um direito básico e inalienável que é o direito à busca da felicidade” e também “o direito de viver com dignidade, direito de que ninguém, pode ser privado.” Em seguida o ministro acenou para a importância da ciência na decisão de seu voto: “a presente controvérsia jurídica, mesmo que impregnada de evidente interdisciplinaridade temática, não pode nem deve ser reconhecida como uma disputa entre Estado e Igreja, entre poder secular e poder espiritual, entre fé e razão, entre princípios jurídicos e postulados teológicos” (STF, 2008, p. 557).

O ministro Ricardo Lewandowski julgou a referida ADI como parcialmente procedente, votando de forma favorável às pesquisas com as células tronco embrionárias. No entanto, restringiu a realização destas pesquisas a condicionantes variadas, seguindo uma interpretação constitucionalista. Fez em seu voto uma crítica gramsciana contra a ciência: "não obstante todos os esforços dos cientistas, a ciência jamais se apresenta como uma noção objetiva; ela aparece sempre revestida por uma ideologia". O ministro seguiu com seu alerta àqueles que creem na infalibilidade científica: "a ciência e a tecnologia, embora tenham, de um modo geral, ao longo de sua história, trazido progresso e bem-estar às pessoas, não constituem atividades neutras, nem inócuas quanto aos seus motivos e resultados. Elas tampouco detêm o monopólio da verdade". Finalizou sua exposição ressaltando que: "o desencanto das pessoas com a civilização centrada na tecnologia e um certo ceticismo quanto à visão panglossiana segundo a qual *scientia omnia vincit*" assumem uma posição vital nesta discussão e devem ser representados pelo uso da bioética e do princípio da precaução (STF, 2008, p. 381).

O ministro Menezes Direito fez em seu voto um alerta para o surgimento de uma possível nova eugenia e a necessidade da implantação de barreiras éticas nas referidas pesquisas: "observo, desde logo, que na lei brasileira sob exame não existe nenhum protocolo para orientar os procedimentos, que são hoje integralmente liberados ensejando os grandes riscos da má utilização que os contemporâneos do século XX já viveram, enlouquecidos pela purificação racial, na pior perspectiva para a grandeza infinita do ser do homem". O juiz seguiu seu raciocínio citando Edgar Morin a advertir que: "a ciência, aventura desinteressada, cai nas malhas dos interesses econômicos; a ciência, aventura apolítica, toma-se refém das forças políticas, em primeiro lugar pelo Estado". O ministro enfatizou que: "a Suprema Corte do Brasil está desafiando não é, portanto, uma questão religiosa. É uma questão jurídica, posta no plano da interpretação constitucional". Declara, ao fim, ser parcial a inconstitucionalidade do tema e que as células tronco embrionárias devem ser obtidas sem a destruição do embrião e as pesquisas devidamente aprovadas e fiscalizadas pelo Ministério da Saúde (STF, 2008, p. 265).

O ministro Eros Grau ressaltou em seu voto que: "intérprete do direito não se limita a compreender textos que participam de o mundo

do dever ser; há de interpretar também a realidade, os movimentos dos fatores reais do poder, compreender o momento histórico no qual as normas da Constituição e as demais são produzidas”. Para o ministro, “a Lei não opõe ciência e religião, porém religião e religião.” O juiz alerta que ao proferir a constitucionalidade da Lei de Biossegurança haverá a promessa de cura para várias doenças em questão de pouco tempo. O que, segundo ele, configura uma “típica indução ao erro mediante artifício retórico”. Continua em seu voto: “é necessário sopitarmos as expansões de infalibilidade de quem substitui a razão científica por inesgotável fé na Ciência, transformando-a em expressão de fanatismo religioso. Nem seria preciso, no exercício da prudência que nos cabe, levantarmos o véu que algo oculta sob o discurso que se diz ser científico. Quais interesses aí se manifestam, na escala que vai das patentes até o biopoder?” No fim, votou pela constitucionalidade do artigo 5º da Lei de Biossegurança, mas com ressalvas: haver fiscalização por Comitês de ética e pesquisa do Ministério da Saúde; admissão da fertilização de um número máximo de quatro óvulos por ciclo e a transferência, para o útero da paciente, de um número máximo de quatro óvulos fecundados por ciclo; a obtenção de células tronco embrionárias será admitida somente quando dela não decorrer a destruição do embrião (STF, 2008, p. 450).

A ministra Carmen Lucia acompanhou o parecer do relator e proferiu sua decisão também em uma perspectiva utilitarista e imediatista sobre o possível uso das células tronco embrionárias. Contudo iniciou sua exposição defendendo o Direito: “aqui, a Constituição é a minha bíblia, o Brasil, minha única religião. Juiz, no foro, cultua o Direito” [...] “assim é porque o Direito assim quer e determina. O Estado é laico, a sociedade é plural, a ciência é neutra e o direito imparcial.” Conclui a juíza:

Creio que a utilização da célula tronco embrionária para a pesquisa e, conforme o seu resultado, para o tratamento - indicado a partir de terapias consolidadas nos termos da ética constitucional e da razão médica honesta - não apenas não viola o direito à vida. Antes, torna parte da existência humana o que vida não seria, dispondo para os que esperam pelo tratamento a possibilidade real de uma nova realidade de vida” (STF, 2008, p. 327)

O ministro Gilmar Mendes construiu seu parecer com argumentos preponderantemente científicos e fez ressalvas quanto às pesquisas com células tronco embrionárias:

O homo faber ergue-se diante do *homo sapiens*. A manipulação genética, um sonho ambicioso do *homo faber* de controlar sua própria evolução, demonstra a necessidade de uma nova ética do agir humano, uma ética de responsabilidade. [...] Ao princípio esperança contrapõe-se o princípio responsabilidade (STF, 2008, p. 603)

Segundo o então presidente da Corte, a lei deixou de instituir um imprescindível Comitê Central de Ética, mas a declaração de sua inconstitucionalidade total, no entanto, pode causar um indesejado vácuo normativo mais danoso à ordem jurídica e social do que a manutenção de sua vigência (STF, 2008, p. 603).

7 INFLUÊNCIAS SOBRE A SUPREMA DECISÃO

7.1 Da mídia

Os meios de comunicação, em especial a imprensa televisiva, trataram das pesquisas com células tronco embrionárias e os organismos geneticamente modificados com lassidão, segundo Robson Luiz Santiago (2007, p. 57).

No início das pesquisas, a mídia, como principal formadora de opinião, manteve-se alheia em relação aos resultados com pesquisas de células tronco, limitando-se apenas a noticiar as novas descobertas, negligenciando a existência de um longo tempo para a obtenção de resultados, e com isso, gerou expectativas em milhões de pessoas, que passaram a confiar às pesquisas biotecnológicas toda a esperança de um breve restabelecimento (Santiago, 2007).

Para grande parte da população que recebeu apenas informações positivas acerca das pesquisas, as células tronco se transformaram em um verdadeiro milagre para a extirpação de doenças incuráveis. O tema, posto que o assunto comporta inúmeras complexidades, não poderia ser esgotado unicamente pela Biologia, pela Filosofia ou pelo Direito.

Ao discorrer acerca da manipulação de consciência midiática, José Arbex Junior (2001) comenta a ideia de que a mídia adquiriu a capacidade de “fabricar consenso”. Esta “engenharia do consenso” seria, ao mesmo tempo, reflexo e pilar de sustentação do poder exercido pelas elites, para quem as massas não dispõem de capacidade julgadora sobre aquilo que é melhor para a sociedade como um todo (Arbex Jr, 2001, p. 58).

Sob esse aspecto e sob o viés da disseminação das informações, foi decisiva a participação dos meios de comunicação no resultado da votação realizada no STF.

7.2 Do mercado e da ciência

Da visão latouriana pode-se emprestar o termo “capitalismo científico” para tentar explicar o papel decisivo exercido pela ciência e pelos cientistas, em conjunto com outros personagens, na aprovação da Lei de Biossegurança. Nesse modelo o conhecimento ou a ciência, assim como o capital, é reinvestido para se autorreproduzir dentro de um esquema de concorrência selvagem entre seus pares (Kropf & Ferreira, 1999, p 592).

Explica-se que a ciência não se distingue de outras práticas sociais, como preza a epistemologia, em função de uma superioridade cognitiva derivada da racionalidade intrínseca a esta atividade. O cientista, como qualquer outro ator social, é alguém que se utiliza de estratégias persuasivas que visam garantir a aceitação dos enunciados por ele produzidos. Nessa perspectiva, o conhecimento científico é um sistema de convenções socialmente estabelecido e reproduzido.

A própria conformação local das ações dos cientistas enquanto estrategistas que calculam seus investimentos em credibilidade depende das condições a partir das quais o indivíduo entra nesse 'mercado' que é a ciência.

Bruno Latour e Steve Woolgar (1997) afirmam que o sentido circunstancial da ação do cientista no campo de forças no qual ele se movimenta reside na noção de credibilidade. Segundo os autores, ela foi formulada com a intenção de ampliar a noção de crédito para além do seu sentido tradicional de busca de reconhecimento pelos pares. Os autores afirmam que a obtenção desse reconhecimento por parte da

comunidade científica é apenas uma das diversas formas de crédito utilizadas pelo cientista para alcançar seu objetivo último, como um investidor-estrategista, cuja meta é aumentar sua própria capacidade de continuar investindo.

A ciência age assim como um terceiro na relação entre natureza e a política, ao se arrogar a capacidade única de ter acesso à realidade e, com este conhecimento privilegiado, volta para reformar o mundo social.

O mercado aparece com sua faceta mais ideológica e aparece no discurso dos variados atores: o progresso. Naturalizado o modelo do progresso, a produção material pode correr livremente. A ideologia do progresso faz assim o mercado desaparecer como um “dado” na sociedade industrial, que persiste em seu fluxo subterrâneo nas “sombras da história”, não obstante as dúvidas que vêm sendo lançadas contra a ciência e a política. Para nós, é este dado que deve ser explicado; ou melhor, deve ser mostrado como ele é “construído enquanto dado” (Cesarino, 2006, p 33).

7.3 Dos grupos de pressão (neocorporativismo)

Pode-se dizer que a divergência entre diferentes áreas do governo ao longo do processo de formulação de políticas públicas, assim como ocorreu com a votação no STF, encontra respaldo na teoria neocorporativista. O neocorporativismo pode, segundo Antônio Cesar Ortega (1998, p. 12), ser definido como a presença hegemônica de corporações que monopolizam ou oligopolizam a representação dos diferentes grupos de interesse.

Considera-se que os grupos de interesses estabelecem vínculos com setores do Estado, de forma que sua organização e competição se fazem dentro do próprio Estado. No caso da formulação da Lei de Biossegurança, ficaram evidentes os vínculos dos grupos de pressão (“lobby”) contrários aos transgênicos, na figura do ministério do Meio Ambiente junto a setores da Igreja e, dos ruralistas, das empresas de biotecnologia e do Ministério da Agricultura a favor dos organismos geneticamente modificados. Em um segundo momento, quando as células tronco embrionárias pautaram as discussões sobre a Lei, os cientistas somaram-se ao segundo grupo (Taglialegna, 2005, p 71).

Ao engrossar as fileiras do grupo favorável e vencer com a promulgação da Lei, a ciência e os cientistas mantiveram seu “fórum privilegiado”, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, visto que, as agências de saúde e de meio ambiente foram excluídas das análises de risco sobre os transgênicos.

8 PANORAMA ATUAL DAS PESQUISAS COM CÉLULAS TRONCO EMBRIONÁRIAS NO BRASIL

Já em 2005, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e o Ministério da Saúde divulgaram um edital com valor superior a dez milhões de reais, com o objetivo de apoiar a formação e o fortalecimento de grupos de pesquisa em terapia celular. Segundo dados (Brasil, 2010), dentre os 45 projetos aprovados, 47% eram pesquisas básicas, 29% investigações pré-clínicas e 24% ensaios clínicos. No que se refere ao tipo celular estudado, 87% dos projetos eram dirigidos à investigação de células tronco adultas e 13% a estudos com células embrionárias. Em 2008, o Ministério da Saúde lançou, novamente em parceria com o CNPq, outro edital para financiamento de projetos de pesquisa celular no país. O edital apoiou 52 projetos que abordavam o potencial terapêutico de células tronco embrionárias, células tronco pluripotentes induzidas (iPS) e/ou células tronco adultas. No desenvolvimento da área no Brasil, outro marco relevante foi a iniciativa do Ministério da Saúde, ainda em 2008, de organizar uma chamada pública, em parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep/Ministério da Saúde) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), para a criação de Centros de Tecnologia Celular que produzissem diferentes tipos de células tronco humanas. Propiciaram a formação da Rede Nacional de Terapia Celular, em 2008, por iniciativa do Departamento de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde, com apoio da Organização Pan-americana da Saúde (Opas) e da Organização Mundial da Saúde (OMS). A rede é formada por oito Centros de Tecnologia Celular, localizados em cinco estados brasileiros, além de 52 laboratórios selecionados pelo CNPq (Zorzaneli *et al*, 2017, p. 135). Destaca-se, neste período de pouco mais de uma década, a produção da primeira linhagem nacional de células tronco embrionárias (Fonseca *et al*, 2015).

Pesquisas no banco de dados digitais *Clinical Trials* mostram a quantidade de ensaios clínicos, públicos e privados, que se encontram em andamento ao redor do mundo envolvendo com células tronco embrionárias (63 estudos clínicos no mundo, sendo um no Brasil – UNIFESP, São Paulo), células pluripotentes induzidas (63 estudos clínicos, nenhum no Brasil) e células tronco adultas mesenquimais (1000 estudos clínicos, sendo 19 no Brasil).

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nota-se, através das discussões feitas em audiência, na mídia e no plenário do STF, que a ideia de progresso (mercado), do utilitarismo (não houve debate ontológico, só contraposição de riscos e benefícios), do imediatismo e a confiança inabalável na ciência foram determinantes na criação e na aprovação da nova Lei pelo STF. Apesar do aumento de recursos aplicados nos anos subsequentes, as promessas terapêuticas iniciais ainda não foram estabelecidas, as pesquisas realizadas são, na maioria, experimentais; as células tronco embrionárias foram, em boa parte, substituídas por células adultas reprogramadas nos ensaios laboratoriais, as dificuldades técnicas no isolamento, manutenção e diferenciação in vitro destas células somam-se como barreiras a serem ainda transpostas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARBEX JR, José. *Showrnlismo: a notícia como espetáculo*. São Paulo: Casa Amarela. 2001.
- BRASIL. *Lei nº 11.105 de 24 de março de 2005. Lei de Biossegurança*. Brasília, DF, 2005. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111105.htm>. Acesso em dezembro de 2020.
- BRASIL. *Lei Nº 9.868, de 10 de novembro de 1999*. Dispõe sobre o processo e julgamento da ação direta de inconstitucionalidade. Brasília, DF, 1999. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19868.htm>. Acesso em dezembro de 2020.
- CESARINO, Leticia Nobrega. *Acendendo as luzes da ciência para iluminar o caminho do progresso: ensaio de antropologia simétrica da Lei de Biossegurança brasileira*. 2006. 244 p. Dissertação (Mestrado em

- Antropologia Social) Programa de Pós-graduação em Antropologia Social, Universidade de Brasília, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/2197>>.
- COSTA, Marco Antonio. *Biossegurança de OGM: uma visão integrada* / Marco Antonio, F. da Costa e Maria de Fátima Barrozo da Costa. Rio de Janeiro: Publit, 2009.
- DEB, Kaushik; SARDA Kaushan. Human embryonic stem cells: preclinical perspectives. *Journal of Translational Medicine*. **6** (1): 7, 2008. <doi.org/10.1186/1479-5876-6-7>
- DOLABELLA, Rodrigo Hermeto; ARAÚJO, Jose Cordeiro de; FARIA, Carmen Rachel. A lei de biossegurança e seu processo de construção no Congresso Nacional. *Cadernos Aslegis*, Brasília, **25** (1): 63-75, 2005.
- FARHAT, Said. *Lobby: o que é: como se faz: ética e transparência na representação junto a governos*. São Paulo: Peirópolis, 2007.
- FONSECA, Simone Aparecida; COSTAS, Roberta; MORATO, Mariana; COSTA, Sílvia; ALEGRETTI, Jose Roberto; ROSENBERG, Carla; DA MOTTA Eduardo; SERAFINI, Paulo; PEREIRA, Lígia. A euploid line of human embryonic stem cells derived from a 43, XX,dup(9q),+12,-14,-15,-18,-21 embryo. *Plos One*. 10(11): e0140999. 2015. <doi.org/10.1371/journal.pone.0140999>
- GUEDES, Alexandre Alves; VITAL, Tales Wanderley. Influência dos grupos de pressão no processo de elaboração da Lei de Biossegurança e seus desdobramentos. *Desenvolvimento em Questão*, **15** (40): 373-400, 2017. <<http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2017.40.373-400>>.
- HAECKEL, Ernst. *Anthropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen*, 3 ed. Leipzig : Wilhelm Engelmann, 1877.
- KROPF, Simone Petraglia, FERREIRA, Luiz Otavio. The practice of science: an ethnographic study inside the laboratory. *História. Ciência. Saúde. Mangueiras*. **4** (3) : 589-597, 1999.
- LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Trad. Angela Ramalho Vianna. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- MAEHLE, Andreas-Holger. Ambiguous cells: the emergence of the stem cell concept in the nineteenth and twentieth centuries. *Notes*

- and *Records of the Royal Society*, **65** (4): 359-378, 2011. <doi: 10.1098/rsnr.2011.0023>.
- MONTEIRO, Mauricio. *A realização de audiências públicas e o ativismo judicial do STF – revisando a sociedade aberta dos intérpretes da Constituição*. 2011. Disponível em: <<http://www.osconstitucionalistas.com.br/audiencias-publicas-e-o-ativismo-judicial-do-stf>>. Acesso em: dezembro de 2020.
- ODORICO, Jon; KAUFMANN, Dan; THOMSON, James. Multilineage differentiation from human embryonic stem cell lines. *Stem Cells*. Dayton. 19:193-204, 2001.
- ORTEGA, Antonio Cesar. Corporativismo e novas formas de representação de interesse na agricultura: uma abordagem teórica. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, **36** (4): 9-38, 1998.
- SANTIAGO, Robson Luiz. *Lei, mídia e meio ambiente: um estudo a partir das pesquisas envolvendo células-tronco embrionárias e a influência dos meios de comunicação na aprovação da Lei n. 11.105/2005*. 2007. Dissertação (Mestrado em Direito), Programa de Pós Graduação em Direito, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <http://www.biblioteca.pucpr.br/tede/tede_busca/arquivo.php?codArquivo=677>.
- STF. *Íntegra dos votos dos ministros do STF no julgamento da ADI 3.510*. Seção de Pesquisa de Jurisprudência. 2008. (Requisição via e-mail em 2015).
- TAGLIALEGNA, Gustavo Henrique; CARVALHO, Paulo Afonso de. *Atuação de grupos de pressão na tramitação do Projeto de Lei de Biossegurança*. Brasília a. 43 n. 169 jan./mar. 2006.
- TILL, James; McCULLOCH, Ernest. Hemopoietic stem cell differentiation. *Biochemistry Biophysics Acta*. **605** (4): 431-59. 1980.
- VOGEL, Gillian. Can old cells learn new tricks? *Science*. **287** (5457): 1418-1419, 2000. <DOI: 10.1126/science.287.5457.1418>.
- ZORZANELLI, Rafaela Teixeira; SPERONI, Angela Vasconi; MENEZES, Rachel Aisengart; LEIBING, Annette. Pesquisa com células-tronco no Brasil: a produção de um novo campo científico. *Historia. Ciência. Saúde - Manguinhos* [online], **24** (1): 129-144, 2017. <<https://doi.org/10.1590/s0104-59702016005000026>>.

Data de submissão: 05/10/2020

Aprovado para publicação: 15/12/2020

Eugen Warming: um dinamarquês desvenda o cerrado brasileiro

Osmar Cavassan *
Veridiana de Lara Weiser #

Resumo: O botânico Johannes Eugenius Bülow Warming (1841-1924) atuou como professor de botânica nas Universidades de Copenhague e Estocolmo, sendo também reitor em ambas e diretor do Jardim Botânico de Copenhague. Visitou vários países em expedições científicas e foi conferencista em eventos, inclusive o Brasil. Figura de destaque na ecologia vegetal, Warming influenciou a geração de jovens botânicos e ecólogos que o sucederam, principalmente pela abordagem sistêmica ao cerrado. Alguns ecólogos atribuem a ele a expressão “fatores ecológicos”. O objetivo deste artigo é apresentar informações sobre a vida e obra de Warming destacando seus estudos sobre o cerrado e o seu papel na definição de linhas de pesquisa em ecologia vegetal. Warming, esteve no Brasil, mais precisamente em Lagoa Santa, Minas Gerais, de 1863 a 1866. Nesse período, coletou, descreveu e registrou em desenhos e fotografias a vegetação e representantes da flora do cerrado daquela região. Ele não se limitou aos aspectos estéticos, mas associou a vegetação e a flora do cerrado às características climáticas, edáficas e ocorrência de fogo. A importância de sua obra reside na maneira como ele procedeu em sua pesquisa. Publicou o primeiro estudo sobre o cerrado brasileiro na língua dinamarquesa, que foi traduzido para o português como *Lagoa Santa: coribuição*

* Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências, Departamento de Ciências Biológicas, Campus de Bauru. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Faculdade de Ciências, Campus de Bauru. Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 Bauru – SP CEP 17033-360. E-mail: osmar_cavassan@unesp.br

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências, Departamento de Ciências Biológicas, Campus de Bauru. Programa de Pós-Graduação em Biociências (Interunidades) da Faculdade de Ciências e Letras, Campus de Assis e da Faculdade de Ciências, Campus de Bauru. Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 Bauru – SP CEP 17033-360. E-mail: veriwei-ser@hotmail.com

para a geografia phytobiologica por Johan Albert Constantin Löfgren (1854-1918) em 1908.

Palavras-chave: Eugen Warming; Naturalistas europeus; Savana brasileira; Ecologia vegetal; Lagoa Santa.

Eugen Warming: a Danish unveils The Brazilian cerrado

Abstract: The botanist Johannes Eugenius Bülow Warming (1841-1924) served as professor of botany at the University of Copenhagen and the University of Stockholm and was also dean at both and director of the Copenhagen Botanical Garden. He visited several countries on scientific expeditions and as a speaker at events, including Brazil. A prominent figure in the history of plant ecology, Warming influenced the generation of young botanists and ecologists who succeeded him, mainly due to the systemic approach to the “cerrado”. Some ecologists even consider that he coined the expression “ecological factors”. The purpose of this article is to present Warming’s biographical information highlighting his studies on the “cerrado” and his role in defining lines of research in plant ecology. Warming has been in Brazil, more precisely in Lagoa Santa, Minas Gerais, from 1863 to 1866. During this period, he collected, described and recorded in drawings and photos the vegetation and representatives of the “cerrado” flora of that region. He was not limited to the aesthetic aspects but associated the vegetation and flora of the “cerrado” with climatic and edaphic characteristics and the occurrence of fire. The importance of his work lies in the way he proceeded in his research. He published the first study on the Brazilian “cerrado” in the Danish language, which was translated into Portuguese as *Lagoa Santa: contribution to phytobiologica geographia* by Johan Albert Constantin Löfgren (1854-1918) in 1908.

Key-words: Eugen Warming; European naturalists; Brazilian Savanna; Plant Ecology; Lagoa Santa

1 OS NATURALISTAS EUROPEUS E O CERRADO BRASILEIRO

Os primeiros relatos sobre a existência do cerrado no Brasil de que se tem registro, foram feitos por naturalistas europeus no século XIX. Destacam-se os trabalhos de Karl Friedrich Philipp von Martius (1794-1868), August Wilhelm Eichler (1839-1887) e Ignatz Urban (1848-

1931), que editaram a obra *Flora Brasiliensis*¹. Martius propôs também um sistema de classificação da vegetação brasileira, chamando de *Oreades* a província geográfica que incluía a flora existente na vegetação de cerrado, localizada na região centro-oeste do Brasil. *Oreades* refere-se à personagem da mitologia grega ninfa das montanhas, alusão ao fato desta vegetação ocorrer, predominantemente, no Planalto Central Brasileiro.

Augustin François César Prouvençal de Saint-Hilaire (1779-1853), nascido em Orléans, na França, realizou várias viagens pelo Brasil entre 1816 e 1822. Em seus relatórios de viagem se referiu frequentemente à ocorrência de cerrados. Em suas palavras:

A 3 léguas de Itu, a aproximadamente 23° 27', tornamos a encontrar um campo onde se erguem, no meio das gramíneas e dos subarbustos, algumas árvores raquíticas e em grupos compactos, de casca suberosa e folhas duras e quebradiças. Ali voltaremos a ver ainda as espécies que vimos encontrando desde o 14°, em terras semelhantes, tais como uma Gutífera e uma Leguminosa amigas dos climas quentes, bom como o pequi, de fruto comestível (*Caryocar brasiliense*), algumas *Qualea* e até mesmo o boralé (*Brosimum*) dos sertões setentrionais de Minas Gerais. (Saint-Hilaire, 1976, p. 58)

Outros naturalistas como Spencer Le Marchant Moore (1850-1931), Johan Albert Constantin Löfgren (1854-1918) e Gustaf Edwall (1865-1946) também se referiram ao cerrado naquele século (Goo- dland [1969], 1979, p. 13).

No entanto, o primeiro estudo “ecológico” do cerrado de que se tem registro foi realizado por Johannes Eugenius Bülow Warming (1841-1924), em 1892, na região de Lagoa Santa, situada a 40 quilômetros de Belo Horizonte, capital de Minas Gerais. A obra original *Lagoa Santa. Et Bidrag til den biologiske Plantegeografi*, publicada na língua dinamarquesa em 1892, foi traduzida para a língua portuguesa por Johan Albert Constantin Löfgren (1854-1918) como *Lagoa Santa: contribuição*

¹ A *Flora Brasiliensis* foi escrita entre 1840 e 1906 pelos editores Carl Friedrich Philipp von Martius, August Wilhelm Eichler e Ignatz Urban, com a participação de 65 especialistas de vários países, contendo o tratamento taxonômico de 22.767 espécies. <<http://florabrasiliensis.cria.org.br/info?history>>.

para a geografia phytobiologica e publicada pela Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais (Warming [1892], 1908).

No prefácio deste livro, Löfgren comentou que *Lagoa Santa* tinha sido a “primeira tentativa em organizar uma flora local de uma região determinada do grande território brasileiro” (Warming [1892], 1908, p. 5). Acrescentou que o grande mérito desta publicação foi não ter se limitado a descrições fitogeográficas, mas que constituía um primeiro ensaio de estudos biológicos e fisiológicos feitos no Brasil sobre as relações da cobertura vegetal com o clima, com o solo e da ação transformadora do homem.

De acordo com Aldo Luiz Klein², esta obra representa o primeiro estudo de ecologia realizado no Brasil, pois descreve as relações dos seres vivos com o seu meio ambiente. O cerrado de Lagoa Santa lançou os alicerces da Botânica Ecológica, posteriormente ampliada e hoje adotada por cientistas que pesquisam nesta área (Klein 2002, p. 11). Por isso, nenhum texto didático sobre estudos realizados em cerrado brasileiro, deveria prescindir de mencioná-la, pois apresentou este tipo de vegetação para o mundo e norteia os trabalhos realizados até hoje.

Entre muitos outros textos sobre as contribuições de Warming, destaca-se o livro *Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois* que organizado por Klein³ (Klein, 2002). Klein participou da exposição “Flora do Cerrado” realizada no Jardim Botânico da Universidade de Copenhagen. Durante sua estada naquela instituição, procedeu um levantamento de documentos (fotografias, desenhos, escritos, entre outros) de autoria de Warming. Registrou em fotografias tais documentos, como as páginas do diário de Warming escritas durante sua permanência no Brasil e dez das exsiccatas levadas do Brasil por Warming.

No Brasil, Klein propôs a realização de um evento comemorativo ao centenário da publicação de *Lagoa Santa*, uma forma de homenagear seu autor. Tal evento caracterizou-se pela organização de uma exposição itinerante com o material trazido da Dinamarca, que percorreu os centros de pesquisas interessados e foi patrocinada pela *Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo* e *Sociedade Botânica de São Paulo*. Na

² Professor da UNESP, Campus de Assis.

³ Foi publicado pela Editora UNESP e Imprensa Oficial do Estado em 2002.

abertura de cada exposição foi proferida uma palestra, por um especialista, sobre algum aspecto do cerrado. Na sua abertura, no Jardim Botânico de São Paulo em 1994, o Prof. Dr. Leopoldo Magno Coutinho proferiu a palestra “O bioma do cerrado”. Em Assis, o Prof. Dr. Osmar Cavassan proferiu a palestra “O cerrado do Estado de São Paulo”. Em Santos, o Prof. Dr. Gil Martins Felipe proferiu a palestra “Desenvolvimento de plantas do cerrado: uma experiência pessoal”. Em Campinas, o Dr. Ângelo Paes de Carmargo proferiu a palestra “Potencial agrícola do cerrado” e finalmente em Rio Claro, foi proferida a palestra “Fixação de nitrogênio em leguminosas ocorrentes no cerrado”, pela Profa. Dra. Lázara Cordeiro.

O objetivo deste artigo é apresentar informações biográficas de Warming, com destaque para seus estudos sobre o cerrado, quando viajou para o Brasil, e sua atuação no âmbito mundial como pesquisador influente na definição de linhas de pesquisas em ecologia vegetal.

2 JOHANNES EUGENIUS BÜLOW WARMING: CARREIRA E INTERESSES PROFISSIONAIS

Warming (Fig. 1) nasceu em uma pequena ilha do Mar de Wadden, Mandø, Vadehavet, Dinamarca, em 3 de novembro de 1841. Filho único de Jens Warming, um ministro religioso, e Anna Marie von Bülow af Plüskow. Com a morte prematura do pai, Warming mudou-se com sua mãe para Vejle, no leste da Jutlândia.

O interesse de Warming pelas ciências naturais foi despertado durante o ensino médio em Ribe Katedralskole. Em 1859, pôde ampliar seu conhecimento sobre História Natural quando iniciou seus estudos na Universidade de Copenhagen. No entanto, em 17 de fevereiro de 1863, Warming interrompeu seus estudos para, atendendo ao convite de Johannes Theodor Reinhardt (1816-1882), vir trabalhar no Brasil com o paleontólogo dinamarquês Peter Wilhelm Lund (1801-1880).

Warming retornou à Europa em outubro de 1866. Estudou por um ano com Martius, Karl Wilhelm von Nägeli (1817-1891) e Ludwig Adolph Timotheus Radlkofer (1829-1927) em Munique e, em 1871, com Johannes von Hanstein (1822-1880) em Bonn.

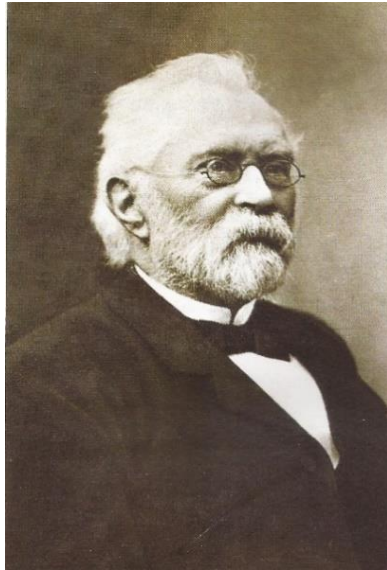


Fig. 1. Eugen Warming.

Fonte: KLEIN, Aldo Luiz. *Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois*. São Paulo: Editora UNESP; Imprensa Oficial do Estado, 2002. p. 15.

Em 1871 Warming tornou-se Doutor em Filosofia em Copenhague. Este foi um ano importante para Warming, pois, além de doutorar-se, casou-se com Johanne Margrethe Jespersen (1840-1922) em 10 de novembro, com quem teve oito filhos.

Warming lecionou botânica da Faculdade Politécnica e da Faculdade Farmacêutica da Universidade de Copenhague no período de 1873 a 1882. Foi professor titular de botânica da Faculdade de Estocolmo, atual Universidade de Estocolmo, no período de 1882 a 1885 onde exerceu o cargo de reitor. Em 1885, foi professor titular de botânica da Universidade de Copenhague e diretor do Jardim Botânico desta cidade, mantendo-se nestes cargos até sua aposentadoria em 31 de dezembro de 1910. No período de 1907 a 1908, foi também reitor da Universidade de Copenhague.

Membro de vários Conselhos, foi presidente da *Association Internationales des Botanistes*. Realizou viagens constantes para universidades estrangeiras e participou, como conferencista, de

inúmeros eventos científicos. Participou de várias expedições científicas em diferentes partes do mundo como Groenlândia, Noruega, Venezuela, Trinidad, Antilhas Dinamarquesas e Ilhas Faroé além do Brasil, como na (Warming, 2020).

Faleceu em 2 de abril de 1924 em Copenhague, onde está sepultado no Cemitério dos Assistentes.

3 VIAGEM DE WARMING AO BRASIL

É difícil tratar da viagem de Warming ao Brasil, sem mencionar o nome de Peter Wilhelm Lund (1801-1880), ou como traduziu Löfgren, Dr. Pedro Guilherme Lund. Sua vinda aos trópicos foi motivada pela tuberculose que rondava sua família (Von Zuben, 2005, pp. 160-161). Lund dedicou o resto de sua vida à descrição da fauna pleistocênica de Minas Gerais, tornando-se o pioneiro da paleontologia sul-americana. No Brasil viajou pelas então províncias do Rio de Janeiro, São Paulo, Goiás e Minas Gerais no ano de 1834, junto com o botânico alemão Ludwig Riedel (1790-1861) (Warming [1892], 1908, p. 9). Em outubro daquele ano, eles aceitaram o convite de Peter Claussen (1804-1855) para passar uns dias em sua fazenda situada próximo à vila de Curvelo em Minas Gerais.

Impressionado com a grande quantidade de cavernas, encravadas nas rochas calcáreas da região e que abrigavam grande quantidade de ossos de animais fósseis Lund ali iniciou seus trabalhos em paleontologia. No ano seguinte mudou-se para um arraial situado a alguns dias de viagem para o sul: Lagoa Santa. Lá, além de uma lagoa, havia muitas cavernas ricas em fósseis. De acordo com Warming, a lagoa podia ser comparada a um oásis no meio do ambiente árido, tendo atraído pesquisadores europeus, o que levou Lund a afirmar: “Aqui sim; aqui está bom para se viver”. (Lund, *apud*, Warming ([1892], 1908, p. 17). Homem de educação fina, Lund que interagiu com cientistas europeus da época, permaneceu em Lagoa Santa, onde faleceu em 25 de maio de 1880 e foi sepultado à sombra de um frondoso pequizeiro (Warming [1892], 1908, p. 10).

Por intermédio de Claussen, Lund conheceu o norueguês Peter Andreas Brandt (1792-1862). Eles trabalharam juntos até o falecimento de Lund em 1862. Claussen atuou como desenhista e auxiliar, desenvolvendo relações de amizade com Lund. Os trabalhos de Lund

atraíram outros pesquisadores que visitaram Lagoa Santa, como Hermann Burmeister (1807-1892), Richard Francis Burton (1821-1890) e Louis Agassiz (1807-1873). Warmin mencionou que até D. Pedro II (1825-1891) e seu genro, foram até lá para conversar com Lund (Warming ([1892], 1908, p. 10).

Com o falecimento de Brandt, Lund escreveu a Johannes Theodor Reinhardt⁴ (1816-1882), solicitando que ele indicasse um jovem dinamarquês que tivesse interesse pela botânica para substituir o seu auxiliar. Foi assim que, Warming, com 21 anos, recebeu a proposta para vir ao Brasil, trabalhar com Lund.

Warming embarcou em Copenhague em 17 de fevereiro de 1863 e chegou ao Rio de Janeiro em 27 de abril. Lá permaneceu durante 40 dias, coletando material botânico da extasiante floresta tropical pluvial onde a cidade estava inserida. Em sua bagagem, Warming trouxe uma câmera fotográfica que foi extremamente útil na documentação que fez dos lugares onde passou no Brasil (Klein, 2002, p. 18).

Em 28 de maio de 1863, Warming, acompanhado de uma tropa pertencente a um fazendeiro das vizinhanças de Lagoa Santa, partiu para o encontro com Lund. Esta viagem teve a duração de 42 dias. Klein (2002, p. 71). Nas palavras de Klein:

Após ter passado a noite na fazenda de Manoel, partimos de manhã, ele e eu, a cavalo, pelo caminho de várias léguas que levava a Lagoa Santa. A manhã estava agradável. Flores azuis, em forma de sino, e muitas outras ornamentavam as colinas dos campos e o orvalho era como pérolas no meio das ervas. Por volta das dez horas, chegamos a Lagoa Santa e deixei meu olhar passear sobre a grande praça no centro da cidade e lá Manoel me mostrou a casa de Lund. Lund se encontrava em seu jardim. Eu me sentei, muito excitado e cheio de expectativas. Pouco depois, ele chegou também, um senhor magro e grisalho, e, para minha grande surpresa, deu-me boas vindas em alemão. Ele devia normalmente usar essa língua com Herr Brent, que me substituía temporariamente. Eu creio que respondi em alemão mas, então ele se deu conta de que deveria falar em dinamarquês. (Klein, 2002, p. 71)

No entanto, a chegada foi muito triste para Warming. Lund entregou uma correspondência endereçada a Warming, vinda da

⁴ Professor de zoologia da Universidade de Copenhague e inspetor do Museu Zoológico

Dinamarca informando o falecimento de sua mãe. Nessa data, Warming tinha 22 anos e Lund mais de 60.

Durante a viagem, Warming pode apreciar a transição da vegetação desde o Rio de Janeiro até o interior de Minas Gerais. Na saída, a mata tropical pluvial envolvia os morros e elevações da escarpa da Serra do Mar. No entanto, mencionou que, próximo às grandes fazendas, a mata já havia cedido espaço para pastagens e plantações e as grandes árvores já não existiam.

Após passar a Serra da Mantiqueira e sua continuação na Serra do Espinhaço, percebeu que gradativamente a exuberante vegetação florestal tropical ia sendo substituída por outra, campestre nos interflúvios e matas nos vales, acompanhando os cursos d'água. A partir daí, foram mais frequentes paisagens com uma vegetação campestre, com arvorezinhas baixas, com caules retorcidos e muitas gramíneas entre elas (Fig. 2). Em alguns vales, em solo brejoso, destacava-se a presença da palmeira buriti (*Mauritia flexuosa* L.f. [*Mauritia vinifera* Mart.]), hoje descrita como elemento dominante na paisagem das veredas.

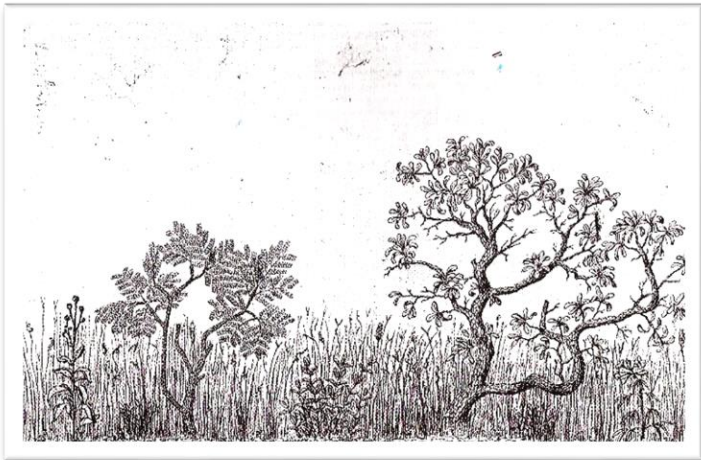


Fig. 2. Esboço da fisionomia do cerrado, próximo a Lagoa Santa, feito por Warming. **Fonte:** WARMING, Eugenio. [1892]. *Lagoa Santa: contribuição para a geografia phytobiologica* Trad. Alberto Löfgren. Belo Horizonte: Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais, 1908. p. 36.

Interessante é a admiração que os naturalistas europeus tinham pelas palmeiras. Lund se referia ao buriti como “a mais nobre criação do reino vegetal na natureza tropical” (Lund, *apud*, Warming [1892], 1908, p. 16). Martius também amava as palmeiras e foi sepultado coberto de ramos de palmeiras como único adorno, e a frase escrita em vida: *In palmis semper viren resurg* (Nas palmeiras ressuscitarei sempre juvenil) (Ribeiro, 2009, p. 30).

A visão do cerrado não despertou inicialmente em Warming, um sentido de beleza estética. Ele assim descreveu a vegetação da região de Lagoa Santa:

A região, como todo o campo, não é bonita. A vista não recebe uma impressão agradável. O tom da paisagem é quasi sempre pardacento e triste e, si a primavera não tiver justamente animado tudo com a sua verdura alegre e inundando os campos com milhares de flores, um cunho de desolação e morte parece impresso sobre toda a região, [...] (Warming [1892], 1908, p. 16)

O trecho acima reproduzido chama a atenção o que chamamos atualmente de caráter mesófilo da vegetação, que perde parte das folhas na estação seca e ressurge com novos brotos e flores na primavera, início do período chuvoso.

Warming descreveu a região: matas, campos, brejos e formação de plantas aquáticas. Localizou as matas, associadas aos cursos d’água, nas depressões. No entanto, as considerava uma reprodução pobre das matas litorâneas, pois, embora fossem constituídas pelas mesmas espécies, elas eram menos pujantes e ricas em epífitas (Warming, [1892], 1908, p. 32).

Em uma análise de natureza biogeográfica, considerou que os campos recobriam a maior parte do território, principalmente nos interflúvios. Mas, neste primeiro estudo sobre cerrado, classificou os campos em duas fisionomias: “campos limpos e campos cerrados que comumente são denominados cerrados” (Warming [1892], 1908, p. 32). Atribuiu essas diferenças às condições de superfície, como declives, bem como à composição do solo. Acrescentou ainda que, as diferenças não se restringiam ao aspecto fisionômico. As diferenças florísticas eram mostradas por espécies que com preferência por ambientes de campos abertos e outras, por campos cerrados. Outra observação in-

interessante, aceita atualmente entre os pesquisadores de cerrado, é a associação entre a exuberância do cerrado com alta densidade de arvores e a profundidade da camada de argila no solo.

Talvez, a única afirmação que mereceu contestação por parte de pesquisadores que seguiram Warming (Rawitscher, Ferri & Rachid, 1943; Arens, 1958; Ferri, 1973) foi o fato de ele ter considerado o cerrado uma vegetação xerófila⁵.

A natureza xerophila da vegetação campestre revela-se em primeiro lugar nas formas das arvores. Onde houver humidade em companhia de calor os brotos desenvolver-se-ão compridos e fortes. Falando, porém, a humidade, mesmo havendo calor, a energia vegetativa é reprimida e aparecem formas arcadas e irregulares. Por toda a parte onde um destes factores de vegetação faltar, forma-se o lenho contorcido (Warming [1892], 1908, pp. 73-74).

A grande quantidade de espécies lenhosas que apresentavam folhas coriáceas e algumas densamente pilosas foi associada ao baixo teor de umidade. No entanto, Warming não equiparou esta vegetação às demais formações reconhecidamente de ambientes áridos:

A natureza dos campos está longe de ser tão secca como nos desertos e steppes asiaticos e africanos ou nos planaltos mexicanos, nem ha alli um contraste tão pronunciado entre o tempo das chuvas e o das seccas como nestes (Warming [1892], 1908, p. 80)

Ao se referir ao papel das queimadas no cerrado, Warming mencionou que entre os meses de julho a setembro, final do período seco, não se passava um dia sem que se avistasse colunas de fumaça em todas as direções no horizonte. Às vezes, tais queimadas ocorriam até o mês de novembro, quando as chuvas atrasavam. É interessante que atualmente a influência das queimadas na evolução das comunidades de cerrado, assim como fator de seleção para espécies mais resistentes ao fogo, é um tema relevante.

Na obra Lagoa Santa há dois capítulos intitulados respectivamente “Terão as queimas originado o desenvolvimento de especies novas?”

⁵ O termo “xerophila” se refere às plantas e associações vegetais que vivem em ambiente seco. (Ferri, Menezes & Monteiro, 1981).

(Warming [1892], 1908, p. 97) e “Terão as queimas transformado a Catanduva⁶ em campos cerrados e estes em campos limpos?” (Warming [1892], 1908, p. 98). Atualmente alguns autores (Pinheiro & Durigan, 2009; Cavassan, 2013) discutem essa possibilidade.

Durante sua estadia no Brasil, Warming coletou 2600 espécies de plantas, das quais cerca de 370 foram consideradas inéditas para a botânica (Goodland, 1975, p. 244). Parte deste material encontra-se em Copenhague, principalmente no Museu Botânico. No entanto, Warming ([1892], 1908, p. 11) fez uma autocritica ao modo como coletou e encaminhou este material biológico. A intenção era que ficasse com Lund durante dois anos, mas permitiu que o prazo se estendesse por mais um ano. Justificou que, se tivesse planejado ficar três anos, trabalharia mais sossegado e não teria adotado procedimentos inadequados de preparação e acondicionamento da grande quantidade de material coletado. Como consequência, muitas plantas chegaram em Copenhague mofadas, principalmente as suculentas, outras acondicionadas em latas tornaram-se pretas e frágeis devido ao enferrujamento dos recipientes. Confessou também que “[...] colleccionei muito em espirito de vinho, tanto animaes como plantas; [...] (Warming [1892], 1908, pp. 11-12).

O material que chegou íntegro em Copenhague foi distribuído a vários especialistas para descrição, identificação ou confirmação da espécie. Warming mencionou os nomes de 55 pesquisadores para quem distribuiu o material, para realizar os estudos sistemáticos. Alguns utilizaram o material sem estudos. Outros demoraram até 23 anos para fazê-lo. Outros ainda morreram antes de completar sua análise. Encaminhou também coleção de plantas vivas (orquídeas, bromélias, marantáceas, iridáceas e peperômias) para o Jardim Botânico de Copenhague. Uma parte não sobreviveu na viagem e outra permaneceu viva naquela Instituição (Warming [1892], 1908, p. 12).

Warming partiu de Lagoa Santa em 24 de abril de 1866 com destino ao Rio de Janeiro. Chegou em Copenhague em outubro daquele ano. Em Lagoa Santa, existe um monumento homenageando Warming, junto ao túmulo de Lund (Avila-Pires, 1999, p. 96).

⁶ Catanduva refere-se ao cerradão, fisionomia florestal do cerrado.

4 WARMING E A ECOLOGIA VEGETAL: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Muitos autores reconhecem a relevância dos trabalhos de Warming para o desenvolvimento da Ecologia Vegetal. Duas obras podem ser consideradas fundamentais para isso: *Lagoa Santa*, que tratamos neste artigo e *s comunidades vegetais. Fundamentos de fitogeografia ecológica*⁷. Nelas, de Acordo com Von Zuben, Warming, combinou sistemática, taxonomia, morfologia e biogeografia, contribuindo para o surgimento de uma nova ciência: ecologia (Von Zuben, 2005, p. 162). Como botânico, destaca-se sua participação na obra *Flora Brasiliensis*, ao descrever as famílias Vochysiaceae e Trigonaceae.

Para Klein (2002, p.11), Warming foi o “pioneiro” em estudos de ecologia no Brasil.”. Von Zuben atribui a Warming a introdução do termo “fator ecológico” no estudo do efeito da luz, umidade, solo e animais sobre as plantas e as diferentes adaptações a um desses fatores. A ele é também atribuída a retomada da terminologia clássica em botânica de “hidrófitas, xerófitas, halófitas e mesófitas”, dando-lhes um conteúdo mais preciso (Von Zuben, 2001, p. 162).

As contribuições de Warming, com destaque para sua obra sobre o cerrado brasileiro, indicam sua interação com vários cientistas que estiveram no Brasil e contribuíram para os estudos ecológicos como Martius, Lund, Henry Walter Bates (1825-1892), Alfred Russel Wallace (1823-1913), Alexander von Humboldt (1769-1859), Johann Baptist von Spix (1781-1826), George Heinrich von Langsdorff (1774-1852), Saint-Hilaire e Charles Darwin (1809-1882). No entanto, Von Zuben chama a atenção para o papel que o Brasil desempenhou no desenvolvimento mundial da Ecologia que é praticamente desconhecido pelo público em geral e até por alguns ecologistas em particular (Von Zuben, 2001, p. 162),

Os trabalhos de Warming contribuíram para estudos de outros pesquisadores, tais como Arthur George Tansley (1871-1955), fundador da primeira Sociedade de Ecologia (*British Ecological Society*) e autor da

⁷ Não consultamos esse trabalho, mas julgamos útil apresentá-lo ao leitor: WARMING, E. *Plantesamfund. Gundtraek af den okologiske Plantegeografi*. Philipsen, Ed. Kjobenhavn, 1895.

definição de "ecossistema"⁸. Também contribui para a geração de jovens botânicos e ecólogos que o sucederam (Von Zuben, 2005, p. 162).

A obra *Lagoa Santa*, no entanto, somente tornou-se mais conhecida após sua tradução para outros idiomas, sendo que no Brasil, só após 1908 com a tradução de Löfgren. A análise sistêmica que Warming fez sobre o cerrado, relacionando as características botânicas aos fatores ecológicos determinados pelo clima e solo, servem de base para o conceito de ecossistema desenvolvido por Tansley. Warming discutiu ainda sobre a ação do fogo nos ecossistemas do cerrado, assunto ainda presente nos trabalhos de pesquisadores hodiernos. Assim, as contribuições de Warming, um jovem pesquisador dinamarquês, que um dia viajou para o Brasil desvendando o cerrado para o mundo, mereceriam ser consideradas nas pesquisas de natureza botânica ou ecológica sobre as savanas brasileiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARENS, Karl. O cerrado como vegetação oligotrófica. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. Botânica*, **15** (1): 59-77, 1958. DOI: <<https://doi.org/10.11606/issn.2318-5988.v15i0p59-77>>.
- AVILA-PIRES, Fernando Dias de. *Fundamentos históricos da ecologia*. Ribeirão Preto: Holos, 1999.
- CAVASSAN, Osmar. Bauru: terra de cerrado ou floresta? *Ciência Geográfica*, **17** (1): 45-53, 2013.
- FERRI, Mário Guimarães; MENEZES, Nanuza Luíza de; MONTEIRO, Walkyria Rossi. *Glossário ilustrado de botânica*. São Paulo: Nobel, 1981.
- GOODLAND, Robert. The tropical origin of ecology: Eugen Warming's Jubilee. *Oikos*, **26** (2): 240-245, 1975.
- GOODLAND, Robert. *Ecologia do cerrado*. Trad. Eugenio Amado. Belo Horizonte: Itatiaia, São Paulo: Edusp, 1979. (Reconquista do Brasil, 52).
- KATO, Danilo Seithi; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. A "sociologia de plantas": Arthur George Tansley e o conceito de ecossistema. *Filosofia e História da Biologia*, **11**(2): 189-202, 2016.

⁸ Sobre o conceito de ecossistema em Tansley, ver por exemplo, Kato & Martins, 2016.

- KLEIN, Aldo Luiz. *Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois*. São Paulo: Editora UNESP; Imprensa Oficial do Estado, 2002.
- PINHEIRO, Eduardo da Silva; DURIGAN, Giselda. Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, **32** (3): 441-454, 2009.
- RAWITSCHER, Felix Kurt; FERRI, Mário Guimarães; RACHID, Mercedes. Profundidade dos solos e vegetação em campos cerrados do Brasil meridional. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **15** (4): 267-294, 1943.
- RIBEIRO, Ana Lúcia Costa *Notas sobre a relevância da biografia científica para a história da ciência: o exemplo de von Martius*. Rio de Janeiro, 2009. Dissertação (Mestrado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SAINT-HILAIRE, Auguste de. *Viagem à província de São Paulo*. Trad. Regina Regis Junqueira. Belo Horizonte: Itatiaia, São Paulo: Edusp, 1976.
- VON ZUBEN, Cláudio José. Um breve histórico das iniciativas pioneiras de preservação ambiental e de estudos em ecologia no Brasil. Pp. 127-135, *in*: PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA (org.). *Leituras de Brasil*. São Paulo: UNESP, 2001.
- VON ZUBEN, Cláudio José. História da ecologia: o trabalho pioneiro de Eugen Warming no Brasil e na Europa. *Revista Biociências*, **11** (3-4): 160-163, 2005.
- WARMING, Eugenio. [1892]. *Lagoa Santa: contribuição para a geografia phytobiologica* Trad. Alberto Löfgren. Belo Horizonte: Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais, 1908.

Data de submissão: 06/05/2020

Aprovado para publicação: 31/08/2020

A isonomia das espécies: uma perspectiva biológico-evolucionista para o biocentrismo

Rodrigo Biliéri de Almeida *

Resumo: O presente trabalho discute sobre teorias de evolução focando na relação entre homens e os demais animais à luz da Filosofia ética prática contemporânea. Busca esclarecer se o antropocentrismo está fundamentado nos conhecimentos da Biologia Evolutiva (primeira hipótese), ou se a racionalidade da Biologia Evolutiva se aproxima do biocentrismo (segunda hipótese). Objetiva-se analisar criticamente as ideias antropocentristas do progresso direcional e da superioridade natural humana a partir da literatura disponível sobre filosofia ética, antropologia geral, genética, biologia evolutiva, história natural, ecologia e zoologia. Esta pesquisa, com base nos conhecimentos da biologia evolutiva, defende a segunda hipótese: o posicionamento racional técnico-científico sobre o biocentrismo e os direitos dos animais.

Palavras-chave: Evolução; Progresso direcional; Superioridade humana; Antropocentrismo; Biocentrismo.

The isonomy of species: a biological-evolutionist perspective for biocentrism

Abstract: The present work discusses theories of evolution, focusing on the relationship between men and other animals in the light of contemporary practical ethical philosophy. It seeks to clarify whether anthropocentrism is grounded on the knowledge of Evolutionary Biology (first hypothesis), or if the rationality of Evolutionary Biology more fits biocentrism (second hypothesis). It aims to critically analyze the anthropocentric ideas of directional progress and natural human superiority from the available literature on ethical

* Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Estudante de Graduação em Direito pela FURG e Graduação-sanduiche pela Universidade de Coimbra. Endereço para correspondência: Av. Itália, s/n (Km 8), Carreiros, Rio Grande/RS, CEP 96.201-900. E-mail: rbilieri@almeida@gmail.com.

philosophy, general anthropology, genetics, evolutionary biology, natural history, ecology and zoology. This research defends the second hypothesis, the rational technical-scientific position on biocentrism and animal rights based on the evolutionary biology knowledge.

Keywords: Evolution; Directional progress; Human superiority; Anthropocentrism; Biocentrism.

1 INTRODUÇÃO

Após a publicação do *Origin of species* em 1859, representantes da Igreja, alguns intelectuais, leigos e alguns cientistas se opuseram imediatamente às ideias nela contidas, ao passo que outros aderiram a ela. (Foley, 2003, p. 15). Muitas correntes de pensamento na época ou mesmo posteriormente, procuraram justificar essa rejeição. O fundamentalismo religioso, por exemplo, ao ver a concepção do criacionismo e da teleologia cósmica ser questionada pela seleção natural com a nova explicação para a perfeição adaptativa dos organismos (Mayr, 2005, p. 48) se opôs às ideias de Darwin. Parte da comunidade científica da época admitia o fixismo.

Atualmente, talvez a maior rejeição à teoria da evolução advenha de parte das Ciências Sociais e Humanas. Robert Foley comenta a respeito: “O crescimento da teoria social e do relativismo cultural produziram ideias que são igualmente contrárias à evolução” (Foley, 2003, p. 15). Na Antropologia sociocultural, tanto as correntes do particularismo como do funcionalismo e do estruturalismo entendem que as culturas e sociedades estão em processo de complexa transformação que nega o evolucionismo (Goldman, 1999, p. 27). Alguns historiadores e filósofos também entendem o darwinismo como uma ideologia baseada no *laissez-faire* do liberalismo econômico que legitimava a desigualdade entre classes (Magalhães, 2007, p. 8).

O objetivo do presente trabalho é discutir sobre teorias de evolução focando na relação entre homens e os demais animais à luz da Filosofia ética prática contemporânea. Procura esclarecer se o antropocentrismo está fundamentado nos conhecimentos da Biologia Evolutiva (primeira hipótese), ou se a racionalidade da Biologia Evolutiva se aproxima do biocentrismo (segunda hipótese).

2 O ANTROPOCENTRISMO, O BIOCENETRISMO E A BIOLOGIA EVOLUTIVA

Sob o ponto de vista da ética prática contemporânea no que tange a relação entre o homem e os demais animais, podem ser encontradas duas possibilidades: o antropocentrismo e o biocentrismo.

O antropocentrismo é “uma corrente de pensamento que reconhece o homem como o centro do universo e, conseqüentemente, o gestor e usufrutuário do nosso planeta” (Levai, 2010, p. 124). O ser humano é vislumbrado como ser superior às demais formas de vida e perde sua ligação com a natureza (Stoppa & Viotto, 2014, p. 121). O Homem (gênero) é o centro do Universo e se encontra acima das outras formas de vida e, justamente por essa razão, “desfruta e dispõe dos recursos naturais e de todas as outras espécies animais conforme interesses estabelecidos por ele mesmo, a seu bel prazer” (Felipe, 2007, p. 32). É a posição segundo a qual o interesse dos seres humanos deve ser mais favorecido do que os interesses dos seres não-humanos (Faria & Paez, 2014, p. 96). Os animais não-humanos não devem ser considerados moralmente ou o devem em um patamar inferior (*Ibid.*, p. 98). Conforme Edward O. Wilson, nesta mundividência, “nada tem importância a não ser o que afeta a humanidade” (Wilson, 2012, p. 153).

Já no biocentrismo, a consideração moral é estendida a todas as entidades naturais vivas. Ocorre “a valoração moral de todos os seres, de modo que o valor da vida, em si e por si mesma, não prescinde de qualquer finalidade humana” (Silva & Rech, 2017, p. 23). To egetais, para os quais o ser humano tem obrigações éticas (Naconecy, 2006, p. 64). Entre essas obrigações está a “exigência ética de conceder igual consideração ao bem de todas as entidades com um bem próprio, humanas e não-humanas” (Taylor, 1987, p. 158). Na filosofia biocêntrica, todos os seres vivos têm importância (Stoppa & Viotto, 2014, p. 123) e direitos intrínsecos, como o direito à vida (Wilson, 2012, p. 153).

Pode-se dizer que a sociedade no geral e a ordem social, política e econômica¹ do Ocidente se estruturam a partir de um viés

¹ Nesse diapasão, Diego C. B. da Silva e Adir U. Rech (2017, p. 16) apresentam a ligação do antropocentrismo com o capitalismo e sua exigência de desenvolvimento econômico desenfreado às expensas dos recursos naturais, que teria se solidificado com a sociedade industrial. Ana Maria Soares de Oliveira (2002, p. 4) aponta o vínculo do antropocentrismo com o mercantilismo do período feudal.

antropocêntrico, com a admissão e a promoção de exploração natural e animal em diversos níveis e situações. A filosofia antropocêntrica é hegemônica nas sociedades históricas modernas e nas contemporâneas: “As teorias e doutrinas nas mais diversas áreas, de cunho antropocêntrico, são dominantes ainda na sociedade ocidental” (Fohrmann & Kiefer, 2016, p. 17) e o antropocentrismo se insere na “tradição filosófica ocidental de um modo geral” (Sarlet & Fensterseifer, 2007, p. 76).

Os argumentos utilizados a favor da superioridade e da centralidade humanas (o antropocentrismo) são da área da biologia, sobretudo da biologia evolutiva. Nessa perspectiva admite-se que a humanidade possui características especiais (Stoppa & Viotto, 2014, p. 123), sendo a principal delas a racionalidade. O Homem é tido como o único animal racional e dotado de inteligência e autoconsciência (Silva & Rech, 2017, p. 16) que se encontra no último estágio da evolução. Além deste argumento – de que dotamos de características singulares não compartilhadas pelos outros animais e vegetais –, há, ainda, as ideias de que somos os seres vivos mais desenvolvidos, complexos e “evoluídos” do mundo. Já os animalistas (ou defensores dos animais) se opõem a esta perspectiva e defendem uma mundivisão biocêntrica.

A justificação teórica do biocentrismo reside no campo interno da Filosofia Moral, com os argumentos do princípio universal da igualdade, do valor universal e absoluto da vida, do respeito, da empatia, da justiça, da não-vilência, da autonomia etc. Dentre os autores que tratam da animalidade pode-se mencionar Tom Regan, Peter, Steve Sapontzis e Carlos Naconecy, por exemplo. Filósofos e professores universitários de Filosofia, com enfoque na Ética, sua defesa dos direitos animais se concentra em bioética ou ética animal.

O que se observa nas discussões entre os dois grupos é que seus argumentos são provenientes de estudos de natureza diferente: biologia e filosofia moral.

Na próxima seção faremos um teste de falseabilidade ou refutabilidade dos argumentos biológicos-evolutivos utilizados mais frequentemente pelos antropocentristas para defender a superioridade e a centralidade humanas no mundo.

3 DA VERACIDADE DO PROGRESSO NA EVOLUÇÃO HUMANA

Um aspecto do evolucionismo que é objeto de críticas, é a ideia de progresso. O homem como o organismo vivo estaria um passo além na evolução geral das espécies. Haveria, nesta perspectiva, uma hierarquia entre as espécies animais: os animais terrestres teriam evoluído dos marinhos; e dentre os terrestres, o ser humano teria evoluído do macaco, ocupando, assim, o “topo” da evolução. Contudo, o evolucionismo não retrata essa visão. Nas palavras de Douglas Futuyma:

Assim como os ambientes variam, também o fazem os agentes da seleção natural – deste modo, embora tendências possam ser percebidas na evolução de certos grupos de organismos, não existe razão necessária para se esperar uma direção consistente na evolução de qualquer linhagem, muito menos uma direção que todos os seres vivos devam seguir. Além do mais, sendo a seleção natural tão mecânica quanto a gravidade, ela não é moral nem imoral (Futuyma, 2002, pp. 7-8)

3.1. A aleatoriedade da evolução vs. progresso direcional

A questão não é a (in)existência de linhagens e tendências evolutivas. Elas ocorrem de fato, mas são tão múltiplas e sensíveis ao meio que não se pode traçar qualquer direcionamento ou continuidade unívoca e absoluta. A evolução, ademais, é uma questão de sorte, ou de processos operando em níveis tão altos que não compreenderiam as minúcias da forma da espécie em que ocorre (Foley, 2003, p. 23). É, inclusive, um conjunto de erros na estrutura do DNA (tanto que grande parte das mutações são deletérias e recessivas²). A evolução, ainda, é uma mistura de acontecimentos aleatórios³, conseqüências de infinitas combinações genéticas que reagem entre si. É “[...] uma incessante produção de novas maneiras de fazer as coisas, explorando

² A maior parte das mutações é neutra, pois muitas substituições de nucleotídeos não modificam um aminoácido ou modificam sem alterar a função proteica, não causando, assim, mudanças fenotípicas. Uma baixa porcentagem, quase desprezível, das mutações, é durável e benigna.

³ Por “aleatoriedade”, esse artigo entende não a desordem e o caos na evolução – o que não procede –, mas o acaso ao qual o processo evolutivo pode – ou não, por isso aleatoriedade – ficar à mercê.

alternativas, testando novas estratégias, à medida que as próprias condições mudam e se alteram [...]” (Foley, 2003, p. 133).

A seleção natural não é per se aleatória – devido à regra de a natureza “selecionar” sempre o mais apto e adaptado, mas os outros mecanismos que “direcionam” a evolução, como a mutação e a recombinação gênica, “são aleatórios com relação às modificações que produzem nos fenótipos”. A seleção natural é isenta de intenção e de consciência própria (Freeman & Herron, 2009). O próprio Darwin afirmou que “as causas que se opõem à tendência natural para a multiplicação de cada espécie são bastante obscuras”, e não poderíamos avaliar exatamente quais são os obstáculos que atuam nesse processo devido a nossa ignorância total (Darwin, [1859], 1981, pp. 72-3),

A evolução, enfim, é a soma de mutações que estão à mercê de inúmeros e imprevisíveis fatores que as alteram constantemente e tornam seus possíveis rumos incertos. Talvez o mais importante desses fatores seja *o ambiente* (Remane, 1997, p. 264).

Quanto às variações do meio segundo o espaço, suficiente lembrar as múltiplas configurações da natureza, seus seres e relações ecológicas aos níveis dos biomas e dos ecossistemas. As migrações de espécies e sua disseminação ao redor do planeta para meios diversos foram imprescindíveis para alterar o rumo de suas macroevoluções e, eventualmente, impulsionar processos de especiação e de adaptações microevolutivas⁴.

Outro fator evolutivo imprevisível e de constante alteração é a reprodução, inclusive a seleção do parceiro, pela qual “[...] podem ser favorecidas ou desfavorecidas determinadas variantes de procriação, e com isso pode o caminho da evolução ser orientado em determinadas direções” (Remane, 1997, p. 264), sobretudo em espécies com dimorfismo sexual⁵.

⁴ A microevolução pode ser definida como a mudança nas frequências alélicas em uma população ao longo de gerações, enquanto a macroevolução é o “amplo padrão de evolução acima do nível de espécie” (Urry *et al*, 2016, p. 504).

⁵ Além disso, essas espécies sofrem recombinações genéticas (mistura aleatória dos cromossomos dos indivíduos) durante a formação de seus gametas, o que aumenta a variabilidade e a diversidade genética, havendo mais características para serem herdadas ou não e, posteriormente, selecionadas ou não.

A seleção natural de uma ou algumas variações morfológicas e comportamentais depende da capacidade de sobrevivência e de reprodução vinculadas a essas variações. As variações que se associarem a maiores capacidades de sobrevivência e de reprodução tenderão a aumentar sua frequência nas sucessivas gerações (Klein, 2009b, p. 3). No entanto, nem sempre a(s) variação(ões) vinculadas a uma maior chance de sobrevivência serão também as mais reprodutíveis, ou ainda, as mais herdáveis, podendo, em vez de se fixarem, serem eliminadas.

Esse assunto esbarra em mais um fator crucial, a casualidade dos alelos raros. Alelos raros (ou seja, mutacionados) são passíveis de exclusão acidental por morte situacional dos descendentes nascidos com eles e dos seus últimos portadores (Remane, 1997, p. 273), ou pela seleção dos gametas⁶. “Uma eliminação acentuada de genes acontece também quando a população diminui repentinamente” (*Ibid*, p. 277). Deve também ser considerada a deriva genética⁷:

[...] por causa da deriva genética, alelos prejudiciais podem aumentar em frequência em pequenas populações, apesar da desvantagem seletiva, e alelos favoráveis podem ser perdidos, embora seletivamente vantajosos (Raven & Johnson, 2002, p. 427)

A causalidade na genética populacional não se dá apenas no estágio da seleção, mas desde a ocorrência da variação. Isto é, o acaso pode definir não apenas quais variações serão fixadas ou eliminadas, mas desde já, quais irão surgir. Nem sempre entre as variações se dispõe de uma “solução adaptativa” para ser fixada (isto é, nem sempre surge uma variação que seja favorável ao meio), o que explica porque milhões de linhagens de seres vivos se extinguíram. Ainda, mesmo surgindo

⁶ Dependendo de qual dos óvulos ou qual dos espermatozoides entrar na fecundação, e do material genético que carreguem, a nova geração pode portar ou não genes raros e dar sequência a uma linhagem evolutiva

⁷ A deriva genética é a mudança das frequências alélicas de uma população que ocorre de forma totalmente aleatória e afeta a variabilidade e a composição genéticas de uma população, podendo ocasionar a eliminação ou a fixação de alelos específicos nesta população. Consiste em um evento fortuito que faz com que “a frequência dos alelos flutuem de maneira imprevisível de uma geração para a outra, especialmente em pequenas populações” (Urry *et al*, 2016, p. 492).

variações favoráveis, isto não quer dizer necessariamente que serão sempre boas o suficiente para conservar a espécie, ou que serão ótimas, “mas apenas o melhor remendo entre os possíveis” (Neves, 2006, pp. 268-269).

Por fim, pode se mencionar o grau de isolamento/dispersão do contingente. Quanto menor for o habitat de uma população ou espécie e menos ela conviver com outras, menor é a chance de ocorrer modificação.

Fenômenos imprevisíveis podem provocar a separação de uma espécie em duas populações isoladas que evoluirão separadamente a partir deste evento, podendo, inclusive, tornarem-se espécies diferentes (a chamada especiação alopátrica ou por isolamento geográfico).

Em sentido oposto, uma população que esteja isolada em um espaço restrito (e que, por isso, desenvolve variações autonomamente) terá sua evolução drasticamente alterada se os mesmos fenômenos naturais a obrigarem a migrar e/ou dispersar seu contingente. A mudança do meio da população poderia tornar variações favoráveis (e sendo estas as que eram selecionadas e a “direção” da evolução) em desfavoráveis. Além disso, a população poderá entrar, eventualmente, em contato com outra população. Poderá haver intercruzamento, com surgimento de fluxo gênico e a inserção de variações de uma população na outra, que não surgiriam em outro contexto. A população isolada seguirá uma “direção” evolutiva diferente da que seguiria se não houvesse se dispersado.

Assim, não se pode dizer que com base na datação dos fósseis, a evolução tem um rumo definido naturalmente; que é direcional. Ela depende de uma série de fatores que têm variações relativas, casuais, contextuais e circunstanciais que alteram o curso do processo evolutivo a todo o momento.

3.2. A diversidade da evolução vs. progresso direcional

Há diversidade – tanto de forma como de comportamento – entre as espécies de hominínios de maneira que elas são contrastantes. Ainda, se a partir traçarmos a ordem cronológica da existência dos

hominínios (Figura 1), encontraremos a coexistência temporal (ocorrências múltiplas) de várias dessas espécies.

Há evidências de que alguns hominídeos teriam surgido exatamente na mesma época, apresentando características bastante distintas, como o peculiar caso do *Homo rudolfensis* e do *Homo habilis*. Eles provavelmente ocuparam o mesmo hábitat (Leste Africano), apareceram e se extinguíram no mesmo período de tempo, e apresentaram diferenças morfológicas, odontológicas e cefalométricas significativas⁸. Ainda, é difícil determinar qual deles foi nosso parente mais próximo na história evolutiva, pois enquanto o *H. rudolfensis* se aproxima do *H. sapiens* pela sua expansão cerebral, o *H. habilis* se assemelha por suas anatomias facial e dental (Institute of Human Origins, 2009).

Além dessas diferenças morfológicas, há diferenças fisiológicas correspondentes. A arcada dentária do “homem de Rudolf” permitia que ele – acredita-se – tivesse uma dieta alimentar herbívora baseada em frutas e plantas fibrosas, ao passo em que o “homem habilidoso” era onívoro, alimentando-se de carnes e vegetais macios (Institute of Human Origins, 2009).

Variações análogas quanto à morfologia do crânio, rosto e boca podem ser encontradas entre o *Homo neanderthalensis* e o *Homo sapiens* (vide Figura 2), sendo que essas duas espécies também surgiram simultaneamente e coexistiram até a extinção “recente” da primeira (Figura 1).

⁸ O *H. rudolfensis* tem rosto ligeiramente maior, mais quadrado e menos prognático; arcada supraciliar menos desenvolvida; caixa craniana mais redonda e volumosa; cérebro maior; dentes maiores e mais planos; caninos mais largos; coroas dentais mais complexas e raízes e maltes mais espessos; órbitas oculares maiores; e braços menores em relação ao *H. habilis* (Smithsonian Institution, 2016)

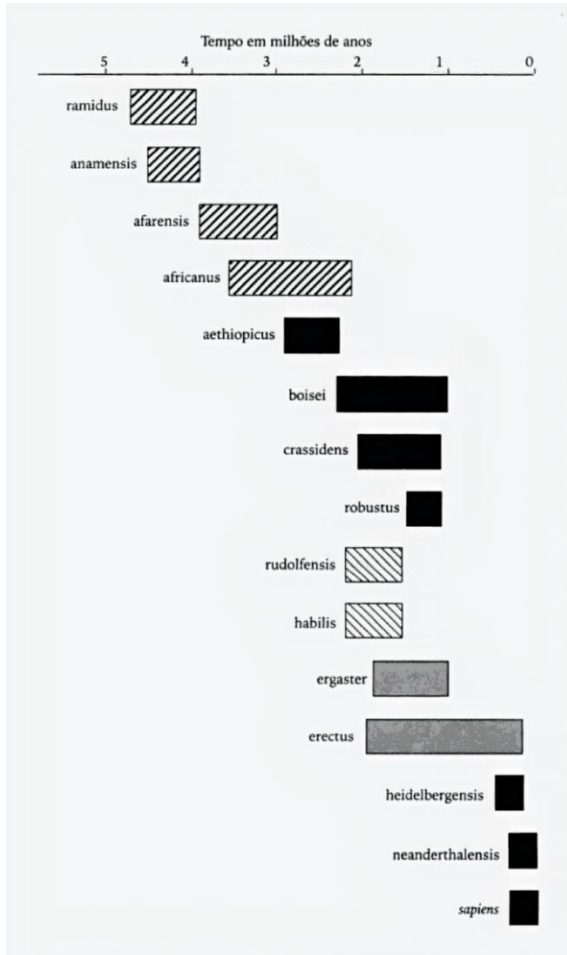


Fig. 1. Ordem cronológica da existência dos homínios conforme a datação de fósseis⁹.

Fonte: FOLEY, Robert. *Os humanos antes da humanidade: uma perspectiva evolucionista*. Trad. Patrícia Zimbres. São Paulo: Editora UNESP, 2003. p. 110.

⁹ É importante mencionar que essa é uma dentre as várias leituras possíveis da evolução humana. Muitos cientistas questionam qual o número exato dos homínios que representariam espécies independentes.

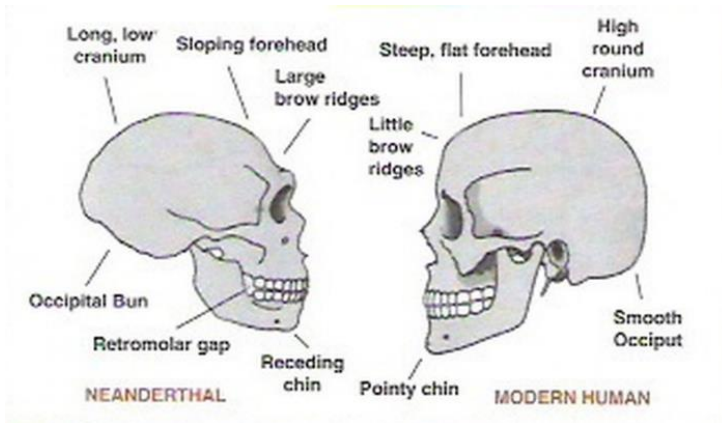


Fig. 2. Comparação entre uma caveira Neandertal (à esquerda) e uma caveira humana moderna (à direita).

Fonte: KADAR, George. Parting Thoughts: The eternal conflict. The Barnes Review Magazine. Upper Malboro: TBR, v. XVI, n. 3, mai./jun. 2010, p. 70.

Foley (2003) comenta a respeito:

[...] ao contrário de evoluir progressivamente e em linha direta partindo de um elo perdido até os humanos modernos (o que é conhecido como anagênese), os hominídeos se ramificaram e divergiram em espécies separadas durante os primeiros tempos de sua evolução (Foley, 2003, p. 115).

Conforme Yuval Noah Harari (2015):

É uma falácia comum conceber essas espécies como dispostas em uma linha reta de descendência, com os ergaster dando origem aos erectus, os erectus dando origem aos neandertais e os neandertais dando origem a nós. Esse modelo linear dá a impressão equivocada de que, em determinado momento, apenas um tipo de humano habitou a Terra e de que todas as espécies anteriores foram meros modelos mais antigos de nós mesmos. A verdade é que há aproximadamente de 2 milhões a 10 mil anos atrás, o mundo foi habitado por várias espécies humanas ao mesmo tempo. E por que não? Hoje há muitas espécies de raposas, ursos e porcos. O mundo de 100 mil anos atrás foi habitado por pelo menos seis espécies humanas diferentes (Harari, 2015, p. 16).

E não foi apenas durante os primórdios da humanidade que a divergência entre espécies ocorreu. Ela também aconteceu entre humanos modernos, após a expansão da África para a Eurásia (Klein, 2009a, p. 16007)

Diferentemente da evolução linear dos hominínios, com uma única tendência (ou “direção”), que é popularmente aceita (Figura 3), o panorama da evolução pode ser representado por uma árvore repleta de ramos e galhos no qual os humanos modernos (*H. sapiens*) são apenas um dos galinhos (Figura 4).

Como, então, a evolução pode ter uma direção única de transformação filogenética e progresso se espécies que divergiram em um mesmo instante e coabitaram em igual período de tempo apresentavam morfologia diferente e tendências evolutivas variadas?

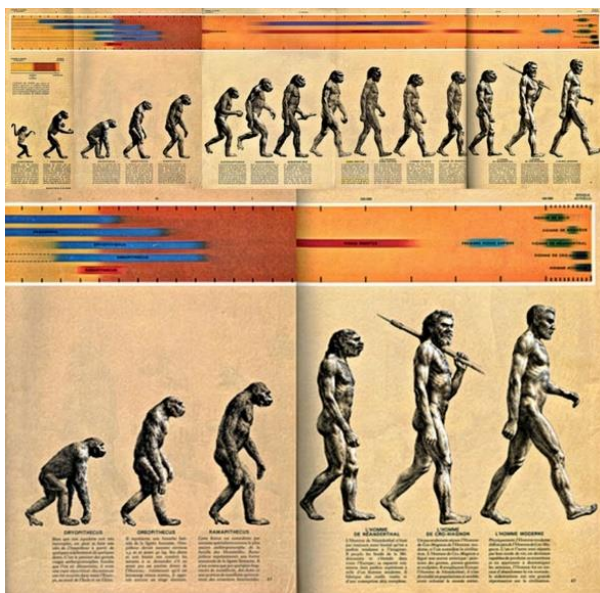


Fig. 3 – *A Marcha do Progresso*, de Rudolph Zallinger. Icônica representação linear da evolução humana. Acima, a versão completa, tal qual aparece no livro; e abaixo, sua versão simplificada mais famosa.

Fonte: ZALLINGER, Rudolph. A marcha do progresso. In: HOWELL, F. Clark. *O homem pré-histórico*. Trad. Rio de Janeiro: José Olympio, 1969. p. 93.

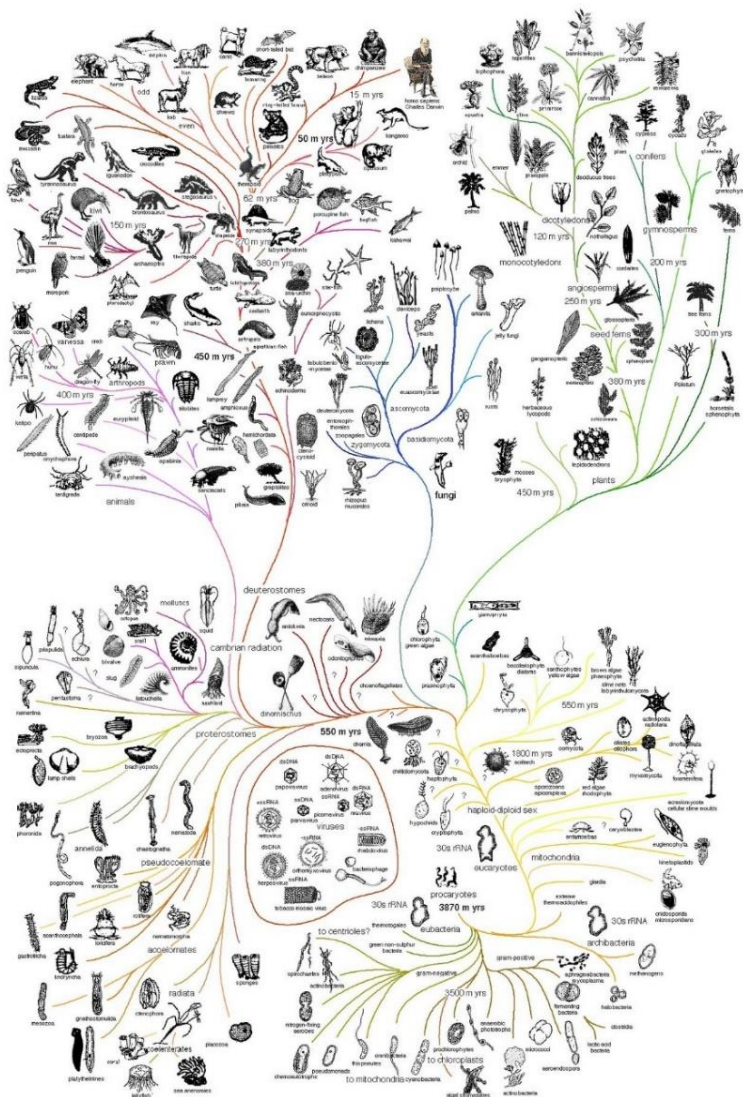


Fig. 4 – Árvore da vida evolutiva abrangente de King.

Fonte: KING, Chris. *The tree of life: tangled roots and sexy shoots: tracing the genetic pathway from the first eukaryotes to Homo sapiens*. *DNA Decipher Journal*, 1 (1), 2011, p. 74.

3.3. A descontinuidade da evolução vs. progresso direcional

A ideia de que características evolutivas emergentes são mantidas como uma conquista (o tal progresso), sendo que as etapas posteriores da evolução de certa forma se vinculam a ela, bastando melhorar, ampliar e otimizar as características já ganhas e apresentar outras inovações, pode ser questionada. O progresso direcional desconsidera as hipóteses de que a evolução das espécies possa apresentar estases, reversões, regressões ou descontinuidades entre seus estágios.

Um exemplo disto, supostamente, seria a “diáspora da água”, na qual os animais terrestres teriam evoluído dos animais marinhos. Contudo, apesar de muitos animais terrestres terem assim se mantido após este marco evolutivo, esta não foi a única tendência na história da evolução geral:

Os cetáceos, no entanto, surgiram a partir de uma linhagem de mamíferos terrestres com membros pares bem desenvolvidas, que retomaram a um ambiente aquático e reverteram para uma forma aquática do corpo. (Pough *et. al.* 2008, p. 13)

Não apenas as baleias, mas que um número considerável de animais totalmente terrestres também deu meia-volta, como os dugongos e os manatis; e ainda os que retornaram parcialmente, como focas, leões-marinhos, moluscos limnéideos, aranhas-de-água, besouros-de-água, crocodilos, lontras, serpentes do mar, musaranhos-d'água, cormorões-das-galápagos, iguanas-marinhos-das-galápagos, cuicas-d'água, ornitorrincos, pinguins e tartarugas. (Dawkins, 2009, p. 239).

Se os mamíferos mudaram da água para a terra, e depois retornaram à água, não houve continuidade linear na evolução, um dos elementos essenciais para se pensar em progresso direcional.

Outro exemplo nesse sentido pode ser encontrado na história da evolução humana nos australopitécinos (ou parantropinos) robustos. Os *A.* (ou *P.*) *robustus* contrastam nitidamente com os *Australopithecus* (ou *Paranthropus*) mais antigos e esbeltos, que o antecederam; e também com os hominínios de cérebro maior que o sucederam. Foley (2003, p. 111) descreve o *A.* (*P.*) *robustus* com músculos mais pesados, mandíbulas maciças, molares e pré-molares enormemente ampliados, incisivos e caninos pequenos, crânio baixo, testa inclinada, cabeça profundamente redonda, crista sagital, dentes grandes e cérebros

pequenos. Essa espécie, aparentemente primitiva pela constituição física que se verifica, na verdade surgiu após alguns hominínios de cérebro maior já existirem (como o *H. ergaster* e do *H. erectus*) e inclusive após a extinção do *H. habilis*. Se fôssemos considerar a existência de um progresso na evolução, o *A. (P.) robustus* teria que ter justamente o oposto da maioria de suas características, pela posição temporal que ocupa na história evolutiva (Figura 1).

3.4. O estágio final da evolução vs. progresso direcional

A ciência admite que o homem se modificou desde sua origem ancestral comum com os macacos: aumento ulterior do cérebro (quadruplicou de tamanho), diminuição da dentadura e da musculatura, perda efetiva de pelos, obsolescência de certos órgãos (amígdalas, apêndice, cóccix, etc). Essas alterações constantes no passado nos levam a especular sobre modificações futuras, por estimativa antropológica – a título de exemplo, a redução muscular, a perda do último molar e a redução da diversidade genética (Begun, 2006, pp. 77-79).

As previsões não são unânimes, até porque a evolução não é previsível e não funciona a partir de fatores sempre controlados (ver sobre a aleatoriedade na seção 2.1). Sean G. Byars e colaboradores preveem que as futuras gerações de mulheres serão mais baixas e corpulentas, terão menores valores para pressão arterial sistólica e colesterol total, darão luz ao primogênito mais cedo e alcançarão a menopausa mais tarde (Byars & col., 2010, p. 1989).

Independente de qual previsão esteja correta (se alguma estiver), o que importa é que todas consideram que haverá estágios evolutivos além do atual estágio da humanidade, o que indica que o homem é a transição contínua para seres futuros que seriam “ainda mais” superiores, evoluídos e “finais” que ele, seguindo a lógica progressista.

Assim, considerar que “[...] os humanos modernos representam apenas a última fração (até agora) do quadro geral” (Foley, 2003, p. 108) é fundamental para a negação da ideia de progresso direcional.

4 DA SUPERIORIDADE NATURAL DO HOMO SAPIENS

De acordo com Yuval Noah Harari, o *Homo sapiens* faz parte de uma família:

O *Homo sapiens* guardou um segredo ainda mais perturbador. Não só temos inúmeros primos não civilizados, como um dia também tivemos irmãos e irmãs. Costumamos pensar em nós mesmos como os únicos humanos, pois, nos últimos 10 mil anos, nossa espécie de fato foi a única espécie humana a existir. Porém, o verdadeiro significado da palavra humano é “animal pertencente ao gênero Homo”, e antes havia várias outras espécies desse gênero além do *Homo sapiens* (Harari, 2015, p. 13)

O discurso da superioridade humana frente às demais espécies se baseia em dois pressupostos: a singularidade humana (possuímos características únicas que os outros organismos vivos não possuem) e a complexidade humana (somos mais desenvolvidos e habilidosos). Contudo, a superioridade natural do *Homo sapiens* se esvai quando são apresentadas evidências contrárias aos mesmos pela biologia comparada e biologia evolutiva.

A ideia de singularidade humana induz o pensamento de que a nossa espécie é dotada de características, habilidades e funções não identificadas em qualquer outra espécie viva e que, por isso, estaríamos em uma posição única e privilegiada. No entanto, é preciso ter cautela quanto à singularidade relacionada à evolução humana, pelo menos no tocante ao seu processo, porque todos os seres bióticos estão sujeitos às mesmas leis naturais da evolução.

Com a proposta de Darwin, o darwinismo e seus desdobramentos, incluindo a Síntese moderna, foi possível entender que o homem e os seres vivos passaram por transformações. Essa visão se opôs ao antropocentrismo filosófico ao incluir o homem na natureza, com os outros seres vivos. “A antropologia geral somente se tornou possível quando o homem foi reconhecido como um ser da natureza e enquadrado na natureza biológica” (Remane, 1997, p. 261). Nas palavras de Foley:

A ideia da evolução por meio da seleção natural ameaçava diversas posturas intelectuais. Punha em questão o postulado da singularidade da humana e da separação entre os humanos e o restante do mundo natural, abrindo uma perspectiva inteiramente nova sobre a respeito dos organismos vivos e do meio ambiente [...]. Para alguns, a evolução aviltava os humanos, ao compará-los aos animais, ao passo que para outros, ela pecava intelectualmente, por faltar-lhe a *gravitas* da maior parte das ideias filosóficas. (Foley, 2003, p. 16)

Além disso, estudos de evolução e da genética têm gradualmente indicado que todos os seres vivos advêm de uma longínqua origem comum, da qual se desprende uma comunhão biológica mínima.

Na área da genética, por sua vez, quanto mais se estuda o código genético e o genoma humano, pode-se perceber mais comunhões do que singularidades. Em 2001, o mapeamento genético feito pelo *Projeto Genoma Humano* foi completado. Foi mostrado que muitos genes são os mesmos nos organismos mais simples e no homem. Além disso que o genoma humano possui tantos pares de bases como o da mosca e trinta vezes menos que o milho e a salamandra (Keck & Rabinow, 2009, pp. 88-89).

Frédéric Keck e Paul Rabinow (2009) enfatizam que devido à similaridade genética interespécies, a maioria dos experimentos sobre o genoma humano são feitas em não humanos, isto é, animais. A drosófila é usada para estudar a reprodução, o verme nematoide *C. Elegans* para analisar o sistema nervoso e a levedura ou o rato para a pesquisa em genes. Assim, não se pode ignorar que:

Toda a matéria viva compartilha o mesmo material químico e é construída sobre a mesma molécula replicante. Estas evidências indicam a unidade da vida, o fato de que as diferentes formas de vida não tiveram origens separadas. É fato conhecido que quase todas as plantas e animais, e organismos uni e multicelulares se utilizam do mesmo código genético (Foley, 2003, p. 40)

A posição evolutiva e de parentesco das espécies parece depender não só de análises objetivas e técnicas sobre fatos e indícios, mas também das particularidades dos taxonomistas em decidir valorativa e subjetivamente se um fóssil tem características mais próprias ou comuns, simiescas ou humanoides.

Considerar que o homem é singular não é adequado, pois uma mesma anatomia geral é perceptível em espécies diferentes de maneira a confundir suas independências (alguns cientistas colocam inclusive o *H. neanderthalensis*, o *H. heidelbergensis*, o *H. sapiens* e os denisovanos como subespécies de uma mesma espécie). A similaridade é tamanha que, se tivéssemos conhecimento absoluto de nossas linhagens, haveria tantos estágios intermediários (gradualismo darwiniano) entre elas que perderíamos a fronteira entre uma e outra, tornando-se obsoleta a di-

visão classificatória das espécies, e passaríamos a nos nomear uma espécie só (Dawkins, 2009, pp. 274-7).

Há diferenças em relação à fisiologia do homem e outros animais. Os animais têm singularidades que nós, humanos, não possuímos. Animais mais antigos, como peixes ósseos, têm um aparato maxilar durofíco para se alimentarem de itens duros (Pough *et al.*, 2008, p. 120), enquanto nós precisamos cozinhar e preparar muitos dos nossos consumos. Animais aquáticos, canídeos, felinos, cavalos, roedores, aves, marsupiais, crocodilos, morcegos, ruminantes e certas aranhas – mas nenhum humano – possuem o tecido ocular *tapeta lucidum*, que lhes concede uma visão noturna e para baixa luminosidade superior. Os peixes *Ostariophysi* têm o aparelho weberiano que aumenta sua sensibilidade auditiva através da vibração da bexiga natatória, captando uma variedade maior de frequência que todos os outros peixes (Pough *et al.*, 2008, pp. 133-4). Há ainda a ecolocalização de morcegos microquirópteros – no ar – e golfinhos e botos – na água –, que auxiliam nas caças (*Ibid.*, p. 184) e inexistem entre os sentidos humanos.

A comunicação simbólica e verbal (por uso da linguagem) seria restrita ao ser humano? Diz-se que os animais se comunicam, mas que não se trata de uma linguagem verdadeira pela falta de símbolos e de verbalidade nessa comunicação. Contudo, pesquisadores do Havaí teriam, empregando-se a linguagem interespecífica de Herman, conseguido passar a golfinhos a linguagem humana não meramente como conjunto de rótulos, mas de palavras (simbólica e verbalmente). Conclusivamente, “a pesquisa havaiana sugere que um golfinho pensa gramaticalmente e pode lidar com representações abstratas [i.e. símbolos] não apenas de coisas, mas de suas relações com outras coisas” (Zimmer, 1999, p. 163). Ainda, os golfinhos compreenderiam a gramática humana tão bem que perceberiam quando nela haveria falhas: se passássemos um comando sem sentido, como “buscar argola pessoa água”, a um golfinho, ele ignoraria a palavra “água” e traria a argola à pessoa, corrigindo a sentença.

Linguagens (comunicações simbólicas e verbais) têm sido identificada em uma série de primatas. Certos chimpanzés, gorilas e orangotangas de laboratórios e cativos apresentaram a capacidade de aprender linguagens de sinal.

Estudos também reconheceram linguagens orais (vocalizadas) em primatas. Robert M. Seyfarth, Dorothy L. Cheney e Peter Marler (1980, pp. 1088-1089) pesquisaram os guinchos de macacos-vervet e identificaram que os sons variavam em amplitude, duração e outros aspectos. Cada variante do guincho ocorria em um contexto e produzia reações específicas. Percebeu-se que a ocorrência de variantes desses guinchos coincidia especificamente com a presença de certos predadores, havendo guincho diferentes para mamíferos carnívoros, aves de rapina, cobras e babuínos (Seyfarth; Cheney & Marler, 1980, p. 1072). As reações encontradas foram diferentes, como correr para uma árvore, correr para uma cobertura da floresta, olhar para cima, ficar parado em pé etc. (Seyfarth; Cheney & Marler, 1980, p. 1087). A reação de olhar para cima coincidia com uma variante do guincho que, por sua vez, coincidia com a presença de aves de rapina.

A partir desses dados, é possível concluir que os guinchos dos macacos-vervet têm atributos semânticos e simbólicos, com o sentido de alarmar a presença iminente de determinados predadores, e os macacos compreendem esse sentido e a intenção, reagindo de maneira específica. As diferenças de aspecto do som (amplitude, duração etc.) correspondem a morfologias gramaticais acústicas, sendo, assim, uma comunicação simbólica e verbal-oral (linguagem oral).

Além desses dados, que mostram que a linguagem não é exclusiva da humanidade, a história da evolução da linguagem em humanos aponta que as vocalizações de macacos e hominóides do Velho Mundo são as “precursoras para quase todas as características da comunicação verbal humana” (Dunbar, 1998, p. 140, tradução nossa).

Quanto à cultura – considerada uma invenção humana –, vários estudos contemporâneos, sobretudo antropológicos e primatológicos, apontam a existência de culturas (no plural) em chimpanzés. Eliane S. Rapchan (2010) sintetiza a ideia:

No momento em que grupos de chimpanzés passaram a ser identificados como grupos sociais, foi possível analisar as interações que estabelecem entre si pelas chaves da aliança e do conflito, observando a importância do status e das vantagens adquiridas por cada chimpanzé no interior de seu grupo, bem como os ganhos advindos de suas capacidades de dissimular diante dos mais fortes, o potencial para reagir diante do inesperado e a transmissão de conhecimento adquirido aos

mais jovens, mediados pelo que os pesquisadores têm chamado de “tradição”. (Rapchan, 2020, p. 234)

Ao longo do seu trabalho sobre o comportamento alimentar de chimpanzés selvagens de Gombe, (1963) percebeu uma técnica de pesca de cupins que envolvia tanto confecção quanto utilização de ferramentas transformadas, e concluiu que se tratava de padrões comportamentais transmitidos por imitação ou ensino, o que define uma cultura.

Assim, os chimpanzés compartilham costumes sociais passados de geração em geração, como confecção e utilização de ferramentas, caça, alimentação carnívora, compartilhamento de comida e lutas letais entre membros de comunidades vizinhas (Whiten & Boesch, 2001, p. 63).

Esses comportamentos e outros presentes em chimpanzés não podem ser explicados somente a partir do aprendizado individual, da genética e de influências ambientais. São padrões que aparecem em variações em diversas populações e subespécies.

A presença de cultura em chimpanzés não se dá apenas pelos padrões de comportamento. Artefatos (ou cultura material) são comuns, sendo que William C. McGrew (1992) constatou que ao menos existem 19 tipos diferentes de uso de ferramentas em distintas comunidades.

Esse assunto (da cultura) alcança a ideia de cognição. Sabe-se que a transmissão do comportamento cultural dos hominóides entre membros de uma geração populacional e entre as gerações não se dá por simples imitação. Os chimpanzés entendem os significados e as intenções dos comportamentos, sabendo seus contextos (quando, onde, por que e em relação a quem e a que ocorrem). Eles demonstram capacidade de avaliar e reagir ao comportamento manifesto de outro indivíduo e aos objetivos e planos (intenção) destes comportamentos (Seed & Tomasello, 2010, p. 411).

Essa capacidade cognitiva não é observada apenas em chimpanzés. De acordo com a performance dos primatas em geral em tarefas de permanência de objetos de Piaget, depreende-se que todos os primatas formam categorias perceptuais, quantificam objetos e percebem para além de *subitizing* (julgamento rápido, preciso e confiante dos números realizados para um pequeno número de itens) (Seed & Tomasello, 2010, p. 409). Chimpanzés, bonobos e orangotangos têm a habilidade

de representar mentalmente eventos futuros possíveis e se planejarem para eles (Seed & Tomasello, 2010, p. 410).

Além disso, os chimpanzés não orientam seu comportamento apenas pela percepção, mas também por representação mental e tomada de decisão flexível: estudos realizados com chimpanzés e macacos-prego apontam que, em alguns contextos, eles usam conhecimentos causais abstratos sobre propriedades de objetos (solidez, conectividade e rigidez) para escolher objetos como ferramentas, em vez de se basearem apenas em pistas perceptivas arbitrárias, como tamanho (Seed & Tomasello, 2010, pp. 409-10).

4.1. Biologia comparada vs. complexidade humana

Quanto à ideia de que certos animais são primitivos e outros avançados, e que alguns seriam simples e outros seriam complexos – estipulando aí uma relação de inferioridade e superioridade interespecífica ela pode ser descartada quando se percebe que as espécies têm algumas características singulares e outras, que compartilham com outras espécies. Todas as espécies apresentam complexidades à sua maneira, relativamente, além de outras estruturas que podem ser classificadas como simples se comparadas a estruturas com função análoga de outras espécies. Não se deve reduzi-las a simples ou complexas.

Nesse sentido, uma pista sutil de que não somos as criaturas perfeitas e mais complexas do mundo é a comparação entre os sistemas circulatórios de um peixe e de um ser humano. Nos peixes, um coração bombeia sangue para um vaso sanguíneo que se ramifica em seis pares de bolsas que guardam as guelras; e se encontra com outro vaso que faz a direção inversa até o coração. É um sistema extremamente bem eficiente. Com o ser humano, contudo, não é tanto assim, devido a restrições filogenéticas:

[...] aninhada entre meus pulmões e meu coração e brotando deste há uma aorta que se projeta para cima, emitindo artérias menores para minha cabeça antes de se virar e baixar rumo às minhas pernas. Um engenheiro a quem apresentasse um coração pulsante poderia ter oferecido uma solução mais racional: construir duas artérias, uma para levar sangue para a parte do corpo acima do coração, outra para a parte de baixo (Zimmer, 1999, pp. 14-15)

Se o ganho de características especiais (singularidade) pode ser entendido na evolução humana como superioridade, a perda de características (como as mencionadas nesta seção). representaria seu retrocesso e inferioridade, pois ambos os fenômenos ocorreram. De modo análogo, se o desenvolvimento de estruturas e sistemas (complexidade) pode ser visto na evolução humana como avanço e superioridade de acordo com o progresso direcional, a redução ou atenuação de estruturas e sistemas (simplificação) pode ser vista como um retrocesso e uma inferioridade. Por que então optar por nossa superioridade?

O que é visto como o principal símbolo do nosso progresso, o cérebro, pode dependendo da perspectiva que se adote, ser visto como um retrocesso. O cérebro humano grande é singular no reino animal porque é extremamente custoso e desvantajoso para o corpo, consumindo 25% da energia em repouso enquanto o cérebro de outros primatas consome meros 8% (Harari, 2015, p. 17). Além do alto consumo, a energia que antes era destinada aos músculos foi desviada aos neurônios, o que acompanhou a redução muscular apontada anteriormente. Não ocorreu um aumento das dimensões cerebrais nos demais animais por questão filogenéticas, não obstante pode-se encontrar também uma função de sobrevivência. Se considerarmos a seleção natural, as mutações do ser humano que lhe permitiram o cérebro grande aumentaram seu risco de perecer nas relações interespecíficas desarmônicas da natureza selvagem e, nesse ponto, tornaram-no menos apto à sobrevivência. “Um chimpanzé não pode ganhar uma discussão com um *Homo sapiens*, mas pode parti-lo ao meio como uma boneca de pano” (Harari, 2015, p. 17).

Ou seja, um cérebro grande nos trouxe igualmente benefícios e malefícios. Assim, não se pode afirmar que sejamos superiores, inferiores, avançados, primitivos ou que isso seja bom ou ruim.

Ainda, de acordo com Dawkins, a dicotomia entre animais “superiores e avançados” e animais “inferiores e primitivos” é inverificável, pois 1) os “inferiores primitivos” (p.ex. chimpanzés) não evoluíram para os “superiores e avançados” (p.ex. humanos): ambos têm um ancestral em comum, como já abordado. 2) de regra, os “inferiores primitivos” não se aparentam necessariamente mais com esses ancestrais: todos os animais possuem vestígios parciais de seus ancestrais, i.e., ca-

racterísticas “primitivas”. 3) O “esnobismo zoológico” que define “superioridades e avanços” e “inferioridades e primitivismo” é arbitrário. Considerando a “superioridade” de inteligência, beleza, tamanho do genoma ou da complexidade do plano corporal como medidas da “superioridade” das espécies, nenhuma delas seria “superior” em todos os quesitos. Os mamíferos certamente possuem cérebro maior do que as salamandras, mas têm genomas menores que os de algumas delas. 4) O grau de semelhança ou parentesco de uma espécie com o ser humano não pode ser padrão para julgar outros animais entre “superiores” (mais próximos) e “inferiores” (mais distantes). É uma questão meramente de perspectiva e subjetividade (Dawkins, 2009, pp. 219-22).

Por fim, a evolução não é orientada necessariamente à complexificação e à melhoria em si de órgãos, membros e caracteres: apenas se assim passarem a ter maior função para a adaptação ao meio. Se o meio exigir que haja uma mudança que possa ser valorada como uma simplificação ou uma redução, ela assim ocorrerá.

É importante destacar que o fato isolado de se ter características únicas (singulares) ou mais desenvolvidas (complexas ou avançadas) – neste último, como maior força – não implica maior sobrevivência, em termos evolutivos. A maior-força é importante nas relações ecológicas (como competições intra- e interespecíficas, predatismo e defesa), mas não acarreta resiliência contra as adversidades do meio natural. A maior-força costuma ser uma variação neutra ao meio (nem favorável, nem desfavorável), sendo que se um indivíduo com muita força física não apresentar variações, em tópicos relacionados à configuração do meio, a eles favoráveis, não irá sobreviver.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os antagonismos que pairam sobre o pensamento evolucionista são, na realidade, fruto de julgamentos com distorções, superficialidades e interpretações equivocadas. A teoria da evolução, do modo pelo qual é utilizada procurando proporcionar uma fundamentação para a centralidade humana e marginalidade dos outros animais (o antropocentrismo), é um exemplo disso.

Os argumentos dos adeptos do antropocentrismo em relação ao progresso direcional e superioridade natural humana não encontram respaldo nos conhecimentos da teoria da evolução.

A variedade de fatores, por vezes ocasionais (aleatoriedade) que podem desencadear ou extinguir a cadeia evolutiva; a pluralidade de direcionamento da cadeia evolutiva (diversidade); e a possibilidade de descontinuidade da evolução contestam a ideia de progresso direcional presente na visão antropocêntrica da vida. Outros postulados do antropocentrismo – da singularidade e da complexidade humanas –, que pretensamente justificariam a superioridade natural do *Homo Sapiens*, não se sustentam a uma análise detalhada da evolução; premissas que, por estarem incorretas, comprometem também a conclusão da superioridade e, sucessivamente, todo esse eixo argumentativo.

A singularidade cai por terra ao se perceber que *a)* todos ou quase todos os seres bióticos compartilham uma longínqua ascendência comum e uma comunhão mínima biológica, *b)* algumas características que o ser humano acredita lhes serem únicas (como a racionalidade, a inteligência, a consciência, a cultura e a linguagem e o comportamento simbólicos) são compartilhadas com certos outros seres vivos e *c)* várias espécies não-humanas apresentam também características singulares em comparação com espécie humana e/ou as demais.

A complexidade também é derrubada ao notar que *a)* o ser humano apresenta características que podem ser classificadas como simples e primitivas, não dispendo apenas de avançadas e complexas e *b)* todas as espécies apresentam complexidades a sua maneira, relativamente, além de outras estruturas que podem ser classificadas como simples se comparadas a estruturas com função análoga de outras espécies.

Vê-se a importância da teoria da evolução para uma leitura reformadora da natureza humana e de todas as espécies. Percebe-se que o evolucionismo na realidade combate a visão do homem como algo diferente dos animais e permite uma maior alteridade com as espécies ditas “inferiores”, o que pode ser mobilizado em favor do biocentrismo, totalmente ao sentido contrário de muitas mobilizações que ocorrem, em prol do antropocentrismo. Assim, não há necessidade de se recorrer à empatia humana e ao anticientifismo para a defesa do biocentrismo: basta uma releitura da *Biologia Evolutiva* a partir de um olhar biocêntrico, sem perder seu caráter técnico, racional e científico.

O pensamento biológico se beneficia de um esclarecimento pelo biocentrismo, pois o real cerne da evolução só pode ser acessado

quando se abdica de uma perspectiva antropocentrista e se embasa em literaturas acadêmicas multidisciplinares. Ao mesmo tempo, a filosofia ética do biocentrismo também se beneficia com um novo campo (biológico-evolutiva) de justificação.

Revisando a evolução desde os primórdios da Humanidade até o tempo presente (e as predições para o futuro); desde as adaptações dos animais originários até as habilidades de animais contemporâneos; desde as regras darwinianas da seleção natural até as revisões e complementações da Síntese Moderna; desde o indício dos defeitos do homem nas qualidades em que se vangloria até a percepção de que algumas delas se encontram de forma similar em outros seres vivos; desde explicações demasiadamente sofisticadas e técnicas até deduções simples e puramente retóricas; esse artigo trouxe uma demonstração paciente e sistemática de que o antropocentrismo não é sustentável racional e cientificamente, nem mesmo pela biologia.

Assim, concebe-se o que se entende por *isonomia das espécies*, isto é, o princípio filosófico geral segundo o qual todas as espécies – animais ou vegetais – devem receber o mesmo respeito, *status* e consideração perante a lei da natureza, mesmo que o tratamento seja diferente: na formulação aristotélica, deve-se tratar igualmente os iguais e desigualmente os desiguais, na exata proporção de suas desigualdades. Esse princípio contempla as singularidades e as complexidades parciais e desiguais-formais dos seres vivos em uma relação de alteridade, sem que esses pontos de diversidade autorizem a discriminação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEGUN, David R. Human evolution: retrodictions and predictions. Pp. 69-81. In: BURDYUZHA, V. (ed.). *The Future of Life and the Future of Our Civilization*. Springer, Dordrecht, 2006. <<https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4968-2>>.
- BYARS, Sean G; EWBANK, Douglas; GOVINDARAJU, Diddahally R.; STEARNS, Stephen C. Natural selection in a contemporary human population. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, **107** (suppl 1), 1787-1792, 2010. <<https://doi.org/10.1073/pnas.0906199106>>.
- DARWIN, Charles. [1859] *A origem das espécies*. Trad. Eduardo Fonseca. São Paulo: Hemus, 1981.

- DAWKINS, Richard. *O maior espetáculo da Terra: as evidências da evolução*. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.
- DUNBAR, Robin. *Grooming, Gossip, and the Evolution of Language*. Cambridge: Harvard University Press, 1998.
- FARIA, Catia; PAEZ, Eze. Anthropocentrism and speciesism: conceptual and normative issues. *Revista de Bioética y Derecho*, Barcelona, (32): 95-103, 2014.
- FELIPE, Sônia T. *Ética e experimentação animal: fundamentos abolicionistas*. Florianópolis: UFSC, 2007.
- FOLEY, Robert. *Os humanos antes da humanidade: uma perspectiva evolucionista*. Trad. Patrícia Zimbres. São Paulo: Editora UNESP, 2003.
- FOHRMANN, Ana Paula Barbosa; KIEFER, Sandra Filomena Wagner. Para além do antropocentrismo: uma proposta de reflexão. *Revista Brasileira de Direito Animal*, Salvador, **11** (22): 15-49, 2016.
- FREEMAN, Scott.; HERRON, Jon. C. *Análise evolutiva*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FUTUYAMA, Douglas J. *Biologia evolutiva*. 2. ed. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2002.
- GOLDMAN, Marcio. *Alguma antropologia*. Rio de Janeiro: Relume Dumará: Núcleo de Antropologia da Política, 1999.
- HARARI, Yuval Noah. *Sapiens: uma breve história da humanidade*. Porto Alegre: L&PM, 2015.
- INSTITUTE OF HUMAN ORIGINS. *Homo rudolfensis essay*, 2009. Disponível em: <<http://www.becominghuman.org/node/homo-rudolfensis-essay>>. Acesso em: 24 dez. 2019.
- KADAR, George. Parting Thoughts: The eternal conflict. *The Barnes Review Magazine*. Upper Malboro: TBR, v. XVI, n. 3, mai./jun. 2010, p. 70.
- KECK, Frédérick.; RABINOW, Paul. Invenção e representação do corpo genético. Pp. 83-105. In: CORBIN, Alain et al (dir.). *História corpo 3: As mutações do olhar: o século XX*. 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, , 2009.
- KING, Chris. The Tree of Life: Tangled Roots and Sexy Shoots: Tracing the genetic pathway from the first Eukaryotes to Homo sapiens. *DNA Decipher Journal*, **1** (1), 2011.

- KLEIN, Richard G. Darwin and the recent African origin of modern humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*. Washington, **106** (38): 16007-9, 2009a.
- KLEIN, Richard G. *The Human Career: human biological and cultural origins*. 3th. ed. Chicago and London: University of Chicago Press, 2009b.
- LEVAI, Laerte Fernando. Ética ambiental biocêntrica: pensamento compassivo e respeito à vida. In: ANDRADE, Silvana (org.). *Visão abolicionista: ética e direitos animais*. São Paulo: Libra Três, 2010.
- MAGALHÃES, Gildo. A evolução das espécies: da Natureza ao liberalismo econômico. *Revista de História Comparada*, Rio de Janeiro, **1** (2): 1-33, 2007. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/RevistaHistoriaComparada/article/view/143/135>>. Acesso em 2 out 2020.
- MAYR, Ernst. *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autenticidade de uma disciplina científica*. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- MCGREW, William C. *Chimpanzee Material Culture: implications for human evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.
- NACONECY, Carlos Michelon. *Ética & Animais: um guia de argumentação filosófica*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006.
- NEVES, Walter A. E no princípio... era o macaco! *Estudos Avançados*, São Paulo, **20** (58): 249-85, 2006.
- OLIVEIRA, Ana Maria Soares de. Relação homem/natureza no modo de produção capitalista. *Pegada - A Revista da Geografia do Trabalho*, **3**, pp. 1-9, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.33026/peg.v3i0.793>>. Acesso em: 29 set. 2020.
- POUGH, F. Harvey ; JANIS, Christine M; HEISER, John B. *A vida dos vertebrados*. 4. ed. São Paulo: Ateneu, 2008.
- RAVEN, Peter; JOHNSON, George B. *Biology*. 6th. ed. Boston: McGraw-Hill, 2002.
- RAPCHAN, Eliane Sebeika. Sobre o comportamento de chimpanzés: o que antropólogos e primatólogos podem ensinar sobre o assunto? *Horizontes Antropológicos*, Porto Alegre, **16** (33): 227-266, 2010. <<https://doi.org/10.1590/S0104-71832010000100012>>.
- REMANE, Adolf. A importância da teoria da evolução para a Antropologia geral. In: GADAMER, Hans-Georg; VOGLER,

- Paul. *Nova antropologia 2: Antropologia Biológica I*. São Paulo: EDUSP, pp. 261-85, 1997.
- SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. Algumas Notas sobre a Dimensão Ecológica da Dignidade da Pessoa Humana e sobre a Dignidade da Vida em Geral. *Revista Brasileira de Direito Animal*, Salvador, **2** (3): 69-94, 2007.
- SEED, Amanda; TOMASELLO, Michael. Primate Cognition. *Topics in Cognitive Science*, **2** (3): 407-19, 2010. <<https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2010.01099.x>>.
- SEYFARTH, Robert M.; CHENEY, Dorothy L.; MARLER, Peter. Vervet monkey alarm calls: semantic communication in a free-ranging primate. *Animal Behaviour*, **28** (4): 1070-1094. 1980.
- SILVA, Diego Coimbra Barcelos da; RECH, Adir Ubaldo. A superação do antropocentrismo: uma necessária reconfiguração da interface homem-natureza. *Revista da Faculdade de Direito da UFG, Goiânia*, **41** (2): 13-27, 2017.
- SMITHSONIAN INSTITUTE. *Homo rudolfensis*, 9 fev. 2016 (atual). Disponível em: <<http://humanorigins.si.edu/evidence/human-fossils/species/homo-rudolfensis>>. Acesso em: 24 dez. 2019.
- STOPPA, Tatiana; VIOTTO, Thaís Boonem. Antropocentrismo X biocentrismo: um embate importante. *Revista Brasileira de Direito Animal*, Salvador, **9** (17): 119-33, 2014.
- TAYLOR, Paul W. *Respect for Nature: a theory of environmental ethics*. 2. impress with corrections. New Jersey, Princeton: Princeton University Press, 1987.
- URRY, Lisa; CAIN, Michael; WASSERMAN, Steven; MINORSKY, Peter; REECE, Jane. *Campbell Biology*. 11th ed. New Jersey: Pearson Higher Education, 2016.
- WHITEN, Andrew; BOESCH, Christophe. The Cultures of Chimpanzees. *Scientific American*, Scientific American, **284** (1): 60-67, 2001. <[doi:10.1038/scientificamerican0101-60](https://doi.org/10.1038/scientificamerican0101-60)>.
- WILSON, Edward Osborne. *A diversidade da vida*. São Paulo: Companhia de Bolso, 2012.
- ZALLINGER, Rudolph. A Marcha do Progresso. In: HOWELL, F. Clark. *O homem pré-histórico*. Rio de Janeiro: José Olympio, 1969. 200p. Coleção LIFE Nature Library, v. 22.

ZIMMER, Carl. *À beira d'água: a macroevolução e a transformação da vida*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1999.

Data de submissão: 05/10/2020

Aprovado para publicação: 09/12/2020

Clements e o conceito de clímax

Tatiane Barbosa Martins *

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins #

Resumo: Frederic Edward Clements (1874-1945), botânico norte-americano, deixou contribuições para a ecologia durante as quatro primeiras décadas do século XX. A ele é atribuída a proposta de conceitos como sucessão ecológica e clímax. O objetivo deste artigo é discutir sobre o percurso que levou Clements ao conceito de clímax no período compreendido entre 1904 e 1936. Além disso, esclarecer como esta contribuição foi recebida pela comunidade científica na época. Esta pesquisa levou à conclusão de que o termo clímax, ou mesmo sua conotação, não surgiram de imediato nas publicações de Clements (1904; 1905). Eles só apareceram a partir de 1916 (Clements, 1916) e estão intimamente relacionados com outras concepções suas como associação e organismo complexo, presentes em trabalhos anteriores (Clements, 1904; Clements, 1905). Clements se baseou em estudos de campo e laboratório e em contribuições de outros autores. Não detectamos mudanças significativas em relação ao conceito de clímax entre 1916 e 1936. Ocorreu apenas a adição de mais detalhes e um refinamento das explicações anteriores. Quanto à recepção por parte da comunidade científica da época, pode-se dizer que as críticas foram dirigidas principalmente à restrição do clímax a aspectos climáticos e sua relação com a ideia de organismo complexo.

Palavras-chave: História da ecologia; Frederic Edward Clements; Clímax; Organismo complexo; Ecologia dinâmica

Clements and the concept of clímax

* Laboratório de História e Teoria da Biologia (LHTB) (FFCLRP/USP). E-mail: tati-anebarbosa.m@gmail.com

Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Biologia, Pesquisadora do Grupo de História e Teoria da Biologia (GHTB), Laboratório de História e Teoria da Biologia (LHTB). Avenida Bandeirantes, 3900, CEP: 14040-901, Ribeirão Preto, São Paulo. E-mail: lacpm@ffclrp.usp.br

Abstract: The American botanist Frederic Edward Clements (1874-1945), left contributions to ecology during the first four decades of the 20th century. He proposed concepts such as ecological succession and climax. The present paper aims to discuss the path that led Clements to the concept of climax between 1904 and 1936. Besides that, to clarify how the scientific community received this contribution at the time. This research led to the conclusion that the term climax, or even its connotation, did not appear immediately in Clements' publications (1904; 1905). They have only appeared in 1916 (Clements, 1916) and are closely related to other Clements' concepts such as association and complex organism, present in his previous works (Clements, 1904; Clements, 1905). Clements' started from inquiries on vegetation as well as laboratory work. We did not detect any significant changes concerning the concept of climax between 1916 and 1936. There was only the addition of more details and refinement of the previous explanations. The scientific community of the time mainly criticized the restriction of the climax to climatic aspects and the idea of a complex organism used in a nom metaphorical way.

Key-words: History of ecology; Frederic Edward Clements; Climax; Complex organism; Dynamic ecology

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a ecologia¹ é uma subárea da biologia estabelecida e que possui várias vertentes². No entanto, do ponto de vista histórico, pode ser considerada uma ciência recente. Embora a proposta do

¹ Nos dias de hoje a ciência ecológica é bastante complexa, diferentemente da época estudada neste artigo. Recorre à química, física, geologia, biologia molecular e biologia para explicar determinados fenômenos. Preocupa-se principalmente com os grupos de organismos, interações entre eles e seus respectivos meios e complexos formados por componentes físicos, químicos e biológicos que constituem os ecossistemas (Keller & Golley, 2000, pp. 9-10).

² Segundo Pascal Acot, uma das vertentes que originaram a ecologia foi a botânica quando o enfoque descritivo voltado para o reconhecimento e classificação dos vegetais adotado no século XVIII, começou a se modificar após as contribuições trazidas pelos naturalistas viajantes como por exemplo, Alexander von Humboldt (1769-1859) (Acot, 1990, p. 13). Mas antes disso, Karl L. Wildenow (1792) em *Princípios da botânica* relacionou fatores físicos, localidade e habitação das plantas (Prestes, 2000, p. 64). Essa mudança de enfoque está presente na obra de Humboldt e Bonpland, *Essai sur la géographie des plantes* (ver a respeito em Arêdes, 2001). Humboldt e Bonpland utilizaram medições de altitude, temperatura e pressão do ar, preocupando-se com a determinação dos fatores físicos (Prestes, 2000, p. 65).

termo “ecologia”³, tenha ocorrido na segunda metade do século XIX, o desenvolvimento dessa área de estudos se deu seguindo diferentes caminhos, em épocas diferentes, países diferentes no decorrer do século XX. Assim, entre a proposta do termo ecologia e sua institucionalização, há um longo percurso marcado por diversas contribuições (Martins, 2020, p. 10).

Neste artigo⁴ trataremos das contribuições de um dos atores no cenário da institucionalização da ecologia, o botânico norte-americano Frederic Edward Clements (1874-1945). Abordaremos particularmente o conceito de clímax. O período considerado vai de 1904 a 1936. Para isso, selecionamos quatro trabalhos que consideramos relevantes em relação ao assunto tratado (Clements, 1904; 1905; 1916; 1936). Procuraremos esclarecer em que evidências ele se baseou, se houve mudanças em seu pensamento no tocante ao assunto e como suas ideias foram recebidas pela comunidade científica da época.

Iniciaremos com uma breve apresentação de Clements ao leitor. A seguir, descreveremos suas concepções nas obras selecionadas em que ele apresenta conceitos relacionados ao clímax ou o próprio conceito de clímax e como sua proposta foi recebida. Finalizaremos com algumas considerações sobre o assunto.

2 CLEMENTS: CARREIRA E INTERESSES PROFISSIONAIS

Natural de Lincoln (Nebraska), uma região de pradarias, Clements (fig. 1) estudou na Universidade de Nebraska, onde se graduou em 1894 e se doutorou quatro anos depois⁵. Nessa instituição, foi aluno

³ O termo “ecologia” (“oecologie”) foi cunhado por Ernst Haeckel (1834-1919) em sua obra *Generelle Morphologie der Organismen* (1866). Segundo Haeckel, ecologia é “a ciência cujo objetivo é o estudo da natureza e dos aspectos existentes nas relações entre os organismos e o meio ambiente”. (Haeckel, 1866, p. 8).

⁴ Este artigo se baseia principalmente na pesquisa desenvolvida na dissertação de mestrado da primeira autora, Tatiane Barbosa Martins (2020).

⁵ Em sua tese de doutorado, Clements estudou a fitogeografia de Nebraska. Ele se propôs a analisar a estrutura e evolução das comunidades vegetais.

do botânico Charles E. Bessey⁶ (1845-1915). Bessey introduziu métodos e técnicas de combate às pragas na agricultura e se destacou por suas aulas e trabalho em laboratório. (Pool, 1915, pp. 507-508).

Na Universidade de Nebraska, Clements atuou como assistente de laboratório e depois docente. Ele e sua esposa Edith, botânica e ilustradora⁷, durante suas férias em *Pikes Peak*, Colorado, consideraram a possibilidade de criar um laboratório experimental de ecologia. A ideia se concretizou com a criação de *Laboratório Alpino* cujo objetivo era conduzir experimentos em diferentes climas e altitudes, aos quais o casal se dedicou durante as quatro décadas seguintes. (Oberg, 2019, p. 10; Martins, 2020, p. 19). Em 1907 assumiu o cargo de professor e chefe do Departamento de Botânica na Universidade de Minnesota.

No início da década de 1910, com o apoio do *British Committee of Vegetation* (“Comitê Botânico de Vegetação”), o botânico britânico Arthur George Tansley (1871-1955), organizou a primeira “Excursão fitogeográfica internacional” (fig. 2). Esta reuniu Clements e Henry Chandler Cowles (1869-1939) dos Estados Unidos, além de cientistas britânicos, alemães e suíços. No ano seguinte, o *British Committee of Vegetation* criou uma sociedade, a *British Ecological Society* (BES) (McIntosh, 2000, p. 46). Esses foram passos importantes para a institucionalização da ecologia.

⁶ Charles Bessey, educador do *Iowa State Agricultural College*, foi transferido para a Universidade de Nebraska em 1894. Ele contribuiu para o desenvolvimento de um programa de pesquisa focado no estudo da vegetação de Nebraska. (Kingsland, 2005, p. 17).

⁷ Clements e Edith escreveram vários trabalhos juntos incluindo *Rocky Mountain flowers* (1914) e *Family families and ancestors* (1928) em que trataram das flores encontradas nas Montanhas Rochosas. Na resenha crítica de Clements & Clements, 1914, Charles Bessey comentou: “Turistas nas Montanhas Rochosas esperaram bastante por um livro como este, and we hazard the guess the it will be eagerly accepted por eles como um manual que permitirá que eles reconheçam e nomeiem as flores que encontrarem nas altas planícies e nos canyons” (Bessey, 1914, p. 910).

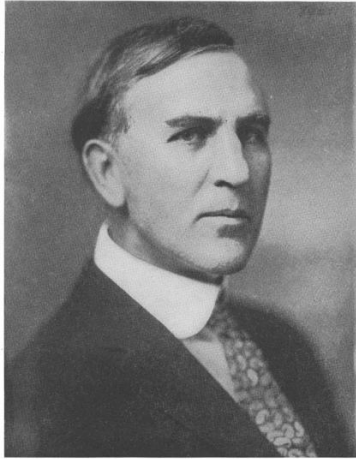


Fig. 1. Frederic Edward Clements. **Fonte:** WHITE, James T.; DERBY, George (Eds.). *The National Cyclopædia of American Biography*. New York: J. T. White & Company. Vol 34. p. 265, 1948.



Fig. 2: Arthur Tansley e Frederic Clements na *International Phytogeographic Excursion* nas Ilhas Britânicas em 1911. **Fonte:** TRUDGILL, Stephen. Tansley, AG 1935: The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Progress in Physical Geography*, **31**: (5), 517-522, 2007.

A *Ecological Society of America* (ESA) passou a funcionar em 1915. Nessa época, o Laboratório do Deserto em Tucson, mantido pela *Carnegie Institution* estava no auge como centro de pesquisa. (Kingsland, 2005, p. 125). Daniel T. MacDougal (1865-1958) recomendou que *Plant Succession* (“Sucessão de plantas”) de Clements, fosse publicado pela Instituição pois talvez isso contribuisse para a nomeação de Clements como Assistente de Pesquisa do *Carnegie Institution*. (Clements, E., 1960, p. 65).

Desde 1917 até o final de sua vida, Clements atuou como pesquisador associado da *Carnegie Institution* de Washington. Clements e sua esposa Edith, passaram então a morar em Tucson, Arizona, sem deixar de trabalhar nos verões em *Pikes Peak*.

Quando Clements começou a supervisionar outro laboratório, o *Coastal Laboratory* da *Carnegie Institution*, em 1925, o casal se mudou para Santa Bárbara, Califórnia. Seu objetivo era trabalhar com uma nova linha de pesquisa, a taxonomia experimental⁸.

Na década de 1930, Clements enfrentou um grande desafio. Logo após a Grande Depressão, o país foi afetado por violentas tempestades de poeira e extrema seca (fig. 3). No início do *Dust Bowl*⁹, o governo norte-americano procurou sua ajuda e conhecimento para salvar as pradarias. Clements orientou o Serviço Florestal dos EUA e o Serviço de Erosão do Solo (mais tarde renomeado Serviço de Conservação do Solo) em iniciativas para proteger a terra, o que lhe rendeu a “eterna gratidão de uma geração de cientistas do solo, fazendeiros da área e silvicultores.” (Oberg, 2019, p. 7).

⁸ Essa linha utilizava métodos ecológicos e experimentos com transplantes para investigar os processos evolutivos e aprimorar a classificação das plantas.

⁹ *Dust Bowl*: Foi um período de severas tempestades de poeira que atingiram as pradarias americanas no início da década de 1930. Após anos de cultivo excessivo e má gestão fundiária na década de 1920, a região sofreu uma seca severa no início da década de 1930 que durou vários anos. A erosão causada pelo vento foi impedida graças ao auxílio do governo federal. Foram plantadas árvores para servirem de quebra-vento e protegerem o solo e as plantações, e muito das pradarias foram restauradas. No começo da década de 40 a área estava amplamente recuperada. (Disponível em: <<https://www.britannica.com/place/Dust-Bowl>>. Acesso: Acesso em: 10 Jan. 2020)

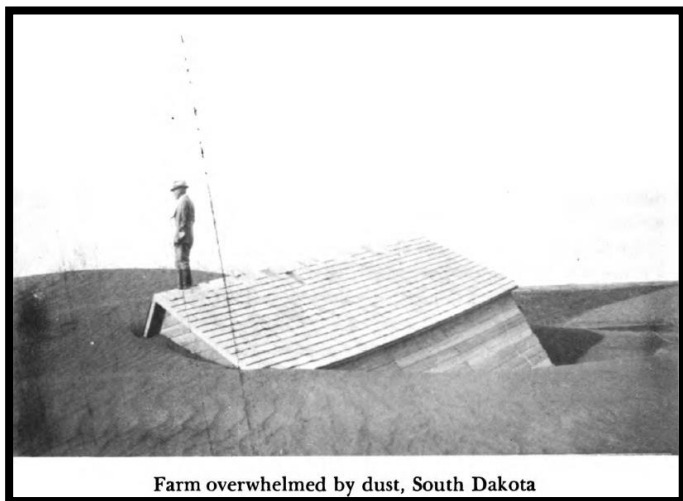


Fig. 3. Frederic Clements em uma das regiões afetadas pelo *Dust Bowl*.
Fonte: CLEMENTS, Edith S. *Adventures in ecology: half a million miles: from mud to Macadam*. New York: Pageant Press. Inc., 1960. p. 232

Durante sua carreira, Clements reuniu em torno de si vários colaboradores e parceiros, dentre eles, alguns alunos de Nebraska como John Weaver e Frances Louise Long, que o acompanhou a Minnesota e na *Carnegie Institution*. Deixou publicações em coautoria com Ralph W. Chaney, Victor Shelford e Homer Shantz. Teve como seguidores John Phillips e Emmett V. Martin (Oberg, 2019, p. 5). Mas, também interagiu com outros colegas como os norte-americanos Henry C. Cowles (1869-1939) e Henry A. Gleason (1882-1975), o botânico inglês Arthur George Tansley (1871-1955) e o pesquisador florestal sul-africano John F. V. Phillips (1899-1987).

Pode-se dizer que durante todos esses anos, apesar de problemas de saúde, incluindo o diabetes, agravados nos últimos anos de sua vida (Clements, E., 1960, p. 226; Bonta, 1995, p. 162), Clements deixou várias publicações individuais ou em coautoria. Estas estavam relacionadas aos assuntos a que se dedicou como taxonomia dos fungos, *Genera*

of fungi (1909) e estudos ecológicos como *Plant Ecology* (1929) em coautoria com J. E. Weaver, por exemplo, além daquelas que abordamos neste artigo.

Pode-se dizer que o nome de Clements está relacionado ao movimento que visava promover a transformação da botânica nos Estados Unidos no final da década de 1890. Este movimento se caracterizou por priorizar as aplicações práticas da ciência e pelo desejo de independência da ciência europeia (Kingsland, 2005, p. 3).

3 CLEMENTS E A VEGETAÇÃO

Desde a época de estudante, no final da década de 1890, Clements manifestou interesse em elucidar “a filogenia¹⁰, estrutura e classificação da vegetação¹¹” (Clements, 1904, p. 5). Nesse sentido, ele investigou a formação de pastagens e florestas de Nebraska e a vegetação das Montanhas Rochosas, no Colorado. A partir de 1905, passou a considerar de modo sistemático algumas concepções relacionadas à vegetação que já eram conhecidas, mas também outras menos conhecidas e estudadas como a sucessão, sobre as quais discutiremos nessa seção.

A “vegetação”, era para Clements, uma entidade com fenômenos peculiares. Estava sujeita a mudanças que seguiam determinados princípios básicos. Em suas palavras:

Esta concepção ficará mais clara se considerarmos a vegetação como uma entidade. Sua estrutura está sujeita a mudanças que estão de acordo com certos princípios basais. Na maioria das vezes [...] as funções e estruturas da planta correspondem a leis definidas. Mas, os fenômenos fundamentais das plantas como indivíduos e das plantas unidas no complexo da vegetação correspondem a diferentes conceitos. (Clements, 1904, p. 5)

¹⁰ O termo “filogenia” foi introduzido por Haeckel em 1866. Vale lembrar que a conotação atribuída ao termo e filogenia é diferente da que conhecemos hoje. A árvore evolutiva baseada em filogenia que Haeckel criou era baseada nas descobertas da época, esse dividia em três grandes grupos: Plantas, Protistas e Animalia.

¹¹ Para Clements, as zonas de vegetação são constituídas a partir das diferenças de temperatura, água e luminosidade. (Clements, 1904, p. 153).

Apesar de ser dotada de um dinamismo, a vegetação tendia a tornar-se estática. Entre os fenômenos essenciais a ela relacionados estavam associação, invasão, sucessão¹², zonação e alternância. (Clements, 1904, p. 6). A associação representa “o estágio que a vegetação atingiu pelas mudanças cumulativas do passado. Invasão e sucessão “são forças dinâmicas que atuam modificando os fatos presentes da associação. Iniciam-se devido a fatores físicos e são aprimoradas pela interação de fatores físicos e biológicos”. (*ibid*). Zonação e alternância, “são fenômenos estáticos, característicos do revestimento vegetativo”. (Clements, 1904, p. 7). Ele assim definiu a associação¹³:

Um agrupamento de plantas, de progenitores e progenitoras, que é iniciado pela reprodução e imobilidade, e determinado pelo ambiente. É uma resultante de diferenças e semelhanças. Em consequência, a associação em sua maior expressão, a vegetação, é essencialmente heterogênea, enquanto naquelas áreas que possuem delimitação física ou biológica, habitats e centros de vegetação, é relativamente homogênea. (Clements, 1904, p 11)

Ciente das dificuldades para determinar o histórico da sucessão e de relacioná-la à distribuição geográfica das plantas, Clements considerava que ela estava sujeita a uma série de invasões. Porém, era importante distinguir sucessão de invasão, pois nem toda invasão produz sucessão. (Clements, 1904, p 105). Ele também se referiu à sucessão geológica. Em relação às causas da sucessão, ele explicou:

As principais causas da sucessão são invasão e reação, mas suas causas iniciais devem ser buscadas nos distúrbios físicos ou biológicos de um habitat ou formação. Com referência à causa inicial, podemos distinguir a sucessão normal, que começa com a nudação, e termina em estabilização e sucessão anômala, na qual as fácies de um estágio final de uma sucessão normal são substituídas por outras espécies, ou nas quais a direção de movimento é radicalmente alterada. O primeiro é de ocor-

¹² A respeito da sucessão em Clements, ver por exemplo, (Nunes, Cavassan & Brando, 2013).

¹³ Dependendo do fator físico dominante poderia haver vários tipos de associação relacionados ao substrato, ao solo (ocupação), à migração, à luz e ao teor de água. (Clements, 1904, p. 14).

rência e recorrência universal; o último atua sobre relativamente poucas formações finais. Na origem da sucessão normal, a nudação pode ser provocada pela produção de novos solos ou habitats, ou pela destruição da formação que já ocupa um habitat (Clements, 1904, p 105).

Em relação à sucessão, Clements acrescentou o termo “ecese” explicando que a ecese consistia em três processos essenciais: germinação, crescimento e reprodução (1904, p 32) que são termos utilizados para se referir a organismos vivos, os vegetais. Ele apontou alguns impeditivos da invasão: as barreiras físicas¹⁴ ou biológicas¹⁵ (Clements, 1904, p. 57).

Preocupado em conferir maior precisão aos estudos da sucessão, Clements sugeriu uma análise quantitativa dos fatores físicos presentes nos estágios iniciais, e das reações que ocorriam nas etapas subsequentes utilizando instrumentos adequados (Clements, 1904, p. 139). Ele explicou:

Essa investigação deve ser feita por instrumentos automáticos de umidade, luz, temperatura e vento, para que um registro contínuo possa ser obtido. O teor de água e as leituras de precipitação são tomadas diariamente ou com menor frequência, enquanto as propriedades do solo e os fatores fisiográficos, altitude, declividade, superfície e exposição são determinadas de uma vez por todas. É igualmente necessário determinar o desenvolvimento e a estrutura de cada estágio, com referência particular às formações adjacentes, ao estágio que acaba de ser precedido e ao que se segue. (Clements, 1904, pp. 139-140)

Segundo Clements, a “alternação” é um fenômeno da vegetação, no qual “uma formação ocorre em diferentes lugares em uma região, ou uma espécie como pontos separados em uma formação” (Clements, 1904, p 163). Envolve a alternância de diferentes espécies ou formações entre si e a alternância da mesma espécie ou formação em situações semelhantes. (Clements, 1904, p 171). A alternação pode fornecer dados para o estudo da fitogeografia. (Clements, 1904, p 174).

Nessa época, Clements (1904) se preocupou em explicar o que entendia por vegetação. Referiu-se a vários termos que já tinham sido

¹⁴ Oceanos, rios, montanhas, desertos.

¹⁵ Vegetação, parasitas de plantas, homem e animais.

mencionados por outros autores, procurando discuti-los com maior profundidade. Além disso, introduziu outros. Dentre eles, destacam-se associação, invasão, migração, ecese, barreira, sucessão, alternância, por exemplo. Porém, não utilizou o termo “clímax” e nem se referiu à sua conotação.

4 A PROPOSTA DE UM GUIA PARA OS ESTUDOS ECOLÓGICOS

Um ano após a publicação do trabalho discutido na seção anterior (Clements, 1904), Clements reuniu as informações relacionadas à pesquisa vinha desenvolvendo nos oito últimos anos, particularmente sobre a formação da vegetação nas Montanhas Rochosas (Clements, 1905). Esta publicação pode ser vista como um manual para pesquisadores e estudantes de ecologia com a proposta de uma nova linha de pesquisa e tentativa em estabelecer as bases para a pesquisa ecológica.

No ver de Clements, a tarefa da ecologia consiste em “descobrir o que a planta e a formação viva estavam fazendo e suas respostas a complexos fatores e habitats”. Ele enfatizou que o ecólogo deveria “antes de tudo ser um botânico e não um mero catalogador de plantas” (Clements, 1905, p 6), o que se caracteriza como uma crítica explícita à tradição botânica descritiva. Além disso, o ecólogo deveria passar por um treinamento que o colocaria a par da utilização de métodos especiais para a pesquisa ecológica.

O ponto de partida para os estudos ecológicos deveria ser a relação entre o habitat e a planta e a diferenciação entre os diferentes habitats. Ele assim definiu habitat:

O habitat é a somatória de todas as forças ou fatores presentes em uma determinada área. É o equivalente exato do meio ambiente [...]. Como conceito ecológico, o habitat se refere a uma área com características bem definidas, e mais nitidamente limitada em extensão do que o habitat de espécies como indicado nos manuais. Como o estudo cuidadoso dos habitats mal começou, é impossível reconhecê-los e delimitá-los em um sentido absoluto. Os limites topográficos visíveis geralmente existem, mas em muitos casos o limite, embora real, não é percebido prontamente. (Clements, 1905, p 18)

O habitat está relacionado aos seguintes fatores: teor de água, umidade, luz, temperatura, solo, vento, precipitação, pressão, altitude, exposição, declividade, superfície (cobertura) e animais. Explicou que embora nem todos esses fatores estejam sempre presentes, de um modo geral, são encontrados em cada habitat. (Clements, 1905, p 18). Para esse estudo sistematizado, Clements enfatizou que era necessário utilizar instrumentos que propiciassem informações precisas e de uma metodologia para os estudos ecológicos. Em suas palavras:

O emprego de instrumentos de precisão é claramente indispensável para a tarefa que definimos para a ecologia, e todo estudante que pretenda se aprofundar no assunto, e contribuir de modo significativo, deve se familiarizar com métodos e instrumentos. (Clements, 1905, p. 20)

Para o estudo do habitat, além da utilização de instrumentos¹⁶ apropriados, Clements propôs dois métodos (Martins & Martins, 2019). O primeiro (método de instrumentos simples) havia sido planejado especialmente para o trabalho em sala de aula, podendo ser usado somente quando um número de alunos treinados estivesse disponível. Os instrumentos com padrão de precisão deveriam ser lidos pelo observador no momento. Sua desvantagem era exigir um observador para cada instrumento. O segundo método utilizava instrumentos automáticos o que permitia que o pesquisador trabalhasse em habitats diferentes (Clements, 1905, p. 22).

Além de habitat, Clements (1905) empregou outros termos e como sociedade¹⁷, comunidade, família e *consociés*¹⁸. Retomou alguns termos que havia utilizado antes como associação, invasão, migração, ecese, barreira, sucessão e alternância (Clements, 1904) bem como sua conotação. Também insistiu que, para o estudo experimental da formação

¹⁶ Dentre os vários instrumentos utilizados por Clements em suas investigações, podemos mencionar o *geotome*, a balança portátil, o psicômetro, o fotômetro, o medidor de chuva e o barômetro aneróide.

¹⁷ De acordo com Clements, o termo “sociedade” foi adotado por Arthur George Tansley em 1911 e outros ecólogos americanos que também empregavam o termo “comunidade”. (Clements, 1916, pp. 125-126).

¹⁸ Atualmente é um termo pouco utilizado. Foi proposto em substituição ao termo associação.

como um “organismo complexo”, era necessária uma metodologia própria não bastando apenas a observação (Clements, 1905, p. 306).

De acordo com Clements, ao estudar o processo de formação, o pesquisador deveria levar em conta tanto o desenvolvimento como a estrutura da vegetação (Clements, 1905, p.199). Em suas palavras:

A formação das plantas é uma unidade orgânica. Ela exhibe atividades ou mudanças que resultam em desenvolvimento, estrutura e reprodução. Essas mudanças são progressivas, ou periódicas e, em algum grau, rítmicas, e não pode haver objeção a considerá-las como funções da vegetação. Segundo esse ponto de vista, a formação é um organismo complexo, que possui funções e estrutura, e passa por um ciclo de desenvolvimento semelhante ao da planta. Este conceito pode parecer estranho a princípio, devido ao fato de que o entendimento comum de função e estrutura é baseado apenas na planta individual. Como a formação, como a planta, está sujeita a mudanças causadas pelo habitat, e como essas mudanças são registradas em sua estrutura, é evidente que os termos, função e estrutura são tão aplicáveis a um quanto ao outro. (Clements, 1905, p. 199)

Na citação acima aparece a ideia da formação como um organismo complexo, mais tarde desenvolvida nos outros trabalhos de Clements.

Embora estejam presentes nesse trabalho vários termos que podem ser relacionados ao clímax, não há nenhuma referência ao termo clímax e nem à sua conotação.

5 SUCESSÃO ECOLÓGICA E CLÍMAX

Após ter realizado os estudos anteriores (Clements, 1904; Clements, 1905) e de ter feito testes na vegetação que se estende das grandes planícies da costa do Pacífico e das Montanhas Rochosas canadenses à fronteira mexicana de 1913 a 1914, Clements chegou à conclusão que suas concepções originais tinham aplicação universal (Clements, 1916, Prefácio).

Clements explicou o que entendia por sucessão. Em suas palavras: “Sucessão é o processo universal de desenvolvimento da formação que se repete sempre que surgirem condições adequadas”. (Clements, 1916, p. 3).

De modo análogo ao processo de formação de um organismo, a vegetação surge, cresce, amadurece e morre, sendo capaz de se reproduzir, repetindo fielmente os estágios de seu desenvolvimento. (Clements, 1916, p. 3). Em suas palavras: “Sucessão é o crescimento ou desenvolvimento e a reprodução de um organismo complexo”. (Clements, 1916, pp. 3-4).

Novamente aparece a ideia de organismo complexo que passa por um processo de desenvolvimento como um organismo vivo.

Porém, para o entendimento desse processo em sua totalidade era necessário conhecer o panorama em que se dá. Em primeiro lugar, era preciso levar em conta as forças que atuam no início da sucessão e as reações que a mantêm (processos ou funções responsáveis que caracterizam o desenvolvimento e as estruturas, comunidades, zonas, alternâncias e camadas resultantes). As principais características da sucessão são: a oscilação das populações e as ondas de invasão no habitat, desde o estágio inicial até o clímax. (Clements, 1916, pp. 3-4).

Ao tratar da sucessão Clements introduziu uma nova terminologia. Por exemplo, utilizou o termo “sere” para se referir a uma unidade de sucessão. Ele explicou que o sere “compreende o desenvolvimento de uma formação desde surgimento dos primeiros pioneiros até o estágio final ou clímax. Seu curso normal é da nudação à estabilização.” (Clements, 1916, p. 4).

Foi nesse momento que Clements introduziu o termo “clímax” como estágio final da sucessão ou sere. Ele explicou que uma sucessão de unidades ou sere pode ocorrer duas ou mais vezes no mesmo local. Um exemplo disso seriam as queimadas na floresta. (Clements, 1916, p. 4). E acrescentou um novo termo (“cosere” ou “consere”) na explicação que se segue:

Uma série de sucessões de unidades, i. e., de seres, no mesmo local constitui uma entidade orgânica. Para isso, é proposto o termo consere ou cosere, em reconhecimento ao vínculo de desenvolvimento de dois seres individuais. Assim, enquanto o sere é a unidade de desenvolvimento e é puramente ontogenética, o cosere é a soma de tais unidades ao longo de toda a história de vida da formação do clímax e, portanto, é filogenético em algum grau. (Clements, 1916, p. 4)

O clímax envolve vários processos ou funções essenciais, devendo progredir de um estágio para outro e, finalmente, terminar no mais alto estágio possível, sob as condições climáticas presentes e sendo analisada em iniciação, seleção, continuação e terminação. Clements destacou as funções da vegetação e seus processos básicos que ocorrem seguindo esta ordem: nudação, migração, ecese, competição, reação, estabilização. (Clements, 1916, p. 4).

Clements concluiu que não poderia haver uma única causa para uma determinada sere já que a sucessão envolve uma série de processos complexos (Clements, 1916, p. 4). O desenvolvimento da sucessão dependeria mais da natureza do clímax climático do que de qualquer outra coisa, pois isso “determinava a população do começo ao fim, a direção do desenvolvimento, o número e o tipo de etapas, as reações dos estágios sucessivos, etc.” (Clements, 1916, p. 5). Clements explicou:

As causas iniciais são aquelas que produzem um solo novo ou desnudo, passível de invasão. Tais são os principais processos fisiográficos, deposição e erosão, fatores bióticos como homem e animais, e forças climáticas em algum grau. As causas da ecese são aquelas que produzem o caráter essencial do desenvolvimento vegetacional, ou seja, as sucessivas ondas de invasão que levam a um clímax final. Eles têm a ver com a interação entre população e habitat, e são diretivas no mais alto grau. Os principais processos envolvidos são invasão e reação. O primeiro inclui três processos intimamente relacionados, migração, competição e ecese. [...] (Clements, 1916, p. 5)

Segundo Clements, durante a formação do clímax, é geralmente produzido um número maior de áreas de desenvolvimento. A fisiografia depende do clima que, por sua vez, é determinado por aspectos como barreiras de montanhas ou correntes oceânicas. Assim, a fisiografia pode ser considerada a causa inicial imediata da maioria das sucessões primárias (Clements, 1916, pp. 5-6).

A sucessão é determinada pela interação de três fatores (habitat, formas de vida e espécies). Clements deu mais detalhes sobre a sucessão:

A sucessão deve então ser considerada como o desenvolvimento ou a história da vida da formação do clímax. É o processo orgânico básico

da vegetação, que resulta na forma adulta ou final desse organismo complexo. (Clements, 1916, p 6)

Para Clements, todas as etapas que precedem o clímax são fases de crescimento. Além disso, assim como a planta adulta repete seu desenvolvimento, isto é, se reproduz, sempre que as condições o permitirem, a formação do clímax também se repete. (Clements, 1916, p 6). A chave para o desenvolvimento, tanto no indivíduo quanto na comunidade, é a ação, já que a sucessão é predominantemente um processo cujo progresso é expresso em certas estruturas ou estágios iniciais e intermediários, e por fim registrado na estrutura da formação do clímax. (Clements, 1916, p 7).

As seres surgem apenas em áreas descobertas ou naquelas em que a população original foi destruída. Clements ainda acrescentou:

Há uma lei universal que todos os lugares vazios dão origem a novas comunidades, exceto aquelas que apresentam as condições mais extremas de água, temperatura, umidade ou solo. (Clements, 1916, p 33)

As causas que determinam o desenvolvimento da vegetação são: fisiográficas¹⁹, climáticas, edáficas e bióticas. (Clements, 1916, p 36).

Clements deu mais detalhes sobre o desenvolvimento do clímax atuando na vegetação. Para Clements (1916, p 98), a invasão progressiva, típica da sucessão, resulta em estabilização. Clements explicou no que consistia a estabilização:

É o resultado de uma maior ocupação devido à agregação e migração e do controle resultante do habitat pela população. Em outras palavras, a estabilização é o aumento do domínio, culminando em um clímax estável. É a interação mútua e progressiva do habitat e da comunidade, pela qual condições extremas resultam em condições climáticas ótimas e formas de vida com menos requisitos são substituídas por aquelas que fazem as maiores demandas, pelo menos em conjunto. A estabilização é tão universal e característica que pode muito bem ser vista como sinônimo de sucessão. Tem a vantagem de sugerir o estágio adulto final do desenvolvimento, enquanto a sucessão enfatiza o movimento mais marcante dos próprios estágios. (Clements, 1916, p 98)

E acrescentou:

¹⁹ Clements considerava a fisiografia e topografia sinônimos.

O fim do processo de estabilização é um clímax. Cada estágio da sucessão desempenha algum papel na redução da condição extrema em que o sere começou. Reage para produzir crescentemente melhores condições de crescimento, ou pelo menos condições favoráveis ao crescimento de uma gama mais ampla de espécies. (Clements, 1916, p. 98)

Mais para a frente ele explicou:

A formação do clímax é o organismo adulto, a comunidade plenamente desenvolvida, da qual todos os estágios iniciais e mediais são apenas estágios de desenvolvimento. A sucessão é o processo de reprodução de uma formação, e este processo reprodutivo não pode deixar de terminar na forma adulta na vegetação do que no caso da planta individual. (Clements, 1916, pp. 124-125)

De acordo com Clements, já que não há um padrão em relação ao período de duração do clímax, só é possível reconhecer todo o processo após um exame minucioso. Nesse sentido, ele sugeriu:

O teste de desenvolvimento se faz especialmente necessário nos estágios do clímax, i. e., aqueles em que os dominantes pertencem às mesmas formas de vida que o clímax dominante. Não é meramente indispensável traçar e refazer o curso da sucessão em uma determinada localidade. É também imperativo acompanhar o desenvolvimento em todas as partes da região climática onde ocorram dominantes similares àquele que supostamente seria o clímax. Não há campo na ecologia onde seja tão necessário empregar métodos intensivos e extensivos para garantir resultados permanentes. A razão para isso é óbvia quando é plenamente reconhecido que a formação do clímax é a chave para todo o desenvolvimento e estrutura na vegetação. (Clements, 1916, p. 105)

Clements elaborou a classificação das sucessões baseando-se no desenvolvimento, causas, área inicial e clímax (Clements, 1936, p. 175). Em suas palavras:

A natureza do clímax como condição final da vegetação de uma região climática durante um período climático torna inevitável o seu uso como base principal para a classificação dos seres existentes. O uso do clímax depende necessariamente de seu reconhecimento, e isso é motivo de alguma dificuldade no estado atual de nosso conhecimento.

Nem a climatologia nem a ecologia chegaram a um ponto em que o clímax climático possa ser delimitado com precisão. De fato, a climatologia é obviamente de importância secundária nessa conexão. Embora seja talvez mais fácil estudar o clima do que a vegetação, é somente este último que possibilita o reconhecimento de um clima específico no que diz respeito às plantas. Em outras palavras, um clímax deve ser determinado por seu caráter de desenvolvimento e estrutural, como acontece com qualquer unidade biológica. Isso é verdade, apesar do fato de que o companheiro é a causa de um clímax, ou pelo menos a força no controle dele. (Clements, 1916, p. 177)

Sobre a sucessão durante o passado geológico, ele comentou:

A operação de sucessão é essencialmente a mesma durante o passado geológico de hoje: pela natureza de suas formas de vegetação, o registro lida amplamente com os estágios finais de tais sucessões. É evidente que a sucessão geológica é apenas uma maior expressão do mesmo fenômeno, lidando com períodos de tempo infinitamente maiores, e produzidos por mudanças físicas de intensidade que dê a cada estágio geológico sua marca peculiar. Se, no entanto, o registro geológico fosse suficientemente completo, deveríamos descobrir inquestionavelmente que essas grandes sucessões representam apenas os terminais estáveis de muitas séries de mudanças menores, como as encontradas em toda a vegetação recente ou existente. (Clements, 1916, p. 279)

Clements propôs denominar o estudo da vegetação passada como “paleoecologia” ou “palecológia”, pois este campo tem a mesma relação com a paleobotânica e “compreende a resposta das plantas e comunidades antigas a seus habitats”. (Clements, 1916, p. 279). Ele comentou:

Como consequência, a paleoecologia é um campo não especializado no qual as inter-relações de clima, topografia, vegetação, animais e homem desempenham o papel primordial. A ênfase no presente tratamento necessariamente se voltará para a vegetação, porque é um efeito do clima e da topografia, e uma causa em relação ao mundo animal, e, portanto, serve como a pedra angular no arco de causa e efeito. Como resultado, a paleoecologia é aqui considerada como compreendendo a sequência completa de clima, topografia, vegetação e fauna. (Clements, 1916, p. 280)

Além de utilizar a terminologia apresentada anteriormente (Clements, 1904; Clements, 1905), Clements discutiu bastante sobre a sucessão, apresentando novos termos a ela relacionados como “sere” e “clímax”. Abordou as causas, os fatores e processos envolvidos na sucessão, bem como a sucessão geológica.

Clements não apenas introduziu o termo “clímax”, mas o definiu como o “estágio final da sucessão ou sere” ou “o fim do processo de estabilização” ou o organismo adulto. Discutiu sobre as causas, processos, fatores e período de duração do clímax.

6 CLÍMAX: NATUREZA E ESTRUTURA

Vinte anos após a publicação de Clements (1916), ele apresentou suas ideias de forma mais concisa e objetiva (Clements, 1936). Nele discutiu sobre a natureza e estrutura do clímax. Apresentou o clímax “como um organismo complexo, único, conectado ao clima” e principal unidade de vegetação, mantendo a posição de que a relação entre clima e clímax era a mais importante. Em suas palavras: “O termo é invariavelmente empregado com referência apenas à comunidade climática, ou seja, à formação ou às suas principais divisões”. (Clements, 1936, p. 253).

Reafirmou que Ragnar Hult²⁰, em 1885, já havia sugerido a ideia de um clímax no desenvolvimento da vegetação e que essa ideia foi sendo desenvolvida de modo independente por vários pesquisadores no começo do século XX, inclusive por ele próprio. (Clements, 1936, p. 253).

Clements comentou que no início, se havia pensado em incluir os animais como membros do clímax, e que se propôs utilizar o termo “bioma” para enfatizar os papéis mútuos de plantas e animais. (Clements, 1936, p. 254). Porém, depois percebeu-se que as relações primárias dos animais com o habitat ou com a natureza eram diferentes já que que as plantas são produtoras e animais são consumidores. Além disso, as plantas constituem a matriz fixa do bioma em conexão direta

²⁰ Clements mencionou em seus trabalhos os estudos de Ragnar Hult (1857-1899), botânico finlandês. Hult, na década de 1880, admitia que a maioria das formações consistia apenas em estágios transitórios.

com o clima, e os animais mantêm uma relação dupla, tanto com as plantas quanto com o clima. (Clements, 1936, p. 254).

Ele esclareceu que a unidade do clímax “não é meramente a resposta a um clima específico, mas é ao mesmo tempo a expressão e o indicador disso” (Clements, 1936, p. 254). Comentou que nos estudos sobre estabilização e mudança se faz necessário empregar uma medida aceitável de tempo, sugerindo milênios, em vez de eras, e acrescentou que não há dúvidas de que os clímaxes evoluíram, migraram e desapareceram sob a ação de grandes mudanças climáticas ao longo do tempo. Ele explicou:

A estabilização é a tendência universal de toda a vegetação sob o clima dominante, e que os clímaxes são caracterizados por um alto grau de estabilidade, quando calculados em milhares ou mesmo milhões de anos. (Clements, 1936, p. 256)

Os clímaxes podem exibir mudanças superficiais com a estação, ano ou ciclo, mas com pouca modificação, conforme Clements. As mudanças não deixam nenhuma marca permanente. São superficiais, transitórias ou periódicas, enquanto as mudanças da sucessão são parte intrínseca do processo de estabilização. O homem é o único que pode destruir a estabilidade do clímax durante o longo período de controle pelo seu clima. (Clements, 1936, p. 256).

No que diz respeito à origem e às relações, Clements manteve as ideias apresentadas anteriormente (Clements, 1916), porém acrescentando mais detalhes como por exemplo:

Cada clímax não apenas tem seu próprio crescimento e desenvolvimento em termos de sucessão primária e secundária, mas também evoluiu a partir de um clímax anterior. Em outras palavras, possui uma ontogenia e filogenia que pode ser estudada quantitativa e experimentalmente, da mesma forma que os indivíduos e espécies de plantas e animais (Clements, 1936, p. 257)

Clements explicou que o principal teste para determinar a unidade de formação consistia na presença de espécies dominantes em todas ou quase todas associações (Clements, 1936, p. 258). Um bom exemplo seriam as pradarias e tundras.

Ele considerava que o trabalho desenvolvido sobre a vegetação da América do Norte nas duas últimas décadas e a adoção de sua caracterização de clímax por parte de diversos pesquisadores provenientes de várias partes do mundo corroboravam a completude e precisão de sua proposta anterior (Clements, 1916, p. 261). Ele assim se expressou:

A unidade de vegetação, a formação clímax, é uma entidade orgânica. Como organismo, a formação surge, cresce, amadurece e morre. Sua resposta ao habitat é mostrada em processos ou funções e em estruturas que são tão bem registradas quanto. Além disso, cada formação clímax é capaz de se reproduzir, repetindo com fidelidade essencial os estágios de seu desenvolvimento. A história de vida de uma formação é um processo complexo, porém definido, comparável em suas principais características às características da vida. A formação clímax é o organismo adulto, do qual todos os estágios inicial e médio são apenas estágios de desenvolvimento. Uma formação, em resumo, é o estágio final do desenvolvimento da vegetação em uma unidade climática. (Clements, 1936, p. 261)

Conforme a ideia de que o desenvolvimento termina normalmente na comunidade capaz de manter-se sob um determinado clima, exceto quando uma perturbação surge, existe apenas um tipo de clímax, a saber, aquele controlado pelo clima.

Para Clements, embora exista apenas uma comunidade clímax em uma região climática ou geográfica, pode haver diferenças topográficas e diferentes tipos de solo que formam outras comunidades na mesma zona. Logo, Clements enfatizou que eles são de uma ordem diferente do clímax. (Clements, 1936, p. 261). Clements sugeriu então o termo “proclímax” e explicou:

Como termo geral, proclímax inclui todas as comunidades que simulam o clímax até certo ponto em termos de estabilidade ou permanência, mas sem o reconhecimento adequado do clima existente. [...] O proclímax pode ser definido como qualquer comunidade mais ou menos permanente que se assemelha ao clímax em um ou mais aspectos, mas gradualmente substituível por este último quando o controle do clima não é inibido por perturbações. Além de sua função geral, pode ser usado como sinônimo de qualquer uma de suas divisões, bem como em casos de dúvida pendentes de investigação adicional, como

no clímax da água. Os quatro tipos a serem considerados são sub-clímax, disclímax, pré-clímax e pós-clímax. (Clements, 1936, p. 262)

Ou seja, subclímax, disclímax, pré-clímax e pós-clímax são chamados de proclímaxes e podem ser definidos como comunidades relativamente estáveis que se assemelham ao clímax. Eles são substituídos pelo clímax quando as perturbações não substituem mais os efeitos do clima.

O subclímax representa o estágio seral da sucessão imediatamente anterior ao clímax. O disclímax representa comunidades resultantes de distúrbios causados pelo homem ou outros animais. O pré-clímax antecede as mudanças climáticas que reduzem a quantidade do teor de água do solo, cessando o desenvolvimento antes de atingir o clímax propriamente dito. O pós-clímax indica o que acontecerá se uma mudança do clima resultar em aumento do teor de água, enfatizando assim a reação normal na sere. Ele continua o desenvolvimento substituindo o clímax. (Clements, 1936, pp. 263-265).

Clements indicou quatro tipos de unidades clímax: associação²¹, consociação²², sociedade²³ e clã²⁴. (Clements, 1936, p. 272).

7 A REAÇÃO DA COMUNIDADE CIENTÍFICA

Como mencionamos no início do presente artigo, Clements deixou contribuições durante o período de institucionalização da ecologia. Em períodos como esse é comum a convivência de diversos termos e conceitos até que a comunidade científica, chegue a um acordo em torno de alguns deles e os adote. Assim, é normal que houvesse divergências

²¹ A associação resultaria da interação das espécies que ocorrem em um determinado habitat. O número de associações de uma formação específica é naturalmente determinado pelo número de diferenças primárias do bioma ou formação, e estas, por sua vez, dependem da presença de organismos dominantes.

²² Cada comunidade na associação é dominada por apenas uma única espécie. Cada uma dessas comunidades, com uma única espécie dominante, é conhecida como consociação. Assim, em uma associação, pode haver muitas consociações, cada uma com uma única espécie dominante.

²³ Comunidade caracterizada por uma ou mais espécies subdominantes. Em áreas com predominância de consociação muitas outras espécies são encontradas crescendo em abundância. Podemos pensar na sociedade como um domínio dentro do domínio.

²⁴ Pequena comunidade de menor importância, mas geralmente de caráter distinto.

tanto em relação à terminologia quanto aos conceitos utilizados pelos diversos autores.

Como vimos nas seções anteriores, o conceito de clímax estava relacionado a outras concepções de Clements como sucessão ecológica e organismo complexo, por exemplo.

Nos Estados Unidos, Cowles que havia estudado a sucessão ecológica de plantas nas dunas ao sul do Lago Michigan, considerava que, de um modo geral, a abordagem do termo clímax por Clements estava de acordo com sua própria interpretação do desenvolvimento das etapas envolvidas na sucessão. De modo análogo, ele concordava com a ideia de um clímax climático. Porém, manifestou sua discordância no tocante ao direcionamento da sucessão admitido por Clements. Ao contrário de Clements, que considerava apenas o direcionamento progressivo da sucessão, Cowles considerava também o direcionamento regressivo da sucessão (Cowles, 1919, pp. 477-478). Contudo, Cowles não relacionava o clímax a um organismo complexo.

William S. Cooper (1884-1978), que havia sido orientando de Cowles, com base em suas investigações sobre a dinâmica da floresta (Cooper, 1913), considerou a existência de um equilíbrio (McIntosh (2000, p. 84). Para Cooper uma unidade de vegetação não era um organismo. Poderia sê-lo eventualmente num sentido figurado, apenas como um meio para entender os processos da natureza. A seu ver, quaisquer conclusões deveriam se basear em evidências, sem recorrer a argumentos baseados na “analogia pura”. O paralelo entre vegetação e organismo poderia ser permitido; mas não como fundamento de um sistema (Cooper, 1926, pp. 400-401). Para Cooper, “o clímax é uma das grandes correntes de fluxo lento da corrente trançada, formado pela fusão de muitos fluxos” e ocorre quando todos os fatores, sejam eles climáticos, fisiográficos ou reacionais, estão produzindo uma grande quantidade de mudanças. (Cooper, 1926, p. 407). Porém, para Cooper, excluindo a concepção de organismo complexo, o tratado de Clements, era o que apresentava uma melhor fundamentação em relação ao que se tinha na época (Cooper, 1926, p. 410).

Glendon, que se dedicava ao estudo das relações dos aspectos florísticos com aspectos ecológicos da vegetação, rejeitou a ideia de monoclímax de Clements. Ele não aceitou que houvesse uma tendência

irreversível que conduzisse ao clímax. Por outro lado, seus estudos de campo o levaram a repudiar o conceito organismo complexo de Clements (Young, 2011, p. 763). Ele propôs o conceito individualista da associação de plantas. Para ele, as comunidades de plantas não apresentavam as propriedades características de organismos integrados. Ele criticou também a utilização dos termos organismo complexo e clímax. A seu ver, a analogia feita por Clements era exagerada (Crawley, 1997, pp. 476-478; Fernandez e Caldeira, 2013, pp. 453-454).

Forrest Shreve (1878- 1950), contemporâneo de Clements no Laboratório do Deserto da *Carnegie Institution* de Washington, considerava a independência de cada espécie na distribuição da vegetação. Assim, também admitia o conceito individualista de espécie, provavelmente antes de Gleason (McIntosh, 1983, p. 110). Ele negava a existência do clímax (McIntosh, 2000, p. 83; Martins, 2020, p. 56).

Em relação aos colegas de Clements fora dos Estados Unidos, podemos mencionar o botânico britânico Tansley. O interesse de Tansley pela ecologia aumentou a partir de 1907. Ele estudou a vegetação de diversas regiões da Grã-Bretanha como Norfolk, por exemplo. Visitou também os Estados Unidos, incluindo as montanhas em Santa Catalina. Preocupou-se com o que estava ocorrendo nesse país ao observar que a vegetação (florestas e pradarias) que estava sendo substituída por plantações de trigo e fábricas (Kingsland, 2005, p. 129; Kato & Martins, 2016, p. 192).

Segundo Laura J. Cameron, inicialmente, Tansley apoiou a abordagem de Clements em relação à sucessão, que considerava a formação de plantas como um "organismo complexo" que se desenvolvia progressivamente em direção a um único sentido, o "clímax climático". Entretanto, com o passar do tempo, Tansley foi manifestando cada vez mais desconforto com a escolha da terminologia de Clements (Cameron, 2008, p. 4). Além de considerá-la mal escolhida, criticou a posição de Clements de que o "organismo complexo" era um meio legítimo de caracterizar a comunidade e não uma metáfora (Kato & Martins, 2016, p. 195).

Diferentemente de Clements, no início da década de 1920, Tansley colocou em dúvida se a vegetação poderia ser considerada como uma entidade natural ou um organismo. Em suas palavras:

É óbvio que ela [a vegetação] não é um organismo no sentido amplo que aplicamos o termo a um animal ou planta individual, pois as unidades que a compõem são indivíduos separados e que, na maioria das vezes, embora não o sejam em todos os casos, têm o poder de existir independentemente de outros indivíduos. [...] Uma comunidade humana, como uma comunidade vegetal, consiste em indivíduos separados com poderes independentes de existência, crescimento e reprodução. Mas, juntos, esses indivíduos formam um novo todo, uma unidade de ordem superior, com sua própria estrutura e funções dependendo das interrelações definidas dos indivíduos que a compõem. (Tansley, 1920, p. 123)

Devido a essas razões, Tansley preferiu se referir às comunidades humanas (vilarejos, vilas, cidades) como um “quase-organismo”. (Tansley, 1920, pp. 123-124) fazendo uma analogia com a formação ou sucessão de plantas. Ele criticou também a restrição do clímax a apenas aspectos climáticos. A seu ver, Clements deveria também ter levado em conta outros fatores além do clima, como os edáficos ou topográficos (Tansley, 1920, p. 141; Martins, p. 67). As críticas de Tansley também se estendiam às subdivisões do clímax em “pré-clímax climático” e “sub-clímax estabilizado”. Ele não as considerou adequadas como base para a classificação, alegando que “envolvem interpretação especulativa e se afastam dos critérios de maturidade e estabilidade” (Tansley, 1920, p. 147).

Apesar de não ignorar a importância do clímax, Tansley negava que todos os climaxes fossem climáticos (Martins, 2020, p. 67).

Após uma década e meia, ao propor o conceito de ecossistema, Tansley (1935) criticou a obsessão de Clements e de Phillips em relação ao “organismo complexo”:

Se alguns de meus comentários forem contundentes e provocativos, tenho certeza de que meu velho amigo, Dr. Clements, e meu mais novo amigo, Professor Phillips, me perdoarão. [...] Gostaria de expressar minha convicção de que o Dr. Clements nos apresentou uma teoria da vegetação que proporcionou uma base indispensável para o trabalho moderno mais frutífero. No entanto, nunca concordei com algumas partes dessa teoria e de sua expressão. Quando ela atinge seu limite lógico e talvez além, como pelo professor Phillips, a revolta se torna irreprimível. (Tansley, 1935, p. 285)

E continuou:

Em 1920, indaguei se poderíamos reconhecer essas entidades na vegetação e analisei todo o assunto detalhadamente e cuidadosamente. Que eu saiba, a análise não foi seriamente criticada ou impugnada, e posso me permitir pensar que ela é válida, embora várias opiniões divergentes não apoiadas por argumentos tenham sido expressas desde então. Resumidamente, concluí que comunidades de plantas maduras e bem integradas (que identifiquei com associações de plantas) tinham o caráter suficiente de organismos para serem consideradas quase-organismos, da mesma maneira que as sociedades humanas são habitualmente consideradas. Embora as comunidades vegetais não sejam e não possam ser tão altamente integradas como as sociedades humanas e ainda menos do que certas comunidades animais, como cupins, formigas e abelhas sociais, a comparação com um organismo não é apenas uma analogia frouxa, mas é firmemente baseada, pelo menos no caso das comunidades mais complexas e altamente integradas. [...] Mas essa posição está longe de satisfazer a Clements e Phillips. Para eles, a comunidade vegetal (ou atualmente a "comunidade biótica") é um organismo, e aquele que não acredita que se afaste da verdadeira fé. (Tansley, 1935, pp. 289-290)

Apesar das restrições em maior ou menor escala ao clímax climático e organismo complexo, todos esses autores, inclusive Tansley, valorizavam as contribuições de Clements para a ecologia, como se pode perceber nas palavras de Tansley: "O Dr. Clements nos deu uma teoria da vegetação que formou uma base indispensável para o trabalho moderno mais frutífero". (Tansley, 1935, p. 285).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As concepções ecológicas de Clements foram resultado de seus estudos desenvolvidos durante várias décadas, desde o final do século XIX. Também são reflexões de trabalhos anteriores de outros autores aos quais ele se referiu em suas publicações. Inicialmente, ele estudou as formações de pastagens e florestas de Nebraska e a vegetação das Montanhas Rochosas do Colorado. Entre 1913 e 1914, Clements fez testes por toda a vegetação da metade ocidental do continente: toda área que se estende das Grandes Planícies à costa do Pacífico e das Montanhas Rochosas canadenses à fronteira mexicana.

Nos trabalhos iniciais (Clements, 1904; Clements, 1905) que analisamos neste artigo não aparece o termo “clímax” ou mesmo a conotação posteriormente atribuída a ele. Tanto o termo como sua conotação só vão estar presentes mais tarde (Clements, 1916; Clements, 1936) sendo discutidos com mais detalhes no último trabalho (Clements, 1936).

Inicialmente Clements (1904) procurou explicar o que entendia por vegetação, utilizando vários termos e conceitos a ela relacionados como associação, invasão, migração, alternância, sucessão, por exemplo. A seguir, os retomou e enfatizou a necessidade de uma metodologia e instrumentos para os estudos ecológicos considerando a formação como um organismo complexo (Clements, 1905).

Anos mais tarde, introduziu o termo clímax, relacionando-o ao estágio final da sucessão (Clements, 1916), discutindo sobre suas causas, fatores e processos. Clements, considerou a formação como organismo complexo dotado de desenvolvimento e estrutura característicos “em harmonia com um habitat em particular”. A seu ver, esta era a única “visão completa e adequada da vegetação”. (Clements, 1916, Prefácio). Além disso, a formação e habitat consistiam nas duas fases essenciais do desenvolvimento que “termina em um clímax controlado pelo clima”, ou seja, um clímax climático.

Uma discussão detalhada sobre a natureza do clímax abordando unidade; estabilização e mudança; origem e relação, enfatizando a necessidade de testes objetivos aparece em Clements (1936). Ele introduziu vários termos e conceitos relacionados às várias subdivisões do clímax.

Nas publicações em que aparece o termo clímax e sua conotação (Clements, 1916; Clements, 1936), não se detectou modificações significativas, mas a adição de mais detalhes que conferiam uma maior clareza. Anos mais tarde o próprio Clements comentou: “A caracterização do clímax como dada em *Sucessão vegetal*, em 1916, ainda parece ser completa e precisa”. (Clements, 1936, p. 261).

Esta pesquisa mostrou que ideias não nascem prontas, estando relacionadas a outras ideias, tanto do próprio autor como de outros autores. Resultam também da investigação desenvolvida. Essas ideias podem ter modificações maiores ou menores ao longo do tempo. Como

vimos aqui, houve apenas um refinamento e expansão do conceito de clímax, mas não mudanças significativas.

Outro aspecto que merece ser considerado é a recepção das ideias de um cientista. Este processo não é simples, ainda mais em um período de institucionalização de uma ciência em que convivem várias propostas diferentes. Nesse contexto, o conceito de organismo complexo foi rejeitado por Cowles, Gleason e outros que preferiram a concepção individualista, além de Schreve e Cooper. Tansley, por sua vez, criticou a expressão “organismo complexo” bem como à sua conotação, considerando-a inadequada, de difícil entendimento, o que trazia mais problemas que soluções. Essas críticas também se aplicavam ao fato de Clements não empregar a expressão em um sentido metafórico, mas considerá-la uma forma procedente de caracterizar a comunidade.

As discordâncias desses autores se estendiam também às concepções de Clements relacionadas ao clímax. Com exceção de Cowles, que admitia o clímax climático, os outros autores mencionados tinham restrições em maior ou menor escala. Por exemplo, Shreve rejeitou a ideia de clímax como um todo. Gleason não admitia a existência de um monoclímax. Whittaker criticou o excesso de tipos de clímax presentes na literatura que causavam confusão e não admitiu a ideia de Clements de um clímax climático ou monoclímax (Martins, 2020, p. 60).

Durante um certo período, as ideias de Clements tiveram uma boa aceitação por parte da comunidade científica da época. Pode-se dizer que no início do século XX, as ideias de Clements tiveram uma maior aceitação do que as ideias de Gleason, embora muitos ecólogos da época as considerassem como dois extremos (Young, 2011, p. 763).

As contribuições de Clements continuaram sendo relevantes para a ecologia mesmo quando começaram a ser questionadas por outros ecólogos da época. Talvez isso se deva também ao esforço de Clements em dar uma base empírica para os estudos ecológicos com a utilização de instrumentos e experimentos.

Por outro lado, Clements que participou do início da institucionalização de uma nova ciência preocupou-se em oferecer uma fundamentação empírica, indo além da observação, procurando atender às expectativas da concepção de ciência aceita na época.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão da bolsa de mestrado que viabilizou esta pesquisa. Processo: 130184/2018-7

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOT, Pascal. *História da ecologia*. Trad. Carlota Gomes. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1990.
- ARÊDES, Marília Nunes. *Humboldt e a geografia das plantas*. Dissertação (Mestrado em História da ciência) – Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2001.
- BESSEY, Charles E. Rocky Mountain flowers by Frederick Edward Clements and Edith Schwartz Clements. [Reviewed works]. *Science*, **39** (1016): 909-910, 1914.
- BONTA, Marcia (Ed.). *American women afield: writings by pioneer-ring women naturalists*. Pp: 161-170. Texas: Texas A&M University Press, 1995.
- CAMERON, Laura J. Tansley, Arthur George. Pp. 3-10. *in*. KOERTGE, Noretta (Ed). *New Dictionary of Scientific biography*. Vol. 7, Detroit: Charles Scribner's Sons, 2008.
- CLEMENTS, Edith. S. *Adventures in ecology: half a million miles: from mud to Macadam*. New York: Pageant Press Inc., 1960.
- CLEMENTS, Frederic E. The development and structure of vegetation. Studies in the vegetation of the State. *Reports of Botanic Survey of Nebraska*, 7: 2-175, 1904.
- CLEMENTS, Frederic E. *Research methods in ecology*. Lincoln: University of Nebraska Press, 1905.
- CLEMENTS, Frederic E. *Plant succession: an analysis of the development of vegetation*. Washington: Carnegie Institution of Washington, 1916.
- CLEMENTS, Frederic E. Nature and structure of the climax. *Journal of Ecology*, 24: 252-284, 1936.
- CLEMENTS, Frederic. E.; CLEMENTS, Edith. S. *Rocky mountain flowers*. New York: H. W. Wilson Company, 1914.
- COOPER, William S. The fundamentals of vegetational change. *Ecology*, 7: (4), 391-413, 1926.

- COWLES, Henry C. Review: Plant Succession. *Botanical Gazette*, **68**: (6), 477-478, 1919.
- CRAWLEY, Michael J. *Plant ecology*. 2nd ed. Oxford: Blackwell, 1997.
- FERNANDEZ, Fernanda da Rocha Brandão; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. As fases iniciais da ecologia: as contribuições de Henry Allan Gleason. *Filosofia e História da Biologia*, **8**: 453-473, 2013.
- HAECKEL, Ernst. *Generelle Morphologie der Organismen: Bd. Allgemeine Anatomie der Organismen*. Vol. 1. Berlin: Georg Reimer, 1866.
- KATO, Danilo Seithi; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. A “sociologia de plantas”: Arthur George Tansley e o conceito de ecossistema (1935). *Filosofia e História da Biologia*, **11**: 189-202, 2016.
- KELLER, David R.; GOLLEY, Frank B. (Eds.). *The philosophy of ecology*. Athens/London: University of Georgia Press, 2000.
- KINGSLAND, Sharon. *The evolution of American ecology*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005.
- MARTINS, Tatiane Barbosa. *Contribuições de Frederic Edward Clements para a ecologia: o desenvolvimento do conceito de clímax (1904-1936)*. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. 2020.
- <<https://doi.org/10.11606/D.59.2020.tde-09062020-183657>>
- MARTINS, Tatiane Barbosa; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Clements e os instrumentos na ecologia: construção e uso. Pp: 182-185. In: MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira; BRANDO, Fernanda da Rocha; BRITO, Ana Paula de Oliveira Pereira Morais (eds.). *Encontro de História e Filosofia da Biologia 2019: Caderno de resumos*. Ribeirão Preto: Associação Brasileira de História e Filosofia da Biologia (ABFhiB), 2019.
- MCINTOSH, Robert P. *The background of ecology: concept and theory*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- NUNES, Patricia da Silva; CAVASSAN, Osmar; BRANDO, Fernanda da Rocha. Frederic Clements e o conceito de sucessão ecológica. *Filosofia e História da Biologia*, **8**: 617-626, 2013.
- OBBERG, Jon H., *Founders of Plant Ecology: Frederic and Edith Clements* (Lincoln, NE: UNL Digital Commons, 2019). 21p. Disponível

- em: <<https://digitalcommons.unl.edu/unsmaffil>>. Acesso em: 10 Jan. 2020.
- POOL, Raymond J. A brief sketch of the life and work of Charles Edwin Bessey. *American Journal of Botany*, **2** (10): 505-518, 1915.
- PRESTES, Maria Elice Brzezinski. *A investigação da natureza no Brasil colônia*. São Paulo: Anna Blume/Fapesp, 2000.
- TANSLEY, Arthur G. The Classification of Vegetation and the Concept of Development. *Journal of Ecology*, **8**: (2), 118-149, 1920.
- TANSLEY, Arthur G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, **16**: (3), 284-307, 1935.
- WHITE, James Terry; DERBY, George (Eds.). *The National Cyclopaedia of American Biography*. Pp. 266-267. New York: J. T. White & Company. Vol 34, 1948.
- YOUNG, Gerald L. Henry A. Gleason (1882-1975) Pp. 762-764. in: BLANCHFIELD, Deirdre S.; (Ed). *Environmental encyclopedia*. vol. 1, 4th ed., Farmington Hills: Gale, Cengage Learning, 2011.

Data de submissão: 14/09/2020

Aprovado para publicação: 23/11/2020

“...this Brazilian venture...” A brief biography of Theodosius Dobzhansky before he arrived in Brazil

William deJong-Lambert *

Abstract: This paper describes life and career of Theodosius Dobzhansky (1900-1975) until he arrived in Brazil in 1943. During his years in Russia, Dobzhansky began his entomology studies and undertook research expeditions to Central Asia to study livestock, which focused on speciation biology. Once he arrived in the United States Dobzhansky began working with *Drosophila melanogaster* with Thomas Hunt Morgan (1866-1945) at Columbia University. Once Morgan relocated to the California Institute of Technology (Caltech), Dobzhansky started collaborating with his colleague, Alfred Henry Sturtevant (1891-1970), on studies of a wild cousin of *Drosophila melanogaster*, *Drosophila pseudoobscura*. Dobzhansky and Sturtevant’s friendship and collaboration suffered due to several factors, including most importantly, their differing approaches to *Drosophila pseudoobscura* as influenced by their different conceptions of the purpose of their work. While Sturtevant studied the flies using the same techniques as his studies of the domestic *Drosophila melanogaster*, Dobzhansky studied *Drosophila pseudoobscura* in the field considering his broader dictum that “Nothing in biology makes sense except in the light of evolution.”

Key-words: Theodosius Dobzhansky; Alfred Henry Sturtevant; *Drosophila pseudoobscura*; Genetics; Evolution.

“... este empreendimento brasileiro...” Uma breve biografia de Theodosius Dobzhansky antes de sua chegada ao Brasil

Resumo: Este artigo descreve a vida e carreira de Theodosius Dobzhansky (1900-1975) antes de sua chegada ao Brasil em 1943. Durante os anos em que vivia na Rússia Dobzhansky iniciou seus estudos de entomologia e realizou expedições científicas a Ásia Central para estudar animais domésticos com

* City University of New York, Bronx Community College, History Department. E-mail: William.deJong-Lambert@bcc.cuny.edu. 2155 University Avenue. Bronx, New York 10453.

foco na especiação. Ao chegar nos Estados Unidos, ele começou a trabalhar com *Drosophila melanogaster* com Thomas Hunt Morgan (1866-1945) na Universidade de Colúmbia. Quando Morgan se mudou para o *California Institute of Technology* (Caltech), Dobzhansky começou a colaborar com seu colega Alfred Henry Sturtevant (1891-1970) estudando o primo selvagem de *Drosophila melanogaster*, *Drosophila pseudoobscura*. A amizade e colaboração entre Dobzhansky e Sturtevant sofreu devido a vários fatores, sendo talvez o mais importante os diferentes enfoques adotados em suas investigações sobre *Drosophila pseudoobscura* guiados por suas diferentes concepções. Enquanto Sturtevant estudava as moscas utilizando as mesmas técnicas empregadas nas investigações da mosca doméstica *Drosophila melanogaster*, Dobzhansky estudou *Drosophila pseudoobscura* no campo considerando o *dictum*: “Nada em biologia faz sentido exceto à luz da evolução”.

Palavras-chave: Theodosius Dobzhansky; Alfred Henry Sturtevant; *Drosophila pseudoobscura*; Genética; Evolução.

1 INTRODUCTION

This article describes the life and work of Theodosius Grigorovich Dobzhansky (1900-1975) before arriving for the first time in 1943 in Brazil. Dobzhansky was drawn to Brazil through his studies of the wild fruit fly, *Drosophila pseudoobscura*, which he was using to build upon previous research with its domestic counterpart, *Drosophila melanogaster*, to learn how species evolve in nature. The story begins in Russia, where he formulated his basic idea of the relationship between geography, reproduction, and evolution. He also discovered genetics, the science of heredity he would play a role in creating after moving to the United States in 1927 to work with Thomas Hunt Morgan (1866-1945) and his students in the “fly room” in New York City. Dobzhansky’s most important contribution would be to bring what had been till then a laboratory science outside into the field. He would then revise Charles Darwin’s theory of species as the state of equilibrium reached by a population of organisms isolated from others by geography. Though Dobzhansky’s distinction would later be regarded as essentially reiterating what Darwin had said in other words, his formulation accurately reflects the state of what would be described as the “modern” or “evolutionary” synthesis as it came into being. It was a view he would summarize in his most important work, *Genetics and the origin of species*, a book

which, as hinted by its title, would be regarded as among the most important contributions to Darwin's original idea.

2 RUSSIA

The summer Russia tipped over into revolution a sixteen-year-old Dobzhansky went on a secret butterfly and moth collecting trip to the Caucasus with his best friend, Vadim Aleksandrovsky. Dobzhansky's family were penniless Polish *Szlachata* lost in the *Krey* of the Russian Empire. Grigorovych Dobzhansky earned his income solely in respect of fitting a gentleman. He served his government as an assistant at the local state high school or leasing property by renting rooms to boarding students. Aleksandrovsky's father, on the other hand, was a tutor to the children of wealthy families in the region, and it was in his library the boys first discovered a copy of Darwin's *On the Origin of Species*.

Dobzhansky and Aleksandrovsky had been inspired to their mission for the same reasons Darwin had set off on the *Beagle* less than a century before, curiosity. And indeed, the revelation of Darwinism had more than made up for their natural history teacher at school who, knowing nothing about either nature or history, had bribed them to stop asking so many questions about both by giving them the keys to the science cabinet. This tiny room contained a microscope and a dissection set, which the other students – like the teacher – showed so little interest in that Dobzhansky and Aleksandrovsky were allowed to take it home for the summer.

Supplied with these tools, they took apart frogs and stared at creatures contained in drops of water from samples they had scooped out from the pond and let grow stagnant. "Little beasties" they called them. Then with nets in their hands, they were off – exploring the countryside around Kiev until these bounds seemed too limiting. And so they had set out, managing to escape alone from Kiev by telling their parents alternate versions of the same lie: My friend's mother will be accompanying us. The Dobzhanskys and Aleksandrovskys were of such remote social circles that the likelihood of discovering the ruse seemed distant. It had been a brilliant time until now, when they emerged fresh from a swim in the Black Sea following a day of butterfly collecting, to find Aleksandrovsky's mother waiting for them at the inn where they'd rented a room. Their adventure seemed to have come to an abrupt end.

Dobzhansky waited with dread outside as Vadim went in alone to speak with his mom. Much to his surprise when they emerged, he learned she had given them a little money and decided to let them go on their way. They had grown up.

Dobzhansky and Aleksandrovsky continued for a few more weeks, and it was only when they finally turned around for a home that they realized what was about to happen next. The trains were packed with worried voices and running off their timetables. History was about to begin again.¹(Reminiscences of Theodosius Dobzhansky, 1962, pp. 24-30).

3 GENETICS

In the spring of 1917, the Dnieper River's waters overflowed, washing a tide of debris to its shores. Among twigs and leaves were beetles – including one Dobzhansky had never seen before. A new genus of the *Coccinella* species was Dobzhansky's first scientific publication. (Dobzhansky, 1918). With beetles what separates one variety from another is very specific – either the sex parts of their bodies fit together or don't.² (Krementsov, 1994). As simple as attaching two pieces in a puzzle, this solution inspired him to find other methods applied across species. So it is when Dobzhansky discovered genetics.

He first learned of it through the publications of his future mentor and friend, Iurii Filipchenko (1882-1930). He invited Dobzhansky to join him at the Bureau of Eugenics and Genetics at the University of St. Petersburg to work with *Drosophila melanogaster* – fruit flies – the first strains of which had been brought a few years before by the H. J. as mentioned above Muller.³ Thanks to Filipchenko Dobzhansky would

¹ For importance of time in Soviet history see Susan Buck-Morss, 2000.

² There are, as Dobzhansky outlined in his landmark article “A critique of the species concept in biology,” exceptions to this. See below.

³ Filipchenko's institute was founded in 1919 as the first Russian department of genetics at St. Petersburg State University. In 1921 it was renamed Bureau of Eugenics at the Russian Academy of Sciences in St. Petersburg, and renamed the Bureau of Genetics and Eugenics shortly after Dobzhansky arrived to work with Filipchenko the night of January 21, 1924. This date is recorded due to the fact that Dobzhansky's personal acquaintance with Filipchenko coincided with Lenin's death. The Bureau

soon be funded by the Rockefeller Foundation to work there on what was to be a one-year fellowship.

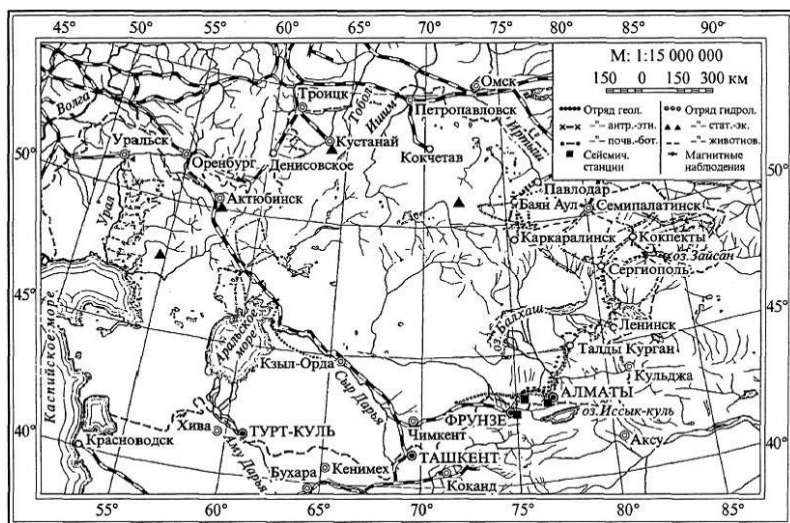
Before then, Dobzhansky undertook expeditions to Central Asia, which satisfied Filipchenko's interests in animal breeding differential effects and counted as military service in a scientific researcher's role. It also meant travelling on horseback across mountains and valleys measuring the impact of natural barriers upon the fat content of milk produced by the livestock domesticated by migrating tribes in the region.⁴

Among the details of these expeditions that would prove fateful was Dobzhansky's suspicions regarding Nikolai Medvedev's colleagues. Dobzhansky was frustrated by Medvedev's laziness and distraction from their work. However, Dobzhansky soon realized that Medvedev, and another member of his team, were secretly collecting samples of their own aside from those for Filipchenko's Institute. Dobzhansky was frustrated they were wasting time by duplicating research. However, the more disturbing realization was that Medvedev was not working there with himself and for Filipchenko but under the auspices of the State Institute for Experimental Agronomy (GIOO). Dobzhansky was suspicious, and this sense of mistrust would be reversed many years later as he sought to avoid returning to the USSR, and Medvedev was now the one to wonder what this man who seemed to be forever prolonging his stay in the United States was up to.

Dobzhansky first learned of Morgan's laboratory wonders during his stays in the Houses of Scientists in Moscow and St. Petersburg, founded by the doyen of Russian genetics Nikolai Vavilov. Here Vavilov created libraries from the literature he brought back from his journeys to the west, and it became clear that Morgan's Fly Room progressed significantly. However, Dobzhansky's instinct to travel outside of Russia to broaden his knowledge of heredity and evolution did not initially lead him to the United States.

would be named the Laboratory of Genetics in 1930, and ultimately taken out from under Filipchenko's direction to become the Institute of Genetics at USSR Academy of Sciences.

⁴ See М.Б. Конапнев, 2014. See also, for example, "Horses of the nomadic population of Semiretshje", 1927 (in Russian) of Theodosius Dobzhansky.



Карта 2. Маршруты отрядов Казахстанской экспедиции 1927 г.

Fig. 1. Kazakhstan, 1927.

Source: KONASHEV, Mikhail (ed). МАКСИМУМ ВОЗМОЖНОГО: Переписка Ф. Г. Добržанского с отечественными биологами: 1920–1970 гг., Часть 1, Переписка Ф. Г. Добržанского с отечественными биологами: 1920–1930-е гг⁵. Санкт-Петербург: история Нестора, 2014.

One of his mentors, Sergei Chetverikov (1880-1859), considered sending him to join Nikolai Timofeeff-Ressovsky, a mutual colleague. He was at that time working at the *Kaiser Wilhelm Institute for Brain Research* in Berlin. Chetverikov would soon share Dobzhansky's interest in both the mutagenesis of radiation and how genes spread outside. However, for whatever reason, Chetverikov seemed to have forgotten about it and never raised the subject again. Though disappointed initially, Dobzhansky would later reflect on how much different his fate

⁵ Source: KONASHEV, Mikhail (ed). MAXIMUM POSSIBLE: Correspondence of F. G. Dobzhansky with his homeland biologists: 1920 - 1970, Part 1. Correspondence of F. G. Dobzhansky with his homeland biologists: 1920 - 1930. St. Petersburg: Nestor History, 2014.

may have been had Chetverikov followed up on the offer.⁶ (Reminiscences of Theodosius Dobzhansky, 1962, p. 227).

The following year Dobzhansky, with Filipchenko's support, applied to the *Rockefeller Foundation* to work with Morgan in New York. In light of the circumstances under which Dobzhansky would later find himself in Brazil this moment is instructive. Rockefeller courted André Dreyfus (1897-1952. to go to the United States and he accepted if they send someone to Brazil first. Dobzhansky was eager to set off in search of new experience. Though everything that happened next in Russia – the onset of Stalinism compelling Dobzhansky to do whatever he could to remain in the United States. – would make it seem like Dobzhansky sought to escape his homeland, the opposite was true. It was Russia – in the guise of what it had become, the USSR⁷ – that had become an inhospitable environment for his research. Given that the personae and the questions he pursued answers to are, as I mentioned above, indistinguishable, this point is essential. There is also no doubt that the inability to return to his homeland became part of Dobzhansky's makeup to Brazil.

Because there were no formal diplomatic relations between the United States and USSR when Dobzhansky left, he had to travel first to Riga, Latvia, to obtain his visa. When asked what type of visa he would prefer– student or professor– he did not think it would make any difference. So he said, “Give me any kind of visa you want.” It was a decision he would regret.

Dobzhansky and his wife Natalia arrived on Christmas day. The *Rockefeller Foundation* assumed Morgan's laboratory would be closed till after New Year and wrote Morgan to tell him the news. “If your rooms should be open,” however, Wallace Lund added, “I am sure that Doctor Dobzhansky will wish to get started as soon as possible.” (Letter from Wallace Lund to T. H. Morgan, December 20, 1927. RF 1.2 Projects 200 United States. 200 D Columbia University – Genetics. Folder 1650. Dobzhansky, Theodosius, 1946-1963. Rockefeller Archive Center). Morgan replied: “As a matter of fact, our laboratory is never

⁶ Timofeeff-Ressovsky would remain in Berlin during World War II and end up spending time in a prison camp before being liberated to work on the Soviet bomb project. He would never be allowed to leave the Union of the Soviet Socialist Republic.

⁷ Union of the Soviet Socialist Republic.

closed,” “not even on Christmas – but it is inaccessible on Christmas day except to the initiated.” (Letter from T. H. Morgan to Wallace Lund, December 22, 1927.RF 1.2 Projects 200 United States. 200 D Columbia University – Genetics. Folder 1650. Dobzhansky, Theodosius, 1946-1963. Rockefeller Archive Center).

Thus Dobzhansky and Natalia waited until the day after to pay their first visit. As they climbed the stairs of Schermerhorn Hall, they met a slim, bespectacled man they asked the way to Morgan’s lab. It was Alfred Henry Sturtevant (1891-1970). Having long idolized Morgan and his acolytes from afar Dobzhansky was shocked to discover a filthy attic containing one room – where Sturtevant and Morgan’s other protegee, Calvin Blackman Bridges (1889-1938), worked – along with an open antechamber from where Morgan presided. Sturtevant and Bridges’ desks were cluttered with stacks of paper, and the flies were housed in cabinets Bridges had made out of old bookshelves. The place reeked of yeast and bananas, recycled bottles were used for test tubes, and the microscopes were less sophisticated than he’d left behind in Leningrad. He tried to speak to Morgan in German, and Morgan responded in English. Dobzhansky asked him what type of research he would like to do, unaware that this was a question Morgan hated to be asked. He responded by opening the nearest drawer and pulling out the stack of whatever paper was inside. It was a recently completed dissertation on biostatistics, something Dobzhansky knew nothing about. He returned home from his first day dejected. (*Reminiscences of Theodosius Dobzhansky*, 1962, pp. 231; 239-245).

The member who would have the most significant influence upon Dobzhansky was a fellow outsider, Hermann Joseph Muller (1890-1967) who had not been there since five years earlier when it became clear he was no longer welcome. Muller’s work using radiation to mutate genes would align with Dobzhansky’s interest in the broader question of what mutation implies for the outcome of evolution. Muller was pessimistic, arguing they also must manage heredity. Dobzhansky’s opposing view– that the natural state of evolution is change– was also among the things that led him to Brazil.

In the meanwhile, Dobzhansky quickly became an invaluable member of Morgan’s lab. Dobzhansky’s search for the genetics of the origin

of species is now oriented around the chromosome map—a visual representation, derived by Sturtevant. He located five mutant genes on the chromosome relative to one another and the gene – labelled O – responsible for the red eyes *Drosophila* flies. (fig. 2). Sturtevant and Bridges had since expanded the one-dimensional chromosome map into the three-dimensional “totem pole,” mapping genes’ location on all four *Drosophila melanogaster* chromosomes. (fig. 3).

Once Morgan invited Dobzhansky to join him out west to help found the biology division at the *California Institute of Technology* Dobzhansky would expand the chromosome map even further by following a wild cousin *Drosophilas melanogaster*, *Drosophila pseudoobscura*, in its native habitat outdoors.

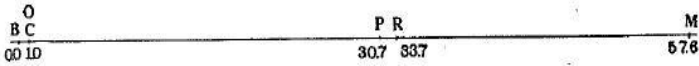


Fig. 2. The first chromosome map showing six genes on the X-chromosome of *Drosophila melanogaster*.

Source: STURTEVANT, Alfred Henry. The linear arrangement of six sex-linked factors in *Drosophila*, as shown by their mode of association. *Journal of Experimental Zoology*, **14**: 39-45, 1913.

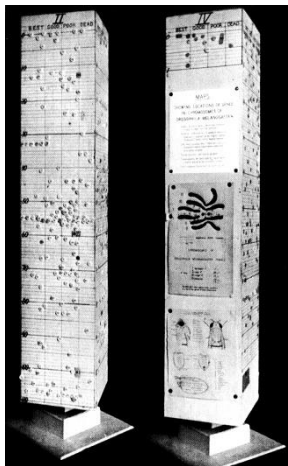


Fig. 3. Totem Pole.

Source: MORGAN, Thomas Hunt. Personal recollections of Calvin B. Bridges. *Journal of Heredity*, **30** (9): 354-358, 1939.

Before then, he would have the chance to visit Muller. By now Dobzhansky had picked up on the bad relations between Muller and his former colleagues. When Muller first published his finding that X-ray radiation mutates genes, the other Fly Room members had been skeptical. They only finally came around once others had begun adopting the technique. However, among the reasons for their skepticism was that Muller had been deliberately vague on the details of the experiment due to his worry that others unfairly stole his ideas and took credit for discoveries he had made first. This “priority complex” would plague Muller throughout his life. It is characteristic of Dobzhansky’s role as the perpetual outsider; the one was never “from there”—wherever he was — that he would have the insight to diagnose the reason from what plagued him.

Dobzhansky passed through Muller’s lab at the University of Texas in 1929 and spent the day with him. He also met his two colleagues John Thomas Patterson (1878-1960) and Theophilus Schickel Painter (1889-1969) — who Muller would soon seek to avoid by working only at night so they could not steal his ideas. In a letter to his mentor, Yuri Filipchenko (1880-1930), Dobzhansky described Muller as an “endlessly flowing fountain you could drink from forever and still feel thirsty.” (МАКСИМУМ ВОЗМОЖНОГО, 2014, pp. 185-188). By this Dobzhansky meant that Muller thought aloud as he worked — repeatedly iterated each new idea as it entered his head — the thing he could do next with what he was working on right now and then even what he might also try with that after he was done with the notion preceding it. From what Dobzhansky wrote, it was clear that his co-workers were not stealing: They were just listening, and then taking inspiration from what Muller said — ideas there would never be enough hours in the day for Muller to finish.

By this time, Dobzhansky used Muller’s X-ray method that consisted of “translocate” genes from one part of the chromosome to another. Despite the abundance of space, Morgan expected him to share a lab with Sturtevant. An essential part of Fly Room life had been the constant interaction between its members. This situation would change at Caltech.

Dobzhansky extended his stay in the United States by over a year, and Filipchenko was concerned. He was also skeptical of his *protégé*s

enthusiasm about Muller and radiation, saying it reminded him of his younger years when he had enthusiastically chased after new ideas only to realize he was wasting his time. It was hard for Filipchenko to gauge the merit of Muller's work not only because he was not a *Drosophila* geneticist, but also because the Soviet Union was becoming cut off. The Great Break broke an increasing number of lives, careers, and relationships within the USSR along with any communication to the world outside.

Dobzhansky realized he would never have the opportunity to continue his research on translocations in fruit flies if he returned, and Morgan was eager to keep him. Meanwhile, Filipchenko became increasingly bleak, even more so once he lost control of the research institute he had founded. On May 21, 1930 – about two-and-a-half years after he had arrived – Dobzhansky received a telegram from the Nikolai Vavilov telling him Filipchenko had died – at age 48 – of meningitis, and begged Dobzhansky come home. (Letter from Nikolai Vavilov to Theodosius Dobzhansky, May 21, 1930, reproduced in МАКСИМУМ ВОЗМОЖНОГО, 2014, p. 401).

Not long after, Dobzhansky received a letter from Medvedev describing the terrible details of Filipchenko's death. This Medvedev was the same Medvedev from the expeditions in Central Asia, and now he was the one suspicious. Medvedev said Dobzhansky's prolonged stay in the United States was not only raising scepticism he had any intention of returning to Russia but by doing so, he was also breaking the law. Medvedev made it clear that though it had been once presumed Dobzhansky would assume the position of director of Filipchenko's Institute, he would now be lucky to be given any job at all. (Letter from N. N. Medvedev to Theodosius Dobzhansky, May 20, 1930, reproduced in МАКСИМУМ ВОЗМОЖНОГО, 2014, pp. 669-670; Letter from N. N. Medvedev to Theodosius Dobzhansky, July 8, 1930, reproduced in МАКСИМУМ ВОЗМОЖНОГО, 2014, pp. 673-674).

By the time Vavilov arrived in the United States the following on yet another of his expeditions seeking the genetic origins of plant species, he knew Dobzhansky would need much persuading to go back to the Union of Soviet Socialist Republics. For better or worse, Vavilov's efforts at convincing revealed his doubts about what was transpiring at

home. He told Dobzhansky “I have a kind of spectacles which permit me to see some things and not to see other things.” “We have to ignore; we have to leave out of consideration, the political matters with which we do not agree. We should, however, do our best for the advancement of science, particularly for the advancement of science in our country.” (Reminiscences of Theodosius Dobzhansky, 1962, pp. 166-167).

Dobzhansky was now even more convinced he did not want to go back— and the letters Vavilov sent afterwards were terrifying. He would need to brush up on his Lenin and the basics of dialectical materialism. Vavilov even suggested one of his recent publications interpreting the Linnaean system of identifying plants species as Marxist as preparation for the kinds of justifications he should be prepared to make for his work. Dobzhansky should also be ready to find other ways to earn money aside from research. (Letter from Nikolai Vavilov to Theodosius Dobzhansky, June 9, 1931, reproduced *in*: МАКСИМУМ ВОЗМОЖНОГО, 2014, pp. 416-419).

But Dobzhansky could not. He just could not face such a fate after the luxury of freedom in the United States – the excitement of New York City, the frontier climate of southern California – his Ford automobile, the Sears and Roebuck catalogue, the orange and lemon trees beneath the palms reminding him of his secret escape to the tropics with Aleksandrovsky when he was a young boy. (Letter from Theodosius and Natalia Dobzhansky to Iurii Filipchenko, November 16, 1929, reproduced *in* МАКСИМУМ ВОЗМОЖНОГО, 2014, pp. 228-231). Dobzhansky wrote Vavilov that no, he would not be coming back, and with that, he truly now had to figure out how to stay.

Morgan had also given Dobzhansky’s wife Natalia a job as stock keeper for the flies. With this, in addition to the paperwork testifying to his position as professor, they crossed the border to Canada where they would apply for permanent visas to remain in the United States. A terrifying set of circumstances nearly derailed them: Years ago, when Dobzhansky had obtained authorization to enter the United States, he had accepted a student visa. He could have come as a professor, but it did not seem to make any difference at the time. It did now – because by working, he and Natalia had both broken the law. In one week they would be deported to the Union of Soviet Socialist Republic, which

meant a death sentence. They spent the last of their money on telegrams. Finally, they got in touch with Sturtevant who alerted Morgan. Morgan informed Caltech, Robert Millikan – who it just so happened was vacationing aboard the United States President Herbert Hoover’s yacht. Hoover phoned his labor secretary who overruled the decision of the Canadian Consulate. At last, they were free. (Reminiscences, of Theodosius Dobzhansky, 1962, pp. 316-317).

4 *DROSOPHILA PSEUDOOBSCURA*

The following summer Dobzhansky attended the *VI International Congress of Genetics* in Ithaca, N.Y. By now he was turning out papers twice as fast as Sturtevant and Bridges. Bridges often claimed, “there is no rush,” to which Dobzhansky responded, “the only thing that is becoming better with age is wine,” and “a month gone by without a paper sent to press is a wasted month.” (Kohler, 1994, p. 265).

On his way, east from California Dobzhansky stopped in to visit one of his students, Bob Boche. Boche was collecting samples of wild *Drosophila pseudoobscura* flies over the summer break. *Drosophila pseudoobscura* had only recently been recognized as a separate wild type species of *Drosophila* fly from the European *Drosophila pseudoobscura* a few years before by Morgan’s students, Donald Lancefield. In the process of doing so, Lancefield also determined there were two hybrid strains– A and B–, and thus the question began with what made them unable to mate, i.e., “hybrid sterility.” Sturtevant and Dobzhansky quickly took an interest in *Drosophila pseudoobscura*. The only laboratory stocks were A, leaving it up to Dobzhansky to obtain the wild type B. For this, he had enlisted Boche, who had mentioned he lived in Seattle – a known breeding ground of *Drosophila pseudoobscura* flies – before leaving for summer break. Dobzhansky suggested he collect some and the results when stopped through were encouraging. Boche had discovered seven additional strains. (Lewontin *et al.*, 2003, pp. 28-29).

Two events that occurred in Ithaca gave Dobzhansky further clarity on where he heads next and assurance that his decision to stay had been correct. The first was the paper delivered by Sewall Wright (1889-1988). Dobzhansky would later describe himself as having ‘fallen in love with’ as he listened to his article on the selective mathematics of mutation, inbreeding, and cross-breeding populations. It was clear

Wright's mathematics provided a means to acquire the data needed to reflect the notions of population genetics first put in his head by Russian mentors like Chetverikov. (Lewontin *et al.*, 2003, pp. 56-57). The second was Dobzhansky's conversation with Vavilov in a crowded cafeteria where none of their other table mates spoke Russian. Vavilov had been the lone Russian geneticist allowed to attend, and he suspected that it was to be his last trip outside of the Soviet Union. Vavilov told Dobzhansky to "do what you want." "Stay here."

Given that, as Vavilov knew, Dobzhansky had already decided to do that. It seems reasonable to wonder if he was not trying to convince himself because, indeed, after Ithaca, he and Dobzhansky would never meet again. (Reminiscences, of Theodosius Dobzhansky, 1962, pp. 174-175).

Once the Congress ended Sturtevant left to spend a sabbatical year in England while Dobzhansky and Boche returned to California to continue work on *Drosophila pseudoobscura*. Sturtevant's "Anglophilia" – as Dobzhansky saw it – is among the few things that began irk him about Sturtevant. This decision coincided with a lack of interest in the Russians' work like Filipchenko and Chetverikov who had been so influential upon Dobzhansky. Other reasons for resentment would now begin to accumulate.

While Sturtevant was away a few critical developments in *Drosophila* genetics took place. First, Theophilus Painter (1889-1969), Muller's colleague from Texas, discovered that the salivary glands of fruit flies contained bands of chromosomes wound tightly together whose sequences could beread their genetic history– "fossils" of the biological world. The study of salivary glands now enabled geneticists to read into their flies developmental past.⁸

Two, Dobzhansky drove his Model A Ford along the Redwood Highway and California coast north of San Francisco to, for the first time, collect wild *Drosophila pseudoobscura* flies on his own. His equipment was yeast, bananas, bottles and string. He looped the latter round the former and hung them from trees, the fermenting banana mash inside a lure sure to attract local members of the species. (Dobzhansky, 1936, pp. 28-29). Among his discoveries was that in the wild fruit flies

⁸ For an explanation of the importance of the *Drosophila* salivary glands see Stephanie Mohr, 2018, pp. 28-29.

are most active at sunrise and sunset. Only on cloudy days are they active in-between, a finding unobservable in the lab.

This where he sent the flies once collected. This step was treacherous because not only did some states have laws against the importation of live insects, but they needed to get there quickly lest they perish from any extreme of cold or heat. The female flies arrived pregnant and were immediately put inside incubators and given its bananas and yeast bottle. Once the eggs hatched, the larvae had to be dissected before they had grown too old. The number of flies submitted to this process was monumental – the product of six trips to eleven mountain ranges – thousands of bottles spread out across work tables back in the lab.

Dobzhansky found such work – working out the cytology, mapping the chromosomes etc. – profoundly tedious, and would rely upon Sturtevant, who had the patience and talent for it, to do most of the work. (Kohler, 1994, p., 261). Though labor division would be mutually satisfying at first, it would also lead to yet another fault line between them. Dobzhansky thought of nothing of cutting corners by rushing forward as quickly as possible to get back to what he enjoyed – collecting flies in the field. As a result, his mapping would be scarce – lacking in important details – and years later, others would discover errors in his cytological analyses. (Kohler, 1994, p. 285). Though there is no direct evidence that Sturtevant was upset by Dobzhansky's carelessness in this aspect of the work, it could certainly be among the reasons they ultimately stopped collaborating.

And then finally three – Morgan was awarded the Nobel Prize for the work he and his students had done developing the chromosomal theory of heredity. It was understood that Morgan was awarded the prize alone because the maximum number of awardees was three, and the Fly Room members were four. Though Muller had initially believed that he and Morgan would be awarded the Prize jointly, Morgan would secretly split the prize money between himself, Bridges and Sturtevant. (Letter from Hermann Joseph Muller to Jessie Marie Jacobs, March 21, 1933. Muller MSS. Cold Spring Harbor, New York.). Though this would not be known for a while, in the interim it led to a disturbing episode once Sturtevant returned from the United Kingdom, Dobzhansky recounted the scene which resulted in his oral history:

And so, one day we were sitting as always in our laboratory room with Sturtevant, and I made some critical remark about Morgan – I do not remember exactly what I said. Still, I am absolutely certain it was a remark which was much less critical and certainly nowhere near as disparaging as hundreds or thousands of remarks which he used to make almost every day. And here came a reaction which startled me to an extent which probably left me with my mouth open for some time; namely, Sturtevant raised his voice and said: “I ask you never again to make in my presence any disparaging remarks about Morgan.” [...] And that was the end of our friendship.” (Reminiscences of Theodosius Dobzhansky, 1962, pp. 273-274)

It was not, but it is not surprising that decades after the fact Dobzhansky would have remembered it that way. Dobzhansky and Sturtevant would continue to collaborate on good terms for a few more years. However, it was the beginning of the end of their relationship, a process which would continue throughout the following year, 1934. In terms of this article’s topic, this is when the University of São Paulo was founded, providing the stage that would be set about a decade later for Dobzhansky’s arrival in Brazil. The content of the lectures he would deliver to the group of students who would remember themselves as the *Turma da Glete*– “Class of Glete Avenue”– was formulated during the years in between.

Dobzhansky stopped working with *Drosophila melanogaster* flies altogether and took to the field where he and Sturtevant established a routine. Dobzhansky did the fieldwork and sent flies back to the lab for Sturtevant to analyze. He went on collecting trips to Alaska, British Columbia, and the Idaho Snake River Basin – where Sturtevant assured him *Drosophila pseudoobscura* flies would not be found. Though this was not true of Idaho, the Alaska trip did prove a disappointing adventure. Due to a dock strike, Dobzhansky was forced to travel steerage, where he met several adventurers on their way to Alaska to dig for gold. The rumours of the wealth to be found in Alaska were so impressive that they assumed Dobzhansky’s claim he was headed there searching for fruit flies to be a clever ruse hiding his real purpose. Despite the rigorous voyage, Dobzhansky felt rewarded by the dramatic vista of mountains and glaciers. However, he had neglected to bring either a hand lens or a microscope and spent weeks collecting what he thought– with his naked eye– were *Drosophila pseudoobscura* flies. Only once he finally

got the chance to examine them later, he discovered they were a related species, *Drosophila athabasca*. Weeks of fly hunting wasted. (Reminiscences, of Theodosius Dobzhansky, 1962, pp. 369-376).

Fortunately, the flies collected in British Columbia and Idaho proved more fruitful, providing material for study just in time for C. C. Tan's arrival. Tan received his training from two other Chinese geneticists, Ju Chi Li and Tze-Ying Chen, who had worked in Morgan's laboratory in the 1920s. Lin had sent Morgan his Master Degree thesis, a quantitative description of variability in ladybird beetles, and since Dobzhansky was an expert, Morgan showed the paper to him. Sturtevant and Dobzhansky immediately set Lin to work using the salivary glands of *Drosophila pseudoobscura* to make genetic and cytological maps to see if he could find any systematic differences between Race A and B.

Indeed, as Tan discovered, A and B differed consistently in terms of six inversions. Moreover, as he could tell from the record provided by the salivary glands, these differences had emerged throughout the process of becoming separate races. That a decade later A and B would finally be recognized as not merely different races, but also as different species indicates the import of the direction this work was heading: the use of genes as taxonomic markers of a kind entirely unlike how species were distinguished from one another before.⁹

In 1935 Dobzhansky extended his geographic studies to Colorado, Arizona, New Mexico and Mexico City. The latter proved so productive he wished he's spent more time there. He would, and would fit in a trip to Guatemala before heading further south to Brazil. Meanwhile, Dobzhansky continued to work with what were understood to be the A and B races of *Drosophila pseudoobscura*, and also discovered a new species, which he initially planned to name *Drosophila sturtevantiana*, before deciding instead upon *Drosophila miranda* – Latin for wondrous. It is ironic – given the direction his relationship with Sturtevant was headed – that some assumed he chose *miranda* in honor of some romantic interest. (Reminiscences of Theodosius Dobzhansky, 1962, pp. 361)

⁹ *Drosophila pseudoobscura* was "Race A" while "Race B" was renamed *Drosophila persimilis* – "similis" being Latin for "similar."

Of less anecdotal import is Dobzhansky's spending several hours with Ernst Mayr (1904–2005) at the American Museum of Natural History. They discussed the effect of geography upon variation and speciation. (Lewontin *et al.*, 2003, p. 58). These ideas would be best expressed in Dobzhansky's article that year, "A critique of the species concept." Dobzhansky's critique was based on three emphases: 1. An interest in the differences within species v. those around them; 2. An emphasis on the collective v. the individual; 3. A notion of speciation based upon difference rather than similarity. Above all, he stressed the importance of geography – isolation as a mechanism for species preservation.

In a few years, Dobzhansky would coin the term "gene pool" – an English translation of a concept first described by one of his Russian mentors, Alexander Sergeevich Serebrovsky (1892–1948). Sociobiologists would adopt the term to argue their assumption that all behaviour could be explained evolutionarily in terms of species survival. Though this "biological species concept" – as it became known – would prove influential, it would, in turn, be later rejected by biologists as an unnecessary critique of what Darwin had already said a century before.¹⁰

Sturtevant was among the first critics of Dobzhansky's view. However, other reasons for the estrangement between them now accumulated to rupture their work relationship. The primary reasons seem to revolve around three events: One, Leslie C. Dunn (1893–1974) invited Dobzhansky to deliver the Jessup lectures at Columbia University (Letter from Leslie C. Dunn to Theodosius Dobzhansky, April 17, 1936. *In* Leslie C. Dunn Papers, The American Philosophical Society Archives); two, Dobzhansky received an offer to leave Caltech and join the faculty of the University of Texas; three, Milislav Demerec (1895–1966) who, with Calvin Blackman Bridges (1889–1938), had recently co-founded what quickly became the primary publication in fruit fly genetics – *The Drosophila Information Service* – asked if Dobzhansky would be interested in joining him at Cold Spring Harbor.

All three offers were honour, and Sturtevant would have been pleased to have just one. Dunn's proposal, which arrived first in April – would require spending the fall, 1936 semester at Columbia delivering

¹⁰ See Dobzhansky, 1935; Mallet, 2010a and Mallet, 2010b.

a series of lectures that Dobzhansky would turn into a book. This would give him effective authorship over the work he and Sturtevant had been conducting on *Drosophila pseudoobscura*. Dobzhansky wrote Dunn he would be delighted. “After living for eight years in the ‘wild west’, I decidedly feel a need for fresh air.”

He would prefer his only caveat if possible, to come the spring semester because Sewall Wright would be at Caltech in the fall. That said Dobzhansky sounded as though he had a sense things around him were changing, and he might be better off just letting matters happen as they may. He assured Dunn that coming in the spring instead of the fall was “merely a suggestion.” “Quite possibly after thinking more about this matter I shall find myself that your original plan is better.” (Letter from Dobzhansky to Dunn, April 21, 1936. *In* Leslie C. Dunn Papers, The American Philosophical Society Archives).

The job offers followed in May. Dobzhansky preference was Cold Spring Harbor. The problem was Demerec did not know for sure yet while the offer at Texas was definite. Sturtevant encouraged Dobzhansky to take the job at Texas, and simply move along to Cold Spring Harbor afterwards if it came through. When Dobzhansky told Morgan he immediately countered by promoting Dobzhansky to full professor – which now made him Sturtevant’s equivalent in rank, Dobzhansky sent Texas a rejection. Sturtevant was crestfallen – openly so when Dobzhansky told him the news – and it hurt. Dobzhansky realized Sturtevant wanted him gone, and from the present perspective, the reasons are not hard to discern.

When Morgan had arrived at Caltech in 1928, he had told President Millikan that in five years he would step aside and turn the lab over to someone younger – who everyone assumed would be Sturtevant. (Kohler, 1994, p. 274, ft. 47.) 1933 had come and gone with the Nobel Prize, and now Morgan was turning 70 and showing no sign of going anywhere. The notion that Morgan would choose Sturtevant no longer seemed as obvious, and now Dobzhansky had gone from being Sturtevant’s mentee, then lab partner, to being his rival.

At this point, Dobzhansky changed his mind and wrote to Texas he would like to take the job after all. He also wrote to Dunn and said that coming to Columbia as soon as possible would be best. He also said: “Dr Morgan suggested a possible title ‘Genetics and the origin of

species'. The title sounds good, but I am afraid it is somewhat too ambitious. What do you think about it?"

Texas never responded, and it would only be years later, Dobzhansky would learn that his hesitation had cost him the job. Regardless, Sturtevant now moved out of the lab they had shared for over half a decade and begun his separate research project comparing the genetics of all known *Drosophila* populations worldwide. Little would come from this work, and after a few years, Sturtevant would lose interest in it. (Kohler, 1994, pp. 286-287). Though he would continue to assist Dobzhansky in working up the genetics and cytology of the species he brought back to the lab after his adventures in the field, Sturtevant and Dobzhansky would never collaborate in the way they had ever again.¹¹

As for the flies, Dobzhansky now followed them into Death Valley and the Mojave Desert, work which would prove so productive he would return the following summer as well. Here he was able to study populations isolated in pockets at higher elevations, separated by the hot, dry climate and terrain below. He spent two summers on this work, first examining the flies he collected separately based upon the mountain range where he'd found them then, the summer following, localized to separate canyons and valleys, homing in ever more closely upon the genetic variations between populations. (Kohler, 1994, p. 273.)

In the year between he delivered the Jessup Lectures then returned to Pasadena to write them up. In December *The New York Times* reported the first news of what would become one of the most notorious episodes in the history of science— the emergence of Trofim Denisovich Lysenko (1898-1976) as an opponent of the genetic theory of heredity. The controversy was centered upon the fact that the next International Congress of Genetics was being planned for Moscow. Due to Lysenko's growing power and authority, those plans were uncertain.

¹¹ Both Kohler (1994) and Lewontin *et. al.* (2003) indicate that after 1936 Dobzhansky went their separate ways in research, however in a letter Dobzhansky sent to Dunn on April 2, 1938, after he returned from a research trip to Guatemala, he mentioned, "An indefinite number of new species of *Drosophila* (from 12 up) for Sturtevant, and about 150 new strains of *pseudoobscura* and *Azteca* for myself came safely to the lab." This indicates that their relationship continued at least to the extent that Dobzhansky was willing to collect flies that Sturtevant would find useful. (Leslie C. Dunn Papers, The American Philosophical Society Archives).

Dunn had been enchanted by Soviet biology when he visited in 1927—precisely around Dobzhansky’s time for the United States. Now he and Dobzhansky exchanged many letters on the topic, and their friendship deepened over a mutual concern for the fate of Soviet science.

Dobzhansky began writing the book, but then on February 23, he went horseback riding, as he generally did once a week. Since the last time, he had ridden the trail; someone had placed a cement post in the middle of the entrance path off the highway to keep cars from mistakenly exiting onto it. The horse unwittingly smashed Dobzhansky’s knee against the post, shattering it to pieces. After the operation, they rented a hospital bed so his leg could remain elevated as he wrote from home. As he wrote Dunn about a month later, the situation managed to prove productive: “I am still in bed, having what my little daughter describes as the ‘white box’ on my leg. The status of a cripple will continue for some time [...]. It seems writing is about the only thing that is possible [...].” (Letter from Theodosius Dobzhansky to Leslie C. Dunn, March 10, 1937. The American Philosophical Society). He made progress, and a month later wrote: “To have a broken leg is advisable when one tries to write a book.” (Letter from Theodosius Dobzhansky to L. C. Dunn, March 28, 1937. The American Philosophical Society Archives).

The *Genetics and the Origin of Species* went to press as the relationship between Dobzhansky and Sturtevant continued to devolve. As Dobzhansky wrote to Mayr—Sturtevant became “nearly furious when he saw on my desk cultures made for the extraction of lethal, etc. The studies on natural populations (then of the Death Valley region) he treated with undisguised contempt.” (Dobzhansky, *apud*, Lewontin *et al.*, 2003, p. 31).

It also seems telling that Dobzhansky now became scornful of *Drosophila melanogaster*, as though a domesticated laboratory animal somehow struck him as inferior to the diversity of flies found outside. He also began aggressively enlisting graduate students to aid in his work, acknowledge the amount there was to do and how much additional labour he needed to take on now that he and Sturtevant were no longer partners. (Kohler, 1994, p., 289).

Among the many reasons Sturtevant was growing ever more skeptical of the direction of Dobzhansky’s research was his attempt to address the issue of concealed variability in nature. The question asked

was: Why is there so much apparent diversity in laboratory populations of *Drosophila*, yet so little evident in the wild? Dobzhansky's Russian colleagues, Chetverikov and Nikolai Dubinin (1907-1998), proposed that these differences were both abundant and hidden among members of the population outside as hidden lethal or deleterious mutations. So long as they remained recessive heterozygotes, they never appear but rather are continually carried as what Muller would term the "genetic load" of mutations. Muller used this as a justification for eugenics, reasoning that this negative load of mutations would eventually lead to the extinction of the genetic line. Meanwhile, Dobzhansky would insist that the end result was salutary, simple a feature of how selection naturally functioned for the improvement of species. (Powell, 1997, p. 30).

In the meanwhile Dobzhansky's interest in this question became centered around an idea derived by Wright, "genetic drift." According to this doctrine in small, isolated populations— such as those Dobzhansky discovered on the mountain tops between the hot, dry valleys in Death Valley— natural selection broke down. In this case, features which were not beneficial, and perhaps even harmful, could become more prevalent in a population only by random occurrence. (Powell, 1997, p. 73). These shifts occurred seasonally – fewer flies in summer and more abundant flies in winter – which led Dobzhansky to ask what would happen a climate where the season remained stable, i.e., the tropics?

As Dobzhansky would learn – tropical climates are seasonal, just not in the same way as temperate climates – and the variability he was observing did not have to do with genetic drift, but rather simple seasonal fluctuations of different types. Nevertheless, the desire to research the tropics motivated him to, in February 1938, travel to Guatemala before returning to Mexico for more collecting.

An analogue to Dobzhansky's interest in how population dynamics among species is related to habit and geography is evident in what he experienced in the border crossing between Guatemala and Mexico. When a fascist dictator, Jorge Ubico (1878-1946) ruled Guatemala – while Mexico was ruled by Lázaro Cárdenas del Río (1895-1970) – believed by Guatemalans to be a communist. For this reason, the train line which would have connected the two countries ended at the Suchiate River, a footbridge over which functioned as the border crossing.

After disembarking from the train on the Guatemalan side, Dobzhansky's baggage was inspected and then carried by a porter halfway across the footbridge. It was left for a Mexican porter to ferry it the rest of the way to the other side. (Reminiscences of Theodosius Dobzhansky, 1962, p. 426).

Both trips proved productive in terms of fly collecting. However, the results Dobzhansky produced did not receive the reception he would expect. Sturtevant had recently published a paper insisting that “studies on the frequency of lethal could make possible the estimation or calculation of the parameters of populations, such as the effective population size”—an exciting proposition for a population geneticist.¹² However, when Dobzhansky sent his data to Wright, claiming he could use it to estimate population size, the latter informed him he was wrong. Like all of his contemporaries aside from Ronald Fisher (1890-1962) and John Burdon Sanderson Haldane (1892-1964), Dobzhansky could not follow what Wright was saying. The mathematics were well beyond his capability. As Dobzhansky said, “My way of reading Sewall Wright's papers, which I still think is perfectly defensible, is to examine the biological assumptions the man is making and to read the conclusions he arrives at, and hope to goodness that what comes in between is correct.” (Reminiscences of Theodosius Dobzhansky, 1962, p. 399).

However, he was informing Dobzhansky that though his data on the rate that lethal mutations occurred in the wild was important, the inference about population was incorrect. Dobzhansky had a hard time accepting this—particularly given that the person who had told him the data could be used in this way was Sturtevant, who he regarded as far more cautious in his estimation of how results could be interpreted. Moreover, the idea was just so exciting. However, what Wright's response taught him was to always consult someone with greater expertise in the mathematics of population genetics before heading into the field. It was a lesson he would remember on the eve of his trip to Brazil. Before then Dobzhansky recounted his latest research adventures to Dunn:

¹² Sturtevant published the key paper, “Autosomal lethals in wild populations of *Drosophila pseudoobscura*,” in 1937 (Lewontin *et al.*, 2003, pp. 51-52).

I had the opportunity to compare a fascist (sic) country (Guatemala) with a so-called socialist one (Mexico); clearly, the traveling for a foreigner (sic) is easier in the former, but never since leaving Russia have I felt such an atmosphere of terror around me as there, and it was a real relief to come to Mexico. Incidentally, all that was written in American newspapers regarding danger for Americans (sic) in Mexico is a damned lie—no doubt this information has been invented and handed out to the newspapers by the oil companies involved. I have seen some of the so-called anti-American (sic) demonstrations myself; the banners had some anti-American (sic) slogans, but the spirit of the crowd was fiesta-like, no hostility being shown to those having light hair and “ojos azules”. I have asked a number of Americans living in Mexico (but not involved in oil) and they confirm my impression. (Letter from Theodosius Dobzhansky to Leslie C. Dunn, April 2, 1938, The American Philosophical Society Archives)

Dunn wrote back with big news which, “I want to tell you in confidence about the possibility of a job at Columbia”. (Letter from L. C. Dunn to Theodosius Dobzhansky, April 24, 1938. The American Philosophical Society). Dobzhansky wrote back that the idea of leaving where he was “has been in my thoughts for several years,” and “I realize quite clearly that it would be much better for me to move to the other side of the continent.” He felt like he needed contact with other types of biologists doing different kinds of work; he had “too many fixed notions” and had become “provincial.” Most of all though he was anxious to work with Dunn who, despite differing points of view on everything from Lysenkoism to science and social activism, would replace Sturtevant as his closest friend and collaborator. (Letter from Theodosius Dobzhansky to Leslie C. Dunn, May 2, 1938. The American Philosophical Society Archives).

By the time Dobzhansky wrote Dunn the following January plans had begun to take shape enough to specify the types of equipment he would need for *Drosophila pseudoobscura* flies. An additional reason to leave had also occurred – the death of Calvin Bridges. As one of the founding members of the “fly room” Bridges’ untimely death at age 49 “left a hole in this Laboratory which will be filled not soon, if ever,” according to Dobzhansky. Work on *D. melanogaster* had ceased, and no member of Morgan’s lab would ever undertake to study the domestic fruit fly again. (Letter from Theodosius Dobzhansky to Leslie C.

Dunn, January 14, 1939. The American Philosophical Society Archives).

Unfortunately, the following April Sturtevant visited Columbia and when the position Dunn was planning for Dobzhansky came up, he – much to everyone’s surprise – expressed interest. As Dunn wrote Dobzhansky: “Sturt was not so firmly anchored at Pasadena as we had supposed, and might be willing to leave Morgan and avoid the succession which I supposed was impending.” Even worse, when Columbia heard they could get Sturtevant, he was enthusiastic– and regarded him as the first choice over Dobzhansky. (Letter from L. C. Dunn to Theodosius Dobzhansky, May 2, 1939. The American Philosophical Society Archives).

By summer the post had been, according to Dunn, “abolished”. However, in the fall, just as the Second World War was getting underway in Europe, there was a reprieve. It seemed that a position for Dobzhansky might be available after all. It looks as for his part Sturtevant had lost interest. (Letter from Leslie C. Dunn to Theodosius Dobzhansky, summer 1939; Letter from Leslie C. Dunn to Theodosius Dobzhansky November 20, 1939. The American Philosophical Society Archives). By Winter Dunn wrote, “Dear Dobie, Your name is too long for everyday use; I hope this version is acceptable.” A more familiar term was necessary because it seemed they would soon be colleagues.¹³

Now that he felt sure he was leaving, Dobzhansky expressed his unhappiness with Sturtevant and Caltech in letters to Demerec. “Sturtevant suffers from bad dispositions and [it] gets so that it is very difficult to talk to him nowadays. It is said to watch him in this state.” “It is better simply not to care for a person than after many years to find out that he is not worth one’s care.” (Dobzhansky, *apud*, Kohler, 1994, p. 90).

Sturtevant must have gotten wind of Dobzhansky’s disgruntlement. He was spending the semester at Harvard when he heard the news of Dobzhansky’s departure and wrote him that:

I’m sorry if you are leaving Cal Tech with the feeling that I’m down on you. We’ve had some disagreements, and I’ve allowed myself to say outrageous and inexcusable things to you– more than once. I’m afraid

¹³ Friday [between 20/11/39 and 10/1/40].

I've never apologized for them; I hereby do so and beg you to accept the apology as it's meant—sincerely. The place will seem strange without you—rather dull, I'm afraid, for none of the rest of us have your energy and go. Yes, you may be sure we'll miss you.” (Letter from Sturtevant to Dobzhansky, *apud*, Lewontin *et al.*, 2003, pp. 53-56)

Morgan tried to arrange a counteroffer, but it was no use. Dobzhansky was ready to go. (Letter from Theodosius Dobzhansky to Leslie C. Dunn, January 30, 1940. The American Philosophical Society Archives). He would remain out west through the summer conducting research, where he anticipated returning every summer in the near future to continue work on *Drosophila pseudoobscura*. Now that plans were settled Dobzhansky wrote Dunn that he expected their lab at Columbia becoming “the centre” of genetics in the United States. As he wrote, “no matter what the outcome of the war will be, New York is to become the centre of the world, and hence isn't it at least in theory possible that the genetics centre is likely to arise in the world centre?” In a Post Scriptum he assured Dunn that, “The name ‘Dobie’ is acceptable, and it is rather widely used. Mayr one of these days wrote to me that he knows that I dislike it, but this is purely his imagination!” (Letter from Theodosius Dobzhansky to Leslie C. Dunn, February 26, 1940. The American Philosophical Society Archives).

By the time summer arrived, the news of war had grown depressing. Dobzhansky was in touch with Nikolay Timofeef-Ressovsky (1900-1981) in Berlin who indicated that though food had scarce, his research remained unaffected. (Letter from Theodosius Dobzhansky to Leslie C. Dunn, May 6, 1940. The American Philosophical Society Archives). This was lucky because it is this research in which Dobzhansky was most interested. As mentioned above, Timofeef-Ressovsky had the opportunity to work in Berlin before Dobzhansky had left Russia for the United States. Now that the Second World War had broken out he remained in Berlin, a seemingly sensible decision given that, for the moment, Germany and the Union of Soviet Socialist Republics were allies. As for the work, Timofeef-Ressovsky was, like Dobzhansky, interested in how populations of flies evolved into separate species in the wild. He laid out a plot in Buch, the suburb where the Kaiser Wilhelm Institute for Brain Research was located to begin studying it. Into which he realized three species of flies—*Drosophila obscura*, *Drosophila*

junebris and *Drosophila melanogaster*. His immediate conclusion was that different species of *Drosophila* do not intermingle, but rather differ fundamentally in their temporal and spatial distribution.¹⁴

Even if, as Wright had informed Dobzhansky, his data on lethal genes could not be used to estimate population size, Timofeef-Ressovsky was onto something Dobzhansky could use to determine population density. Out west Dobzhansky now began to study how quickly *Drosophila pseudoobscura* flies spread their genes in nature. His method was capture and release experiments— release flies into an experimental plot in the morning and then trace how far they had gone by evening. Since the flies were native to the region, the problem was distinguishing which flies were his. He initially tried marking them with platinum nail polish; however, the process was tedious, but many of the flies ended up crippled and unable to fly. An alternative possibility seemed to be stocks of mutant orange-eyed *Drosophila pseudoobscura* flies maintained in the Caltech lab. Sturtevant was surprised when Dobzhansky told him fruit flies in the wild are only active in morning and evening. Flies in the lab breed and feed all the time. If the orange-eyed mutants behaved this way in the wild, they wouldn't survive, however much to Dobzhansky's shock and delight once released from the lab and set free the flies returned to their natural habits.

Dobzhansky soon determined the flies flew faster and farther than he – or Timofeef-Ressovsky – predicted. (Letter from Theodosius Dobzhansky to Leslie C. Dunn, June 15, 1941, August. 9, 1941. The American Philosophical Society Archives; Reminiscences Theodosius Dobzhansky, 1962, pp. 486-487). This procedure required continually re-measuring and setting the plot larger and larger to account for his flies. The pace of fly movement during the day was also influenced by light, temperature and humidity. Dobzhansky also needed to figure in the number of marked flies who declined naturally through death as the proportion of native flies increased through birth. Other factors to be accounted for were that some flies did not travel far from the point of release, while others travelled a long way – much as some humans remain tethered to their place of birth while others seek adventure in far off places. (Lewontin *et al.*, 2003, pp. 329-30). Still, the technique

¹⁴ В. В. Бабков Е. С. Саканян, Николай Владимирович Тимофеев-Рессовский. Москва: Памятники Исторической Мысли, 2002, pp. 94-96.

proved useful enough that they had to repeat it, with better results, the following summer.

Meanwhile, the comparison between Timofeef-Ressovsky and Dobzhansky's work can also be read as a metaphor for California's free climate *versus* the tightening atmosphere in Nazi Berlin. However, once the United States entered the war the following year, Dobzhansky would similarly find his travel constrained ability. In a letter to Dunn, he mentioned that the summer research would end. Besides that, he would arrive in New York in a few days. He was concerned with the gasoline regulation: "that gasoline regulation on the Atlantic coast will not slow us down unduly— but who knows?" (Letter from Theodosius Dobzhansky to L. C. Dunn, August 17, 1941. The American Philosophical Society Archives).

Fall arrived, and Dobzhansky returned to Columbia, where he applied to the Institute of International Education to continue his Latin America research. By now, the path was obvious. *Drosophila pseudoobscura* flies only seemed to fly further faster, and the obvious direction of pursuit was South. Dunn, who had once been described among the decision-makers at the Institute as the "most promising of the younger animal geneticists in the United States; a man of outstanding scientific promise with a charming personality, and of the right sort"— was just the man to recommend him. (Letter from Whitney H. Shepardson to C. B. Hutchinson, March 3, 1927. International Education Board. 2B 05 1.1 Folder 177 L. C. Dunn, 1927-1928. Rockefeller Archive Center).

Dobzhansky set off again out west the following summer by Greyhound bus. It was 1942, and the United States had joined the war. Travel in the United States was discouraged due to the need to preserve oil and rubber— the two essential ingredients for humans' fast movement across time and space. The journey from New York to California took several days and required transferring busses several times, often in the middle of the night. At stations, signs were posted demanding "Is this Travel necessary?" (Reminiscences of Theodosius Dobzhansky, 1962, p. 491).

Dobzhansky and his assistants repeated the experiment from the previous summer— testing how far and fast flies fly— on Mount San Jacinto, near Idyllwild. Dobzhansky described this work in letters to Dunn that he labelled at the top — "Letters de la Montagne"— evoking

his sense of isolation from “the events taking place in the valley below,” that “seem[ed] to be going on a different planet.” Here he discovered that the flies’ movement fit the Brownian motion pattern—the random movement of particles in a liquid or a gas. Nevertheless, patterns were established, and the density could be determined. (Dobzhansky & Wright, 1943, pp. 304-340).

Dobzhansky also took time to descend to Pasadena where, as he wrote Dunn, he found “Sturtevant is sourer than ever.” It is notable how hurt Dobzhansky felt about what had happened to their friendship and how angry it made him: “I was sorry to see this fine man degenerate so badly. God, we all must watch out that such does not happen to us. The worst is that if it does happen, we may not notice it, as he undoubtedly does not notice.” (Letter from Theodosius Dobzhansky to Leslie C. Dunn, June 7, 1942. The American Philosophical Society Archives).

A month later Dobzhansky wrote Dunn:

The work is eminently satisfactory. Last year nothing worked out as we wanted; this time almost everything, so far, works out nicely.” (Letter from Theodosius Dobzhansky to Leslie C. Dunn, July 8, 1942. The American Philosophical Society Archives)

They had moved on to testing how far the flies travel in different environments and the population densities in each location. Dobzhansky concluded that observations in nature showed that *Drosophila* disclosed a complex set of habits and they had merely scratched the surface in their work. He added:

I certainly did not mean to say that *Drosophilae* is not interested in other *Drosophilae*, or is not attracted to restaurants, dance halls, and comfortable apartments. What I do mean is this. In a *Drosophila* city the attractions are distributed more or less at random, to such an extent that in a plot of the size we build the flies need not congregate either in a financial district, or in the Times Square area, or in Central Park. The central point is, then as follows. We release something between 3000 and 4000 flies at one point – the center of our plot. ... we raise the density of the population at that point and in its immediate surroundings enormously. The flies could either (1) escape from overpopulated regions as fast as they can, and travel more slowly in sparsely populated parts, or (2) they may not mind company and travel at uniform rates. The possibility (1) would mean that variance would grow

fast at first and slowly thereafter; the possibility (2) would mean that the increase of the variance would be proportional to time. The possibility (2) is what is actually observed. (Letter from Theodosius Dobzhansky to Leslie C. Dunn, July 8, 1942. The American Philosophical Society Archives)

What did it mean? For now, he was unsure – however, the more exciting news was that his research had attracted the attention of the United States Federal Bureau of Investigation – the FBI. On the one hand, this should not have been surprising. A group of individuals going about at dawn setting up cups on wire stands and measuring distances with string, then returning to the same site in the evening was bound to – in a country at war – seem suspicious. To Dobzhansky, it revealed four conclusions:

(1) collecting flies resembles fifth column work, (2) the citizens of Idyllwild are war conscious, (3) the FBI is efficient, (4) think what poor fellows are the FBI workers if many of the reports they are investigating are of the same nature as this one, and it is almost certain that they are.” (Letter from Theodosius Dobzhansky to L. C. Dunn, July 28, 1942. The American Philosophical Society Archives)

5 EPILOGUE

Thus ended Dobzhansky’s last research trip out west before beginning work in Brazil. He was determined not to repeat the mistake he had made before collecting data without first consulting Wright about what he should be looking for. He wrote to him that, “I have been yearning to discuss the plans of this Brazilian venture with you for God knows how long a time. I still yearn to do so, but it so damnably difficult to do so in letters.” Dobzhansky invited Wright to come to New York, but he was too busy, so instead, Dobzhansky took the train to Chicago for the sole purpose of spending 24 hours with Wright discussing his plans for Brazil. (Lewontin *et al.*, 2003, p. 72).

And with that Dobzhansky set off to discover that tropical climates do have seasons and– more importantly– the fluctuations in gene arrangements he’d been observing in his flies were not the result genetic drift. Still, the seasonal fluctuations: Environment, not population size, was the factor he observed in evolution.

A few other points regarding the above should be taken into account to understand Dobzhansky's future adventures in Brazil better. One, his scientific collaboration with Sturtevant ended badly, and though he would collaborate with Dunn, their work together was primarily about opposing eugenicists and Lysenkoists than about producing scientific knowledge. Two, though Dobzhansky had long, warm, fruitful, collaborative relationships with students who would go on to become important geneticists in their own right— he had, as mentioned above, developed a reputation for being demanding about what his students researched in his last years at Caltech.

Dobzhansky's relationship with his Brazilian colleagues seems to have ended up somewhat similar. Though initially, they were grateful for the knowledge and resources he brought with him by Dobzhansky's later visits to Brazil— after 1948— things had soured. This is primarily because his principal collaborators – Crodowaldo Pavan (1919-2009) and Antonio Brito da Cunha (1925-2019) had developed interests of their own which did not involve *Drosophila* flies and the study of evolution. These events are a subject requiring further research about which there is no doubt much to be written. Hopefully, the above history will help shed some light on this story as it develops.

BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

- AMERICAN PHILOSOPHICAL SOCIETY ARCHIVES. American Philosophical Society Library. Philadelphia, Pennsylvania. <<https://search.amphilsoc.org/collections/view?docId=ead/APS.Archives-ead.xml>>
- BUCK-MORSS, Susan. *Dreamworld and catastrophe*. Cambridge, MA: MIT Press, 2000.
- DOBZHANSKY, Theodosius. Description of a new species of genus *Coccinella* from the neighbourhood of Kiev (in Russian). *Mater Fauny Iugozap. Rossii*, 2: 46-47, 1918.
- DOBZHANSKY, Theodosius. Horses of the nomadic population of Semiretshje. (Russian) *Materialy Osobogo Kom, Issled. Soiv. Avton. Repub. Akad. Nauk USSR*, 8 (16): 16-131, 1927.
- DOBZHANSKY, Theodosius. A critique of the species concept in biology. *Philosophy of Science*, 2 (3): 344-355, 1935.

- DOBZHANSKY, Theodosius. Collecting, transporting, and shipping wild species of *Drosophila*. *Drosophila Information Service*, **6**: 28-29, 1936.
- DOBZHANSKY, Theodosius; WRIGHT, Sewall. Dispersion rates in *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics*, **28**: 304-340, 1943.
- DOBZHANSKY, Theodosius. *The reminiscences of Theodosius Dobzhansky. Oral history collection*. Columbia University: Butler Library, 1962.
- КОНАШЕВ, М. Б. Экспедиции Лаборатории генетики Академии наук СССР в Среднюю Азию и Монголию (1925-1935). *Историко-биологические исследования*, **6** (4): 43-59, 2014.
- KOHLER, Robert. *Lords of the fly: Drosophila Genetics and the experimental life*. Chicago: University of Chicago Press, 1994.
- KONASHEV, Mikhail (ed). *МАКСИМУМ ВОЗМОЖНОГО: Переписка Ф. Г. Добжанского с отечественными биологами: 1920–1970 гг., Часть 1, Переписка Ф. Г. Добжанского с отечественными биологами: 1920–1930-е гг.* Санкт-Петербург: история Нестора, 2014.
- KREMENTSOV, Nikolai. Dobzhansky and Russian Entomology: The origin of his ideas on species and speciation. Pp: 31-48, in: ADAMS, Mark (ed.) *The evolution of Theodosius Dobzhansky*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1994.
- LEWONTIN, Richard C.; MOORE, John A.; PROVINE, William B.; WALLACE, Bruce. (eds.). *Dobzhansky's genetics of natural populations, I-XLIII*. New York: Columbia University Press, 2003.
- MALLET, James. Group selection and the development of the biological species concept. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **365** (1547): 1853-1863, 2010a.
- MALLET, James. Why was Darwin's view of species rejected by twentieth century biologists? *Biological Philosophy*. **25**: 495-527, 2010b.
- MOHR, Stephanie Elizabeth *First in fly: Drosophila research and biological discovery*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2018.
- POWELL, Jeffrey R. *Progress and prospects in evolutionary biology: The Drosophila model*. Oxford: Oxford University Press, 1997.
- ROCKEFELLER ARCHIVE CENTER. North Tarrytown, NY. <<https://rockarch.org/>>.
- STURTEVANT, Alfred. Henry. Autosomal lethals in wild populations of *Drosophila pseudoobscura*. *The Biological Bulletin*, **73** (3): 542-551, 1937.

Data de submissão: 30/11/2020

Aprovado para publicação: 15/12/2020

Normas para publicação

O periódico *Filosofia e História da Biologia* se destina à publicação de artigos resultantes de pesquisas originais referentes à filosofia e/ou história da biologia e temas correlatos, bem como sobre o uso de história e filosofia da biologia na educação. Publica também resenhas de obras recentes, sobre esses temas.

Somente textos inéditos (e que não estejam sendo submetidos para publicação em outro local) poderão ser submetidos para publicação em *Filosofia e História da Biologia*. Ao submeter o manuscrito, os autores assumem a responsabilidade de o trabalho não ter sido previamente publicado e nem estar sendo analisado por outra revista.

Os artigos devem resultar de uma pesquisa original e devem representar uma contribuição efetiva para a área. Todos os trabalhos submetidos serão enviados para análise de dois árbitros. Em caso de divergência entre os pareceres, o trabalho será analisado por um terceiro árbitro.

A análise dos originais levará em conta: (1) pertinência temática do artigo; (2) obediência às normas aqui apresentadas; (3) originalidade e profundidade da pesquisa; (4) a redação do trabalho.

Os trabalhos submetidos podem ser aceitos, rejeitados, ou aceitos condicionalmente. Os autores têm direito a recorrer da decisão, quando discordarem da mesma, e nesse caso será consultado um novo membro da Comissão Editorial, que emitirá um parecer final.

São aceitos para publicação em *Filosofia e História da Biologia* artigos em português, espanhol ou inglês. Os artigos submetidos devem conter um resumo no idioma original e um abstract em inglês. Os artigos em inglês devem vir acompanhados de um resumo em português, além do abstract. Os resumos e abstracts devem ter cerca de 200 palavras. Devem também ser indicadas cerca de cinco palavras-chave (e *keywords*) que identifiquem o trabalho. As palavras-chave, separadas por ponto-e-vírgula, devem especificar a temática do artigo e as subáreas amplas em que ele se enquadra (por

exemplo: filosofia da genética), em ordem direta; também devem ser indicados, se for o caso, personalidades centrais do artigo, em ordem indireta (por exemplo: Darwin, Charles).

Todos os agradecimentos devem ser inseridos no final do texto, em uma seção denominada “Agradecimentos”. Agradecimentos pessoais devem preceder os agradecimentos a instituições ou agências. Não devem ser inseridas notas de rodapé com agradecimentos. Agradecimentos a auxílios ou bolsas, assim como agradecimentos à colaboração de colegas, bem como menção à origem de um artigo (por exemplo: teses) devem ser indicados nesta seção. No caso de artigos em coautoria no qual as contribuições do diferentes autores foram diferenciadas, isso também deve ser mencionado na mesma seção, que será intitulada “Agradecimentos e créditos”.

Os artigos devem ter um máximo de 6.000 palavras (incluindo as notas de rodapé) e devem ser copiados ou digitados diretamente dentro do arquivo *Word* modelo da ABFHiB, Modelo-Fil-Hist-Biol.doc, que está disponível em <http://www.abfhib.org/Publicacoes/Modelo-Fil-Hist-Biol.doc>, versão atualizada em 20/06/2013. As resenhas devem ter um máximo de 2.000 palavras. Excepcionalmente, os Editores poderão aceitar trabalhos que ultrapassem esses limites.

Os originais devem ser enviados em formato DOC ou RTF para o seguinte e-mail: fil-hist-biol@abfhib.org.

A mensagem encaminhando o artigo deve informar que se trata de um original inédito que está sendo submetido para publicação no periódico ***Filosofia e História da Biologia***.

As ilustrações devem ser fornecidas sob a forma de arquivos de alta resolução (pelo menos 1.200 pixels de largura, para ocupar toda a largura de uma página), com imagens nítidas e adequadas para reprodução. Devem ser acompanhadas de legenda e com indicação de sua fonte. Os autores devem fornecer apenas imagens cuja reprodução seja permitida (por exemplo, que sejam de domínio público).

Na versão impressa do periódico, todas as ilustrações serão publicadas em preto e branco (e tons de cinza) e todas as imagens coloridas que forem enviadas serão convertidas. Na versão eletrônica, podem ser incluídas ilustrações coloridas, que também devem ser de alta resolução.

Estudos envolvendo seres humanos ou animais deverão ter a aprovação do Conselho de Ética da instituição em que o estudo foi feito. Deve ser informado o número de protocolo correspondente.

Conflito de interesses: quando existe alguma relação entre os autores e qualquer entidade pública ou privada de que pode derivar algum conflito de interesse, essa possibilidade deve ser comunicada e será informada no final do artigo.

As referências bibliográficas devem aparecer em lista colocada ao final do artigo, em ordem alfabética e cronológica. Devem seguir as normas da ABNT e devem ser completas – contendo, por exemplo, as páginas inicial e final de artigos e capítulos de livros, nomes dos tradutores de obras, cidade e editora de publicação de livros, etc. Os nomes dos autores devem ser fornecidos por extenso e não com o uso de iniciais. Os títulos de periódicos devem ser fornecidos por extenso e não abreviados. O modelo fornecido pela ABFHiB apresenta mais informações sobre o modo de apresentar as referências bibliográficas e de mencioná-las no corpo do texto. Consulte também edições recentes da revista, para ver exemplos de referências bibliográficas.

Os autores que não seguirem rigorosamente o modelo utilizado por *Filosofia e História da Biologia* serão solicitados a adequarem seus originais às normas da revista e a completarem as informações incompletas, quando for o caso. Isso pode resultar em atraso na publicação do artigo.

A submissão de um trabalho para publicação em *Filosofia e História da Biologia* implica na cessão do direito de publicação à *Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia* (ABFHiB). Os artigos publicados nesta revista não poderão ser publicados em livros ou outros periódicos sem autorização formal dos Editores. Após a aceitação do trabalho para publicação, todos os autores devem assinar o termo de cessão de direitos autorais à ABFHiB.

Para enviar uma mensagem para o periódico *Filosofia e História da Biologia*, utilize este endereço: fil-hist-biol@abfhib.org

Informações adicionais:
<http://www.abfhib.org/FHB/>
fil-hist-biol@abfhib.org

